

Árki Tamás
Konfárné Nagy Klára
Kovács István
Trembeczki Csaba
Urbán János

s o k s z í n ű
Matematika
FELADATGYŰJTEMÉNY
MEGOLDÁSOK **12**

Mozaik Kiadó – Szeged, 2010



TARTALOMJEGYZÉK

Megoldások – 12. évfolyam

12.1. Logika, bizonyítási módszerek (4001–4067)

Logikai feladatok, kijelentések	4
Logikai műveletek – negáció, konjunkció, diszjunkció	6
Logikai műveletek – implikáció, ekvivalencia	9
Teljes indukció (emelt szintű tananyag)	12
Vegyes feladatok	18

12.2. Számsorozatok (4068–4165)

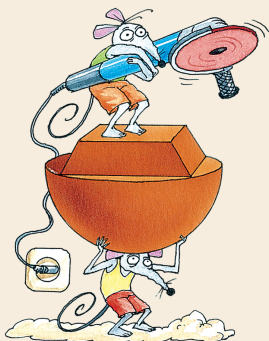
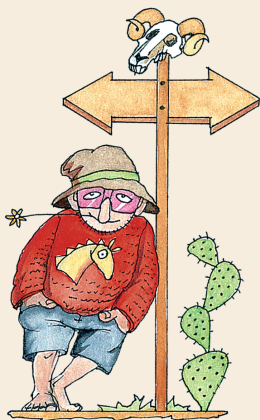
A sorozat fogalma, példák sorozatokra	19
Példák rekurzív sorozatokra	20
Számtani sorozatok	20
Mértani sorozatok	24
Kamatszámítás, törlesztőrészek kiszámítása	29
Vegyes feladatok	31

12.3. Téreometria (4166–4511)

Térelemek	34
Testek osztályozása, szabályos testek	47
A terület fogalma, a sokszögek területe	57
A kör és részeinek területe	73
A térfogat fogalma, a hasáb és a henger térfogata	80
A gúla és a kúp térfogata	91
A csonka gúla és a csonka kúp	106
A gömb térfogata és felszíne	117
Egymásba írt testek (kiegészítő anyag)	121
Vegyes feladatok I.	133
Vegyes feladatok II.	137

12.4. Valószínűség-számítás, statisztika (4512–4577)

Geometriai valószínűség	144
Várható érték (emelt szintű tananyag)	148





Statisztika	152
Vegyes feladatok	159

Készüljünk az érettségire!

12.5. Rendszerező összefoglalás (5001–5620)

Gondolkodási módszerek (5001–5113)

Halmazok	162
Kijelentések, események	167
Kombinatorika	168
Valószínűség-számítás	174

Algebra és számelmélet (5114–5277)

Számok és műveletek	182
Számelmélet, oszthatóság	184
Hatvány, gyök, logaritmus	188
Műveletek racionális kifejezésekkel	192
Egyenletek, egyenlőtlenségek	194
Egyenletrendszerek	209

Függvények (5278–5402)

A függvény fogalma, grafikonja, egyszerű tulajdonságai	213
Műveletek függvényekkel (kiegészítő anyag)	228
Függvénytulajdonságok	231

Geometria (5403–5620)

Alapvető fogalmak	248
Geometriai transzformációk	256
Vektorok. Szögfüggvények	269
Nevezetes síkidomok tulajdonságai	279
Koordináta-geometria	290

12.6. Érettségi gyakorló feladatsorok

Középszintű feladatsorok	302
Emelt szintű feladatsorok	331





12.1. LOGIKA, BIZONYÍTÁSI MÓDSZEREK

Logikai feladatok, kijelentések – megoldások

4001 a) Nem. b) Igen. c) Nem. d) Igen. e) Nem. f) Igen.

4002 a) Nem. b) Igen, igaz. c) Igen, hamis.
d) Nem. e) Igen, értéke függ a helyzettől. f) Igen, hamis.

4003 a) Igaz. b) Hamis. c) Igaz. d) Igaz. e) Hamis.

4004 A helyes tippek: 1, 1, 2, X, 1, X.

4005 a) Hamis. b) Igaz. c) Igaz.

4006 Nem, ugyanis
a) nem kijelentés (paradoxon);
b) kijelentés, amelynek logikai értéke a következő mondatától függ.

4007 a) Hétfőn, kedden, szerdán, pénteken, szombaton.
b) Csütörtökön, vasárnap.

4008 a) Minden nap. b) Soha.

4009 Beteg nem lehet, mert akkor nem mondhatna igazat. Egészséges orvos sem lehet, hiszen ők igazat mondanak. A megoldás b), vagyis egészséges ápol.

4010 Nándi és Oszi kijelentései ellentmondanak egymásnak. Ha mindkettőt igaznak fogadnánk el, akkor paradoxonhoz jutnánk, tehát valamelyiknek hamisnak kell lennie. Viszont így Laci és Marci igazat szólnak, azaz Nándi volt a tettes (és közben kiderült az is, hogy Nándi az, aki hazudik).

4011 Tudjuk, hogy kettejük közül az egyik igazat mond, a másik hazudik. Mivel a jelenlegi állapotukról egyelőre nincs információ, ezért olyan kérdést kell egyiküknek szegezni, amellyel a jól ismert múltbeli helyzet után érdeklődünk. Például:

„Te vagy a királylány?” vagy „Régen a házastársad mindig igazat mondott?”

Ha a királylány válasza „igen”, akkor igazat mond (tehát a juhász éppen hazudik). Ha a válasza „nem”, akkor hazudós napja van (tehát a juhász igazat mond).

Ha a juhász válasza „nem”, akkor igazat mond (tehát a királylány éppen hazudik). Ha a válasza „igen”, akkor hazudós napja van (tehát a királylány igazat mond).

4012 Az első megjegyzés miatt Tivadar csak Kis, Fekete vagy Fehér lehet. Mivel Feketével és Fehérrel más iskolába járt, Tivadar vezetékneve Kis. Az első megjegyzés miatt Kisnek hívhatták volna még Konrádot (Kis, Nagy, Fehér) vagy Csillát (Kis, Nagy, Fekete). Konrád és Emma vezetéknevei ellentétek, így csak színek lehetnek: Fehér Konrád, Fekete Emma és Nagy Csilla.

4013 A legkisebb összeget akkor kapjuk, ha a lehető legalacsonyabb helyezésekkel rendelkezők mondanak igazat (azaz az első 10), mindenki más pedig azt mondja, hogy első lett. Ekkor az összeg $55 + 40 = 95$.

A legnagyobb összeget úgy halljuk, ha az utolsó 10 mond igazat, és minden előttük érkező utolsó-nak vallja magát. Ekkor az összeg 2455.



4014 Tekintsük végig a lehetőségeket Józsi szemszögéből.

Először tegyük fel, hogy Józsi beteg (azaz pont fordítva látja a valóságot, mint kellene). Ekkor Jani nem beteg, tehát egészséges (amit hisz, az úgy is van). Ekkor viszont Józsi orvos. Ajjaj, Józsi beteg orvos! (Janiról azonkívül, hogy egészséges, nem tudunk semmit.)

Másodszor tegyük fel, hogy Józsi egészséges. Ezek szerint Jani beteg, tehát Józsi nem orvos, hanem ápolott. Ajjaj, ekkor Józsi egészséges ápolott! (Janiról azonkívül, hogy beteg, nem tudunk többet.)

Bárhogy is nézzük, Józsi vagy beteg orvos, vagy egészséges ápolott. Bármelyik is, nem kellene az intézetben tartózkodnia. Janiról a feltételek alapján nem tudunk nyilatkozni.

4015 a) Ha az első mondat igaz, akkor saját igazságát állítja. Így a második mondatnak hamisnak kell lennie. Ha az első mondat hamis, akkor a második igaz.

Tehát a két mondat közül pontosan az egyik igaz.

b) Ha az első mondat igaz, akkor a második mondat hamis. Ha az első mondat hamis, akkor a második mondat igaz.

A két mondat közül pontosan az egyik igaz.

c) Ha az első mondat igaz, akkor a második mondat is igaz. Azonban akkor az első mondat hamis. Így ellentmondásra jutunk. Ha az első mondat hamis, akkor a második mondat is hamis. Ami azt jelenti, hogy az első mondat igaz. Így is ellentmondásra jutunk.

Ez a mondatpár paradoxon. A két mondatnak nem tudunk úgy logikai értéket tulajdonítani, hogy teljesüljön. A mondatpár tagjait nem tekinthetjük kijelentéseknek.

d) Ha az első mondat igaz, akkor a második mondat hamis. Ha az első mondat hamis, akkor a második mondat igaz.

Ismét arra jutunk, hogy a két mondat közül pontosan egy igaz, és egy hamis.

4016 Induljunk ki valamelyik állításból, és próbáljunk meg következtetéseket levonni. Kezdjük a leg-egyértelműbbel. (Zárójelben az állítások sorszáma, melyekből adódik.)

Aki ropit eszik, középen ül. (2)

Mivel sem Károly, sem Zsolt nem iszik kólát, azt csak Pista ihat. (1, 3)

Mivel Zsolt jobbján iszik Pista kólát és a sor szélén ül, így csak a jobb szélén ülhet. Ugyanebből adódik, hogy középen ül Zsolt és a bal oldalon Károly. (3, 5)

A pattogatott kukoricát balra kellett adni, tehát Pista pattogatott kukoricát és Károly sósogyorót eszik. (4)

Károly szomszédja Zsolt, így ő iszik gyömbért, Károly pedig jeges teát. (6)

A fiúk így ülnek a moziban:

Mozivászon			
	jeges tea	gyömbér	kóla
...	sósogyoró	ropi	pattogatott kukorica
	Károly	Zsolt	Pista

4017 Ismét kezdjük egy teljesen egyértelmű kijelentéssel. (Zárójelben az állítások sorszáma, melyekből adódik.)

A fiúk nem egymás mellett ülnek. (1)

Mivel Feri nem szereti a gyümölcsleveket és az egyik fiú gyümölcslevet iszik, így Lóri narancslevet iszik. (2, 8)



Mivel Angi kakaót, Kati teát iszik, Feri nem szereti a gyümölcslevet és Lóri narancslevet iszik, így Hugi baracklevet és Feri vizet iszik. (2, 3, 9)

Aki szendvicset eszik, vizet iszik hozzá, ezért Feri szendvicset eszik. (5)

Mivel rántottát és főtt tojást Lóri mellett esznek, pirítóst ehét Lóri vagy a Feri mellett (de nem a fiúk között egyedül) ülő lány. Lóriról azonban tudjuk, hogy narancslevet iszik: ekkor nem lényeges az az információ, hogy a pirítóst evő nem teát kér. Tehát pirítóst a Feri mellett ülő lány eszik. (7, előző)

Hugiról már tudjuk, hogy baracklevet iszik és Lóri mellett ül. Szabad még a tea és a kakaó helye: mivel a pirítóst evő nem kér teát, így ő csak kakaót ihat, tehát ő Angéla. (6, 10, 3)

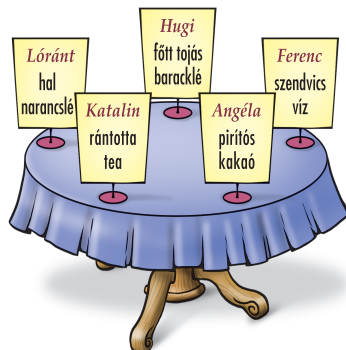
Mivel ételnek már csak egy szabad hely maradt, így Lóri halat eszik. (előzőek)

Angi egyik szomszédja süti magának a reggelit – Feri nem, mert hideg szendvicset eszik. Ebből következik, hogy a Lóri és Angi között ülő rántottát eszik, a fiúk között ülő pedig főtt tojást. (3)

Mivel a rántottát reggeliző nem gyümölcslevet kért, így csak teát ihat: ő Kati. (4)

Következésképpen Hugi a két fiú között főtt tojást reggelizik baracklével. (előző)

A reggelizőkre és az általuk fogyasztott ételekre, italokra egy példa az ábrán látható.



Logikai műveletek – negáció, konjunkció, diszjunkció – megoldások

- 4018 a) $\neg A$; b) $A \wedge B$; c) $A \vee B$;
d) $(A \wedge B) \vee C$; e) $\neg(A \wedge B)$; f) $(A \wedge B) \wedge (\neg C) \wedge (\neg D)$;
g) $(A \wedge B) \vee (C \wedge D)$.
- 4019 a) Félek a dolgozattól.
b) Van olyan film, amit még nem láttam.
c) Van olyan szarka, amelyiknek a farka egyszínű.
d) Minden rövid nyakú zsiráf rosszul fészült.
e) Bármely geometriai rendszerben a háromszög belső szögeinek összege 180° .
f) Létezik olyan érettségi feladatsor, amelyben nincs ilyen feladat.
g) Minden holló fekete.
h) Létezik olyan héttel osztható szám, amely 5-tel is osztható.
i) Van két egyenes, melyek nem metszik egymást.
- 4020 a) Hideg van és fázom.
b) Jól felöltözöm vagy mozogni kell.
c) Mozogni kell és nem fázom.
d) Nem igaz, hogy fázom és mozogni kell, vagy jól felöltözöm.
e) Hideg van és fázom, vagy jól felöltözöm és nem kell mozogni.



4021 a) Igaz. b) Igaz. c) Hamis. d) Hamis. e) Igaz. f) Igaz.

4022 b)

4023 A és D, illetve B és C egymás tagadásai.

4024 a) Nem biliárdozok jól vagy nem golfozok jól.

b) Nem vagy Kata és nem is vagy Klára.

c) Nem igaz, hogy James vagy Bond vagyok.

d) Nem igaz, hogy a boltba megyek és felporszívózok.

4025 a) $\neg A$ = Van olyan trapéz, melynek nincsenek párhuzamos oldalai vagy vannak egyenlő szögei.

$\neg B$ = Bármely deltoidnak vannak egyenlő szögei.

$\neg C$ = Minden négyzetnek van olyan oldala, mely nem egységnyi és területe sem az.

b) A kitöltött táblázat:

	Állítás	Tagadás
A = Minden trapéznek van két párhuzamos oldala és minden szöge különböző.	hamis	igaz
B = Van olyan deltoid, melynek minden szöge különböző.	hamis	igaz
C = Létezik olyan négyzet, melynek minden oldala vagy területe egységnyi.	igaz	hamis

4026 a) Öt lehetőség van.

1. Az illető mindent megtanul.

2. Csak a verset tanulja meg.

3. A verset megtanulja, azonkívül csak matek házit ír.

4. A verset megtanulja, azonkívül csak fizika házit ír.

5. Csak a reál tárgyak háziját készíti el.

b) Három lehetőség van, de minden esetben meg kell nézni a filmet.

1. Elkészíti mindkét ételt.

2. Csak rántottát süt.

3. Csak bundás kenyeret süt.

4027 a) Minden nap minden órájának minden percében csak rád gondolok.

b) Bármely együttesnek van olyan száma, amelyben minden versszakot megérték.

c) Van olyan étel, amit akárhogyan is készítenek el, bármikor hajlandó vagyok megenni.

4028 a) Négy lehetőség van: Karcsi korán kelt vagy nem, illetve sokat dolgozott vagy nem. Ha tényleg korán kelt és sokat dolgozott (azaz mindkettő igaz), akkor annak a tagadása hamis. Minden más esetben valamelyik (vagy mindkettő) kijelentés hamis, így tényleg nem igaz, hogy egyszerre teljesülnek. Ekkor az állítás igaz.

b) Ha színvak vagyok, akkor az állítás igaz, bármilyen is a labda. Ha nem vagyok színvak és a labda valóban gömbölyű és piros, akkor is igaz. Ha viszont nem vagyok színvak és a labda valamelyik jellemzője (esetleg mind a kettő) hamis, akkor az összetett állítás hamis.

c) Ha elalszom, akkor az állítás hamis, függetlenül az előadástól. Ha nem alszom el és az előadás nem volt sem rövid, sem izgalmas, akkor is hamis. Ha viszont nem aludtam el és az előadás két jellemzője közül legalább az egyik teljesül, akkor igaz a kijelentés.



- 4029 a) Volt nehéz feladat, vagy olyan, amit nem oldottam meg.
 b) Ebben a pizzériában van rossz ízű pizza, és minden pizzát megkóstoltunk.
 c) Bármely háromszögnek van olyan szöge, ami nem derékszög.
 d) Van olyan Rubik-kocka, amelynek bármely oldalán van olyan szín, ami nem kék.

- 4030 a) Elegendő, ha D hamis.
 b) Szükséges, hogy mind a négy kijelentés hamis legyen.
 c) Az első kettő vagy a második kettő kijelentésnek egyszerre kell hamisnak lennie.
 d) Az első kettő kijelentésnek kell egyszerre igaznak lennie, vagy a második kettőnek egyszerre hamisnak.

- 4031 Mivel a formulák mindegyikében két kijelentés (változó) szerepel, így értékeik (igaz vagy hamis) összesen négy esetet adnak:

$$i-i, i-h, h-i, h-h.$$

A legegyszerűbb, ha készítünk mindhárom formulához egy-egy igazságtáblázatot.

A piros oszlop mindegyik esetre érvényes, a végeredményt a zöld oszlop mutatja.

A	B
i	i
i	h
h	i
h	h

a)

A	$\wedge (\neg B)$
i	h
i	i
h	h
h	i

b)

(A \wedge B)	$\vee (\neg A)$
i	i
i	h
h	h
h	i
h	i

c)

A	\wedge	(B \vee $\neg A$)
i	i	i
i	h	h
h	h	i
h	h	i
h	h	i

- 4032 A feladatban az első két formula három kijelentést tartalmaz, melyek mindegyike lehet igaz vagy hamis, ezért a lehetőségek száma:

$$2^3 = 8,$$

azaz ennyi sora van az igazságtáblázatnak.

A c) kérdésben négy formula szerepel, ott 16 soros a táblázat. A végeredményt most is a zöld oszlop jelöli.

A	B	C
i	i	i
i	i	h
i	h	i
i	h	h
h	i	i
h	i	h
h	h	i
h	h	h

a)

\neg	(A \wedge B)	\vee	C
h	i	i	i
h	i	i	h
i	i	h	i
i	i	h	h
i	h	h	i
i	h	h	i
i	h	h	i
i	h	h	h

b)

$\neg A$	\wedge	(B \vee C)
h	h	i
h	h	i
h	h	h
h	h	h
i	i	i
i	i	h
i	i	h
i	h	h



A	B	C	D
i	i	i	i
i	i	i	h
i	i	h	i
i	i	h	h
i	h	i	i
i	h	i	h
i	h	h	i
i	h	h	h
h	i	i	i
h	i	i	h
h	i	h	i
h	i	h	h
h	h	i	i
h	h	i	h
h	h	h	i
h	h	h	h

c)

\neg	(A	\wedge	B)	\wedge	(C	\vee	D)
h	i	i	i	h	i	i	i
h	i	i	i	h	i	i	h
h	i	i	i	h	h	i	i
h	i	i	i	h	h	h	h
i	i	h	h	i	i	i	i
i	i	h	h	i	i	i	h
i	i	h	h	i	h	i	i
i	i	h	h	h	h	h	h
i	h	h	i	i	i	i	i
i	h	h	i	i	i	i	h
i	h	h	i	i	h	i	i
i	h	h	i	h	h	h	h
i	h	h	h	i	i	i	i
i	h	h	h	i	i	i	h
i	h	h	h	h	h	h	h

Logikai műveletek – implikáció, ekvivalencia – megoldások

- 4033 a) $A \rightarrow B$; b) $(A \vee B) \rightarrow C$; c) $(A \wedge B) \rightarrow C$; d) $A \rightarrow (B \wedge \neg C)$;
 e) $A \leftrightarrow (B \vee C)$; f) $((B \vee C) \rightarrow A) \wedge (A \rightarrow (B \vee C))$; g) $A \leftrightarrow B$.

- 4034 a) Ha egy négyszög négyzet, akkor paralelogramma. Igaz.
 b) Ha egy négyszög paralelogramma, akkor rombusz. Hamis.
 c) Egy négyszög pontosan akkor paralelogramma, ha két-két szemközti oldala egyenlő. Igaz.
 d) Ha a négyszög két-két szemközti és két-két szomszédos oldala egyenlő, akkor rombusz. Igaz.
 e) Ha egy négyszög két-két szemközti és két-két szomszédos oldala egyenlő, továbbá szögei egyenlők, akkor négyzet. Igaz.
 f) Ha egy négyszög két-két szemközti és két-két szomszédos oldala egyenlő, vagy szögei egyenlők, akkor rombusz. Hamis.
 g) Egy négyszög pontosan akkor négyzet, ha rombusz és szögei egyenlők. Igaz.

- 4035 a) Thalész tétele.
 b) B.



- 4036** a) A megfordítása: Ha egy négyszög paralelogramma, akkor átlói felezik egymást.
 B megfordítása: Ha egy háromszög belső szögeinek felezői egy pontban metszik egymást, akkor súlypontja a háromszögön kívülre esik.
 C megfordítása: Ha egy függvény felülről korlátos, akkor van minimuma.
 D megfordítása: Ha egy egész szám osztható 21-gyel, akkor osztható 7-tel.
- b) A kitöltött táblázat:

	Állítás	Megfordítás
A = Ha egy négyszög átlói felezik egymást, akkor az paralelogramma.	igaz	igaz
B = Ha egy háromszög súlypontja a háromszögön kívülre esik, akkor belső szögeinek felezői egy pontban metszik egymást.	igaz	hamis
C = Ha egy függvénynek van minimuma, akkor felülről korlátos.	hamis	hamis
D = Ha egy egész szám osztható 7-tel, akkor osztható 21-gyel.	hamis	igaz

- 4037** a) A Pitagorasz-tétel megfogalmazható ekvivalenciaként.
 b) Ez a kijelentés igaz, de megfordítása nem.
 c) A Thalész-tétel is megfogalmazható ekvivalenciaként.
 d) Megfordítása sem igaz.

- 4038** Figyeljük meg, hogy a feltétel mindig teljesül.
 a) Így az implikáció akkor válik igazzá, ha a következtetés is igaz.
 A befejezés bármilyen igaz kijelentés lehet, például: $2 + 2 = 4$.
 b) Igaz feltétel mellett az implikáció akkor válik hamissá, ha a következtetés hamis.
 A befejezés bármilyen hamis kijelentés lehet, például: $2 + 2 = 5$.

- 4039** Figyeljük meg, hogy a következmény hamis.
 a) Az implikáció akkor válik igazzá, ha a feltétel hamis.
 A kiegészítés bármilyen hamis kijelentés lehet.
 b) Az implikáció akkor hamis, ha a feltétel igaz.
 A kiegészítés bármilyen igaz kijelentés lehet.

- 4040** a) Mivel A feltétele hamis, így az implikáció következményétől függetlenül válik igazzá.
 Az A mondat kipontozott részére bármit írva az implikáció igaz. (Hiszen $h \rightarrow i \equiv i$ és $h \rightarrow h \equiv i$.)
 b) Mivel B következménye igaz, akármit is írunk feltételnek, az implikáció teljesül. (Hiszen $i \rightarrow i \equiv i$ és $h \rightarrow i \equiv i$.)
 c) Az a) pontban ismertetett megfontolások miatt az implikáció nem lehet hamis.
 d) A b) pontban látott megfontolások miatt az implikáció nem lehet hamis.

- 4041** a) A keresett formulák:
 $(A \wedge B) \rightarrow C = \text{Ha } n \text{ 3-mal és 8-cal osztható, akkor 24-gyel is osztható.}$
 $D \rightarrow \neg F = \text{Ha } n \text{ páros, akkor nem prím.}$
 $E \leftrightarrow (A \vee B) = n \text{ pontosan akkor osztható 12-vel, ha 3-mal vagy 8-cal osztható.}$
 $(F \wedge \neg A) \rightarrow D = \text{Ha } n \text{ prím és nem osztható 3-mal, akkor páros.}$
- b) A logikai értékek: igaz, hamis, hamis, hamis.



4042 Figyeljük meg a következőket:

- A -ból következik D , tehát az A és D kijelentések ugyanarról a számról szólnak.
- B és C kizárják egymást, tehát egyik az egyik, másik a másik számra vonatkozik.
- Amire A és D vonatkozik, az nem lehet prím, azaz A és D kizárja E -t.

Ezek alapján két eset lehetséges.

I. eset: Az egyik számra A , D , B ; a másikra E , C vonatkozik. Az egyetlen 5-tel osztható prím az 5. Az A , D , B követelményeknek végtelen sok szám megfelel, legkisebb közülük a 6.

II. eset: Az egyik számra A , D , C ; a másikra E , B vonatkozik. Az egyetlen páros prím a 2. Az A , D , C követelményeknek végtelen sok szám megfelel, legkisebb közülük a 15.

4043 a) Az A kijelentés csak abban az egy esetben hamis, ha hideg van és nem fázom. Ekkor a B kijelentés is hamis, hiszen nem igaz, hogy nincs hideg és nem fázom. Minden más esetben A és B is igaz. A és B ekvivalens állítások.

b) Az A kijelentés csak akkor hamis, ha piszkálnak és mégsem leszek mérges. B hamis, ha egyrészt nem igaz, hogy nem piszkálnak, másrészt nem igaz, hogy mérges vagyok. Minden más esetben A és B is igaz. A és B ekvivalens állítások.

c) Az A kijelentés pontosan akkor lesz hamis, ha süt a nap és mégsem jó a kedvem. Ebben az esetben a B kijelentés feltétele (nem jó a kedvem) igaz, de a következmény (nem süt a nap) nem teljesül, azaz B is hamis. Amennyiben a kedvem jó, akkor B igaz. Utoljára azt gondoljuk meg, ha rossz a kedvem és a nap se süt: ekkor igaz B feltétele és következménye is, azaz maga B kijelentés. Kimondhatjuk, A és B ekvivalens állítások.

Megjegyzés: Jelölje C = süt a nap, D = jó a kedvem. Ekkor formulákkal leírva az állításokat: $A = C \rightarrow D$ és $B = (\neg D) \rightarrow (\neg C)$.

d) Írjuk fel formulákkal a kijelentéseket. Jelölje M = most igent mond, S = soha nem mond igent. Ekkor $A = (\neg M) \rightarrow S$. A B állítás felírásához azt gondoljuk meg, hogy az „egyszer igent mond” megegyezik a „nem igaz, hogy sohasem mond igent” kijelentéssel. Tehát $B = (\neg S) \rightarrow M$.

Vegyük észre, hogy ez a forma megegyezik a c) feladatban látottal, csak C helyére $(\neg M)$ -t és D helyére S -t kell írunk! Tehát itt is teljesül, hogy A és B állítások ekvivalensek.

4044 A keresett táblázatok:

A	B
i	i
i	h
h	i
h	h

a)

A	\rightarrow	B	$(\neg A) \vee B$
i	i	i	h
i	h	h	h
h	i	i	i
h	i	h	i

b)

A	\leftrightarrow	B	$(A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow A)$
i	i	i	i
i	h	h	h
h	h	i	h
h	i	h	h

4045 a) Felhasználva a kettős tagadást, hogy a diszjunkció kommutatív és $A \rightarrow B \equiv (\neg A) \vee B$:

$$A \rightarrow B \equiv (\neg A) \vee B \equiv B \vee (\neg A) \equiv \neg(\neg B) \vee (\neg A) \equiv (\neg B) \rightarrow (\neg A).$$

b) Az egyes lépéseket a számok magyarázzák:

$$(A \rightarrow B) \rightarrow C \equiv (1) \equiv [(\neg A) \vee B] \rightarrow C \equiv (2) \equiv \neg[(\neg A) \vee B] \vee C \equiv (3) \equiv [A \wedge (\neg B)] \vee C \equiv (4) \equiv (A \vee C) \wedge [(\neg B) \vee C] \equiv (5) \equiv [\neg(\neg A) \vee C] \wedge [(\neg B) \vee C] \equiv (6) \equiv [(\neg A) \rightarrow C] \wedge [B \rightarrow C].$$

(1), (2) és (6): Az implikáció már megismert átírása diszjunkcióra, $A \rightarrow B \equiv (\neg A) \vee B$.

(3): De Morgan-azonosság diszjunkcióra, $\neg(A \vee B) \equiv (\neg A) \wedge (\neg B)$.



(4): a diszjunkció disztributív a konjunkcióra, $(A \wedge B) \vee C \equiv (A \vee C) \wedge (B \vee C)$.

(5): kettős tagadás, $A \equiv \neg(\neg A)$.

Megjegyzés: Az a) pontban látott azonosság alapján alkothatjuk meg a *kontrapozíciónak* nevezett bizonyítási eljárást. A „ha ..., akkor ...” állításban megfordítjuk és letagadjuk a feltételt és a következményt, majd ezt az állítást bizonyítjuk. Ilyet alkalmaztunk pl. ebben a kijelentésben: Ha α , β , γ egy háromszög belső szögei, akkor legalább az egyik szög legalább 60° -os.

A kontrapozíciós állítás:

Ha nem igaz, hogy $\alpha \geq 60^\circ$ vagy $\beta \geq 60^\circ$ vagy $\gamma \geq 60^\circ$, akkor α , β , γ nem egy háromszög belső szögei.

A kontrapozíciós állítás bizonyítása:

A letagadott feltételt a De Morgan-azonosság alapján átírhatjuk $\alpha < 60^\circ$ és $\beta < 60^\circ$ és $\gamma < 60^\circ$ alakban. Így $\alpha + \beta + \gamma < 3 \cdot 60^\circ = 180^\circ$. Mivel bizonyítottuk, hogy minden háromszög belső szögeinek összege 180° , ezért α , β , γ nem lehetnek ugyanazon háromszög szögei. (Természetesen kijelentésünk csak az euklideszi geometriában érvényes.)

Teljes indukció (emelt szintű tananyag) – megoldások

4046 A sorok sorszáma szerinti teljes indukciót alkalmazunk. S_k jelöli a k -edik sorban levő számok összegét.

1. A 0-adik sorban levő 1-esre teljesül, hogy az összeg $S_0 = 1 = 2^0$.
2. Tegyük fel, hogy (t.f.h.) a k -edik sorban az összeg $S_k = 2^k$.
3. Kérdés, hogy $S_{k+1} = 2^{k+1}$ teljesül-e.

Mivel minden sorban duplán számoljuk az előző sorban előforduló számokat (egyszer jobbra le, egyszer balra le, illetve az első és az utolsó 1-est odaírjuk), így az ott keletkező összeg is duplája lesz az előzőnek:

$$S_{k+1} = 2 \cdot S_k = (2) = 2 \cdot 2^k = 2^{k+1}.$$

4047 Az n kitevő szerinti teljes indukciót alkalmazunk.

1. A legkisebb természetes számra, $n = 0$ -ra teljesül az állítás: $3 \mid 2 \cdot 7^0 + 1 = 3$.
2. T.f.h. $n = k$ -ra teljesül az állítás: $3 \mid 2 \cdot 7^k + 1$.
3. Kérdés, hogy $n = k + 1$ esetén $3 \mid 2 \cdot 7^{k+1} + 1$ teljesül-e.

Alakítsuk át a kifejezést:

$$2 \cdot 7^{k+1} + 1 = 2 \cdot 7 \cdot 7^k + 1 = 7 \cdot (2 \cdot 7^k + 1) - 6.$$

Az indukciós feltevés miatt a zárójeles kifejezés (és annak hétszerese) osztható 3-mal, az utolsó 6-os osztható 3-mal, így különbségük is.

4048 Minden esetben n szerinti indukciót alkalmazunk.

- a) $1. n = 0$ -ra: $2 \mid 0^2 - 0 = 0$.
2. T.f.h. $n = k$ -ra $2 \mid k^2 - k$.
3. Kérdés, hogy $n = k + 1$ esetén igaz-e, hogy $2 \mid (k + 1)^2 - (k + 1)$.

Alakítsuk át:

$$(k + 1)^2 - (k + 1) = k^2 + 2k + 1 - k - 1 = k^2 + k = k^2 - k + 2k.$$

Az első két tag különbsége az indukciós feltevés miatt osztható 2-vel, a $2k$ tag pedig páros. Tehát az állítás igaz.



- b) 1. $n = 0$ -ra: $27 \mid 10^0 + 18 \cdot 0 - 1 = 0$.
 2. T.f.h. $n = k$ -ra $27 \mid 10^k + 18k - 1$.
 3. Kérdés, hogy $n = k + 1$ -re $27 \mid 10^{k+1} + 18 \cdot (k + 1) - 1$ teljesül-e.

Alakítsuk át:

$$10^{k+1} + 18 \cdot (k + 1) - 1 = 10 \cdot 10^k + 18k + 17 = 10 \cdot (10^k + 18k - 1) - 162k + 27.$$

A zárójeles kifejezés osztható 27-tel (az indukciós feltevés miatt), mint ahogy 162 és 27 is. Így az egész kifejezés osztható 27-tel.

- c) 1. $n = 0$ -ra $6 \mid 0^3 + 11 \cdot 0 = 0$.
 2. T.f.h. $n = k$ esetén $6 \mid k^3 + 11k$.
 3. Kérdés, hogy $n = k + 1$ esetén $6 \mid (k + 1)^3 + 11 \cdot (k + 1)$ teljesül-e.

Alakítsuk át:

$$(k + 1)^3 + 11 \cdot (k + 1) = k^3 + 3k^2 + 3k + 1 + 11k + 11 = k^3 + 11k + 3k \cdot (k + 1) + 12.$$

Az első két tag összege az indukciós feltevés miatt osztható 6-tal. A szorzat osztható 3-mal, és mivel két egymást követő szám is szerepel benne, az egyik biztosan páros. Tehát $3k \cdot (k + 1)$ is osztható 6-tal. Végül $6 \mid 12$, így 6 az egész kifejezésnek is osztója.

4049 Ismét n szerinti indukciót alkalmazunk.

1. $n = 0$ -ra az állítás teljesül: $1 = (1 + a)^0 \geq 1 + 0 \cdot a = 1$.
 2. T.f.h. $n = k$ -ra igaz, hogy $(1 + a)^k \geq 1 + k \cdot a$.
 3. Kérdés, hogy ekkor $(1 + a)^{k+1} \geq 1 + (k + 1) \cdot a$ teljesül-e.

Kezdjük átalakítani a bal oldalt:

$$\begin{aligned} (1 + a)^{k+1} &= (1 + a) \cdot (1 + a)^k \geq (1 + a) \cdot (1 + k \cdot a) = \\ &= 1 + a + k \cdot a + k \cdot a^2 \geq 1 + a + k \cdot a = 1 + (k + 1) \cdot a. \end{aligned}$$

Az első egyenlőtlenségnél kihasználtuk az indukciós feltevést, a másodikonál egész egyszerűen elhagytunk egy nemnegatív tagot (k természetes szám, $a^2 \geq 0$).

4050 1. $n = 1$ -re $1^2 = \frac{1 \cdot (1 + 1) \cdot (2 \cdot 1 + 1)}{6} = 1$.

2. T.f.h. $n = k$ -ra $1^2 + 2^2 + 3^2 + \dots + k^2 = \frac{k \cdot (k + 1) \cdot (2k + 1)}{6}$.

3. Kérdés, hogy $n = k + 1$ -re $1^2 + 2^2 + 3^2 + \dots + k^2 + (k + 1)^2 = \frac{(k + 1) \cdot (k + 2) \cdot (2k + 3)}{6}$ igaz-e.

$$\begin{aligned} 1^2 + 2^2 + 3^2 + \dots + k^2 + (k + 1)^2 &= \frac{k \cdot (k + 1) \cdot (2k + 1)}{6} + (k + 1)^2 = \\ &= \frac{k \cdot (k + 1) \cdot (2k + 1)}{6} + \frac{6 \cdot (k + 1)^2}{6} = (k + 1) \cdot \frac{k \cdot (2k + 1) + 6 \cdot (k + 1)}{6} = \\ &= (k + 1) \cdot \frac{2k^2 + 7k + 6}{6} = (k + 1) \cdot \frac{(k + 2) \cdot (2k + 3)}{6}. \end{aligned}$$

Pontosan ezt kerestük.

4051 n szerinti teljes indukciót alkalmazunk.

1. A kiinduló érték $n = 2$, erre az állítás teljesül: $\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} > \frac{1}{2\sqrt{2}}$. Átalakítva $6\sqrt{2} > 8$, négyzetre emelve mindkét oldalt: $72 > 64$.
 2. T.f.h. $n = k$ esetén $\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \dots \cdot \frac{2k - 1}{2k} > \frac{1}{2\sqrt{k}}$.



3. Kérdés, hogy $n = k + 1$ esetén teljesül-e: $\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \dots \cdot \frac{2 \cdot (k+1) - 1}{2 \cdot (k+1)} > \frac{1}{2\sqrt{k+1}}$.

Az indukciós feltevés szerint igaz, hiszen minden szorzótényező pozitív szám:

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \dots \cdot \frac{2k-1}{2k} \cdot \frac{2 \cdot (k+1) - 1}{2 \cdot (k+1)} > \frac{1}{2\sqrt{k}} \cdot \frac{2 \cdot (k+1) - 1}{2 \cdot (k+1)} = \frac{2k+1}{4\sqrt{k} \cdot (k+1)}.$$

Kérdés, hogy ez a csökkentett érték vajon nagyobb-e még a kérdéses $\frac{1}{2\sqrt{k+1}}$ -nél. Szorozzuk meg mindkét oldalt $4\sqrt{k} \cdot (k+1)$ -gyel:

$$\frac{2k+1}{4\sqrt{k} \cdot (k+1)} > \frac{1}{2\sqrt{k+1}},$$

$$2k+1 > 2\sqrt{k} \cdot (k+1).$$

Négyzetre emelve mindkét oldalt, kapjuk az igaz $4k^2 + 4k + 1 > 4k^2 + 4k$ egyenlőtlenséget.

4052 1. $n = 1$ -re: $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} = \frac{12+8+6}{24} > 1$.

2. T.f.h. $n = k$ -ra az állítás teljesül: $\frac{1}{k+1} + \frac{1}{k+2} + \dots + \frac{1}{3k+1} > 1$.

3. Kérdés, hogy $n = k + 1$ -re teljesül-e: $\frac{1}{(k+1)+1} + \frac{1}{(k+1)+2} + \dots + \frac{1}{3 \cdot (k+1)+1} > 1$.

$$\begin{aligned} \frac{1}{(k+1)+1} + \frac{1}{(k+1)+2} + \dots + \frac{1}{3 \cdot (k+1)+1} &= \frac{1}{k+2} + \frac{1}{k+3} + \dots + \frac{1}{3k+1} + \dots + \frac{1}{3k+4} = \\ &= \frac{1}{k+1} + \frac{1}{k+2} + \frac{1}{k+3} + \dots + \frac{1}{3k+1} + \dots + \frac{1}{3k+4} - \frac{1}{k+1} > \\ &> 1 + \frac{1}{3k+2} + \frac{1}{3k+3} + \frac{1}{3k+4} - \frac{1}{k+1}. \end{aligned}$$

Ha most az utolsó négy tag összege pozitív, akkor ez az összeg is nagyobb, mint 1.

Legyen $x = 3k + 3 > 0$, így $k + 1 = \frac{x}{3} > 0$.

Ekkor:

$$\begin{aligned} \frac{1}{x-1} + \frac{1}{x} + \frac{1}{x+1} - \frac{3}{x} &= \frac{1}{x-1} + \frac{1}{x+1} - \frac{2}{x} = \\ &= \frac{x \cdot (x+1) + x \cdot (x-1) - 2 \cdot (x^2-1)}{x \cdot (x^2-1)} = \frac{2}{x \cdot (x^2-1)} > 0. \end{aligned}$$

4053 Vizsgáljuk meg az első néhány összeget:

$$1 = 1; \quad 1 + 3 = 4; \quad 1 + 3 + 5 = 9; \quad 1 + 3 + 5 + 7 = 16; \quad \dots$$

Egyrészt azt látjuk, hogy az összeg négyzetszám. Másrészt az utolsó, n -edik szám előáll $(2n-1)$ alakban. Sejtésünk tehát így szól: az első n páratlan szám összege n^2 .

Bizonyítsuk n szerinti teljes indukcióval.

1. $n = 1$ -re az állítás teljesül.

2. T.f.h. $n = k$ esetén az állítás teljesül: $1 + 3 + \dots + (2k-1) = k^2$.

3. Kérdés, hogy $n = k + 1$ -re $1 + 3 + \dots + (2k-1) + (2k+1) = (k+1)^2$ teljesül-e.

$$1 + 3 + \dots + (2k-1) + (2k+1) = k^2 + 2k + 1 = (k+1)^2.$$



4054 1. $n = 1$ -re $3 = \frac{10^{1+1} - 9 \cdot 1 - 10}{27} = \frac{81}{27} = 3$.

2. T.f.h. $n = k$ esetén $3 + 33 + 333 + \dots + 33\dots 3 = \frac{10^{k+1} - 9k - 10}{27}$.

3. Kérdés, hogy $3 + 33 + 333 + \dots + 33\dots 3 + 33\dots 33 = \frac{10^{k+2} - 9 \cdot (k+1) - 10}{27}$ teljesül-e.

(Az utolsó $33\dots 33$ szám $(k+1)$ darab 3-as számjegyet tartalmaz.)

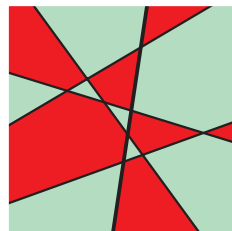
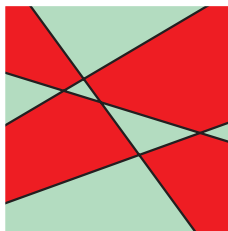
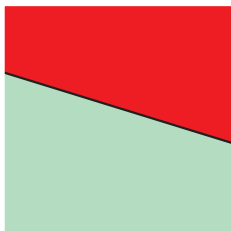
Használjuk fel az indukciós feltevést, majd vizsgáljuk meg, egyenlő-e a két oldal:

$$\begin{aligned} \frac{10^{k+1} - 9k - 10}{27} + 33\dots 33 &= \frac{10^{k+2} - 9 \cdot (k+1) - 10}{27}, & / \cdot 27 \\ 10 \cdot 10^k - 9k - 10 + 27 \cdot 33\dots 33 &= 100 \cdot 10^k - 9k - 19, & / + 9k, + 10, - 10 \cdot 10^k \\ 81 \cdot 11\dots 11 &= 90 \cdot 10^k - 9, & / : 9 \\ 9 \cdot 11\dots 11 &= 10^{k+1} - 1, \\ 99\dots 99 &= 10^{k+1} - 1, \end{aligned}$$

ez pedig igaz, mert a bal oldalon $(k+1)$ darab 9-es számjegyet találunk.

4055 Az egyenesek száma szerinti teljes indukciót alkalmazunk.

1. Egy egyenes ($n = 1$) a síkot két részre osztja: az egyiket pirosra, a másikat zöldre színezzük.
2. T.f.h. $n = k$ egyenes esetén kiszíneztük a feltételeknek megfelelően a „térképet”.
3. Meg tudjuk-e ezt tenni még egy $(k+1)$ -edik egyenes berajzolása esetén? Igen, ugyanis berajzolva az újabb vonalat, ez két részre osztja a térképet. Az egyik oldalt hagyjuk meg úgy színezve, ahogy eddig is volt. A másik felén minden rész színét változtassuk az ellenkezőjére. Így – ezen az oldalon a szomszédos részek különböző színei különbözők maradnak; – azok a részek, amelyekbe az új egyenes belemetsz, két színűek lesznek, az egyenes két oldalán különböző színeket találunk.



Így elérjük, hogy továbbra se legyenek oldalszomszédos, azonos színű részek.

4056 1. $n = 0$ esetén $11 \mid 2^{6 \cdot 0 + 1} + 3^{2 \cdot 0 + 2} = 2 + 9 = 11$.

2. T.f.h. $n = k$ -ra $11 \mid 2^{6k+1} + 3^{2k+2} = 2 \cdot 64^k + 9 \cdot 9^k$.

3. Kérdés, hogy $n = k+1$ -re vajon $11 \mid 2^{6 \cdot (k+1) + 1} + 3^{2 \cdot (k+1) + 2}$ teljesül-e.

$$2^{6 \cdot (k+1) + 1} + 3^{2 \cdot (k+1) + 2} = 2^{6k+7} + 3^{2k+4} = 64 \cdot 2 \cdot 64^k + 9 \cdot 9 \cdot 9^k =$$

$$= 64 \cdot (2 \cdot 64^k + 9 \cdot 9^k) - 64 \cdot 9 \cdot 9^k + 9 \cdot (2 \cdot 64^k + 9 \cdot 9^k) - 9 \cdot 2 \cdot 64^k.$$

A két zárójelben levő kifejezés az indukciós feltevés szerint osztható 11-gyel, ezért koncentráljunk a maradék két tagra. Kiemelve belőlük (-1) -et, kapjuk:

$$64 \cdot 9 \cdot 9^k + 9 \cdot 2 \cdot 64^k = 9 \cdot (2 \cdot 64^k + 9 \cdot 9^k) + 55 \cdot 9 \cdot 9^k.$$

Itt a zárójeles kifejezés az indukciós feltevés szerint ismét osztható 11-gyel, mint ahogy az utolsó tagban levő 55-ös együttható is. Készen vagyunk: az összes tagról kimutattuk, hogy osztható 11-gyel.



4057 a) Kezdjük néhány eset megvizsgálásával:

$$1! < 3^1; 2! < 3^2; \dots; 6! < 3^6; 7! > 3^7; 8! > 3^8.$$

Sejtésünk: bármely $n \geq 7$ egész számra $n! > 3^n$.

A bizonyítást teljes indukcióval végezzük.

1. $n = 7$ -re az állítás teljesül: $5040 = 7! > 3^7 = 2187$.

2. T.f.h. $n = k$ értékre teljesül az állítás: $k! > 3^k$.

3. Kérdés, hogy $(k+1)! > 3^{k+1}$ teljesül-e. Induljunk ki a faktoriálisból, használjuk az indukciós feltevést:

$$(k+1)! = k! \cdot (k+1) > (k+1) \cdot 3^k.$$

Ha ez utóbbi kifejezés nagyobb vagy egyenlő, mint $3^{k+1} = 3 \cdot 3^k$, akkor készen is vagyunk:

$$(k+1) \cdot 3^k \geq 3 \cdot 3^k?$$

Osszuk le mindkét oldalt a pozitív 3^k -nal, így $k+1 \geq 3$, ami természetesen teljesül, hiszen $k > 6$.

b) Vizsgáljunk meg néhány értéket:

$$3^0 > 0^3; 3^1 > 1^3; 3^2 > 2^3; 3^3 = 3^3; 3^4 > 4^3; 3^5 > 5^3; \dots$$

Úgy tűnik, 3-nál nagyobb és kisebb értékekre teljesül az állítás, csak 3-ra nem (ekkor egyenlőség áll fenn). A bizonyítandó állítás tehát: bármely $n > 3$ természetes számra $3^n > n^3$.

Megjegyzés: Ha megengedjük az egyenlőséget, akkor $n = 0$ -tól kimondhatjuk az állítást.

1. $n = 4$ esetén $81 = 3^4 > 4^3 = 64$.

2. T.f.h. $n = k$ -ra $3^k > k^3$.

3. Kérdés, hogy $3^{k+1} > (k+1)^3$ teljesül-e. Először alakítsuk át a bal oldalt, majd használjuk fel az indukciós feltételt:

$$3^{k+1} = 3 \cdot 3^k > 3 \cdot k^3.$$

Ha igaz, hogy $3 \cdot k^3 \geq (k+1)^3$, akkor készen is vagyunk.

Fejtsük ki a zárójelet, vonjunk ki mindkét oldalból k^3 -t:

$$2k^3 \geq 3k^2 + 3k + 1.$$

Osszuk el mindkét oldalt k -val ($k > 3$), és rendezzünk a tört kivételével egy oldalra:

$$2k^2 - 3k - 3 \geq \frac{1}{k}.$$

A parabola zérushelyei:

$$k_{1,2} = \frac{3 \pm \sqrt{33}}{4}, \quad \text{azaz} \quad k_1 \approx -0,69 \quad \text{és} \quad k_2 \approx 2,19.$$

Ne feledjük, hogy számunkra csak a $k > 3$ egész értékek lényegesek!

Ezekre $\frac{1}{k}$ kisebb 1-nél, a parabola pedig pozitív egész értékeket vesz fel, tehát az egyenlőtlenség teljesül.

4058 Figyeljük meg alaposan az összeget. Mivel a szinuszfüggvény 2π szerint periodikus, valamint

$$\sin\left(\frac{\pi}{2}\right) = 1, \quad \sin\left(\frac{3\pi}{2}\right) = -1, \quad \text{ezért a kérdéses összeg megegyezik a}$$

$$-1 + 2 - 3 + 4 - 5 + 6 - 7 + \dots$$

váltakozó előjelű összeggel.



Az alábbi táblázatban n az összeadandó váltakozó előjelű számok számát jelöli, S_n pedig az összegüket.

n	1	2	3	4	5	6	7
	-1	-1 + 2	1 - 3	-2 + 4	2 - 5	-3 + 6	3 - 7
S_n	-1	1	-2	2	-3	3	-4
	$-\frac{n+1}{2}$	$\frac{n}{2}$	$-\frac{n+1}{2}$	$\frac{n}{2}$	$-\frac{n+1}{2}$	$\frac{n}{2}$	$-\frac{n+1}{2}$

A probléma az, hogy összegünk a váltakozó előjel miatt kétféleképpen viselkedik: más lesz páros sok és más páratlan sok szám összegére. Az indukciót csak két lépésben végezhetjük el. Egyszer igazolnunk kell a párosról páratlanra történő lépés helyességét, egyszer pedig a páratlanról párosra lépés helyességét. Ehhez írjunk fel két kiinduló értéket és két indukciós feltevést.

Kezdjük a páratlan esettel.

$$1. \ n = 1\text{-re az állítás igaz, } -1 = 1 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2} + 1 \cdot \pi\right) = -\frac{1+1}{2} = -1.$$

$$2. \ \text{T.f.h. } n = (2k-1)\text{-re az állítás teljesül, azaz } S_n = S_{2k-1} = -\frac{n+1}{2} = -\frac{2k-1+1}{2} = -k.$$

$$3. \ \text{Kérdés, hogy } n = 2k\text{-ra igaz-e az állítás: } S_n = \frac{n}{2} \text{ vagy másképp } S_{2k} = \frac{2k}{2} = k.$$

$$S_{2k} = S_{2k-1} + 2k = -k + 2k = k.$$

Páratlanról párosra tehát át tudunk lépni. Gondoljunk bele, a párosról páratlanra átlépő indukcióhoz nincs szükség kezdőérték-vizsgálatra, ugyanis az $n = 1$ kezdőértéket megvizsgáltuk, és utána igazoltuk a róla való továbblépést. A második $n = 2$ érték igazsága ebből már következik.

Lássuk a páros eseteket.

$$2. \ \text{T.f.h. } n = 2k\text{-ra az állítás teljesül, azaz } S_{2k} = \frac{n}{2} = \frac{2k}{2} = k.$$

3. Kérdés, hogy $n = 2k + 1$ -re igaz-e.

$$S_n = S_{2k+1} = S_{2k} - (2k+1) = k - 2k - 1 = -k - 1 = -\frac{2k+2}{2} = -\frac{(2k+1)+1}{2} = -\frac{n+1}{2}.$$

Megjegyzés: Érdekes megvizsgálni a következő összeget is (az utolsó tagban \sin -t vagy \cos -t írunk aszerint, mire jön ki a váltakozó lépés):

$$1 \cdot \sin\left(1 \cdot \frac{\pi}{2}\right) + 2 \cdot \cos\left(2 \cdot \frac{\pi}{2}\right) + 3 \cdot \sin\left(3 \cdot \frac{\pi}{2}\right) + 4 \cdot \cos\left(4 \cdot \frac{\pi}{2}\right) + \dots + n \cdot \sin\left(n \cdot \frac{\pi}{2}\right).$$

4059 A probléma kettős. Egyrészt a 2. indukciós feltevésben gyakorlatilag bármilyen k -ra feltesszük, hogy minden $n \leq k$ -ra igaz a feltétel. Ez azonban csak $n = k = 0$ -ra igaz, bármely annál nagyobb értékre nem teljesül a feltétel.

Másrészt a 3. pontban kifejtett gondolatmenetben két értékre, k -ra és $(k-1)$ -re is alkalmazzuk az indukciós feltételt, holott a kezdőérték-vizsgálatot csak egy értékre végeztük el ($n = 0$ -ra). Persze a feladatban ezt nem is végezhetjük el többre, hiszen csak $a^0 = 1$ bármely a -ra.

Megjegyzés: Természetesen, ha több kezdőértékre is meg tudjuk állapítani az állítás igazságát, akkor ezeket fel is használhatjuk a bizonyításban.



Vegyes feladatok – megoldások

4060 a) Hamis. Például $2 + 3 = 5$.

c) Hamis. Mindkettő kisebb vagy egyenlő, mint 1, de ha az egyik 1, a másik 0.

c) Igaz. Négyzetszám csak 0 vagy 1 maradékot adhat hárommal osztva.

d) Igaz. Például $f(x) = 0$.

4061 a) Nem, mert a De Morgan-azonosságok szerint B -ben „vagy” műveletnek kell szerepelni.

b) Igen, hiszen a műveletek disztributívak.

4062 a) Kinyitottam a sütőt vagy kivettem a tálát, és megégettem a kezem.

Nem igaz, hogy kinyitottam a sütőt és kivettem a tálát.

Kinyitottam a sütőt és kivettem a tálát, vagy nem vettem ki a tálát és megégettem a kezem.

b) Nem nyitottam ki a sütőt és nem vettem ki a tálát, vagy nem égettem meg a kezem.

Kinyitottam a sütőt és kivettem a tálát.

Nem nyitottam ki a sütőt vagy nem vettem ki a tálát, és kivettem a tálát vagy nem égettem meg a kezem.

4063 a) $B \leftrightarrow (A \wedge C)$;

b) $(C \wedge B) \rightarrow (\neg A)$.

c) Ha esik az eső, akkor próbára megyek vagy fáradt vagyok.

d) Próbára megyek és nem vagyok fáradt, de esik az eső.

Állítás	Igaz	Hamis
a)		X
b)	X	
c)	X	
d)		X

4064 A bolondokháza eme lakója őrült orvos.

4065 A kitöltött táblázat: (\Rightarrow)

4066 1. $n = 0$ -ra $6 \mid 0 \cdot (0^2 + 5) = 0$.

2. T.f.h. $n = k$ esetén $6 \mid k \cdot (k^2 + 5) = k^3 + 5k$.

3. Kérdés, hogy $n = k + 1$ esetén $6 \mid (k + 1) \cdot [(k + 1)^2 + 5]$ teljesül-e.

$$\begin{aligned}(k + 1) \cdot [(k + 1)^2 + 5] &= (k + 1) \cdot [k^2 + 2k + 6] = k^3 + 3k^2 + 8k + 6 = \\ &= k^3 + 5k + 3k^2 + 3k + 6 = k^3 + 5k + 3k \cdot (k + 1) + 6.\end{aligned}$$

Az első két tag összege, azaz $k^3 + 5k$ az indukciós feltevés miatt osztható 6-tal. A szorzat osztható 3-mal és az egyik tényezője biztosan páros, tehát osztható 6-tal.

4067 A meggondolással két probléma is van. Egyrészt az indukciós feltevés hibás, nyilván lehet már két leányt is találni, akiknek különböző színű a haja. Másrészt ha ez igaz is lenne, a bizonyítás elve akkor sem működik $n = 1$ -ről $n = 2$ -re való átlépéskor. Egymást átfedő csoportok létrehozásában gondolkodunk, de 2 fő esetén 1 fős csoportok lesznek, melyek között nincs átfedés.



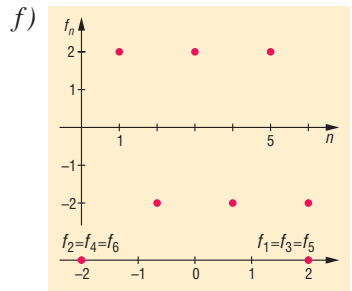
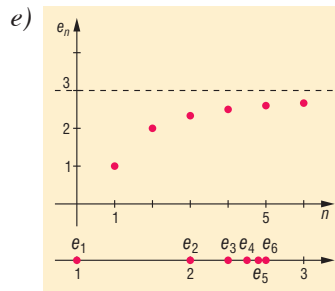
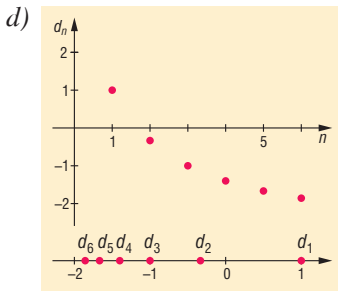
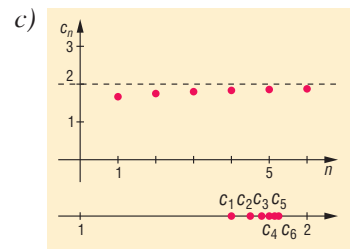
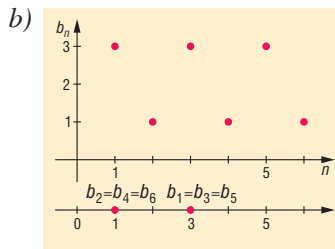
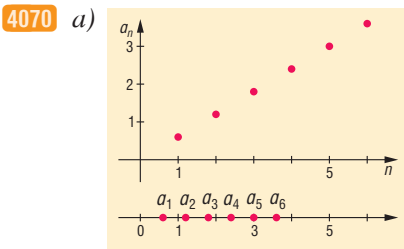
12.2. SZÁMSOROZATOK

A sorozat fogalma, példák sorozatokra – megoldások

4068 a) $a_5 = -2$, $a_{20} = 28$; b) $b_5 = 75$, $b_{20} = 0$; c) $c_5 = -100$, $c_{20} = 200$;
 d) $d_5 = 53$, $d_{20} = 7703$; e) $e_5 = \sqrt{19}$, $e_{20} = 8$; f) $f_5 = \sqrt{21} - 5$, $f_{20} = -11$;
 g) $g_5 = 0$, $g_{20} = \frac{45}{41}$; h) $h_5 = 11$, $h_{20} = \frac{397}{17}$

4069 a) $a_n = 4 + n$; b) $b_n = 2n - 5$; c) $c_n = -2^{n-1}$;
 d) $d_n = (-1)^{n+1}$; e) $e_n = \frac{1}{n}$; f) $f_n = {}^{n+1}\sqrt{7}$;

g) $g_n = \log_2 n$; h) $h_n = \begin{cases} 1, & \text{ha } n = 3k + 1, \\ 2, & \text{ha } n = 3k + 2, \\ 3, & \text{ha } n = 3k. \end{cases}$



4071 a) 16 ; 4 ; 1 ; $\frac{1}{4}$; $\frac{1}{16}$; $\frac{1}{64}$; b) 2006 ; 2002 ; 1998 ; 1994 ; 1990 ; 1986 ;
 c) $\sqrt{3}$; $\sqrt{7}$; $\sqrt{11}$; $\sqrt{15}$; $\sqrt{19}$; $\sqrt{23}$.

4072 $a_{2010} = 1$, $S_{2010} = 6030$.

4073 a) $a_{50} = 12 = b_{25}$; b) $a_{12} = 4 = b_{99}$; c) $a_{60} = 1 = b_{67}$;
 d) $a_{43} = \frac{1}{2} < b_{101} = \frac{7}{13}$; e) $a_{77} = 3 > b_7 = 2$.

4074 a) $n = 6$; b) $n = 10$; c) $n = 11$;
 d) $n = 12$; e) $n = 2^{30}$; f) $n = 1; 5; 13; 17; \dots$



Példák rekurzív sorozatokra – megoldások

4075 a) 5; 4; 2; -2; -10;

b) 5; 6; 3; 12; -15;

c) $5; \frac{7}{3}; \frac{5}{9}; -\frac{17}{27}; -\frac{115}{81};$

d) $5; \frac{5}{2}; \frac{5}{6}; \frac{5}{24}; \frac{1}{24}.$

4076 Építsük fel a sorozatot: $a_1 = 1$, $a_2 = 2$, $a_3 = 4$ és a negyedik tagtól kezdve:

$$a_n = a_{n-1} + a_{n-2} + a_{n-3},$$

tehát a további tagok:

$$a_4 = 7; a_5 = 13; a_6 = 24; a_7 = 44; a_8 = 81; a_9 = 149; a_{10} = 274.$$

Tehát 274-féleképpen érhetünk fel.

4077 A sorozat tagjai: 1; 1; 1; 1; 1, ..., tehát $a_{2010} = 1$ és $S_{2010} = 2010$.

4078 A sorozat tagjai: 1; 1; 0; -1; -1; 0; 1; 1; ..., látható, hogy egy hatos periódus után újra ugyanazok a számok lesznek a sorozat elemei.

Mivel $2009 = 6 \cdot 334 + 5$, a 2009-edik tag -1 lesz.

Egy periódusban a számok összege 0, mivel a hatodik elem is 0, az első 2009 tag összege is 0.

4079 Vizsgáljuk meg a sorozat tagjait:

$$a_3 = \frac{q+1}{p}; \quad a_4 = \frac{\frac{q+1}{p} + 1}{q} = \frac{p+q+1}{p \cdot q}; \quad a_5 = \frac{\frac{p+q+1}{q} + 1}{p} = \frac{(p+1) \cdot (q+1)}{p \cdot q} \cdot \frac{p}{q+1} = \frac{p+1}{q};$$

$$a_6 = \frac{\frac{p+1}{q} + 1}{p \cdot q} = p; \quad a_7 = \frac{p+1}{p+1} = q.$$

A tagok ismétlődnek, a periódus öt. Tehát:

$$a_{2014} = a_4 = \frac{p+q+1}{p \cdot q}.$$

4080 a) Lehet, például: 1; 2009; 2010; ...

b) Ha a második tag x , a sorozat tagjai:

$$1; x; 1+x; 2 \cdot (1+x); 4 \cdot (1+x); 8 \cdot (1+x); \dots; a_n = 2^{n-3} \cdot (1+x).$$

A $2^{n-3} \cdot (1+x) = 1000$ egyenlet legnagyobb megoldása $n = 6$, ekkor $x = 124$.

Számtani sorozatok – megoldások

4081 a) $a_{11} = 23;$

b) $a_{56} = 158;$

c) $a_{237} = 701;$

d) $a_{2010} = 6020.$

4082 a) 46;

b) 91;

c) 9721.

4083 a) 2773-adik;

b) 3016-odik;

c) nem tagja a sorozatnak.

4084 $d = -1.$

4085 a) 116;

b) 798.



4086 a) $a_6 = 23 + 5 \cdot 5 = 48$ km. b) $S_7 = 266$ km.

4087 A világcúcs 158 kg.

4088 a) $a_1 = 7$ és $d = 3$. b) $S_{40} = 2620$.

4089 a) $a_1 = 50$ és $d = -4$. b) $S_{50} = -2400$.

4090 Igen, mivel

$$\frac{11\sqrt{5} - 1}{2} = \frac{3\sqrt{5} + 1 + 8\sqrt{5} - 2}{2}.$$

A sorozat különbsége:

$$d = \frac{5\sqrt{5} - 3}{2}.$$

4091 a) A következő egyenletrendszert kell megoldani:

$$\begin{cases} a_1 + 2d + a_1 + 7d = 34 \\ a_1 + d + a_1 + 10d = 46 \end{cases}.$$

A megoldás: $a_1 = -10$ és $d = 6$.

b) $2012 = a_{338}$.

4092 Az alábbi egyenletrendszert kell megoldani:

$$\begin{cases} a_1 + (a_1 + 3d) = 38 \\ (a_1 + 6d) - (a_1 + 2d) = 16 \end{cases}.$$

A megoldás: $d = 4$ és $a_1 = 13$.

a) 92; b) 101; c) 7860.

4093 A következő egyenletrendszert kell megoldani:

$$\begin{cases} (a_1 + 4d) \cdot (a_1 + 9d) = -25 \\ 2a_1 + 8d = 10 \end{cases}.$$

A megoldás: $a_1 = 13$ és $d = -2$.

4094 Az egyenletrendszerünk:

$$\begin{cases} 3a_1 + 3d = -9 \\ 3a_1 + 9d = 39 \end{cases}.$$

A megoldás: $d = 8$ és $a_1 = -11$.

4095 Az egyenletrendszerünk a következő:

$$\begin{cases} 8a_1 + 28d = 14 \\ 4a_1 + 26d = 1 \end{cases}.$$

A megoldás: $d = -\frac{1}{2}$ és $a_1 = \frac{7}{2}$.

4096 A feltétel szerint:

$$\frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4}{a_5 + a_6 + a_7 + a_8} = \frac{4a_1 + 6d}{4a_1 + 22d} = \frac{1}{3}, \quad \text{amiből} \quad d = 2a_1.$$

A keresett arány:

$$\frac{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_{10}}{a_{11} + a_{12} + a_{13} + \dots + a_{20}} = \frac{10a_1 + 45d}{10a_1 + 145d} = \frac{1}{3}.$$



4097 A feltétel alapján:

$$\frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5}{a_6 + a_7 + a_8 + a_9 + a_{10}} = \frac{(a_5 - 4d) + (a_5 - 3d) + (a_5 - 2d) + (a_5 - d) + a_5}{(a_5 + d) + (a_5 + 2d) + (a_5 + 3d) + (a_5 + 4d) + (a_5 + 5d)} =$$

$$= \frac{50 - 10d}{50 + 15d} = \frac{1}{5},$$

ebből pedig a sorozat differenciája: $d = \frac{40}{13}$.

4098 a) Mivel $a_1 = 3$ és $d = 8$, ezért: $a_n = 2011 = 251 \cdot 8 + 3$, amiből leolvasható, hogy $n = 252$.

A $2011 = 3 + (n - 1) \cdot 8$ egyenlet megoldásából szintén $n = 252$ adódik.

Tehát 252 házhoz kézbesített levelet a postás.

b) Mivel $a_1 = 6$ és $d = 10$, továbbá az utolsó 6-ra végződő házszám a 2006, ezért felírható: $a_n = 2006 = 200 \cdot 10 + 6$, amiből leolvasható, hogy $n = 201$.

A $2006 = 6 + (n - 1) \cdot 10$ egyenlet megoldásából szintén $n = 201$ adódik.

Tehát 201 házhoz kézbesített levelet a postás.

4099 A számtani sorozat első k elemének összege $S_k = \frac{a_1 + a_k}{2} \cdot k$, ez alapján: $k = 28$.

4100 A következő egyenletet kell megoldanunk:

$$\frac{2 \cdot 17 + (n - 1) \cdot 10}{2} \cdot n = 1472.$$

Rendezett alakja: $5n^2 + 12n - 1472 = 0$, megoldásai $n_1 = 16$ és $n_2 = -18,4$. Természetesen csak a pozitív egész szám lehet megoldás. Tehát 16 számot adtunk össze.

4101 Az alábbi egyenletrendszer kell megoldani:

$$\left. \begin{aligned} 5010 &= \frac{2a_1 + 3 \cdot (n - 1)}{2} \cdot n \\ 6895 &= \frac{2a_1 + 3 \cdot (n + 9)}{2} \cdot (n + 10) \end{aligned} \right\}.$$

Az a_1 kiejtése után a $3n^2 - 347n + 10020 = 0$ egyenletet kapjuk, amelynek pozitív egész megoldása: $n = 60$, ebből $a_1 = -5$.

4102 a) A következő egyenletet kapjuk:

$$\frac{44 + (n - 1) \cdot 5}{2} \cdot n = 385, \quad \text{ahonnan} \quad 5n^2 + 39n - 770 = 0.$$

Ennek pozitív megoldása: $n \approx 9,12$, tehát 10 nap alatt ki tudja olvasni a könyvet.

b) $S_9 = 378$, tehát a tizedik napra csak 7 oldal olvasnivaló marad.

4103 Egy vágásnál 9-cel nő a lapok száma, ha összesen k darab lapot vágunk el:

$$2010 = 30 + 9k \Rightarrow k = 220.$$

Tehát 220 lap szétvágásával létrejöhett 2010 darab, valószínűleg jól számolt az illető.

4104 Az alábbi egyenlőtlenséget kell megoldanunk:

$$10000 \leq 13 + 17 \cdot (n - 1) \leq 99999.$$

Azt kapjuk, hogy $588,47 \leq n \leq 5882,53$. Az első ötjegyű tag: $a_{589} = 10009$, az utolsó ötjegyű tag: $a_{5882} = 99990$. Tehát a sorozatnak 5294 ötjegyű tagja van.



4105 Ha a középső oldal b és a sorozat különbsége d , akkor az oldalak:

$$b - d; \quad b; \quad b + d.$$

Ha az utóbbi az átfogó, akkor Pitagorasz tétele alapján:

$$(b - d)^2 + b^2 = (b + d)^2,$$

amiből $b^2 = 4bd$. Mivel $b \neq 0$, ezért $b = 4d$.

Tehát a háromszög oldalai: $3d$; $4d$; $5d$.

Az egyik hegyesszög:

$$\sin \alpha = \frac{3d}{5d} = \frac{3}{5} \quad \Rightarrow \quad \alpha = 36,87^\circ$$

A másik hegyesszög: $\beta = 53,13^\circ$.

4106 Ha az oldalak hossza:

$$b - d; \quad b; \quad b + d;$$

a kerületből: $b = 40$. A másik feltételből:

$$(40 - d) \cdot (40 + d) = 1431, \quad \text{azaz} \quad 1600 - d^2 = 1413,$$

amiből $d = 13$ vagy $d = -13$.

Így az oldalak hossza: 27 cm, 40 cm és 53 cm.

A területet Héron-képlettel érdemes számolni: $T \approx 526,5 \text{ cm}^2$.

4107 Az n oldalú konvex sokszög belső szögeinek összege: $(n - 2) \cdot 180^\circ$. A számtani sorozat miatt:

$$(n - 2) \cdot 180^\circ = \frac{142,5 + 172,5}{2} \cdot n,$$

melynek megoldása: $n = 16$.

4108 Az első 201 természetes szám összege:

$$1 + 2 + 3 + \dots + 201 = 201 \cdot 101 = 20301.$$

Ha az összegbe k helyett $-k$ kerül, akkor $2k$ -val csökken. Mivel kezdetben páratlan volt az összeg, nem kaphatunk 2010-et.

4109 Például nincs 3-ra végződő négyzetszám, ezért az $a_n = 10n + 3$ megfelel, de megoldás lehet a $b_n = 16n + 7$ is.

4110 Ha az első szám \overline{ab} , akkor a számok:

$$10a + b; \quad 10b + a; \quad 100a + b.$$

Mivel számtani sorozatot alkotnak:

$$10b + a = \frac{10a + b + 100a + b}{2}, \quad \text{amiből} \quad b = 6a.$$

Csak a 16 ; 61 ; 106 számhármass felel meg.

4111 A feltételek alapján:

$$\left. \begin{aligned} m &= a_1 + (k - 1) \cdot d \\ k &= a_1 + (m - 1) \cdot d \end{aligned} \right\}.$$

Kivonva egymásból:

$$m - k = d \cdot [(k - 1) - (m - 1)] = d \cdot (k - m),$$

ahonnan, mivel $k \neq m$, adódik, hogy:

$$d = -1 \quad \text{és} \quad a_1 = k + m - 1, \quad \text{tehát} \quad a_n = k + m - 1 - (n - 1) = k + m - n.$$



4112 Jelöljük az $\{a_n\}$ sorozat első elemét a_1 -gyel, különbségét pedig d -vel. Írjuk fel a $\{b_n\}$ sorozat általános tagját:

$$b_n = \frac{a_{5n-4} + a_{5n}}{2} \cdot 5 = \frac{2a_1 + (10n-6) \cdot d}{2} \cdot 5 = 5a_1 + 25n \cdot d - 15d = \\ = (5a_1 - 15d) + 25d \cdot n = (5a_1 - 15d) + (n-1) \cdot 25d + 25d = (5a_1 + 10d) + (n-1) \cdot 25d.$$

Az általános tag azt mutatja, hogy egy olyan számtani sorozatot kapunk, melynek első eleme: $b_1 = 5a_1 + 10d$, differenciája pedig $D = 25d$.

Mértani sorozatok – megoldások

4113 A sorozat első hat tagja:

$$a_1 = -2; \quad a_2 = \frac{3}{4}; \quad a_3 = -\frac{9}{32}; \quad a_4 = \frac{27}{256}; \quad a_5 = -\frac{81}{2048}; \quad a_6 = \frac{243}{16384}.$$

4114 A keresett tagok:

$$a_1 = \frac{a_4}{q^3} = -\frac{5}{27}; \quad a_6 = a_4 \cdot q^2 = 45; \quad a_9 = -1215.$$

4115 Mivel:

$$q^3 = \frac{a_4}{a_1} = -\frac{1}{8} \Rightarrow q = -\frac{1}{2}.$$

Így a tizedik elem, illetve az első tíz tag összege:

$$a_{10} = 20 \cdot \left(-\frac{1}{2}\right)^9 = -\frac{5}{128}, \quad \text{illetve} \quad S_{10} = 20 \cdot \frac{\left(-\frac{1}{2}\right)^{10} - 1}{-\frac{1}{2} - 1} = \frac{1705}{128}.$$

4116 Mivel

$$q^4 = \frac{a_5}{a_1} = 16 \Rightarrow q = 2 \quad \text{vagy} \quad q = -2.$$

Az első esetben: $a_8 = -384$ és $S_8 = -765$. A második esetben: $a_8 = 384$ és $S_8 = 255$.

4117 Mivel

$$q^2 = \frac{a_8}{a_6} = \frac{1}{4} \Rightarrow q = \frac{1}{2} \quad \text{vagy} \quad q = -\frac{1}{2}.$$

Az első esetben:

$$a_1 = \frac{a_6}{q^5} = 896 \quad \text{és} \quad S_6 = 1764.$$

A második esetben:

$$a_1 = \frac{a_6}{q^5} = -896 \quad \text{és} \quad S_6 = -588.$$

4118 Mivel $q = 1$, ezért minden tag 23, így $S_9 = 207$.

4119 Mivel $q = -1$, ezért $S_{100} = 0$.



4120 Ha a mértani sorozat elemei:

$$1 + x; \quad 8 + x; \quad 22 + x;$$

akkor

$$(8 + x)^2 = (1 + x) \cdot (22 + x).$$

Megoldva az egyenletet: $x = 6$, tehát a sorozatunk:

$$7; \quad 14; \quad 28.$$

A sorozat hányadosa: $q = 2$.

4121 A hosszak olyan mértani sorozatot alkotnak, ahol $q = 1,25$ és $a_1 = 1$.

A következő egyenletet kell megoldanunk:

$$15 = 1 \cdot 1,25^{n-1}.$$

Tízest alapú logaritmussal számolva:

$$n = 1 + \frac{\lg 15}{\lg 1,25} \approx 13,14.$$

Tehát a 14. napon éri el a 15 méteres hosszúságot.

4122 Keressük az alábbi egyenlőtlenség megoldásait:

$$10\,000 \leq 3 \cdot 5^{n-1} \leq 99\,999.$$

Tízest alapú logaritmussal számolva:

$$\lg 3333,33 \leq \lg 5^{n-1} \leq \lg 33333,$$

azaz

$$\frac{\lg 3333,33}{\lg 5} \leq n - 1 \leq \frac{\lg 33333}{\lg 5},$$

ahonnan

$$6,04 \leq n \leq 7,47.$$

Tehát a sorozatnak csak a hetedik tagja ötjegyű. Valóban: $a_7 = 46\,875$.

4123 A következő egyenletrendszert írhatjuk fel:

$$\left. \begin{aligned} a_1 \cdot q^2 + a_1 \cdot q^3 &= 80 \\ a_1 \cdot q^4 - a_1 \cdot q^2 &= 240 \end{aligned} \right\},$$

kiemelés után:

$$\left. \begin{aligned} a_1 \cdot q^2 \cdot (1 + q) &= 80 \\ a_1 \cdot q^2 \cdot (q^2 - 1) &= 240 \end{aligned} \right\}.$$

Mivel $q \neq -1$, a második és első egyenlet hányadosából adódik, hogy:

$$\frac{q^2 - 1}{q + 1} = 3,$$

tehát $q = 4$, a sorozat első eleme $a_1 = 1$.

4124 a) Az alábbi egyenletrendszert kell megoldani:

$$\left. \begin{aligned} a_1 \cdot (1 + q) &= 15 \\ a_1 \cdot q^2 \cdot (1 + q) &= 60 \end{aligned} \right\}.$$

Megoldásai:

$$a_1 = 5 \text{ és } q = 2 \quad \text{vagy} \quad a_1 = -15 \text{ és } q = -2.$$



b) A megoldást a

$$\frac{16}{q} + 16 + 16q = 56, \quad \text{azaz} \quad 2q^2 - 5q + 2 = 0$$

egyenletből kapjuk:

$$q = 2 \text{ és } a_1 = 8 \quad \text{vagy} \quad q = \frac{1}{2} \text{ és } a_1 = 32.$$

c) A következő egyenletrendszert kell megoldani:

$$\left. \begin{aligned} a_1 \cdot (1 + q + q^2) &= 57 \\ a_1 \cdot (1 - q^2) &= 15 \end{aligned} \right\}.$$

Elosztva a két egyenletet, adódik hogy:

$$24q^2 + 5q - 14 = 0.$$

Megoldásai:

$$q = \frac{2}{3} \text{ és } a_1 = 27 \quad \text{vagy} \quad q = -\frac{7}{8} \text{ és } a_1 = 64.$$

d) Az alábbi egyenletrendszert kell megoldani:

$$\left. \begin{aligned} a_1 \cdot (1 + q) &= 160 \\ a_1 \cdot q^5 \cdot (1 + q) &= 1215 \end{aligned} \right\}.$$

A két egyenlet hányadosából:

$$q^5 = \frac{243}{32},$$

ebből adódik, hogy:

$$q = \frac{3}{2} \text{ és } a_1 = 64.$$

4125 A következő egyenletrendszert kapjuk:

$$\left. \begin{aligned} a_1 \cdot (1 + q + q^2 + q^3) &= 468 \\ a_1 \cdot q^4 \cdot (1 + q + q^2 + q^3) &= 292500 \end{aligned} \right\}.$$

Az egyenletek osztásával kapjuk, hogy $q^4 = 625$, amiből $q = 5$ vagy $q = -5$.

A megoldás:

$$a_1 = 3 \text{ és } q = 5 \quad \text{vagy} \quad a_1 = -\frac{9}{2} \text{ és } q = -5.$$

4126 Mivel:

$$\frac{7 + 4\sqrt{3}}{\sqrt{3} - 1} \cdot (5 + 3\sqrt{3}) = 97 + 56\sqrt{3},$$

a négyzetre emelés és a nevező gyöktelenítése után:

$$\left(\frac{\sqrt{3} + 2}{2 - \sqrt{3}} \right)^2 = (7 + 4\sqrt{3})^2 = 97 + 56\sqrt{3},$$

ezért az állítás igaz. A mértani sorozat hányadosa:

$$q = \sqrt{3} - 1.$$



4127 Ha a számtani sorozat differenciája d , a feltétel szerint:

$$(10 - d)^2 = (10 - 2d) \cdot (10 + 2d).$$

Az egyenlet két megoldása:

$$d_1 = 0 \text{ és } d_2 = 4.$$

A számtani sorozat első tagjai és a mértani sorozat hányadosai:

$$d = 0 \text{ esetén } a_1 = 10 \text{ és } q = 1, \text{ illetve } d = 4 \text{ esetén } a_1 = -2 \text{ és } q = 3.$$

4128 Az $\{a_n\}$ számtani sorozatra vonatkozó feltételből: $a_2 = 2$, így a számok:

$$2 - d; \quad 2; \quad 2 + d.$$

A $\{b_n\}$ mértani sorozat első három eleme:

$$7 - d; \quad 4; \quad 3 + d.$$

Ebből:

$$4^2 = (7 - d) \cdot (3 + d),$$

ennek megoldásai:

$$d_1 = 5 \text{ és } d_2 = -1.$$

Az első esetben: $q_1 = 2$ és $b_1 = 2$, a második esetben: $q_2 = \frac{1}{2}$ és $b_1 = 8$.

4129 A mértani sorozat elemei:

$$\frac{12}{q}; \quad 12; \quad 12q.$$

A számtani sorozat elemei:

$$\frac{12}{q} + 4; \quad 15; \quad 12q + 1.$$

A számtani sorozat tulajdonságából:

$$15 = \frac{\frac{12}{q} + 4 + 12q + 1}{2}, \quad \text{ahonnan} \quad 12q^2 - 25q + 12 = 0,$$

ezt megoldva:

$$q_1 = \frac{4}{3} \text{ és } q_2 = \frac{3}{4}.$$

4130 Ha a legkisebb oldal a , és a sorozat hányadosa q , $q > 1$, akkor az oldalak:

$$a; \quad aq; \quad aq^2.$$

Pitagorasz tétele alapján:

$$a^2 + (aq)^2 = (aq^2)^2.$$

Mivel $a \neq 0$, eloszthatjuk az egyenletet, és a $q^4 - q^2 - 1 = 0$ negyedfokú egyenlethez jutunk.

Megoldva:

$$(q^2)_{1,2} = \frac{1 \pm \sqrt{5}}{2},$$

mivel $q^2 > 0$, ezért adódik, hogy:

$$q^2 = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \Rightarrow q = \sqrt{\frac{1 + \sqrt{5}}{2}}.$$

A háromszög hegyesszögei:

$$\cos \alpha = \frac{a}{aq^2} = \frac{1}{q^2},$$

ebből $\alpha = 51,83^\circ$, a másik szög $\beta = 38,17^\circ$.



4131 Az oldalak hossza:

$$9; 9q; 9q^2.$$

A terület:

$$19 = 9 + 9q + 9q^2,$$

ebből:

$$q_1 = \frac{2}{3} \quad \text{és} \quad q_2 = -\frac{5}{3}.$$

Természetesen csak a $q = \frac{2}{3}$ megoldás.

A háromszög oldalai: 9 cm, 6 cm, 4 cm.

A legnagyobb szög a leghosszabb oldallal szemben van, koszinusztétellel számolva:

$$\cos \alpha = \frac{6^2 + 4^2 - 9^2}{48} \Rightarrow \alpha = 127,17^\circ.$$

A háromszög legnagyobb szöge $\alpha = 127,17^\circ$.

4132 A következő egyenletrendszert kell megoldani:

$$\left. \begin{aligned} a_1 + a_2 + a_3 &= 63 \\ a_2 \cdot (a_1 + a_3) &= 810 \end{aligned} \right\}.$$

A megoldáshoz vezessünk be új változót, legyen $x = a_1 + a_3$, a kapott

$$\left. \begin{aligned} a_2 + x &= 63 \\ a_2 \cdot x &= 810 \end{aligned} \right\}$$

egyenletrendszer megoldásai: $a_2 = 45$ és $x = 18$, vagy $a_2 = 18$ és $x = 45$.

I. Ha $a_2 = 45$ és $x = 18$, akkor a $18 = \frac{45}{q} + 45q$ egyenletnek nincs megoldása.

II. Ha $a_2 = 18$ és $x = 45$, akkor a $45 = \frac{18}{q} + 18q$ egyenlet megoldásai és a keresett sorozat:

$$q_1 = 2, \quad a_1 = 9 \quad \text{vagy} \quad q_2 = \frac{1}{2}, \quad a_1 = 36.$$

4133 Legyenek a számtani sorozat tagjai:

$$a_1 = x - d; \quad a_2 = x; \quad a_3 = x + d; \quad d \neq 0.$$

A mértani sorozat elemei:

$$b_{n-1} = a_1 \cdot a_2 = (x - d) \cdot x; \quad b_n = a_2 \cdot a_3 = x \cdot (x + d); \quad b_{n+1} = a_3 \cdot a_1 = x^2 - d^2.$$

A mértani sorozat tulajdonsága alapján: $b_n^2 = b_{n-1} \cdot b_{n+1}$, vagyis:

$$[x \cdot (x + d)]^2 = (x - d) \cdot x \cdot (x^2 - d^2).$$

A műveletek elvégzése után, mivel $d \neq 0$, $x \neq 0$, $x + d \neq 0$, adódik, hogy: $d = 3x$.

A számtani sorozat tagjai:

$$a_1 = -2x; \quad a_2 = x; \quad a_3 = 4x.$$

A mértani sorozat elemei:

$$b_{n-1} = -2x^2; \quad b_n = 4x^2; \quad b_{n+1} = -8x^2.$$

A keresett hányados: $q = -2$.



4134 Jelöljük x -szel a sorozat ötödik tagját:

$$\left. \begin{aligned} \frac{x}{q} + xq &= -40 \\ \frac{x}{q^2} + xq^2 &= 68 \end{aligned} \right\}, \quad \text{ebből mivel } x \neq 0: \quad \left. \begin{aligned} \frac{1}{q} + q &= \frac{-40}{x} \\ \frac{1}{q^2} + q^2 &= \frac{68}{x} \end{aligned} \right\}.$$

Felhasználva, hogy

$$\left(q + \frac{1}{q}\right)^2 = q^2 + \frac{1}{q^2} + 2,$$

a kapott egyenlet:

$$\left(\frac{-40}{x}\right)^2 = \frac{68}{x} + 2.$$

Ennek megoldásai: $x_1 = 16$ és $x_2 = -50$.

Az elsőt visszahelyettesítve:

$$q + \frac{1}{q} = -\frac{5}{2}, \quad \text{ebből: } q_1 = -2 \quad \text{és} \quad q_2 = -\frac{1}{2},$$

a sorozat első tagjai pedig:

$$\{a_1\}_1 = 1 \quad \text{és} \quad \{a_1\}_2 = 256.$$

A második esetben $q + \frac{1}{q} = \frac{4}{5}$. Ennek nincs megoldása.

Kamatszámítás, törlesztőrészek kiszámítása – megoldások

4135 $180\,000 \cdot 1,07^{10} = 354\,087$ Ft.

4136 $9800 \cdot 0,97^{10} \approx 7227$ fő.

4137 $500\,000 \cdot 1,06^8 - 500\,000 = 796\,924 - 500\,000 = 296\,924$ Ft lesz a haszon.

4138 $1\,000\,000 \cdot 1,08^5 \cdot 1,06^{15} = 3\,521\,330$ Ft.

4139 A $118\,000 \cdot x^{30} = 170\,000$ egyenlet megoldása: $x \approx 1,0122$, ami 1,22%-os éves növekedést jelent.

4140 A $0,87^x = 0,5$ egyenlet megoldása:

$$x = \frac{\lg 0,5}{\lg 0,87} \approx 4,98.$$

Ha nem lesz változás, körülbelül 5 év múlva már felére csökken a fecskék száma.

4141 A $6\,506\,300 = 4\,800\,000 \cdot x^6$ egyenlet megoldása: $x \approx 1,052$, tehát a bank 5,2%-os kamatot adott.

4142 Az $1,047^x = 3$ egyenlet megoldása:

$$x = \frac{\lg 3}{\lg 1,047} \approx 23,92,$$

tehát 24 év alatt növekszik háromszorosára a betétünk.



4143 A keresett összeg kiszámítása:

$$\begin{aligned} & (200\,000 \cdot 1,045^{14} + 200\,000 \cdot 1,045^{13} + 200\,000 \cdot 1,045^{12} + \dots + 200\,000) \cdot 1,045^6 = \\ & = 200\,000 \cdot (1 + 1,045 + 1,045^2 + \dots + 1,045^{14}) \cdot 1,045^6 = \\ & = 200\,000 \cdot \frac{1,045^{15} - 1}{1,045 - 1} \cdot 1,045^6 = 5\,413\,249. \end{aligned}$$

Tehát 5 413 249 Ft lesz a számlán a gyermek 20 éves korában.

4144 A $250\,000 \cdot 1,05^x = 400\,000$ egyenletből: $1,05^x = 1,6$, ahonnan: $x = \frac{\lg 1,6}{\lg 1,05} \approx 9,6$.

Tehát 10 év múlva, azaz 2010 januárjában éri el a betét a 400 000 Ft-ot.

4145 Az első bank öt év múlva

$$1\,000\,000 \cdot 1,04^5 + 700\,000 \cdot 1,063^5 \approx 2\,166\,742 \text{ Ft-ot fizet.}$$

A második bank öt év múlva

$$1\,700\,000 \cdot 1,019^{20} \approx 2\,477\,038 \text{ Ft-ot fizet.}$$

Tehát a Peták Bankot érdemes választani.

4146 Ha az évenként felvett összeg x , akkor az alábbi egyenletet kell megoldanunk:

$$\{[(10^8 \cdot 1,05 - x) \cdot 1,05 - x] \cdot \dots \cdot 1,05 - x\} = 0.$$

Átrendezve:

$$10^8 \cdot 1,05^{20} = x \cdot (1,05^{19} + 1,05^{18} + \dots + 1),$$

vagyis

$$x = \frac{10^8 \cdot 1,05^{20}}{\frac{1,05^{20} - 1}{1,05 - 1}} = 8\,024\,258,72 \approx 8\,024\,259 \text{ Ft.}$$

Tehát évente 8 024 259 Ft-ot vehet fel a bankból.

4147 a) Ha x a havi törlesztőrészlet, akkor a következő egyenletet kell megoldani:

$$15 \cdot 10^6 \cdot \left(1 + \frac{8}{12 \cdot 100}\right)^{180} - x \cdot \left(1 + \frac{8}{12 \cdot 100}\right)^{179} - x \cdot \left(1 + \frac{8}{12 \cdot 100}\right)^{178} - \dots - x = 0.$$

A megoldás:

$$x = \frac{15 \cdot 10^6 \cdot 1,006667^{180}}{\frac{1,006667^{180} - 1}{1,006667 - 1}} = 143\,372 \text{ Ft.}$$

Tehát a havi díj: 143 372 Ft.

b) Az évente fizetendő összeg legyen y . Ekkor az egyenletünk:

$$15 \cdot 10^6 \cdot 1,08^{15} - y \cdot (1,08^{14} + 1,08^{13} + \dots + 1) = 0.$$

A megoldás:

$$y = \frac{15 \cdot 10^6 \cdot 1,08^{15}}{\frac{1,08^{15} - 1}{1,08 - 1}} = 1\,752\,443,$$

ebből a havi díj: 146 037 Ft.

c) Az első esetben a $\frac{180 \cdot 143\,372}{15\,000\,000} = 1,72$, a második esetben a $\frac{15 \cdot 1\,752\,443}{15\,000\,000} = 1,752$ -szeresét kell visszafizetni.



Vegyes feladatok – megoldások

4148 A megadott számtani sorozat adatai:

$$a_1 = -2, \quad d = 5, \quad S_{30} = 2115.$$

4149 A megadott mértani sorozat adatai:

$$a_1 = 7, \quad q = 2, \quad S_{20} = 7\,340\,025.$$

4150 Célszerű a sorozatok első néhány tagját kiszámítani, majd a kialakult sejtést a definíciók segítségével $\left(a_{n+1} - a_n = d, \text{ illetve } \frac{a_{n+1}}{a_n} = q\right)$ igazolni.

Számtani sorozatok: $a), b), d), j), k)$.

Mértani sorozatok: $c), g), h), i)$.

4151 $S_{30} = 630\sqrt{3} - 195.$

4152 A következő egyenlőtlenséget kapjuk:

$$500 < 7 + \frac{3}{7} \cdot (n-1) < 1000,$$

ennek megoldása:

$$1151,33 < n < 2318.$$

Tehát 1166 tag felel meg.

4153 A három tag szorzatából $a_2 = 105.$

A három tag összegéből:

$$\frac{105}{q} + 105 + 105q = 1687.$$

Az egyenlet megoldásai: $q_1 = 15$ és $q_2 = \frac{1}{15}.$

A feltételnek megfelelő sorozatok: $a_1 = 7, q = 15$ és $a_1 = 1575, q = \frac{1}{15}.$

4154 Mivel

$$a_n = S_n - S_{n-1} = 2n^2 - 7n - [2 \cdot (n-1)^2 - 7 \cdot (n-1)] = 4n - 9,$$

a sorozat számtani, $a_1 = -5$ és $d = 4.$

4155 Számtani sorozat, ahol: $d = 11, a_1 = 1008, a_{818} = 9995,$ és az összeg: $S_{818} = 4\,500\,227.$

4156 A feltételekből adódik: $q^{17} = \frac{120}{18} = \frac{20}{3},$ azaz $q = \sqrt[17]{\frac{20}{3}}.$

a) Mivel az $a_3 \cdot q^x = 108,$ azaz a $q^x = \frac{108}{18} = 6$ egyenlet megoldása

$$x = \frac{\lg 6}{\lg q} = \frac{\lg 6}{\lg \sqrt[17]{\frac{20}{3}}} \approx 16,056$$

nem egész szám, ezért a 108 nem tagja a sorozatnak.

b) Mivel $a_3 \cdot q^x = 800,$ ezért $q^x = \frac{800}{18} = \frac{400}{9},$ az egyenlet megoldása: $x = 34,$ tehát a sorozat 37. tagja 800.



4157 Az egyenletek hányadosait véve: $q^2 = 4$, azaz $q_1 = 2$ vagy $q_2 = -2$.

Visszahelyettesítés után a következő négy sorozat adódik:

$$a_1 = \frac{1}{2}, q = 2 \quad \text{vagy} \quad a_1 = -\frac{1}{2}, q = 2 \quad \text{vagy} \quad a_1 = \frac{1}{2}, q = -2 \quad \text{vagy} \quad a_1 = -\frac{1}{2}, q = -2.$$

4158 A feltételekből az alábbi egyenletrendszert kapjuk:

$$\left. \begin{aligned} a_1 + a_1 \cdot q + a_1 \cdot q^2 &= \frac{21}{4} \\ \frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_1 \cdot q} + \frac{1}{a_1 \cdot q^2} &= \frac{7}{3} \end{aligned} \right\}$$

Az egyenletek hányadosát véve: $(a_1 \cdot q)^2 = \frac{9}{4}$. Ebből $a_1 \cdot q = \frac{3}{2}$ vagy $a_1 \cdot q = -\frac{3}{2}$.

Mivel $a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 = (a_2)^3$, a keresett szorzat: $\frac{27}{8}$ vagy $-\frac{27}{8}$.

4159 a) Mivel a különbség: $d = \frac{45}{4} = 11\frac{1}{4}$, ezért a számok:

$$3; \quad 14\frac{1}{4}; \quad 25\frac{1}{2}; \quad 36\frac{3}{4}; \quad 48.$$

b) Mivel $q^4 = 16$, ebből $q_1 = 2$ vagy $q_2 = -2$.

A lehetséges számok:

$$3; \quad 6; \quad 12; \quad 24; \quad 48 \quad \text{vagy} \quad 3; \quad -6; \quad 12; \quad -24; \quad 48.$$

4160 Mivel az első három tag összege 18, ezért a számtani sorozatban $a_2 = 6$.

A számtani sorozat elemei:

$$6 - d; \quad 6; \quad 6 + d;$$

a mértani sorozat elemei:

$$7 - d; \quad 6; \quad 6 + d.$$

A mértani sorozat tulajdonsága alapján:

$$6^2 = (7 - d) \cdot (6 + d).$$

Az egyenlet megoldásai: $d_1 = 3$ és $d_2 = -2$.

Az első esetben a számtani sorozatban $a_1 = 3$ és a mértani sorozatban $q = \frac{3}{2}$.

A második esetben a számtani sorozatban $a_1 = 8$ és a mértani sorozatban $q = \frac{2}{3}$.

4161 Az első feltétel alapján a számokra:

$$a_1 + a_1 \cdot q + a_1 \cdot q^2 = 114.$$

A számtani sorozat miatt:

$$a_1 \cdot q = a_1 + 3d \quad (1) \quad \text{és} \quad a_1 \cdot q^2 = a_1 + 24d \quad (2).$$

(1)-ből (2)-be helyettesítve:

$$a_1 \cdot q^2 = a_1 + 8 \cdot (a_1 \cdot q - a_1).$$

Mivel $a_1 \neq 0$, adódik, hogy:

$$q^2 - 8q + 7 = 0, \quad \text{ebből} \quad q_1 = 7 \quad \text{és} \quad q_2 = 1.$$

Ha $q = 7$, az első feltételbe visszahelyettesítve: $a_1 = 2$, a számok: 2; 14; 98.

Ha $q = 1$, akkor $a_1 = 38$, a számok: 38; 38; 38.



4162 a) A feltételek miatt:

$$x = \frac{y + 4x - 5}{2} \quad \text{és} \quad (4x - 5)^2 = x \cdot (7x + 10).$$

A második egyenlet megoldásai: $x_1 = 5$ és $x_2 = \frac{5}{9}$. Az elsőbe helyettesítve: $y_1 = -5$ és $y_2 = \frac{35}{9}$.

Tehát a négy szám:

$$-5; \quad 5; \quad 15; \quad 45 \quad \text{vagy} \quad \frac{35}{9}; \quad \frac{5}{9}; \quad -\frac{25}{9}; \quad \frac{125}{9}.$$

b) Az első esetben a különbség 10, a hányados 3, a második esetben a különbség $-\frac{30}{9} = -\frac{10}{3}$, a hányados pedig $-\frac{10}{3}$.

4163 a) $41,9 \cdot 10^6 \cdot 1,054^4 \approx 51\,710\,230$.

$$b) \frac{41,9 \cdot 10^6}{1,011^6} \approx 39\,238\,020.$$

c) Ha az évenkénti csökkenésnek megfelelő szorzószám p , akkor $48,8 \cdot p^5 = 38$, ahonnan:

$$p = \sqrt[5]{\frac{38}{48,8}} \approx 0,9512.$$

Tehát évente 4,88%-kal csökken a termelés.

d) Jelölje x a 2013 után eltelt évek számát. A $0,97^x = 0,74$ egyenletből:

$$x = \frac{\lg 0,74}{\lg 0,97} \approx 9,89.$$

10 év múlva, azaz 2023-ban éri el a termelés a 2013-as év 74%-át.

4164 Ha $\{\log_5 a_n\}$ számtani sorozat, akkor:

$$\log_5 a_n = \frac{\log_5 a_{n-1} + \log_5 a_{n+1}}{2}.$$

Ebből a logaritmusfüggvény monotonitását felhasználva kapjuk, hogy:

$$a_n^2 = a_{n-1} \cdot a_{n+1},$$

ami azt jelenti, hogy az $\{a_n\}$ mértani sorozat.

A keresett elem kiszámítása:

$$a_1 = 1 \quad \text{és} \quad a_4 = \frac{1}{8} \quad \Rightarrow \quad q = \frac{1}{2} \quad \text{és} \quad a_{10} = \frac{1}{512}.$$

4165 a) A különbség: $d = \frac{b-a}{5}$, így a számok:

$$a; \quad \frac{b+4a}{5}; \quad \frac{2b+3a}{5}; \quad \frac{3b+2a}{5}; \quad \frac{4b+a}{5}; \quad b.$$

b) A hányados: $q = \sqrt[5]{\frac{b}{a}}$, így a számok:

$$a; \quad \sqrt[5]{a^4 \cdot b}; \quad \sqrt[5]{a^3 \cdot b^2}; \quad \sqrt[5]{a^2 \cdot b^3}; \quad \sqrt[5]{a \cdot b^4}; \quad b.$$



12.3. TÉRGEOMETRIA

Tételek – megoldások

4166 a) A pontok $\binom{10}{2} = 45$ egyenest határoznak meg.

b) Minimálisan 1 síkot határoznak meg a pontok.

c) Maximálisan $\binom{10}{3} = 120$ síkot határoznak meg a pontok.

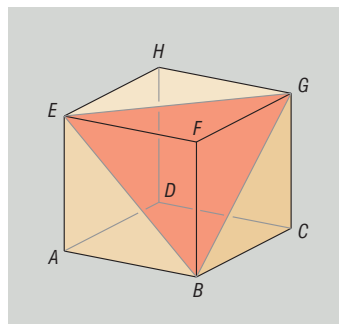
4167 Ha bármely két sík párhuzamos, akkor a metszésvonalak száma 0. A metszésvonalak számának maximuma: $\binom{10}{2} = 45$.

4168 a) Az ábra egy ilyen síkot mutat. A következő síkok felelnek meg a feltételnek:

BEG , BED , AFH , AFC , DGB , DGE , HCF , HCA .

A kocka csúcsai közül összesen 8 sík tartalmaz pontosan 3 csúcsot.

b) A sík a kockának 3 vagy 4 csúcsát tartalmazhatja. A 3 csúcsot tartalmazó síkokból 8 darab van. A 4 csúcsot tartalmazó síkok vagy a kocka két párhuzamos helyzetű lapátlóját tartalmazzák, vagy a kocka valamelyik lapját. Mindkét fajta síkból 6 darab van. A legalább 3 csúcsot tartalmazó síkok száma 20.



4169 a) BF , CG , DH ;

b) AD , BC , AE , BF , FG , EH , CG , DH ;

c) CG , DH , EH , FG .

4170 a) 90° ; b) 90° ; c) 90° ; d) 0° ; e) 45° ; f) 60° ;
g) 45° .

Az AC egyenes kitérő helyzetű az FB , HF , ED és HG egyenesekkel. Az AC egyenes párhuzamos az EG egyenessel.

4171 a) $a\sqrt{2}$; b) $a\sqrt{3}$.

4172 A lapátlók hossza: $3\sqrt{2} \approx 4,24$ cm, illetve $3\sqrt{10} \approx 9,49$ cm.

A testátlók hossza: $3\sqrt{11} \approx 9,95$ cm.

4173 A kocka éle: $\sqrt{48} = 4\sqrt{3} \approx 6,93$ cm.

4174 Körülbelül $54,74^\circ$ -ot.

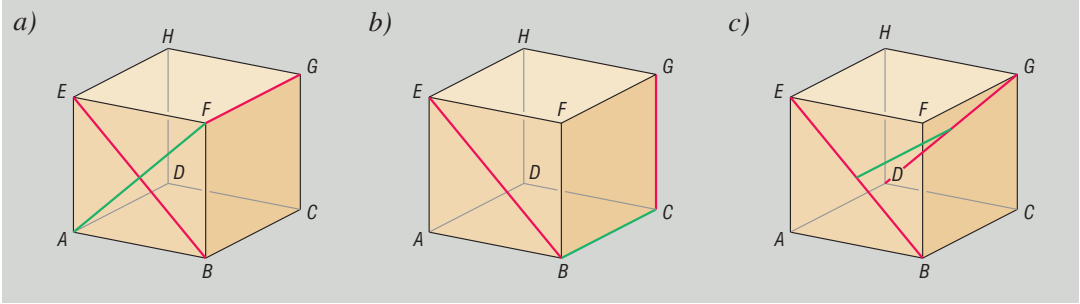
4175 60° -ot. (Lásd a 4168. feladat ábráját.)

4176 Körülbelül $35,26^\circ$ -ot.

4177 Három különböző távolság lép fel: $\frac{a}{2}$, $\frac{a\sqrt{5}}{2}$ és $\frac{3a}{2}$.



- 4178** A piros szakaszok normál transzverzálisainak a kocka valamely lapjára vagy belsejébe eső részét minden esetben zöld színnel jelöltük meg.



- a) Az EB és FG szakaszok távolsága $\frac{a\sqrt{2}}{2}$, hajlásszögük 90° .
 b) Az EB és GC szakaszok távolsága a , hajlásszögük 45° .
 c) Az EB és DG szakaszok távolsága a , hajlásszögük 90° .

- 4179** A keletkező háromszög szabályos, oldalának hossza: $\frac{5\sqrt{2}}{2} \approx 3,5$ cm.

- 4180** A kialakuló négyszög minden oldala $\frac{a\sqrt{2}}{2}$, tehát rombusz. Mivel átlói a kocka két szemközti lapjának középpontját kötik össze, ezért átlói is ugyanakkorák, így valóban négyzetről van szó. Természetesen szögeiről is könnyen belátható, hogy 90° -osak.

A keletkező négyzet területe: $\frac{a^2}{2}$.

- 4181** a) $\frac{3}{2}a$. b) $2,5a$.

- c) A kocka lapjain haladó legrövidebb PH út megtalálásához készítsük el a kocka síkbeli hálóját. A lapokon vezető legrövidebb út a P pontot a H ponttal összekötő szakasz lesz. Az ábrán látható háló esetén a PHG derékszögű háromszögben:

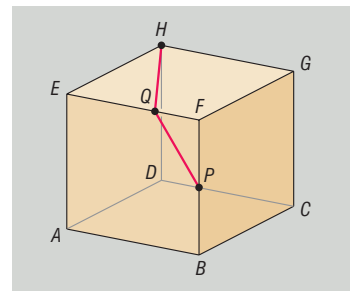
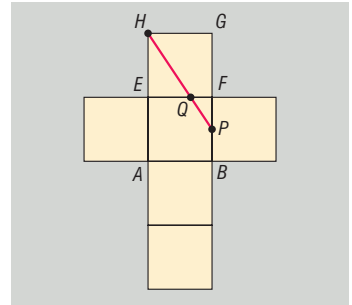
$$PH = \sqrt{a^2 + \left(\frac{3}{2}a\right)^2} = \frac{a\sqrt{13}}{2}.$$

A legrövidebb út hossza: $\frac{a\sqrt{13}}{2}$.

Megjegyzés: Ha a legrövidebb PH út az EF élt a Q pontban metszi, akkor a PQF és PHG háromszögek hasonlóságát felhasználva meghatározhatjuk a Q pont F csústól való távolságát, hiszen:

$$\frac{QF}{HG} = \frac{PF}{PG} = \frac{1}{3} \Rightarrow QF = \frac{HG}{3} = \frac{EF}{3},$$

ezért Q a kocka EF élének F -hez közelebbi harmadolópontja. A kocka lapjain vezető egyik legrövidebb PH utat az ábra szemlélteti.





Nem a fenti az egyetlen legrövidebb út, amely a kocka lapjain a P pontból a H pontba vezet. Javasoljuk az FG élen keresztülhaladó út, valamint a kocka ahhoz tartozó hálójának megkeresését is.

A teljes precizitáshoz hozzátartozik az AE , illetve a CG éleken keresztülvezető utak vizsgálata is. Az ilyen utak közül a legrövidebb hossza azonban $\frac{a\sqrt{17}}{2}$, ami nagyobb, mint az EF élen áthaladó legrövidebb út hossza.

- 4182 a) Az alaplap élei (AB , BC , CD , DA) 12 cm hosszúak. Az oldallapokon található élek (AO , BO , CO és DO) hossza Pitagorasz tételével számolható. Például az AOE derékszögű háromszögben $AO^2 = AE^2 + OE^2$, azaz

$$AO^2 = 12^2 + (6\sqrt{2})^2, \text{ amiből } AO = \sqrt{216} = 6\sqrt{6} \approx 14,70 \text{ cm.}$$

A gúla oldaléleinek hossza körülbelül 14,70 cm.

- b) A gúla ADO oldallapja és $ABCD$ alaplapja által bezárt szög megegyezik az OQV derékszögű háromszög Q csúcsánál lévő szögével, ahol Q az AD él felezőpontja, V pedig az $ABCD$ alaplap középpontja. Az ADO_{Δ} alaphoz tartozó magassága Pitagorasz tételével számolva:

$$OQ = 6\sqrt{5} \approx 13,42 \text{ cm.}$$

Mivel $OV = 12$ cm, ezért:

$$\sin(OQV) = \frac{12}{6\sqrt{5}} \approx 0,8944 \Rightarrow OQV \approx 63,43^\circ.$$

A gúla oldallapja és alaplapja által bezárt szög körülbelül $63,43^\circ$.

- c) A keresett szög megegyezik például az OAV derékszögű háromszög A csúcsánál lévő szögével. Az OAV_{Δ} -ben:

$$\sin(OAV) = \frac{12}{6\sqrt{6}} \approx 0,8165 \Rightarrow OAV \approx 54,74^\circ.$$

A gúla oldaléle az alaplappal körülbelül $54,74^\circ$ -os szöget zár be.

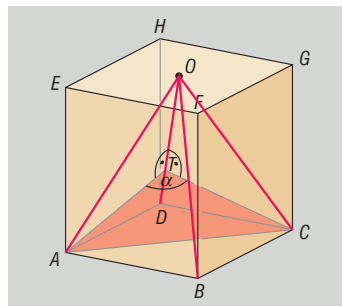
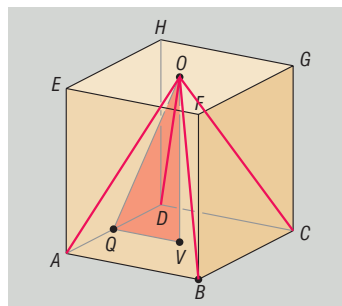
- d) Az OA oldalél és az AD alapél által bezárt szöget az OAQ derékszögű háromszögből számolhatjuk ki:

$$\tan(OAQ) = \frac{OQ}{AQ} = \frac{6\sqrt{5}}{6} \approx 2,2361 \Rightarrow OAQ \approx 65,91^\circ.$$

A gúla oldaléle az alapéllal körülbelül $65,91^\circ$ -os szöget zár be.

- e) Jelöljük T -vel az ADO_{Δ} A csúcsából induló magasságának DO oldalon lévő talppontját. Ekkor a T pont egyben a DCO_{Δ} C csúcsából induló magasságának is talppontja, ezért a két szomszédos oldallap hajlásszöge megegyezik az AT és CT magasságok hajlásszögével.

A két sík által bezárt α szöget az ACT egyenlő szárú háromszög oldalaiból fogjuk kiszámolni.





Előbb kiszámoljuk az AT szakasz hosszát. Az ADO_{Δ} alaphoz tartozó magassága a $b)$ feladat alapján:

$$OQ = 6\sqrt{5} \approx 13,42 \text{ cm.}$$

A háromszög területét kétféleképpen számítva:

$$\frac{6\sqrt{6} \cdot AT}{2} = \frac{12 \cdot 6\sqrt{5}}{2},$$

$$AT = 12\sqrt{\frac{5}{6}} \approx 10,95 \text{ cm.}$$

Végül az ACT_{Δ} -ben a koszinusztétel alapján:

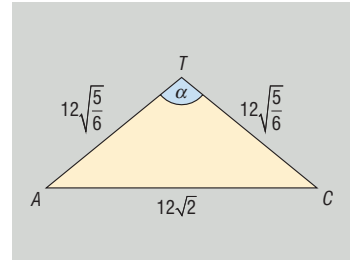
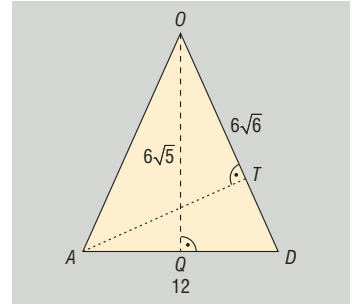
$$AC^2 = AT^2 + CT^2 - 2 \cdot AT \cdot CT \cdot \cos \alpha.$$

Mivel $AC = 12\sqrt{2}$ ($\approx 16,97$ cm), ezért:

$$288 = 120 + 120 - 2 \cdot 12 \cdot \sqrt{\frac{5}{6}} \cdot 12 \cdot \sqrt{\frac{5}{6}} \cdot \cos \alpha,$$

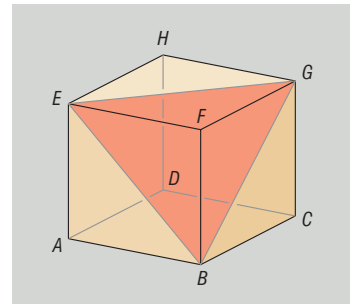
$$\cos \alpha = -0,2.$$

A gúla két oldallapja $101,54^\circ$ -os szöget zár be egymással.



4183 A kocka csúcsai közül összesen $\binom{8}{3} = 56$ -féleképpen lehet hármat kiválasztani.

- a) Szabályos háromszöget úgy kaphatunk, ha kiválasztunk egy csúcsot, valamint a csúcsra illeszkedő két lapátló csúcstól különböző végpontjait (ilyen például az ábrán szereplő BEG_{Δ}). Mivel egy csúcsához 3 lapátló csatlakozik, ezért közülük 2-t összesen 3-féleképpen lehet kiválasztani. Ez azt jelenti, hogy a kocka minden csúcsa 3 darab szabályos háromszögre illeszkedik (például a B csúcs a BEG , BED , BDG háromszögekre). Mivel 8 csúcs van, ezért a háromszögek száma 24, de minden háromszöget mind a három csúcsánál egyszer számoltunk, így összesen 8 darab szabályos háromszög választható ki a kocka csúcsai közül, ezért a keresett valószínűség: $\frac{8}{56} = \frac{1}{7}$.



- b) Derékszögű háromszögből kétféle van.

- A kocka valamelyik lapjára illeszkedő háromszög. Minden lapon 4 derékszögű háromszög található (például a $BCGF$ lapon a BCG , CGF , GFB , FBC háromszögek). Ebből a fajta háromszögből tehát összesen 24 darab van.
- A kocka valamelyik átlós síkjára illeszkedő háromszög. Minden ilyen síkon 4 derékszögű háromszög található (például az $ACGE$ síkon az ACG , CGE , GEA , EAC háromszögek). Mivel összesen 6 átlós sík van, ezért az ilyen típusú háromszögek száma szintén 24.

Összesen 48 darab derékszögű háromszög választható ki a kocka csúcsai közül, ezért a keresett valószínűség: $\frac{48}{56} = \frac{6}{7}$.

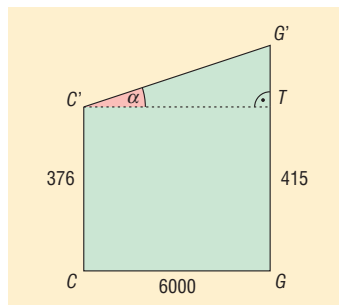
4184 Igaz. A két metszésvonal nem lehet kitérő helyzetű, mert egy síkban vannak, ugyanis mindkettő benne van a párhuzamosokat metsző síkban. Ugyanakkor nem lehet a két egyenes metsző helyzetű sem, mert a feltételek alapján különböző, egymással párhuzamos síkokban találhatók. Ebből adódóan a két kialakuló metszésvonal csakis párhuzamos lehet egymással.



- 4185 a) Az AE éllel a GF , BC , KJ élek párhuzamosak.
 b) Az ED egyenesre a következő élek merőlegesek: EF , AG , BK , CJ , HI (illetve az összeillesztés után vele megegyező LM).
 c) Az EF egyenessel kitérő helyzetű élek: DC (illetve az összeillesztés után vele megegyező LC), BC , AB , MJ , KJ .

- 4186 a) Az ábra azt a függőleges síkmetszetet mutatja, amelyik tartalmazza a Csobánc (C'), valamint a Szent György-hegy (G') csúcsát is. A két hegycsúcs vízszintes síkon lévő vetületét C , illetve G jelöli. A térképen mért 15 cm a valóságban 6000 méternek felel meg, ezért $CG = 6000$ méter. Ha a $CGG'C'$ derékszögű trapéz C' csúcsából induló magasságának talpontiát T jelöli, akkor a $G'C'T$ derékszögű háromszögben:

$$\begin{aligned} G'C'^2 &= C'T^2 + G'T^2, \\ G'C'^2 &= 6000^2 + (415 - 376)^2, \\ G'C' &= \sqrt{36001521}, \\ G'C' &\approx 6000,1 \text{ m.} \end{aligned}$$



A két hegycsúcs távolsága 6000,1 méter.

- b) A $G'C'T_\Delta$ -ben:

$$\cos \alpha = \frac{6000}{\sqrt{36001521}} \Rightarrow \alpha \approx 0,37^\circ.$$

A Csobánc tetejéről a Szent György-hegy teteje $0,37^\circ$ -os „emelkedési szög” alatt látszik (gyakorlatilag egy vonalban vannak).

Megjegyzés: $\cos \alpha$ négy tizedesjegyre kerekített értéke 1,0000, amiből α -ra 0° -ot kapnánk, ami azért lenne furcsa, mert a Szent György-hegy a magasabb.

Ha a $\cos \alpha$ kiszámolásakor a $G'C'$ távolság a) feladatban kapott közelítő értékét használjuk, akkor $\alpha \approx 0,33^\circ$ adódik.

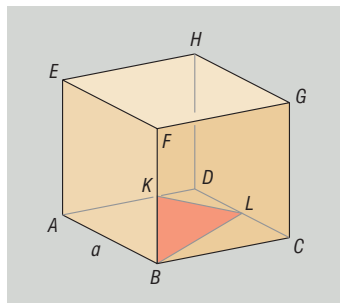
A feladat mutatja, hogy még a négy tizedesjegyre történő kerekítés sem mindig ad hű képet a valóságról.

- 4187 Tekintsük az $ABCDEFGH$ kocka BF élének K , illetve CD élének L felezőpontját. Mivel KB merőleges az $ABCD$ lap síkjára, így merőleges annak minden egyenesére, ezért az LKB háromszög derékszögű. A háromszög LB befogójának hossza könnyen kiszámolható az LBC derékszögű háromszögből. Pitagorasz tétele alapján ugyanis:

$$LB^2 = a^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2 = \frac{5}{4}a^2 \Rightarrow LB = a\frac{\sqrt{5}}{2}.$$

Végül az LKB háromszögben:

$$LK^2 = LB^2 + BK^2 = \frac{5}{4}a^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2 = \frac{3}{2}a^2 \Rightarrow LK = a\sqrt{\frac{3}{2}}.$$



Könnyen belátható, hogy bármely két kitérő helyzetű él felezőpontja ugyanekkora távolságra van egymástól.



- 4188 a) Ha az $ABCD$ alaplap átlói által bezárt szög φ , akkor az átlók $\frac{\varphi}{2}$ szöget zárnak be a téglalap megfelelő oldalával (ld. ábra).

Az ABC derékszögű háromszögben:

$$\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = \frac{15}{20},$$

$$\varphi \approx 73,74^\circ.$$

Az alaplap két átlója $73,74^\circ$ -os szöget zár be egymással.

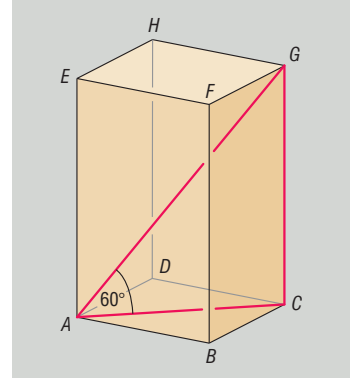
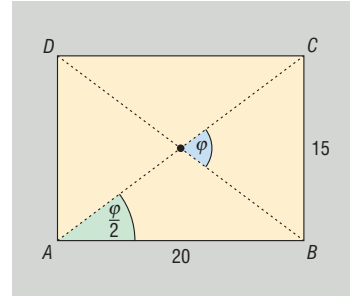
- b) Az AC átló hossza 25 cm (Pitagorasz-tétel). Az ábra ACG háromszögében:

$$\cos 60^\circ = \frac{AC}{AG},$$

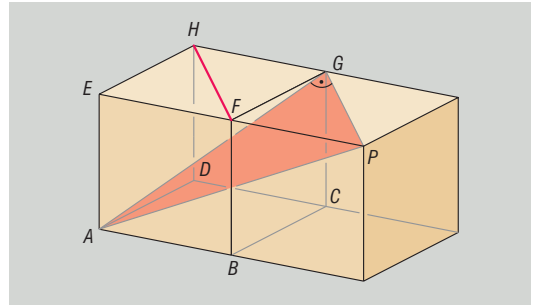
$$AG = 50 \text{ cm}.$$

A téglatest testátlója 50 cm hosszú.

- c) A téglatest GC , illetve a GC -vel párhuzamos éleinek hossza:
 $25\sqrt{3} \approx 43,30 \text{ cm}.$



- 4189 A két egyenes hajlásszögét úgy a legegyszerűbb kiszámolni, ha az egyiket önmagával párhuzamosan a másik egyenes egy pontjába toljuk. Például helyezzünk az $ABCDEFGH$ kocka „mellé” egy ugyanakkora élű kockát az ábrán látható módon. Mivel $GP \parallel HF$, ezért az AG testátló és a HF lapátló hajlásszöge megegyezik az AG szakasz, valamint az új kocka GP lapátlója által bezárt szöggel.



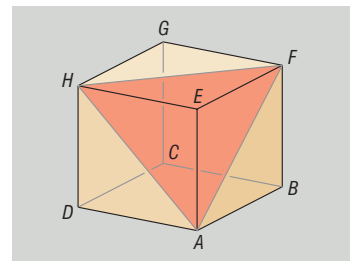
A keresett szöget az AGP háromszög oldalaiból számolhatjuk. Ha a kocka élét a jelöli, akkor az AG testátló hossza: $AG = a\sqrt{3}$, a GP lapátló hossza: $GP = a\sqrt{2}$, míg az AP szakasz hossza Pitagorasz tételének alkalmazásával $AP = a\sqrt{5}$. Vegyük észre, hogy $AG^2 + GP^2 = AP^2$, hiszen:

$$(a\sqrt{3})^2 + (a\sqrt{2})^2 = (a\sqrt{5})^2,$$

ezért Pitagorasz tételének megfordítása alapján az AGP háromszög derékszögű. Az AG testátló, valamint a HF lapátló tehát merőleges egymásra.

- 4190 a) Mivel a HAF háromszög minden oldala a kocka lapátlójával egyenlő (ld. ábra), ezért a háromszög szabályos. Ebből következik, hogy

$$\angle HAF = 60^\circ.$$





- b) Ha a kocka éle a hosszúságú, akkor az ADG háromszög oldalai:

$$AD = a, \quad GD = a\sqrt{2} \quad \text{és} \quad AG = a\sqrt{3}.$$

Mivel $AD^2 + DG^2 = AG^2$, ezért a háromszög derékszögű, így

$$\angle ADG = 90^\circ.$$

Megjegyzés: Mivel AD merőleges a $DCGH$ síkra, ezért annak minden egyenesére is merőleges, amiből szintén adódik, hogy $\angle ADG = 90^\circ$.

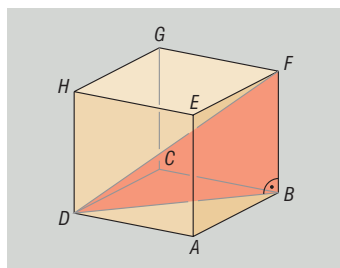
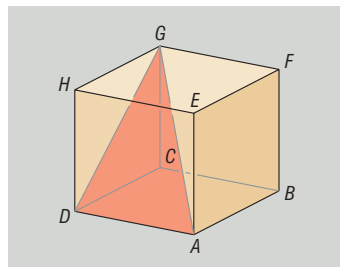
- c) A b) feladathoz hasonló módszerrel belátható, hogy

$$\angle FGD = 90^\circ.$$

- d) Ha a kocka éle a , akkor a BDF derékszögű háromszögben:

$$\tan \angle BDF = \frac{a}{a\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2},$$

$$\angle BDF \approx 35,26^\circ.$$



- 4191 a) A PHF háromszög derékszögű, hiszen PF merőleges az $EFGH$ síkra, így merőleges annak minden egyenesére. A háromszög oldalai:

$$PF = 5 \text{ cm}, \quad FH = 10\sqrt{2} \approx 14,14 \text{ cm}.$$

Pitagorasz tétele alapján:

$$PH^2 = 5^2 + (10\sqrt{2})^2, \\ PH = 15 \text{ cm}.$$

- b) Az EKH derékszögű háromszögben:

$$KH^2 = EK^2 + EH^2 = 5^2 + 10^2 = 125,$$

amiből:

$$KH = 5\sqrt{5} \approx 11,18 \text{ cm}.$$

Az a) feladat eredménye alapján $PH = 15$ cm. Nyilvánvaló továbbá, hogy $KP = 10$ cm. Mivel

$$KH^2 + KP^2 = 125 + 100 = 225 = PH^2,$$

ezért Pitagorasz tételének megfordítása alapján a PHK háromszög derékszögű.

Megjegyzés: Ez abból is következik, hogy a KP szakasz merőleges a kocka $AEHD$ lapjára.

- c) Az EPF derékszögű háromszögben:

$$EP^2 = 10^2 + 5^2 = 125,$$

amiből:

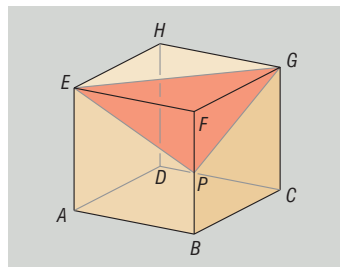
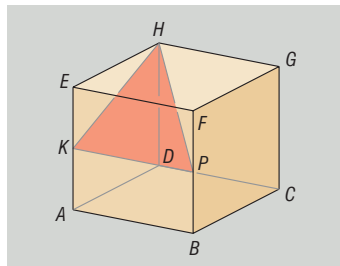
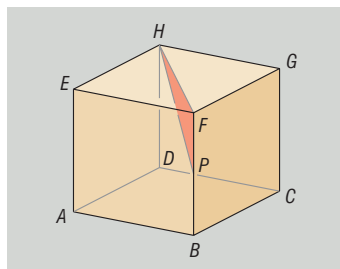
$$EP = 5\sqrt{5} \approx 11,18 \text{ cm}.$$

Az EPF és GPF háromszögek egybevágóságából következik, hogy:

$$GP = 5\sqrt{5} \approx 11,18 \text{ cm},$$

tehát az EGP háromszög egyenlő szárú ($EP = GP$). Mivel EG a kocka lapátlója, ezért:

$$EG = 10\sqrt{2} \approx 14,14 \text{ cm}.$$





d) Az LPE derékszögű háromszögben:

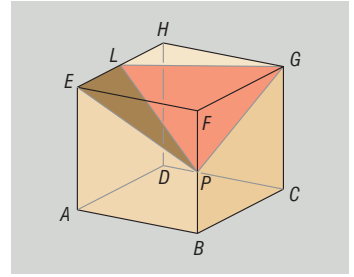
$$PL^2 = 5^2 + (5\sqrt{5})^2 = 150,$$

azaz

$$PL = 5\sqrt{6} \approx 12,25 \text{ cm.}$$

Az LPG háromszög egyenlő szárú, hiszen

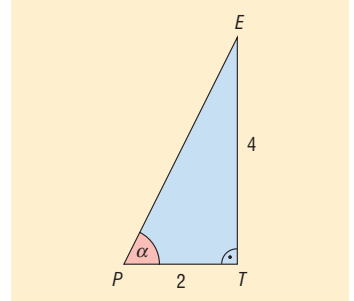
$$GP = GL = 5\sqrt{5} \approx 11,18 \text{ cm.}$$



- 4192** Jelöljük T -vel az E pont $ABCD$ síkra eső merőleges vetületét, valamint P -vel az ADE egyenlő szárú háromszög E csúcsából induló magasságának AD alapra illeszkedő talppontját. Az EPT derékszögű háromszögben $PT = 2$ m és $ET = 4$ m. Az ADE tető sík a vízszintes $ABCD$ síkkal bezárt szögére:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha &= 2, \\ \alpha &\approx 63^\circ. \end{aligned}$$

Az ADE és BCF tető síkok a vízszintes síkkal 63° -os szöget zárnak be.

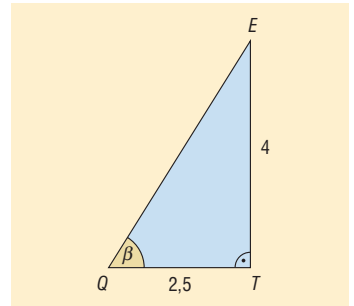


A másik két tető sík vízszintessel bezárt szögét hasonló módszerrel számolhatjuk ki. Ha Q jelöli az $ABFE$ trapéz E csúcsából húzott magasság AB szakaszra illeszkedő talppontját, akkor az EQT háromszög befogói: $ET = 4$ m és $TQ = 2,5$ m.

A tető sík vízszintessel bezárt β szögére:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \beta &= \frac{4}{2,5}, \\ \beta &\approx 58^\circ. \end{aligned}$$

Az $ABFE$ és $DCFE$ tető síkok a vízszintes síkkal 58° -os szöget zárnak be.



- 4193** a) Az EBD háromszög minden oldala a kocka egy-egy lapátlója, ezért az EBD_Δ minden oldala $10\sqrt{2} \approx 14,14$ cm hosszúságú, így a háromszög valóban szabályos.

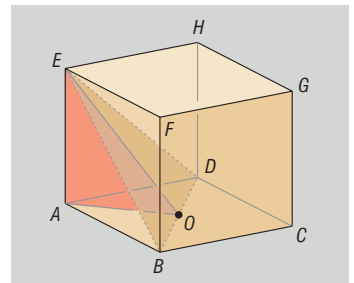
b) Az $ABCD$ négyzet középpontját jelöljük O -val. Ekkor AO és BD a négyzet egy-egy átlójára illeszkedik, ezért merőlegesek egymásra.

Másrészt EO az EBD szabályos háromszög egyik magassága, ezért EO is merőleges BD -re.

Összefoglalva: AO és EO egyaránt merőleges az $ABCD$ és EBD síkok metszéspontjára, ezért a két sík hajlásszöge éppen az EOA szög. Az OEA derékszögű háromszögben:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \angle EOA &= \frac{10}{\frac{10\sqrt{2}}{2}} = \sqrt{2}, \\ \angle EOA &\approx 54,74^\circ. \end{aligned}$$

Az $ABCD$ alaplap síkja az EBD síkkal $54,74^\circ$ -os szöget zár be.





- 4194 a) A helikopter, amelynek helyét az ábrán P -vel jelöltük, illeszkedik az $ABCD$ téglalap síkjának A pontban emelt merőleges egyenesére. Ebből következően az AP egyenes merőleges az $ABCD$ sík minden egyenesére, így a BPA , CPA és DPA háromszögek mindegyike derékszögű. A BPA_{Δ} -ból:

$$AB^2 = 130^2 - 120^2 = 2500,$$

$$AB = 50 \text{ m.}$$

A CPA_{Δ} -ból:

$$AC^2 = 133^2 - 120^2 = 3289,$$

$$AC = 57,3 \text{ m.}$$

A szintén derékszögű ABC_{Δ} -ból:

$$BC^2 = AC^2 - AB^2,$$

$$BC^2 = 3289 - 2500 = 789,$$

$$BC = 28,1 \text{ m.}$$

A leszállópálya oldalai 28,1 m, illetve 50 m hosszúak.

- b) A PDA_{Δ} -ból:

$$PD^2 = PA^2 + AD^2 = 120^2 + 789 = 15189,$$

amiből $PD = 123,2$ méter.

- c) A feladat az ACP_{Δ} -et kérdezi. A CPA_{Δ} -ból:

$$\sin ACP_{\Delta} = \frac{120}{133},$$

$$ACP_{\Delta} \approx 64,5^\circ.$$

A C pontból a helikopter körülbelül $64,5^\circ$ -os emelkedési szögben látszik.

- d) Tegyük fel, hogy a helikopter x méteres magasságban van, amikor a D pontból kétszer akkora szög alatt látszik, mint a C pontból. Ha a helikopter helyét ekkor is P jelöli, akkor

$$\operatorname{tg} ACP_{\Delta} = \frac{x}{AC} = \frac{x}{\sqrt{3289}} \quad \text{és} \quad \operatorname{tg} ADP_{\Delta} = \frac{x}{AD} = \frac{x}{\sqrt{789}}.$$

Mivel a feltételek szerint $ADP_{\Delta} = 2 \cdot ACP_{\Delta}$, ezért a megfelelő addíciós összefüggés alapján:

$$\operatorname{tg} ADP_{\Delta} = \frac{2 \cdot \operatorname{tg} ACP_{\Delta}}{1 - \operatorname{tg}^2 ACP_{\Delta}}.$$

A kapott értékeket behelyettesítve:

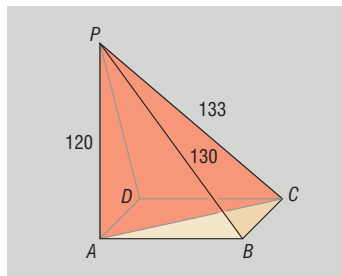
$$\frac{x}{\sqrt{789}} = \frac{2 \cdot \frac{x}{\sqrt{3289}}}{1 - \left(\frac{x}{\sqrt{3289}}\right)^2}.$$

Rendezés után azt kapjuk, hogy:

$$x^2 = 3289 \cdot \left(1 - 2 \cdot \frac{\sqrt{789}}{\sqrt{3289}}\right),$$

$$x \approx 8,2 \text{ m.}$$

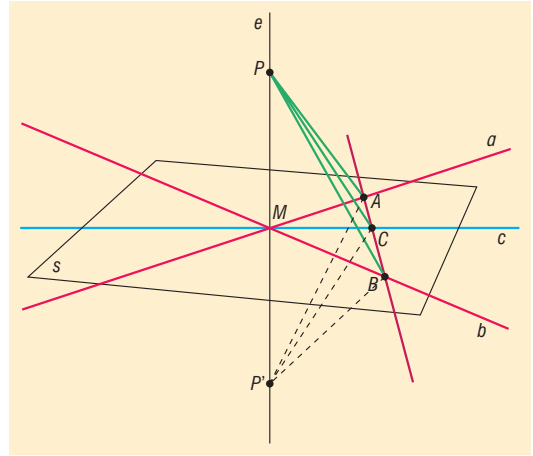
A helikopter 8,2 méter magasan van, amikor a D pontból kétszer akkora szögben látszik, mint a C pontból.





4195 Tegyük fel, hogy az e egyenes merőleges az S sík két metsző helyzetű egyenesére. Célunk annak igazolása, hogy az e egyenes az S sík minden egyenesére merőleges.

Két egyenes hajlásszöge nem változik, ha közülük az egyiket önmagával párhuzamosan eltoljuk, ezért „fogjuk meg” az S síkon azt a két egyenest, amelyre az e egyenes merőleges, majd toljuk el azokat úgy, hogy átmenjenek az S sík és az e egyenes M metszéspontján. Jelöljük az eltoló egyeneseket a -val és b -vel, ekkor az e egyenes merőleges a -ra és b -re is. Előző megjegyzésünk alapján elegendő megmutatni, hogy az e egyenes merőleges az összes olyan egyenesre, amely az S síkban halad, és átmegy az M ponton. Legyen c egy a -tól és b -től is különböző egyenes (ld. ábra). Megmutatjuk, hogy az e egyenes merőleges a c egyenesre.



Vegyünk fel az S síkban egy tetszőleges, de az M pontot nem tartalmazó egyenest, amely metszi az a , b és c egyenesek mindegyikét. A metszéspontokat jelölje rendre A , B és C . Vegyünk fel továbbá egy P (M -től különböző) pontot az e egyenesen, majd tükrözzük az M pontra, így kapjuk a P' pontot. Ekkor persze $MP = MP'$.

Vizsgáljuk meg a kialakuló ábrát. Az ábrában több egyenlő szárú háromszöget is felfedezhetünk. Mivel e és a merőlegesek egymásra, ezért a PMA_{Δ} és $P'MA_{\Delta}$ egybevágó (két-két oldal + általuk közbezárt szög), amiből adódik, hogy $PA = P'A$, így a $PP'A_{\Delta}$ valóban egyenlő szárú. Ugyanígy belátható, hogy egyenlő szárú a $PP'B_{\Delta}$ is.

Az eddigi eredményeinket összefoglalva láthatjuk, hogy $PA = P'A$ és $PB = P'B$. Ebből azonnal következik, hogy az ABP_{Δ} egybevágó az ABP'_{Δ} -gel, hiszen oldalaiuk hossza páronként megegyezik. Az egybevágóság miatt a megfelelő szögeik is egyenlők, így például $PBC \sphericalangle = P'BC \sphericalangle$. Ebből adódóan újabb háromszögekről láthatjuk be, hogy egybevágók: a PBC_{Δ} és $P'BC_{\Delta}$ ugyanis két-két oldalban ($PB = P'B$ és BC közös oldal), valamint az általuk bezárt szögükben megegyezik, ezért valóban egybevágók. Ebből következik, hogy $PC = P'C$, azaz a $PP'C_{\Delta}$ egyenlő szárú. Mivel M a PP' alap felezőpontja, ezért CM a háromszög egyik magassága, amiből következik, hogy az e egyenes merőleges a c egyenesre. Éppen ezt kellett bizonyítanunk.

4196 a) A kocka GH éle merőleges az $ADHE$ lap síkjára, ezért merőleges annak minden egyenesére, így az AGH_{Δ} derékszögű, a derékszögű csúcs a H pontnál van.

A H pont AG testátlótól való távolsága megegyezik az AGH_{Δ} AG átfogójához tartozó HT magasságának hosszával (ld. ábra).

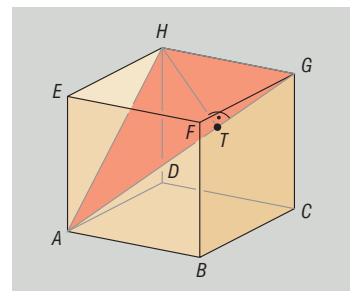
Az AGH_{Δ} oldalai:

$$HG = a, \quad AH = a\sqrt{2} \quad \text{és} \quad AG = a\sqrt{3}.$$

A háromszög területét kétféleképpen felírva:

$$\frac{AH \cdot HG}{2} = \frac{AG \cdot HT}{2} \quad \Rightarrow \quad \frac{a\sqrt{2} \cdot a}{2} = \frac{a\sqrt{3} \cdot HT}{2} \quad \Rightarrow \quad HT = a\sqrt{\frac{2}{3}}.$$

A H pont az AG testátlótól $a\sqrt{\frac{2}{3}} = \frac{a\sqrt{6}}{3}$ egység távolságra van.





b) Az ABP derékszögű háromszögben:

$$AP^2 = a^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2 = \frac{5a^2}{4} \Rightarrow AP = \frac{a\sqrt{5}}{2}.$$

A GPF_{Δ} és az APB_{Δ} egybevágó (két-két oldal + általuk bezárt szög), ezért átfogóik ugyanakkorák, így:

$$AP = GP = \frac{a\sqrt{5}}{2}.$$

Az AGP_{Δ} tehát egyenlő szárú, az alaphoz tartozó magasságát (P és az AG testátló távolságát) az APQ_{Δ} -ból számíthatjuk:

$$OP^2 = AP^2 - AO^2 = \frac{5a^2}{4} - \frac{3a^2}{4} = \frac{a^2}{2} \Rightarrow OP = \frac{a}{\sqrt{2}} = \frac{a\sqrt{2}}{2}.$$

A P pont az AG testátlótól $\frac{a\sqrt{2}}{2}$ egység távolságra van.

Megjegyzés: Az OP szakasz hossza „ránézésre” is megmondható, hiszen OP párhuzamos a kocka HF lapátlójával, hossza pedig annak éppen fele.

c) A $BCGF$ lap középpontját Q , a Q pont merőleges vetületét az AG testátlón S jelöli az ábrán.

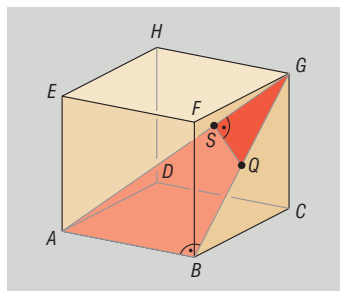
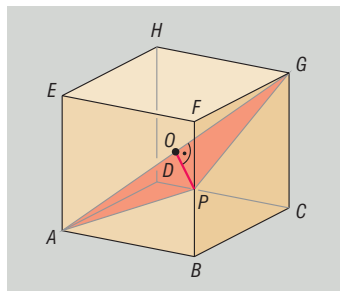
A Q pont AG testátlótól való távolsága megegyezik az SQ szakasz hosszával.

Figyeljük meg az ábra GQS és GAB háromszögeit. Mindkét háromszög derékszögű (a derékszögek S -nél, illetve B -nél vannak), továbbá a G csúcsaiknál lévő szögek közös.

Ebből következik, hogy a két háromszög hasonló egymáshoz. A megfelelő oldalaik arányára:

$$\frac{SQ}{AB} = \frac{GQ}{AG} \Rightarrow \frac{SQ}{a} = \frac{\frac{a\sqrt{2}}{2}}{a\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{2}}{2\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{6}}{6} \Rightarrow SQ = \frac{a\sqrt{6}}{6}.$$

A $BCGF$ lap középpontja az AG testátlótól $\frac{a\sqrt{6}}{6}$ egység távolságra van.



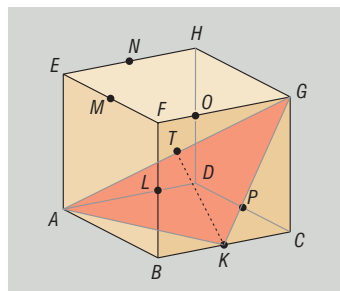
4197 a) Tekintsük az ábrán látható AGK háromszöget. A háromszög AK oldalát az AKB derékszögű háromszögből könnyen ki tudjuk számolni:

$$AK^2 = AB^2 + KB^2 = a^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2 \Rightarrow AK = \frac{a\sqrt{5}}{2}.$$

Mivel az AKB_{Δ} és GKC_{Δ} egybevágó, ezért $AK = GK$, így az AGK_{Δ} egyenlő szárú. Ebből következik, hogy ha az AG testátló felezőpontja T , akkor a KT szakasz az AGK egyenlő szárú háromszög magassága, és így merőleges az AG alapra.

Ezt úgy is megfogalmazhatjuk, hogy a KT szakasz hossza megegyezik a K pont AG testátlótól való távolságával.

Könnyen belátható, hogy az L, M, N, O és P pontok mindegyike egy-egy, az AGK_{Δ} -gel egybevágó háromszöget alkot az AG testátló két végpontjával, amiből következik, hogy a felsorolt pontok mindegyike ugyanakkora távolságra található a kocka AG testátlójától. Ez a távolság éppen a KT szakasz hossza.





- b) A KT szakasz hosszát az ATK derékszögű háromszögből így számíthatjuk ki:

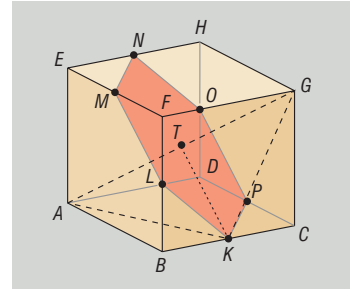
$$KT^2 = AK^2 - AT^2 = \frac{5}{4}a^2 - \frac{3}{4}a^2 = \frac{1}{2}a^2 \quad \Rightarrow \quad KT = \frac{a\sqrt{2}}{2}.$$

A K, L, M, N, O, P pontok mindegyike $\frac{a\sqrt{2}}{2}$ távolságra van az AG testátlótól.

Megjegyzés: A KT szakasz hosszát az ábra alapján is meghatározhatjuk. Mivel T a kocka középpontja, T a KN szakaszra esik, és azt felezi. KN hossza pedig megegyezik az $ABCD$ lapátlójának hosszával, vagyis $KN = a\sqrt{2}$. Így

$$KT = \frac{KN}{2} = \frac{a\sqrt{2}}{2}.$$

- c) Mivel a KGT_{Δ} -ben a T csúcsnál derékszög van, ezért a K pont illeszkedik a T pontban az AG testátlóra emelt merőleges síkra. A $KLMNOP$ hatszög összes csúsa derékszögű háromszöget alkot a T és a G pontokkal, ezért az összes csúcs illeszkedik az említett síkra. Ez persze azt is jelenti, hogy a hatszög csúcsai egy síkban fekszenek. Ez a sík 90° -os szöveget zár be a kocka AG testátlójával.



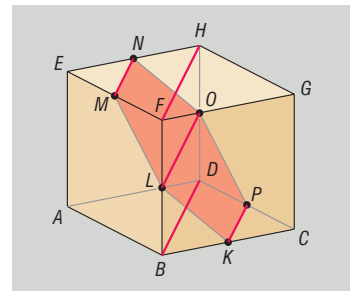
Egy másik bizonyítást is adunk arra vonatkozóan, hogy a $KLMNOP$ hatszög csúcsai egy síkban fekszenek.

Mivel az LO szakasz a $BDHF$ téglalap középvonala, ezért LO párhuzamos a kocka FH , illetve BD lapátlóival.

Az MN szakasz középvonala az FHE_{Δ} -nek, ezért MN és FH szintén párhuzamos egymással.

Végül: KP a BDC_{Δ} középvonala, amiből következik, hogy KP párhuzamos a BD lapátlóval.

Összefoglalva: az LO, MN, KP szakaszok párhuzamosak egymással. Mivel két párhuzamos egyenes (szakasz) mindig egy síkban fekszik, ezért az L, O, M, N pontok, valamint az L, O, K, P pontok egy-egy síkban fekszenek. E két sík azonban megegyezik egymással, mivel a kocka, és így a $KLMNOP$ hatszög is középpontosan szimmetrikus az LO szakasz felezőpontjára, ami csak úgy lehetséges, ha a hat pont valóban egy síkon helyezkedik el.



- d) Az a) feladatban már kiszámoltuk az AKG háromszög oldalait:

$$AK = KG = a \frac{\sqrt{5}}{2}, \quad AG = a\sqrt{3}.$$

A koszinusztétel alapján:

$$3a^2 = \frac{5}{4}a^2 + \frac{5}{4}a^2 - 2 \cdot \left(a \cdot \frac{\sqrt{5}}{2}\right) \cdot \left(a \cdot \frac{\sqrt{5}}{2}\right) \cdot \cos \angle AKG,$$

amiből a műveletek elvégzése után:

$$\cos \angle AKG = -\frac{1}{5}.$$



4198 a) Ha $\alpha = 0^\circ$, azaz az AB szakasz párhuzamos az S síkkal, akkor

$A'B' = AB$, azaz $\frac{A'B'}{AB} = 1$. Ha $\alpha = 90^\circ$, vagyis az AB szakasz merőleges az S síkra, akkor $A'B' = 0$, azaz $\frac{A'B'}{AB} = 0$.

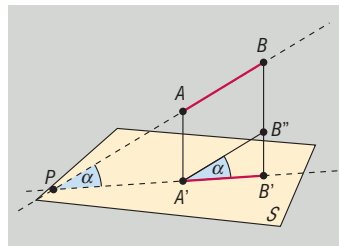
Más esetekben húzzunk az A' ponton át párhuzamost az AB egyenessel, majd jelöljük B'' -vel a BB' egyenessel való metszéspontját. Az $A'A'B''B$ négyszög paralelogramma, ezért $A'B'' = AB$.

A $B''B'A'$ derékszögű háromszögben:

$$\cos \alpha = \frac{A'B'}{A'B''}, \quad \text{amiből} \quad \frac{A'B'}{AB} = \cos \alpha.$$

A fenti összefüggés azokban az esetekben is érvényes, ha $\alpha = 0^\circ$, vagy $\alpha = 90^\circ$.

b) Az a) feladat eredménye alapján az $A'B'$ szakasz hossza akkor minimális, ha $\alpha = 90^\circ$. Az $A'B'$ szakasz hossza akkor maximális, ha $\alpha = 0^\circ$.



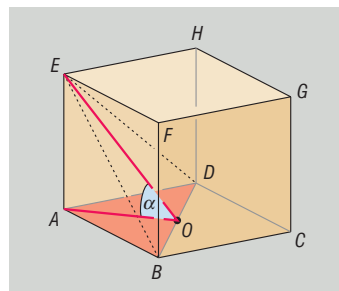
4199 a) Az EBD_Δ szabályos, minden oldala a megadott $ABCDEFGH$ kocka lapátlója, azaz $10\sqrt{2} \approx 14,14$ cm.

A háromszög EO magasságának (ld. ábra) hossza:

$$EO = 10\sqrt{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{6} \approx 12,25 \text{ cm.}$$

Az EBD_Δ területe:

$$T_{EBD} = \frac{10\sqrt{2} \cdot 5\sqrt{6}}{2} = 50\sqrt{3} \approx 86,60 \text{ cm}^2.$$



b) Az EBD_Δ -nek az $ABCD$ síkra vonatkozó merőleges vetülete az ABD_Δ .

c) Az ABD egyenlő szárú háromszög T területére:

$$T = \frac{BD \cdot AO}{2}.$$

Az OEA derékszögű háromszögben:

$$\cos \alpha = \frac{AO}{EO},$$

ha ezt behelyettesítjük a területképletbe, azt kapjuk, hogy:

$$T = \frac{BD \cdot EO \cdot \cos \alpha}{2} = \frac{BD \cdot EO}{2} \cdot \cos \alpha.$$

Vegyük észre, hogy az EO szakasz az EBD_Δ BD oldalához tartozó magassága, ezért az utolsó egyenlőség jobb oldalán szereplő tört éppen az EBD_Δ területe, tehát

$$T = T_{EBD} \cdot \cos \alpha.$$

d) Az ABD egyenlő szárú derékszögű háromszög területe:

$$T = \frac{AB \cdot AD}{2} = \frac{10 \cdot 10}{2} = 50 \text{ cm}^2.$$

Így felhasználva az a) és c) feladatok eredményeit:

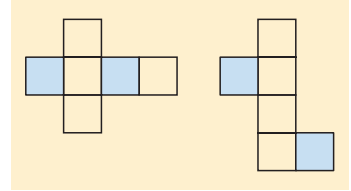
$$T = T_{EBD} \cdot \cos \alpha \Rightarrow 50 = 50\sqrt{3} \cdot \cos \alpha \Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \alpha \approx 54,74^\circ.$$



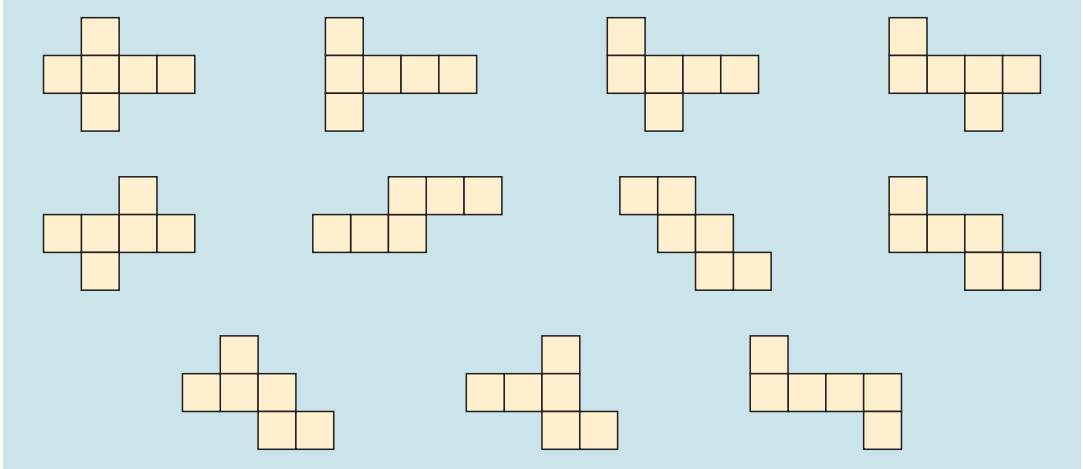
Testek osztályozása, szabályos testek – megoldások

4200 Az alábbi 2 ábra lehet egy kocka síkbeli hálózata. A szemközti lapokat színezéssel jelöltük meg.

- 4201** a) 24;
b) 24;
c) 8.



4202 Összesen 11 különböző síkbeli hálójá van egy kockának.



4203 a) Barnabás maximum 21 darab kockát használhatott fel. Az ábra a tornyot felülnézetben mutatja, az egyes négyzetekbe azt írtuk, hogy ott hány kockát helyezett egymásra.

1	1	1	1
1	3	1	2
1	1	1	1
1	2	1	2

Oldalnézet

Előlnézet

b) Lehetséges, hogy Barnabás a torony megépítéséhez pontosan 10 darab kockát használt fel. Egy ilyen torony felülnézeti képét az ábra mutatja.

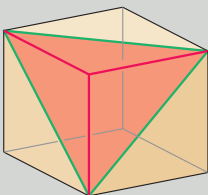
			1
	3		
			1
1	1	1	2

Oldalnézet

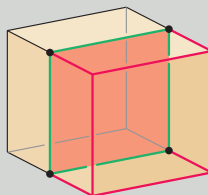
Előlnézet

4204

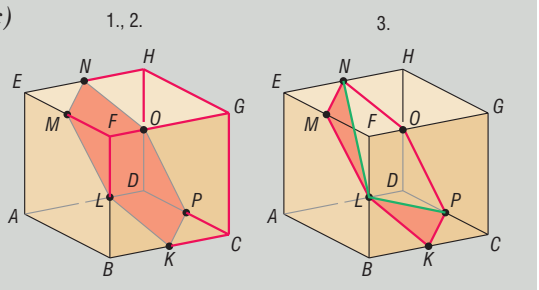
a)



b)



c)





- a) Szabályos háromszögben lehet a kockát metszeni, amint azt az előző ábra mutatja.
 b) A kocka metszhető négyzetben.
 c) A kockát lehet szabályos hatszögben metszeni.

Ennek igazolásához tekintsük az ábra szerinti 6 él felezőpontját, azaz a K, L, M, N, O és P pontokat. Megmutatjuk, hogy a felsorolt pontokat tartalmazó sík szabályos hatszögben metszi a kockát. Ehhez a következőket kell igazolnunk:

1. A hat pont egy síkon fekszik. Ezt közvetlenül igazoltuk a 4197. feladatban.
2. A $KLMNOP$ hatszög minden oldala egyenlő. Ez könnyen belátható, hiszen ha a kocka élét a jelöli, akkor a $KLMNOP$ hatszög minden oldala átfogója egy-egy olyan egyenlő szárú derékszögű háromszögnek, amelynek befogói $\frac{a}{2}$ hosszúságúak. Például a KL szakasz a KLB , az LM szakasz az LMF derékszögű háromszög átfogója. Ebből következik, hogy a $KLMNOP$ hatszög minden oldala $\frac{a\sqrt{2}}{2}$ hosszúságú.
3. A $KLMNOP$ hatszög minden szöge egyenlő. Megmutatjuk, hogy például a K és M csúcsoknál található szögek ugyanakkorák. Ehhez tekintsük az LPK és LMN háromszögeket. Mindkét háromszög egyenlő szárú, szárai egyenlő hosszúak, továbbá $LP = LN$, hiszen mindkét szakasz a kocka két kitérő helyzetű élének felezőpontját köti össze (ld. 4187. feladat). Ebből adódik, hogy a két háromszög egybevágó, ezért megfelelő szögeik is megegyeznek, így a $KLMNOP$ hatszögben a K és M csúcsoknál ugyanakkora szögek vannak.

Ezzel bebizonyítottuk, hogy a $KLMNOP$ hatszög szabályos.

Megjegyzés: A 4235. feladatban egy másik módszert is találhatunk annak igazolására, hogy a hatszög szögei egyenlők.

- d) A kocka szabályos nyolcszögben nem metszhető, mert csak 6 lapja van, így síkmetszeteinek legfeljebb 6 oldala lehet.

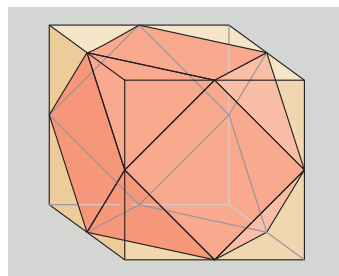
4205 $22,5 \text{ cm.}$

4206 $6\sqrt{3} \approx 10,4 \text{ cm.}$

4207 $\frac{12\sqrt{2}}{2} \approx 8,49 \text{ cm.}$

- 4208 a) A levágott testet egy szabályos háromszög és 3 egyenlő szárú derékszögű háromszög határolja.
 b) A levágott test egy szabályos háromoldalú gúla (tetraéder).
 c) A visszamaradó testnek 7 lapja, 10 csúcsa és 15 éle van.
 d) Mivel $10 + 7 = 15 + 2$, vagyis a csúcsok és lapok számának összege 2-vel nagyobb az élek számánál, ezért az Euler-féle poliédertétel teljesül a visszamaradó testre.
 e) A testet 3 négyzet, egy szabályos háromszög, valamint 3 egybevágó ötszög határolja.

- 4209 a) A visszamaradó test az ábrán látható. A testet 6 négyzet, valamint 8 szabályos háromszög határolja.
 b) A testnek 14 lapja, 12 csúcsa, valamint 24 éle van.
 c) Mivel $12 + 14 = 24 + 2$, vagyis a csúcsok és lapok számának összege 2-vel nagyobb az élek számánál, ezért az Euler-féle poliédertétel teljesül a visszamaradó testre.





4210

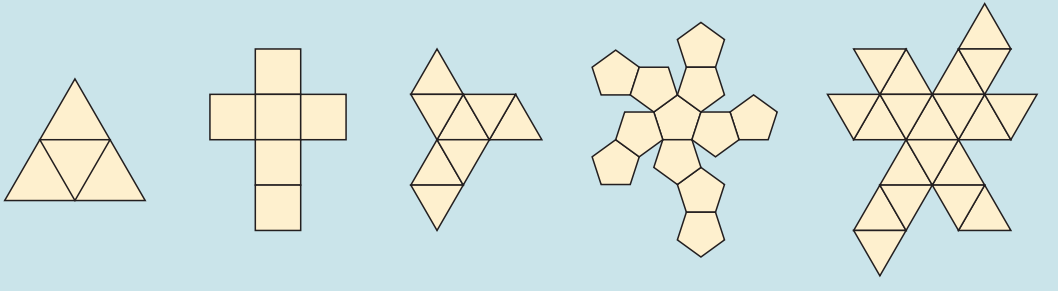
Szabályos tetraéder

Kocka

Oktaéder

Dodekaéder

Ikozaéder



4211

Test neve	Lapok száma	Csúcsok száma	Élek száma
Kocka	6	8	12
Szabályos tetraéder	4	4	6
Oktaéder	8	6	12
Háromszög alapú hasáb	5	6	9
Háromszög alapú gúla	4	4	6
Négyzet alapú hasáb	6	8	12
Négyzet alapú gúla	5	5	8
Ötszög alapú hasáb	7	10	15
Ötszög alapú gúla	6	6	10
Tizenkét szög alapú hasáb	14	24	36
Tizenkét szög alapú gúla	13	13	24

A csúcsok és lapok számának összege minden esetben 2-vel nagyobb az élek számánál.

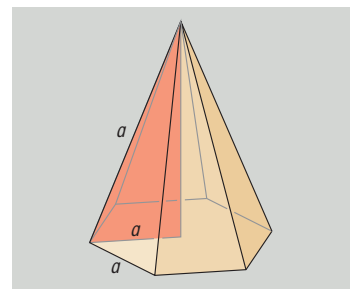
4212 A hasábnak 6 oldalapja van.

4213 A gúlának 12 oldalapja van.

4214 a) $(n - 1) \cdot 720^\circ$; b) $(n - 1) \cdot 360^\circ$.

4215 Ha a szabályos hatoldalú gúla oldalapjai szabályos háromszögek lennének, akkor az ábrán a -val jelölt szakaszok hossza meg egyezne. Ekkor a narancsszínnel jelölt derékszögű háromszög átfogója ugyanakkora lenne, mint az egyik befogója, ami lehetetlen. Ebből következik, hogy a szabályos hatoldalú gúla oldalapjai nem lehetnek szabályos háromszögek.

4216 a) $73,74^\circ$; b) $73,74^\circ$;
c) $118,07^\circ$; d) 60° .



4217 Az alkotó és az alaplapp síkja által bezárt szög α , a kúp nyílásszögét φ jelöli.

a) $\alpha \approx 67,38^\circ$, $\varphi \approx 45,24^\circ$; b) $\alpha \approx 67,38^\circ$, $\varphi \approx 45,24^\circ$; c) $\alpha \approx 53,13^\circ$, $\varphi \approx 73,74^\circ$.

4218 60° .



4219 a) $54,74^\circ$;

b) $75,04^\circ$.

4220 $63,43^\circ$.

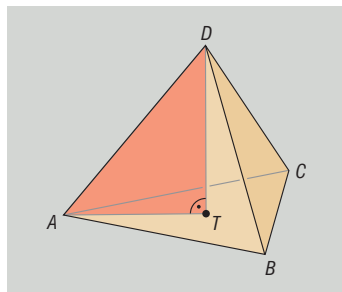
4221 Az $ABCD$ szabályos tetraéder D csúcsából induló magasságának talppontját T -vel jelöltük. Mivel a T pont egyben az ABC_Δ súlypontja is, ezért az AT szakasz az ABC_Δ súlyvonalának $\frac{2}{3}$ -szoros. A szabályos háromszög súlypontja és magasságpontja egybeesik, ezért az ABC szabályos háromszög súlyvonalának hossza megegyezik a magasságának hosszával, így:

$$AT = \frac{2}{3} \cdot \frac{a\sqrt{3}}{2} = \frac{a\sqrt{3}}{3}.$$

Az ADT_Δ derékszögű, hiszen DT merőleges az ABC alaplap síkjára, így merőleges annak minden egyenesére is. Pitagorasz tételéből következik, hogy:

$$DT^2 = AD^2 - AT^2 = a^2 - \left(\frac{a\sqrt{3}}{3}\right)^2 = \frac{2a^2}{3} \Rightarrow DT = a\sqrt{\frac{2}{3}}.$$

Az a élű szabályos tetraéder csúcsa a szemközti laptól $a\sqrt{\frac{2}{3}} = \frac{a\sqrt{6}}{3}$ távolságra van.



4222 Az $ABCD$ szabályos tetraéder ABC és ACD lapjainak hajlásszögét a két lap közös egyenesére (AC) a síkokon belül emelt merőlegesek hajlásszögeként számolhatjuk. Mivel az ABC és ACD háromszögek szabályosak, ezért az AC oldalhoz tartozó magasságaik az AC szakasz Q felezőpontjában metszik egymást. Ebből következik, hogy a két lap hajlásszöge megegyezik a DQB^\star -gel (ld. ábra).

Ha az $ABCD$ tetraéder éleinek hossza a , és a DQB_Δ D -ből induló magasságvonalának talppontja T , akkor a 4221. feladat eredménye alapján:

$$DT = a\sqrt{\frac{2}{3}}.$$

A DQT derékszögű háromszögben:

$$\sin(DQB^\star) = \frac{DT}{DQ} = \frac{a\sqrt{\frac{2}{3}}}{DQ}.$$

A DQ szakasz a magasság az ACD szabályos háromszögben, ezért:

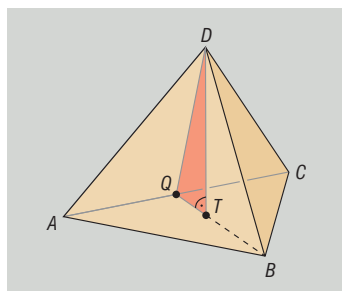
$$DQ = a\frac{\sqrt{3}}{2},$$

amiből következik, hogy:

$$\sin(DQB^\star) = \frac{a\sqrt{\frac{2}{3}}}{a\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{2\sqrt{2}}{3},$$

$$DQB^\star \approx 70,53^\circ.$$

A szabályos tetraéder két szomszédos lapja $70,53^\circ$ -os szöget zár be egymással.





- 4223** Ha az $ABCD$ szabályos tetraéder éleinek hossza a , és a D csúsból induló magasságának talppontja T , akkor az AD él és az ABC alaplap által bezárt szög megegyezik a DAT -szöggel.

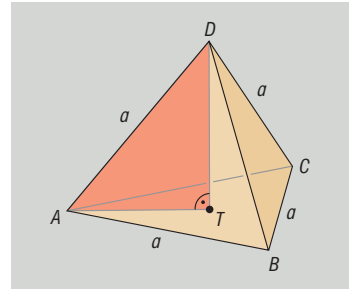
A 4221. feladat eredménye alapján:

$$DT = a\sqrt{\frac{2}{3}},$$

így az ADT derékszögű háromszögben:

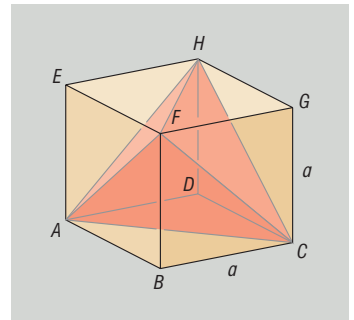
$$\sin(DAT) = \frac{a\sqrt{\frac{2}{3}}}{a} = \sqrt{\frac{2}{3}} \Rightarrow DAT \approx 54,74^\circ.$$

A szabályos tetraéder éle az élt nem tartalmazó lapjával $54,74^\circ$ -os szöget zár be.



- 4224** Az $ABCDEFGH$ kocka két kitérő helyzetű lapátlójának végpontjai egy szabályos tetraéder csúcsai. Példaként tekintsük az A, C, H és F pontokat, és húzzuk meg az ábrán is látható lapátlókat. A kialakuló $ACFH$ tetraéder minden éle a kockának egy-egy lapátlója, ezért a tetraédert négy szabályos háromszög határolja. Ebből következik, hogy az $ACFH$ tetraéder szabályos.

Ha a kocka éle a , akkor a keletkező szabályos tetraéder éleinek hossza: $a\sqrt{2}$.



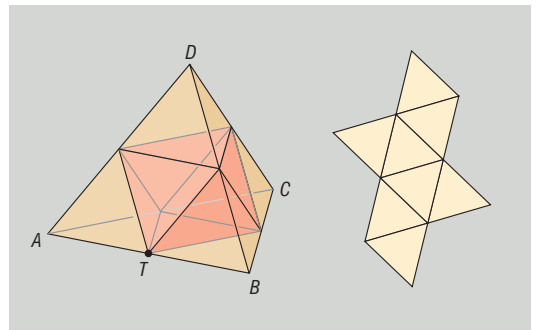
- 4225** A 4224. feladatban megmutattuk, hogy a szabályos tetraéder kockába foglalható (ld. 4224. feladat ábrája). Azt is beláttuk, hogy a szabályos tetraéder éle a tartalmazó kocka élének $\sqrt{2}$ -szöröse, ezért ha a kocka éle x , akkor $x\sqrt{2} = a$, amiből:

$$x = \frac{a\sqrt{2}}{2}.$$

Az a élű szabályos tetraédert tartalmazó kocka éle tehát $\frac{a\sqrt{2}}{2}$.

A 4224. feladat ábráján szereplő szabályos tetraéder AC és FH éle kitérő helyzetűek, távolságuk éppen a kocka élének hosszával egyenlő, azaz $\frac{a\sqrt{2}}{2}$. A tartalmazó kocka AC és FH lapátlója merőlegesen egymásra, ezért a szabályos tetraéder kitérő helyzetű élei is merőlegesen egymásra.

- 4226** a) A tetraéder „csonkolása” után az ábrán látható testet kapjuk. A másik ábra a test síkbeli hálóját mutatja.
- b) A visszamaradó testnek 8 lapja, 6 csúcsa és 12 éle van. Megjegyezzük, hogy egy szabályos oktaéder marad vissza a tetraéderből.
- c) Mivel $8 + 6 = 12 + 2$, ezért a lapok és csúcsok számának összege 2-vel nagyobb az élek számánál, így az Euler-féle poliédertétel teljesül a testre.





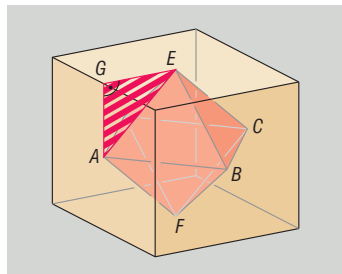
- 4227 a) A keletkező $FABCDE$ test minden éle ugyanakkora hosszúságú, hiszen bármely éle a kocka két szomszédos lapjának középpontját köti össze (ld. ábra). Ha az A és E pontokat tartalmazó lapok közös élének felezőpontja G , akkor az AEG derékszögű háromszögben:

$$AE^2 = AG^2 + EG^2 = 10^2 + 10^2 \Rightarrow AE = 10\sqrt{2} \approx 14,14 \text{ cm.}$$

Az $FABCDE$ test minden éle 14,14 cm hosszúságú.

- b) A testnek 8 lapja, 6 csúcsa és 12 éle van.

- c) Az $FABCDE$ testet szabályos háromszögek határolják. A keletkező test egy szabályos oktaéder.

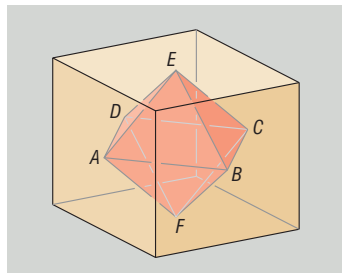


- 4228 Az ábrán látható $FABCDE$ szabályos oktaéderben példaként megvizsgáljuk, hogy az AB él a többi éllel mekkora szöget zár be. A szabályos oktaéder lapjai szabályos háromszögek, így az AB él a következő szakaszokkal 60° -os szöget zár be: AF , BF , AE , BE .

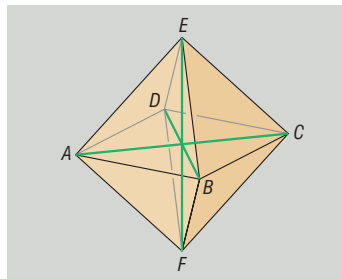
A 4227. feladatban láttuk, hogy a szabályos oktaéder csúcsai egy kocka lapjainak középpontjai (ld. ábra). Ebből adódóan az $ABCD$ négyszög négyzet, ezért az AB él a DC éllel párhuzamos (így azzal 0° -os szöget zár be), továbbá a következő élre merőleges (így azokkal 90° -os szöget zár be): AD , BC .

A hiányzó 4 él (DF , CF , DE , CE) mindegyike kitérő helyzetű az AB éllel. Kitérő egyenesek (szakaszok) hajlásszöge alatt a tér egy tetszőleges pontján átmenő, velük párhuzamos, metsző helyzetű egyenesek hajlásszögét értjük. Vegyük észre, hogy a DC él párhuzamos az AB éllel, ezért az AB és DE élek hajlásszöge megegyezik a DC és DE élek hajlásszögével, ami 60° . Ugyanígy belátható, hogy AB a másik 3 hiányzó éllel is 60° -os szöget zár be.

A szabályos oktaéder két éle tehát a következő szögek valamelyikét zárja be egymással: 0° , 60° és 90° .



- 4229 A szabályos oktaédernek 3 testátlója van, amelyeket az ábrán zölddel jelöltünk meg. Mindegyik testátló egy-egy 10 cm oldalú négyzetnek az átlója (pl. az AC testátló az $ABCD$ négyzet átlója), ezért hosszuk $10\sqrt{2} \approx 14,14$ cm. Bármely két testátlót is választjuk ki, azok biztosan egy négyzet átlói (pl. az AC és BD testátlók az $ABCD$ négyzet átlói), ezért a szabályos oktaéder bármely két testátlója merőleges egymásra.



- 4230 a) Az ábrán látható derékszögű háromszögben:

$$\operatorname{tg} 15^\circ = \frac{m}{5}, \quad \text{amiből} \quad m \approx 1,34 \text{ cm.}$$

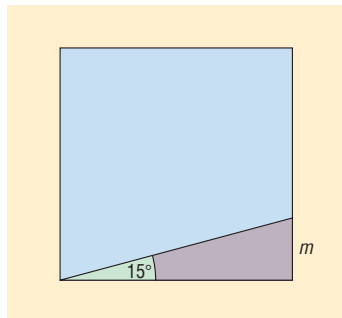
Az ék „magassága” körülbelül 1,34 cm.

- b) A kockát egy téglalapban metszettük el, melynek egyik (az ábrán látható négyzet síkjára merőleges) oldala 5 cm, a másik oldala pedig:

$$\frac{5}{\cos 15^\circ} \approx 5,18 \text{ cm.}$$

A kocka síkmetszetének területe megközelítőleg 25,90 cm².

- c) A kockából egy derékszögű háromszög, illetve egy derékszögű trapéz alapú egyenes hasáb keletkezik. Az ábra a két test alaplapját mutatja.





- 4231 a) Ági a dobótetraéderrel 4, a dobóoktaéderrel 8, a dobódodekaéderrel 12, a dobóikozaéderrel pedig 20 különböző számot dobhat. A 4 testtel összesen $4 \cdot 8 \cdot 12 \cdot 20 = 7680$ -féle dobás végezhető.

A prímszámok 1-től 20-ig: 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19. Ahhoz, hogy mindegyik testtel prímszámot dobjunk, a tetraéderrel 2, az oktaéderrel 4, a dodekaéderrel 5, míg az ikozaéderrel 8 számot dobhatunk. Ezért a prímszámok dobása szempontjából kedvező esetek száma $2 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 8 = 320$, annak a valószínűsége pedig, hogy mindegyik testtel prímszámot dobunk:

$$\frac{320}{7680} \approx 0,0417.$$

- b) Mivel $4 + 8 + 12 + 20 = 44$, ezért a dobott pontok összege az alábbi esetekben lehet legalább 42.

1. A pontok összege 44. Ez csak úgy lehetséges, ha Ági mindegyik testtel a lehető legnagyobb számot dobja. A pontok összege 1 esetben lehet 44.
2. A dobott pontok összege 43. Ekkor Áginak egy kivételével mindegyik testtel a lehető legnagyobb számot kell dobnia, a maradék testtel pedig a legnagyobb számnál 1-gyel kisebbet. Attól függően, hogy melyik testtel nem dob maximális értéket, ez az eset 4-féleképpen következhet be.
3. A dobott pontok összege 42. Ekkor vagy két testtel dob 1-gyel kisebbet, mint a maximális érték, vagy egy testtel dob 2-vel kisebbet a maximumnál, míg a többi testtel a legnagyobb értéket kell dobnia. Az első változat $\binom{4}{2} = 6$ -féleképpen, a második pedig 4-féleképpen következhet be.

A kedvező esetek száma tehát: $1 + 4 + 10 = 15$, annak a valószínűsége pedig, hogy legalább 42 a dobott pontok összege:

$$\frac{15}{7680} \approx 0,00195.$$

- 4232 Az $FABCDE$ szabályos oktaéder ADE és CDE lapjainak hajlásszögét fogjuk kiszámolni. A térben való jobb tájékozódás érdekében az ábrán megjelenítettük azt a kockát is, amelynek középpontjai az oktaéder csúcspontjai. A két lap hajlásszöge megegyezik az ADE , valamint a CDE szabályos háromszögek AT , illetve CT magasságainak hajlásszögével. A keresett szöget például az ACT egyenlő szárú háromszög oldalairól számolhatjuk ki.

Ha az oktaéder minden éle a hosszúságú, akkor az AT , illetve CT magasság: $AT = CT = \frac{a\sqrt{3}}{2}$ (egy-egy a oldalú szabályos

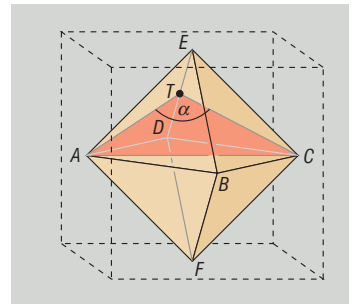
háromszög magasságai), míg $AC = a\sqrt{2}$ (az a oldalú $ABCD$ négyzet átlója). Ha a két szomszédos lap hajlásszögét α -val jelöljük, akkor az ACT_{Δ} -ben a koszinusztétel alapján:

$$\begin{aligned} AC^2 &= AT^2 + CT^2 - 2 \cdot AT \cdot CT \cdot \cos \alpha, \\ 2a^2 &= \frac{3a^2}{4} + \frac{3a^2}{4} - 2 \cdot \frac{a\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{a\sqrt{3}}{2} \cdot \cos \alpha. \end{aligned}$$

Rendezés után:

$$\cos \alpha = -\frac{1}{3}, \quad \text{amiből} \quad \alpha \approx 109,47^\circ.$$

A szabályos oktaéder két szomszédos lapja $109,47^\circ$ -os szöget zár be egymással.





- 4233** a) Az $FABCDE$ szabályos oktaédert, valamint a lapjait „érintő” beírt kockát az ábra mutatja (a D pont takarás miatt nem látható). A szobor magassága megegyezik az FE szakasz hosszával. Mivel FE az $AFCE$ négyzet átlója, a négyzet oldala pedig 1 méter, ezért a szobor magassága:

$$\sqrt{2} \approx 1,41 \text{ m.}$$

- b) Feladatunk a szabályos oktaéderbe írt kocka KL élének kiszámítása. A feltételek alapján K és L az ABE , illetve a BCE szabályos háromszögek középpontja. Az ábrán G -vel jelöltük az AB , H -val pedig a BC szakasz felezőpontját.

Vizsgáljuk meg a GHE_{Δ} -et. Mivel GE és HE magasság egy-egy 1 m oldalú szabályos háromszögben, ezért:

$$GE = HE = \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ (m).}$$

Ebből következik, hogy a GHE_{Δ} egyenlő szárú. A háromszög GH alapja középvonal a szintén egyenlő szárú ACB_{Δ} -ben, ezért:

$$GH = \frac{AC}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ (m),}$$

hiszen AC pedig egy 1 m oldalú négyzet átlója (természetesen az $ABCD$ négyzetről van szó). Végül vegyük alaposan szemügyre a KLE_{Δ} -et. Mivel K az ABE_{Δ} , L pedig a BCE_{Δ} súlypontja, ezért e pontok 2 : 1 arányban osztják a megfelelő háromszögek EG , illetve EH súlyvonalait.

Ebből azonban az is következik, hogy a GHE_{Δ} -et az E középpontú $\frac{2}{3}$ arányú középpontos hasonlóság éppen a KLE_{Δ} viszi át. Az említett középpontos hasonlóság a GH szakaszt a KL szakaszba viszi, ezért:

$$KL = \frac{2}{3} \cdot GH = \frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{\sqrt{2}}{3} \text{ (m).}$$

Az oktaéder belsejében elhelyezett kocka éleinek hossza körülbelül 0,47 m.

- 4234** A jobb térbeli tájékozódás érdekében az $ACHF$ szabályos tetraédert belefoglaltuk az $ABCDEFGH$ kockába az ábrán látható módon (a D pont takarás miatt nem látszik). A tetraéder AF , CF , CH és AH éleinek felezőpontja rendre P , Q , R és S . Megmutatjuk, hogy a $PQRS$ négyszög rombusz, azaz a szabályos tetraéder metszhető rombuszban.

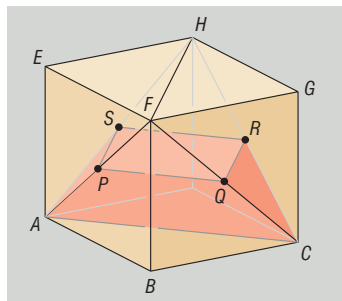
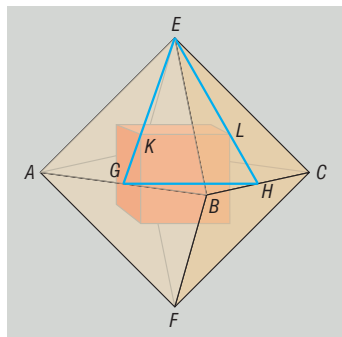
Mivel a PQ szakasz középvonal az ACF_{Δ} -ben, ezért:

$$PQ = \frac{AC}{2}, \quad (1)$$

továbbá PQ párhuzamos AC -vel. Hasonló megfontolással láthatjuk, hogy SR középvonal az ACH_{Δ} -ben, amiből következik, hogy:

$$SR = \frac{AC}{2}, \quad (2)$$

továbbá SR is párhuzamos AC -vel. Összefoglalva: PQ és SR ugyanazzal a szakasszal párhuzamos, amiből következik, hogy PQ és SR egymással is párhuzamos. Másrészt $PQ = SR$, így végül az is következik, hogy a $PQRS$ négyszög paralelogramma.





Ugyanígy belátható, hogy QR középvonal az FHC_{Δ} -ben, amiből következik, hogy:

$$QR = \frac{FH}{2}, \quad (3)$$

illetve PS középvonal az FHA_{Δ} -ben, amiből pedig:

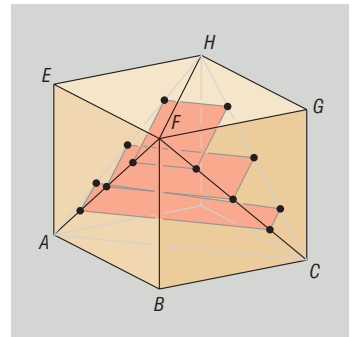
$$PS = \frac{FH}{2}. \quad (4)$$

Az (1), (2), (3) és (4) egyenlőségek alaposabb vizsgálata után megállapíthatjuk, hogy a $PQRS$ négyszög minden oldala az $ABCDEFGH$ kocka valamelyik lapátlójának a felével egyenlő hosszúságú.

Mivel a kockának minden lapátlója ugyanakkora, ezért ugyanez érvényes a $PQRS$ négyszög oldalaira is. Ebből már következik, hogy a $PQRS$ paralelogramma valóban rombusz.

Megjegyzés: A $PQRS$ sík párhuzamos az $ABCDEFGH$ kocka $ABCD$, illetve $EFGH$ lapjaival, továbbá a tetraéder FH és AC élével.

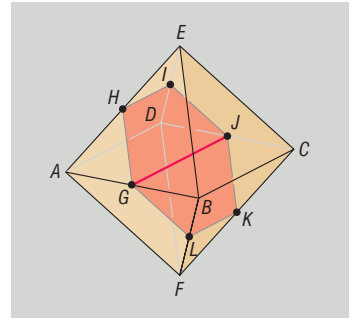
Az alábbi ábra azt mutatja, hogy a szabályos tetraéder egyik élével párhuzamos síkok mind paralelogrammában metszik a tetraédert (amennyiben metszik).



4235 Megmutatjuk, hogy a szabályos oktaédert lehet szabályos hatszögben metszeni.

Jelöljük az $FABCDE$ szabályos oktaéder AB , AE , DE , DC , CF és BF éleinek felezőpontját az ábra szerint a G , H , I , J , K , L pontokkal. A $GHIJKL$ hatszög szabályos. Ennek igazolásához az alábbiakat kell végiggondolnunk.

1. A hat pont egy síkban fekszik. A HI szakasz középvonal az ADE háromszögben, ezért HI és AD párhuzamos egymással. A GJ szakasz középvonal az $ABCD$ négyzetben, ezért GJ szintén párhuzamos AD -vel. Ez azt is jelenti, hogy GJ és HI egyaránt párhuzamos az oktaéder AD élével, amiből következik, hogy HI és GJ párhuzamos egymással. Hasonlóan mutatható meg, hogy GJ és LK szintén párhuzamos egymással. Ekkor azonban a GJ és a HI , valamint a GJ és az LK szakaszok párhuzamosak egymással, ezért végpontjaik, azaz a G , J , H , I , valamint a G , J , L , K pontok egy-egy síkra illeszkednek. E két sík azonban egybeesik egymással, hiszen a szabályos oktaéder, és így a $GHIJKL$ hatszög is középpontosan szimmetrikus a GJ szakasz felezőpontjával, ami csak úgy lehetséges, ha a $GHIJKL$ hatszög csúcsai egy síkban fekszenek.
2. A $GHIJKL$ hatszög oldalai egyenlők. Vegyük észre, hogy a hatszög minden oldala középvonal a szabályos oktaéder egy-egy lapján: például IH középvonal az ADE háromszögben, GH középvonal a BEA háromszögben és így tovább. Ebből adódik, hogy a hatszög minden oldala feleakkora, mint az $FABCDE$ szabályos oktaéder éle, így a hatszög minden oldala egyenlő hosszúságú.



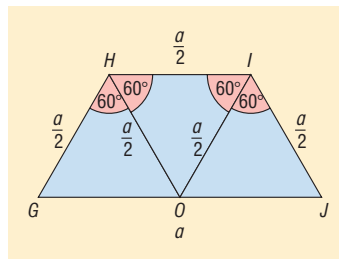


3. A $GHIJKL$ hatszög minden szöge 120° -os. Példaként megmutatjuk ezt a hatszög H és I csúcsainál lévő szögekről. Ha a szabályos oktaéder éleinek hossza a , akkor a $GJIH$ trapéz oldalainak hossza (ld. ábra):

$$HI = IJ = GH = \frac{a}{2}, \quad \text{illetve} \quad GJ = a.$$

Ha a trapéz rövidebb alapjának végpontjait (H és I) összekötjük a hosszabb alap felezőpontjával (az ábrán az O pont), akkor ezzel a trapézt három szabályos háromszögre bonthatjuk fel, amiből következik, hogy a H és I csúcsoknál valóban 120° -os szögek vannak.

Ezzel bebizonyítottuk, hogy a $GHIJKL$ sík a szabályos oktaédert valóban szabályos hatszögben metszi.



- 4236 a) Kössük össze a P pontot az ABC szabályos háromszög csúcsaival, ezzel a háromszöget három kisebb háromszögre, a BCP , CAP , illetve ABP háromszögekre bontottuk. A három keletkező háromszögnek egy-egy oldala éppen a hosszúságú. Vegyük észre még, hogy a PX , PY , PZ szakaszok mindegyike az a hosszúságú oldalhoz tartozó magasság az egyes háromszögekben. Ezek alapján az ABC háromszög területe:

$$T_{ABC} = T_{BCP} + T_{CAP} + T_{ABP},$$

$$T_{ABC} = \frac{a \cdot PX}{2} + \frac{a \cdot PY}{2} + \frac{a \cdot PZ}{2},$$

$$\frac{a \cdot m}{2} = \frac{a}{2} \cdot (PX + PY + PZ),$$

ahol m az ABC háromszög magasságának hosszát jelöli. Egyszerűsítés után azt kapjuk, hogy:

$$PX + PY + PZ = m.$$

Mivel a jobb oldal nem függ a P pont kiválasztásától, ezért bebizonyítottuk, hogy a PX , PY , PZ szakaszok hosszának összege (a P pont helyzetétől függetlenül) az ABC háromszög magasságával egyenlő.

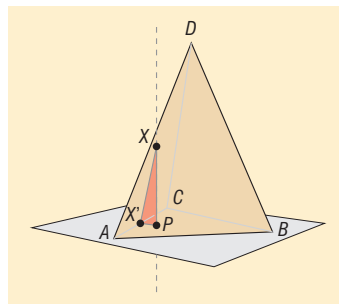
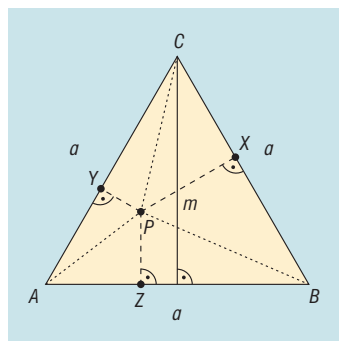
Megjegyzés: A $PX + PY + PZ$ összeget a szabályos háromszög oldalával is kifejezhetjük. Ha a háromszög oldalainak hossza a , akkor:

$$PX + PY + PZ = \frac{a\sqrt{3}}{2}.$$

- b) Az ábra jelöléseinek megfelelően válasszuk ki az $ABCD$ szabályos tetraéder ABC alaplapjának belsejében a P pontot. Tegyük fel, hogy a P pontban az ABC síkra emelt merőleges egyenes az ACD lap síkját az X pontban metszi. Jelöljük X' -vel az X pontnak az ACD szabályos háromszög AC oldalára eső merőleges vetületét (ld. ábra).

Ha a szabályos tetraéder két szomszédos lapjának hajlásszögét α -val jelöljük, akkor az $XX'P$ derékszögű háromszögben $XX'P\hat{=} \alpha$ teljesül. Az $XX'P$ derékszögű háromszögben így:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{PX}{PX'}, \quad \text{amiből} \quad PX = PX' \cdot \operatorname{tg} \alpha.$$





Előző gondolatmenetünkben nem volt lényeges szerepe annak, hogy az X pont az ACD lap síkjára illeszkedik. Ezért hasonló megfontolások után azt kapjuk, hogy ha a P pontban az ABC lap síkjára emelt merőleges egyenes a CBD , illetve ABD síkokkal való metszéspontja Y és Z , továbbá Y' és Z' e két pont merőleges vetülete az ABC háromszög megfelelő oldalára, akkor:

$$PY = PY' \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad \text{és} \quad PZ = PZ' \cdot \operatorname{tg} \alpha.$$

Ebből következik, hogy:

$$PX + PY + PZ = \operatorname{tg} \alpha \cdot (PX' + PY' + PZ').$$

Mivel a P pont az ABC szabályos háromszög belsejében fekszik, továbbá a PX' , PY' és a PZ' szakaszok merőlegesek a háromszög egy-egy oldalára, ezért az a) feladat eredményét felhasználva:

$$PX' + PY' + PZ' = m,$$

ahol m az ABC háromszög magassága. Összefoglalva:

$$PX + PY + PZ = m \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

így az összeg valóban független a P pont helyzetétől.

Megjegyzés: A $PX + PY + PZ$ összeget a szabályos tetraéder élével is kifejezhetjük. Ha a tetraéder minden élének hossza a , akkor az ABC háromszög magassága:

$$m = \frac{a\sqrt{3}}{2}.$$

A szabályos tetraéder két szomszédos lapjának α hajlásszögére:

$$\operatorname{tg} \alpha = 2\sqrt{2}$$

(ez egyszerűen következik a 4222. feladat eredményeiből).

Ebből következően:

$$PX + PY + PZ = a\sqrt{6}.$$

A terület fogalma, a sokszögek területe – megoldások

4237 a) 2200 cm^2 ; b) 2025 cm^2 ; c) 1450 cm^2 ; d) 6800 cm^2 .

4238 a) 54 cm^2 ; b) $6,16 \text{ cm}^2$; c) $39,92 \text{ cm}^2$; d) 630 cm^2 .

e) A beírt kör oldalakkal való érintési pontját rendre E , F , illetve G jelöli (ld. ábra). Mivel a kör egy külső pontjából a körhöz ugyanakkora érintőszakaszok húzhatók, ezért:

$$BE = BF = x, \quad CF = CG = 13 - x, \quad AE = AG = 2.$$

Az ABC derékszögű háromszög befogóira teljesül:

$$AB = x + 2, \quad AC = 15 - x,$$

ezért Pitagorasz tétele alapján:

$$(x + 2)^2 + (15 - x)^2 = 13^2.$$

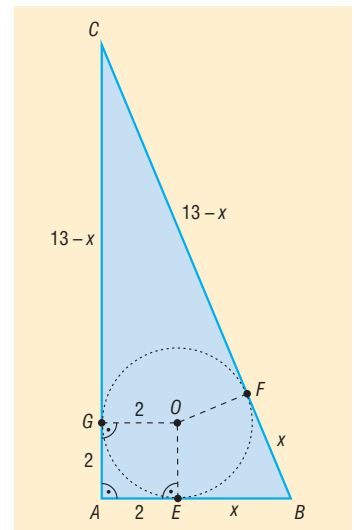
A műveletek elvégzése után:

$$2x^2 - 26x + 60 = 0,$$

$$x^2 - 13x + 30 = 0.$$

A kapott egyenlet megoldásai: $x_1 = 3$ és $x_2 = 10$. A háromszög befogói: $AB = 5 \text{ cm}$ és $AC = 12 \text{ cm}$ (vagy fordítva).

A háromszög területe: 30 cm^2 .





4239 8 cm.

4240 a) 4 cm; b) 2,8 cm.

4241 A téglalap területe nagyobb. Ha a paralelogramma két szomszédos oldala a és b , az általuk bezárt szög α , akkor területe $T = a \cdot b \cdot \sin \alpha$. Rögzített oldalak mellett a terület akkor maximális, ha $\alpha = 90^\circ$.

4242 a) A terület 21 cm^2 . A paralelogramma magasságainak hossza 3 cm, illetve 7 cm.

b) $T = 4,44 \text{ cm}^2$. A magasságok: 1,85 cm és 1,2 cm.

c) $T \approx 176,67 \text{ cm}^2$. A magasságok hossza: 14,72 cm és 10,39 cm.

d) $T \approx 38,07 \text{ cm}^2$. A magasságok hossza: 4,59 cm és 6,80 cm.

4243 a) $T = 10,5 \text{ cm}^2$. A paralelogramma minden oldala 3,81 cm hosszú. A magasságok hossza: 2,76 cm.

b) $T \approx 3,09 \text{ cm}^2$. Az oldalak hossza: 1,24 cm és 2,78 cm. A magasságok hossza: 2,49 cm és 1,11 cm.

c) $T \approx 18,13 \text{ cm}^2$. Az oldalak hossza: 3,71 cm és 5,54 cm. A magasságok hossza: 4,89 cm és 3,27 cm.

4244 a) 90° ; b) 30° ; c) $31,86^\circ$; d) $60,81^\circ$.

4245 $6\sqrt{3} \approx 10,39 \text{ cm}^2$.

4246 A trapéz területe: 36 cm^2 .

4247 A trapéz területe: 35 cm^2 .

4248 a) A szabályos hatszög területe: $216\sqrt{3} \approx 374,1 \text{ cm}^2$.

b) A szabályos nyolcszög területe: $8 \cdot \frac{12 \cdot \frac{6}{\text{tg } 22,5^\circ}}{2} \approx 695,3 \text{ cm}^2$.

c) A szabályos tízsög területe: $10 \cdot \frac{12 \cdot \frac{6}{\text{tg } 18^\circ}}{2} \approx 1108,0 \text{ cm}^2$.

4249 Az ötszög területe körülbelül $65,71 \text{ cm}^2$.

4250 a) A hétszög területe körülbelül $30,34 \text{ cm}^2$.

b) A hétszög területe $24,63 \text{ cm}^2$.

4251 A két síkidom területének aránya: $\frac{3}{\text{tg } 15^\circ} \approx 11,20$.

4252 Ha a nagy adag ára 1400 Ft, akkor a kis adagot legfeljebb $1400 \cdot \frac{1}{1,2^2} \approx 972,22$ Ft-ért érdemes megrendelni. A kis adag túrós csusza megér 950 Ft-ot.

4253 A családi ház kicsinyített képének területe:

$$110 \cdot \left(\frac{1}{40}\right)^2 = 0,06875 \text{ m}^2, \text{ azaz } 68750 \text{ mm}^2.$$

Az A4-es lap területe:

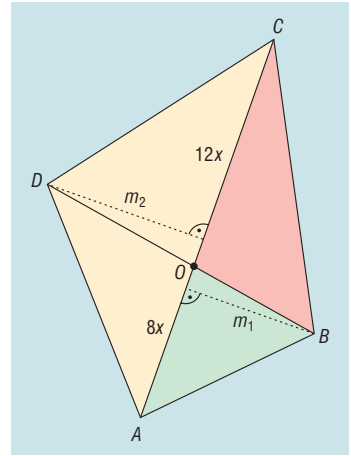
$$210 \cdot 297 = 62\,370 \text{ mm}^2.$$

A tervrajz nem fér el az A4-es lapon.



- 4254** Az ábra jelöléseinek megfelelően: az $ABCD$ négyszög átlói az O pontban metszik egymást, továbbá $T_{AOB} = 8 \text{ cm}^2$ és $T_{COB} = 12 \text{ cm}^2$. Mivel az AOB és COB háromszögekben az AO , illetve a CO alaphoz ugyanakkora magasság tartozik (az ábrán m_1), ezért a két háromszög területének aránya megegyezik az AO és CO oldalak arányával, így $AO = 8x$ és $CO = 12x$ alakban felírható. Vegyük észre, hogy az AOD és COD háromszögekben szintén ugyanakkora magasság tartozik az AO , illetve CO oldalakhoz (az ábrán m_2), ezért a két háromszög területének arányára teljesül, hogy

$$\frac{T_{AOD}}{T_{COD}} = \frac{\frac{8x \cdot m_2}{2}}{\frac{12x \cdot m_2}{2}} = \frac{2}{3}.$$



Mivel a két háromszög területének összege 30 cm^2 , ezért $T_{AOD} = 12 \text{ cm}^2$ és $T_{COD} = 18 \text{ cm}^2$. Az átlók berajzolása után keletkező másik két háromszög területe 12 cm^2 , illetve 18 cm^2 .

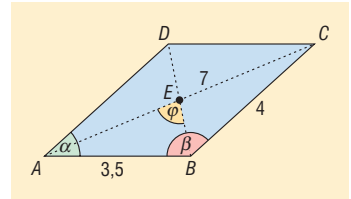
- 4255** a) Az erdő kicsinyített képe az $ABCD$ paralelogramma, amelyben $AB = 3,5 \text{ cm}$, $BC = 4 \text{ cm}$ és $AC = 7 \text{ cm}$. Az ABC háromszögben a koszinusztétel alapján:

$$AC^2 = AB^2 + BC^2 - 2 \cdot AB \cdot BC \cdot \cos \beta,$$

$$7^2 = 3,5^2 + 4^2 - 2 \cdot 3,5 \cdot 4 \cdot \cos \beta,$$

$$\cos \beta \approx -0,7411,$$

$$\beta \approx 137,83^\circ.$$



Az $ABCD$ paralelogramma területe:

$$T = AB \cdot BC \cdot \sin \beta \approx 9,40 \text{ cm}^2.$$

Mivel az erdő az $ABCD$ paralelogramma 40 000-szeresére nagyított képe, ezért az erdő területe:

$$T \approx 40\,000^2 \cdot 9,40 = 1,504 \cdot 10^{10} \text{ cm}^2, \text{ ami } 150,4 \text{ ha.}$$

Megjegyzés: Az ABC háromszög területe Heron képletével is számolható.

- b) Az $ABCD$ paralelogramma A csúcsánál lévő szögére:

$$\alpha = 180^\circ - \beta \approx 42,17^\circ.$$

Az ABD háromszögben koszinusztétel segítségével kapjuk, hogy:

$$BD \approx 2,74 \text{ cm.}$$

Az erdőt átszelő megfelelő turistaút hossza:

$$40\,000 \cdot 2,74 \cdot 10^{-5} \text{ km} \approx 1,1 \text{ km.}$$

- c) Ha az $ABCD$ paralelogramma átlóinak hajlásszögét φ jelöli, akkor a paralelogramma területére:

$$9,40 = \frac{AC \cdot BD \cdot \sin \varphi}{2},$$

$$\sin \varphi \approx 0,9802,$$

$$\varphi \approx 78,58^\circ.$$

Az erdőben kijelölt turistautak $78,58^\circ$ -os szögben metszik egymást.



- 4256 a) Ha az $ABCD$ téglalap oldalai $AB = a$, $BC = b$, akkor az SRD derékszögű háromszög területe:

$$T_{SRD} = \frac{\left(\frac{1}{2}a\right) \cdot \left(\frac{1}{4}b\right)}{2} = \frac{1}{16}ab.$$

Ehhez hasonlóan:

$$T_{RQC} = \frac{\left(\frac{1}{2}a\right) \cdot \left(\frac{2}{5}b\right)}{2} = \frac{1}{10}ab,$$

$$T_{PQB} = \frac{\left(\frac{1}{4}a\right) \cdot \left(\frac{3}{5}b\right)}{2} = \frac{3}{40}ab, \quad T_{PSA} = \frac{\left(\frac{3}{4}a\right) \cdot \left(\frac{3}{4}b\right)}{2} = \frac{9}{32}ab.$$

A derékszögű háromszögek területének összege:

$$\frac{1}{16}ab + \frac{1}{10}ab + \frac{3}{40}ab + \frac{9}{32}ab = \frac{10 + 16 + 12 + 45}{160}ab = \frac{83}{160}ab.$$

A $PQRS$ négyszög területe:

$$\begin{aligned} T_{PQRS} &= T_{ABCD} - (T_{SRD} + T_{RQC} + T_{PQB} + T_{PSA}) = \\ &= ab - \frac{83}{160}ab = \frac{77}{160}ab = \frac{77}{160}T_{ABCD}. \end{aligned}$$

A $PQRS$ négyszög területe az $ABCD$ téglalap területének 48,125%-a.

- b) A PS és QR szakaszok nem párhuzamosak egymással. Mivel:

$$\frac{AP}{AB} = \frac{AS}{AD} = \frac{3}{4},$$

ezért a PSA és BDA derékszögű háromszögek befogóinak aránya megegyezik, így a két háromszög hasonló, amiből következik, hogy PS párhuzamos a BD átlóval.

Másrészt:

$$\frac{CR}{CD} = \frac{1}{2}, \quad \text{illetve} \quad \frac{CQ}{CB} = \frac{2}{5},$$

ezért:

$$\frac{CR}{CD} \neq \frac{CQ}{CB}.$$

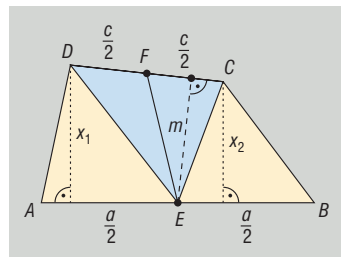
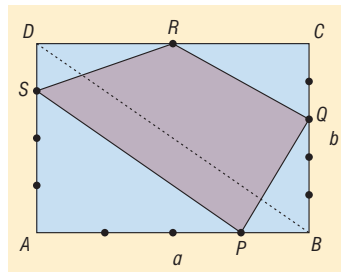
Ebből következik, hogy QR nem párhuzamos BD -vel, így persze PS -sel sem.

- 4257 Tekintsünk egy olyan $ABCD$ négyszöget, amelynek területét az EF középvonala megfelelzi (ld. ábra), azaz:

$$T_{AEFD} = T_{EBCF}. \quad (1)$$

Mivel az F pont felezi a CD oldalt, ezért a DFE_{\triangle} és a CFE_{\triangle} egy-egy oldala ugyanakkora, továbbá megegyezik az ezekhez az oldalakhoz tartozó magasságuk is (az ábrán az m -mel jelölt szakasz). Ebből következik, hogy a két háromszög területe egyenlő, azaz:

$$T_{DFE} = T_{CFE}. \quad (2)$$





Az (1) és (2) egyenlőségek megfelelő oldalainak különbsége alapján:

$$T_{AEFD} - T_{DFE} = T_{EBCF} - T_{CFE},$$

$$T_{AED} = T_{EBC}.$$

Vegyük észre, hogy az AED és az EBC háromszögekben $AE = EB$, ezért területük csak úgy egyezhet meg, ha az ugyanakkora oldalaihoz tartozó magasságuk is egyenlő, vagyis $x_1 = x_2$). Ekkor viszont a D és C pontok ugyanakkora távolságra vannak az AB egyenestől, amiből következik, hogy DC és AB párhuzamosak. Ez azt jelenti, hogy az $ABCD$ négyszög trapéz.

4258 Az $ABCD$ húrtrapézba írható kör a trapéz AB alapját az F , CD alapját az E felezőpontban érinti.

A körhöz egy külső pontjából húzott érintőszakaszai egyenlő hosszúak, ezért:

$$AG = AF = 13,5 \text{ cm} \quad \text{és} \quad DG = DE = 6 \text{ cm}.$$

Ebből következik, hogy:

$$AD = AG + DG = 19,5 \text{ cm}.$$

Az ATD derékszögű háromszög AT befogójának hossza:

$$AT = \frac{27 - 12}{2} = 7,5 \text{ cm}.$$

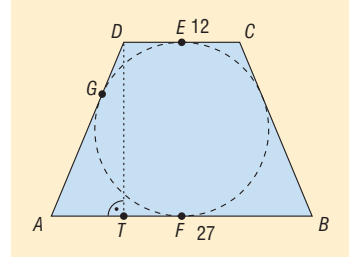
Pitagorasz tétele alapján:

$$DT^2 = AD^2 - AT^2 \Rightarrow DT = \sqrt{19,5^2 - 7,5^2} \Rightarrow DT = 18 \text{ cm}.$$

A trapéz területe:

$$T = \frac{27 + 12}{2} \cdot 18 = 351 \text{ cm}^2.$$

Mivel DT ugyanakkora, mint EF , azaz a kör átmérője, ezért a trapézba írható kör sugara 9 cm.



4259 Vizsgáljuk meg először Csilla javaslatát. A ház sarkait jelöljük az ábrának megfelelően a D , E , F és G pontokkal, a $DEFG$ négyzet oldalát pedig y -nal. Mivel az ABC_{\triangle} és a GFC_{\triangle} szögei páronként megegyeznek (a derékszög közös, további megfelelő szögeik egyállású szögek), ezért a két háromszög hasonló. Ha az ABC_{\triangle} átfogójához tartozó CT magasságának hosszát m jelöli, továbbá CT a GF szakaszt a P pontban metszi, akkor a háromszögekben az egymásnak megfelelő szakaszok arányára:

$$\frac{AB}{GF} = \frac{CT}{CP}, \quad \text{azaz} \quad \frac{AB}{y} = \frac{m}{m - y}.$$

Az egyenlőségből y értékét kifejezve:

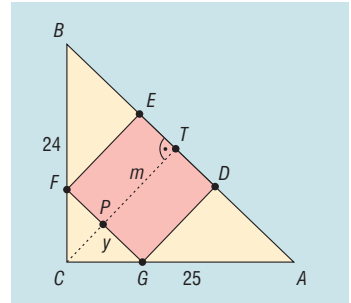
$$y = \frac{m \cdot AB}{m + AB}.$$

Az ABC_{\triangle} átfogója:

$$AB = \sqrt{24^2 + 25^2} = \sqrt{1201} \approx 34,66 \text{ cm}.$$

A háromszög területét kétféleképpen felírva:

$$\frac{AB \cdot m}{2} = \frac{AC \cdot CB}{2} \Rightarrow m = \frac{24 \cdot 25}{\sqrt{1201}} \approx 17,31 \text{ m}.$$





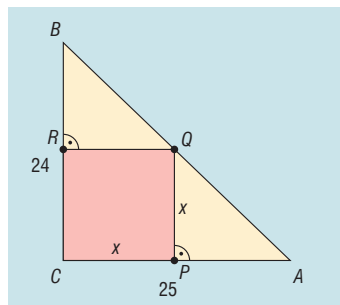
Ebből következően:

$$y = \frac{\frac{600}{\sqrt{1201}} \cdot \sqrt{1201}}{\frac{600}{\sqrt{1201}} + \sqrt{1201}} = \frac{600\sqrt{1201}}{1801},$$

$$y \approx 11,55 \text{ m.}$$

Nézzük most Csaba javaslatát. Ha a ház C -től különböző sarkait az ábrának megfelelően a P, Q, R pontokkal, a $PQRC$ négyzet oldalait pedig x -szel jelöljük, akkor az ABC_{Δ} hasonló az AQP_{Δ} -höz, ezért:

$$\begin{aligned} \frac{AC}{AP} &= \frac{CB}{PQ}, \\ \frac{25}{25-x} &= \frac{24}{x}, \\ x &= \frac{24 \cdot 25}{49} \approx 12,24 \text{ m.} \end{aligned}$$



Látható, hogy Csaba terve alapján építenének nagyobb alapterületű házat.

4260 a) A 4257. feladat eredménye alapján, ha az $ABCD$ négyszög területét az AB és CD oldalt összekötő középvonala megfelel, akkor a négyszög trapéz, amelynek alapjai AB és CD . A feltételek szerint azonban a négyszög területét a BC és DA oldalakat összekötő középvonala is megfelel, ezért BC és DA szintén párhuzamosak. Ezek alapján az örökölt telek szemközti oldalai párhuzamosak, azaz a telek paralelogramma alakú.

b) A paralelogramma átlója két egybevágó háromszögre bontja a paralelogrammát, ezért András és Béla külön-külön akkora területű részt örökölt, mint amekkora a megadott oldalak által határolt háromszög területe. A háromszög területét pl. Heron képletével számolhatjuk. Mivel:

$$s = \frac{18 + 15 + 22,4}{2} = 27,7 \text{ m,}$$

ezért a terület:

$$T = \sqrt{27,7 \cdot (27,7 - 18) \cdot (27,7 - 15) \cdot (27,7 - 22,4)} \approx 134,48 \text{ m}^2.$$

András és Béla külön-külön körülbelül $134,48 \text{ m}^2$ területű telekrészt örökölték.

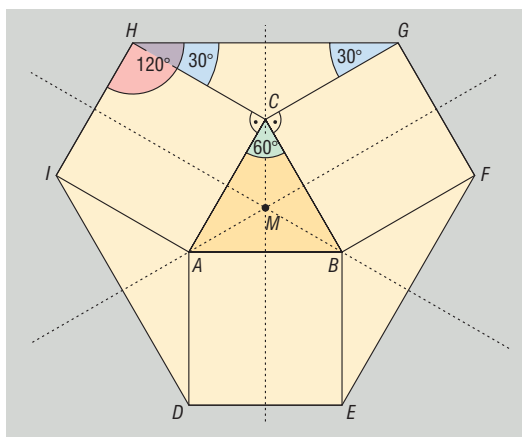
4261 a) Az ABC szabályos háromszög C csúcsánál 60° -os, a C csúcshoz illeszkedő négyzeteken „belül” 90° -os szögek vannak (ld. ábra). Ebből következik, hogy:

$$\angle HCG = 360^\circ - (90^\circ + 90^\circ + 60^\circ) = 120^\circ.$$

Mivel a HCG_{Δ} egyenlő szárú (mivel CH és CG ugyanakkorák, mint a szabályos háromszög oldalai), ezért a HG alapon 30° -os szögek vannak, amiből következik, hogy:

$$\angle IHG = 90^\circ + 30^\circ = 120^\circ.$$

Ugyanez a hatszög többi szögére is bizonyítható, tehát a $DEFGHI$ hatszög minden szöge 120° -os.





- b) A $DEFGHI$ hatszög tengelyesen szimmetrikus az ABC_{Δ} magasságvonalaira, továbbá forgás-szimmetriát mutat az ABC_{Δ} magasságpontja körüli, $k \cdot 120^{\circ}$ -os forgatásokra nézve ($k \in \mathbb{Z}$).
- c) A $DEFGHI$ hatszög területe a következő síkidomok területének összege: az ABC szabályos háromszög, három darab 10 cm oldalú négyzet, valamint három darab egyenlő szárú egybevágó háromszög (GHC_{Δ} , IDA_{Δ} és EFB_{Δ}). Az ABC szabályos háromszög területe:

$$T_1 = \frac{10 \cdot \left(10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}\right)}{2} = 25\sqrt{3} \approx 43,30 \text{ cm}^2.$$

A háromszög oldalaira rajzolt három négyzet területének összege:

$$T_2 = 3 \cdot 10^2 = 300 \text{ cm}^2.$$

A GHC_{Δ} területe:

$$T_{GHC} = \frac{10 \cdot 10 \cdot \sin 120^{\circ}}{2} = 25\sqrt{3} \approx 43,30 \text{ cm}^2.$$

Az ABC_{Δ} csúcsaihoz illeszkedő három egybevágó háromszög területének összege:

$$T_3 = 3 \cdot T_{GHC} = 75\sqrt{3} \approx 129,90 \text{ cm}^2.$$

A $DEFGHI$ hatszög területe:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 = 100\sqrt{3} + 300 \approx 473,21 \text{ cm}^2.$$

Megjegyzések:

1. Ha az utolsó számításnál a korábbi közelítő értékeket adjuk össze, és nem csak a legvégén végezzük el a kerekítést, akkor $473,20 \text{ cm}^2$ -t kapunk eredményként.
2. Vegyük észre, hogy az ABC_{Δ} és GHC_{Δ} területe megegyezik. Ez persze nyilvánvaló, ha figyelembe vesszük, hogy két-két oldaluk megegyezik, továbbá az egyenlő oldalak által bezárt szögek (60° és 120°) szinusza szintén megegyezik.

- d) A GEI_{Δ} szabályos. Ahhoz, hogy ezt belássuk, vizsgáljuk meg a GIH , IED , EGF háromszögeket.

A háromszögekben két-két oldal, valamint az általuk közrefogott szögek egyenlők. Ebből következik, hogy az ábrán megjelölt háromszögek egybevágók, ami mutatja, hogy a GEI_{Δ} oldalai egyenlők, azaz valóban szabályos háromszög.

A GEI_{Δ} oldalának hosszát a GIH_{Δ} -ból számíthatjuk ki. Ehhez szükségünk van a GH oldal hosszára is.

A GHC_{Δ} -ból koszinusztétellel számolva:

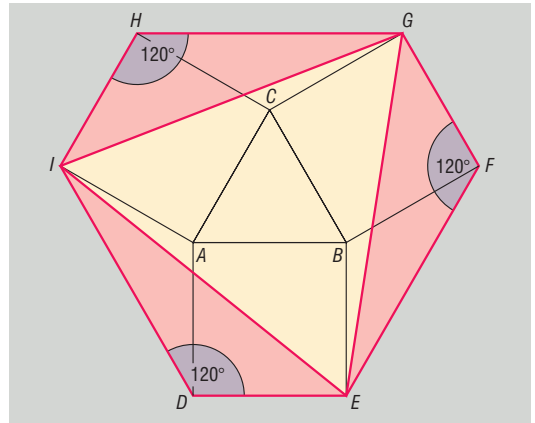
$$GH^2 = 10^2 + 10^2 - 2 \cdot 10 \cdot 10 \cdot \cos 120^{\circ} \Rightarrow GH = \sqrt{300} = 10\sqrt{3} \approx 17,32 \text{ cm}.$$

Alkalmazva a koszinusztételt, ezúttal a GIH_{Δ} -re:

$$GI^2 = 10^2 + (10\sqrt{3})^2 - 2 \cdot 10 \cdot (10\sqrt{3}) \cdot \cos 120^{\circ} \Rightarrow GI = 10\sqrt{4 + \sqrt{3}} \approx 23,94 \text{ cm}.$$

Végül a GEI szabályos háromszög területe:

$$T_{GEI} = \frac{(10\sqrt{4 + \sqrt{3}})^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{2} = (100 + 25\sqrt{3}) \cdot \sqrt{3} \approx 248,21 \text{ cm}^2.$$





4262 Az ábra jelölései alapján:

$$\angle AOB = \frac{360^\circ}{8} = 45^\circ,$$

ezért az ABO egyenlő szárú háromszög OT magassága $22,5^\circ$ -os szöget zár be az OA szárral. Mivel az ADC_Δ és az AOT_Δ hasonló, ezért $\angle ADC = \angle AOT = 22,5^\circ$, így:

$$\tan 22,5^\circ = \frac{AC}{CD},$$

$$AC = 5 \cdot \tan 22,5^\circ \approx 2,07 \text{ cm.}$$

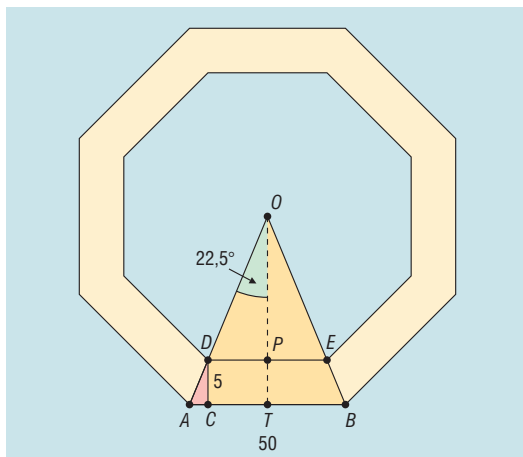
A képeret belső oldala:

$$DE = AB - 2 \cdot AC \approx 45,86 \text{ cm.}$$

A keretbe elhelyezhető vászon területe:

$$T = 8 \cdot T_{DEO} = 8 \cdot \frac{DE \cdot OP}{2} \approx 8 \cdot \frac{45,86 \cdot \frac{45,86}{2 \cdot \tan 22,5^\circ}}{2} \approx 10154,86 \text{ cm}^2.$$

A számolások elvégzése után azt kapjuk, hogy a vászon területe körülbelül $1,02 \text{ m}^2$.



4263 Az $ABCDEF$ szabályos hatszög O középpontját tükrözzük az oldalefelező pontokra, így az ábra szerinti $KLMNPQ$ szabályos hatszöget kapjuk. Ha az AB oldal felezőpontja G , akkor OG az ABO szabályos háromszög magassága, ezért:

$$OG = 8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 4\sqrt{3} \approx 6,93 \text{ cm.}$$

A tükrözés miatt G az OK szakasz felezőpontja, amiből:

$$OK = 8\sqrt{3} \approx 13,86 \text{ cm.}$$

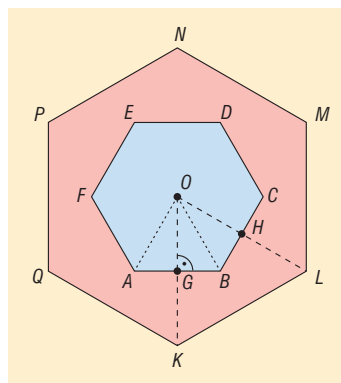
Az OKL háromszög szintén szabályos, ezért a $KLMNPQ$ hatszög oldalainak hossza:

$$8\sqrt{3} \approx 13,86 \text{ cm.}$$

Végül a $KLMNPQ$ hatszög területe:

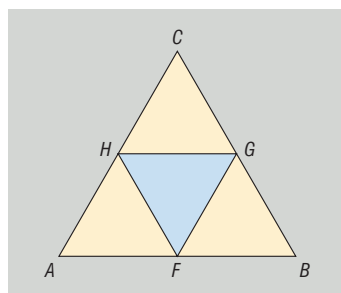
$$T = 6 \cdot \frac{(8\sqrt{3}) \cdot (8\sqrt{3}) \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{2} = 288\sqrt{3} \approx 498,83 \text{ cm}^2.$$

A keletkező hatszög területe körülbelül $498,83 \text{ cm}^2$.



4264 a) A háromszög középvonalai a háromszöget négy egybevágó háromszögre bontják (ld. ábra), ezért ha az oldalefelező pontok F , G és H , akkor:

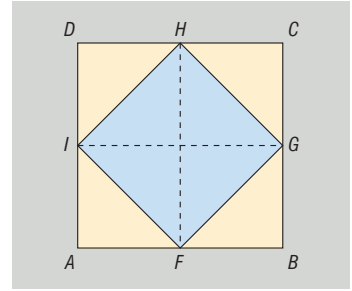
$$\frac{T_{ABC}}{T_{FGH}} = 4.$$





b) Ha az $ABCD$ négyzet oldalfelező pontjai F, G, H és I , akkor:

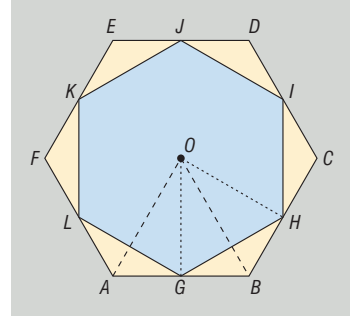
$$\frac{T_{ABCD}}{T_{FGHI}} = 2.$$



c) Ha az $ABCDEF$ szabályos hatszög oldala a , akkor a hatszög területe:

$$T_{ABCDEF} = 6 \cdot \frac{a^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{2} = \frac{3\sqrt{3}}{2} \cdot a^2.$$

A hatszög oldalfelező pontjai által közrefogott $GHIJKL$ hatszög szintén szabályos, és O középpontja egybeesik az $ABCDEF$ hatszög középpontjával. Mivel az OGH_{Δ} is szabályos, ezért a $GHIJKL$ hatszög minden oldala ugyanakkora, mint OG .



Az OG szakasz magasság az ABO szabályos háromszögben, ezért:

$$OG = \frac{a\sqrt{3}}{2}.$$

A $GHIJKL$ hatszög területe:

$$T_{GHIJKL} = 6 \cdot \frac{\left(\frac{a\sqrt{3}}{2}\right)^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{2} = \frac{9\sqrt{3}}{8} \cdot a^2.$$

A két hatszög területének aránya:

$$\frac{T_{ABCDEF}}{T_{GHIJKL}} = \frac{\frac{3\sqrt{3}}{2} \cdot a^2}{\frac{9\sqrt{3}}{8} \cdot a^2} = \frac{4}{3}.$$

d) Az $ABCDEFGH$ szabályos nyolcszög oldalfelező pontjai a $JKLMNO$ szintén szabályos nyolcszöget fogják közre, ezért ha a nyolcszögek közös középpontja T , akkor a JKT és az ABT háromszögek hasonlók egymáshoz (ld. ábra). Ebből adódóan:

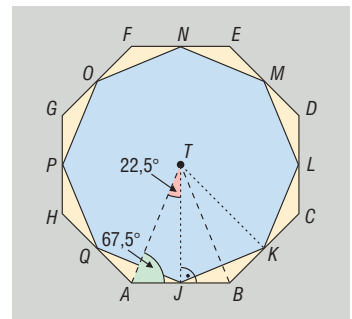
$$\frac{JK}{AB} = \frac{JT}{AT}.$$

Az ATJ derékszögű háromszögből:

$$\sin 67,5^\circ = \frac{JT}{AT}.$$

Visszahelyettesítve az első egyenlőségbe:

$$\frac{JK}{AB} = \sin 67,5^\circ.$$





Ezt úgy is megfogalmazhatjuk, hogy az $ABCDEFGH$ nyolcszöget egy $\lambda = \sin 67,5^\circ$ arányú hasonlósági transzformáció viszi át a $JKLMNO PQ$ nyolcszögbe. Mivel hasonló síkidomok területének aránya a hasonlóság arányának négyzete, ezért:

$$\frac{T_{JKLMNO PQ}}{T_{ABCDEFGH}} = \sin^2 67,5^\circ,$$

azaz

$$\frac{T_{ABCDEFGH}}{T_{JKLMNO PQ}} = \frac{1}{\sin^2 67,5^\circ} \approx 1,17.$$

- e) A sorozat tagjait a_n jelöli. A d) feladat levezetéséből láthatjuk, hogy a két sokszög hasonló egymáshoz, a hasonlóság arányát ugyanúgy számolhatjuk ki, mint ahogy a nyolcszög esetében tettük.

A sokszögek közös középpontjánál kialakuló szög ebben az esetben nem $22,5^\circ$, hanem $\frac{180^\circ}{n}$, a hasonlóság (amelyik az eredeti sokszöget a középpontok által közrefogott sokszögbe viszi át) aránya pedig $\sin\left(90^\circ - \frac{180^\circ}{n}\right)$, ezért:

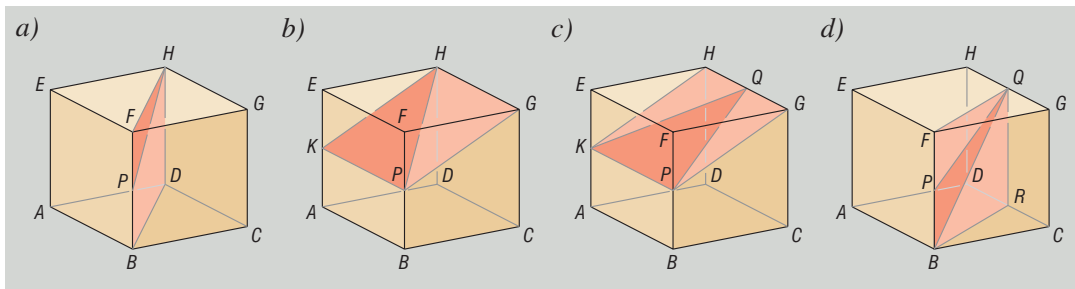
$$a_n = \frac{1}{\sin^2\left(90^\circ - \frac{180^\circ}{n}\right)} = \frac{1}{\cos^2\left(\frac{180^\circ}{n}\right)}.$$

Ha n tart végtelenbe, akkor $\frac{180^\circ}{n} \rightarrow 0^\circ$, a koszinuszfüggvény folytonossága miatt pedig:

$$\cos\left(\frac{180^\circ}{n}\right) \rightarrow 1.$$

Az a_n sorozat határértéke 1.

4265



- a) A síkmetszet a $BFHD$ téglalap. A téglalap FH oldala a kocka egyik lapátlója, ezért:

$$FH = 5\sqrt{2} \approx 7,07 \text{ cm},$$

így a síkmetszet területe körülbelül $35,35 \text{ cm}^2$.

- b) A síkmetszet a $PKHG$ téglalap. A téglalap GP oldala a GPF derékszögű háromszögből:

$$GP = \sqrt{5^2 + 2,5^2} \approx 5,59 \text{ cm},$$

így a síkmetszet területe körülbelül $27,95 \text{ cm}^2$.

- c) A síkmetszet ezúttal is a $PKHG$ téglalap, amelynek területe körülbelül $27,95 \text{ cm}^2$.

- d) A BPQ sík a kocka CD élét annak R felezőpontjában metszi, ezért a síkmetszet a $BFQR$ téglalap. A síkmetszet területe körülbelül $27,95 \text{ cm}^2$.



- 4266** a) Az ABC_{Δ} oldalait és szögeit a szokásos módon jelöljük. A HGC_{Δ} derékszögű, befogói a és b , így a háromszög egybevágó az ABC_{Δ} -gel, tehát területük is megegyezik. Megmutatjuk, hogy az ADI_{Δ} és FEB_{Δ} területe is ugyanakkora, mint az ABC_{Δ} területe.

Az ADI_{Δ} -ben $AI = b$ és $AD = c$, továbbá $\angle IAD = 180^\circ - \alpha$, ezért területe:

$$T_{ADI} = \frac{bc \cdot \sin(180^\circ - \alpha)}{2} = \frac{bc \cdot \sin \alpha}{2}.$$

Vegyük észre, hogy a jobb oldalon éppen az ABC_{Δ} területe szerepel, ezért:

$$T_{ADI} = T_{ABC}.$$

Ugyanígy gondolkodva:

$$T_{FEB} = \frac{ac \cdot \sin(180^\circ - \beta)}{2} = \frac{ac \cdot \sin \beta}{2},$$

azaz:

$$T_{FEB} = T_{ABC}.$$

Ezzel igazoltuk, hogy a HGC_{Δ} , ADI_{Δ} és FEB_{Δ} területe megegyezik az ABC_{Δ} területével.

- b) A $DEFGHI$ hatszög területére:

$$\begin{aligned} T_{DEFGHI} &= 4 \cdot T_{ABC} + T_{AIHC} + T_{BCGF} + T_{ABED} = \\ &= 4 \cdot \frac{ab}{2} + b^2 + a^2 + c^2 = (a + b)^2 + c^2. \end{aligned}$$

A feltételek szerint $a + b = 10$, ezért:

$$T_{DEFGHI} = 100 + c^2.$$

Látható, hogy a hatszög területe akkor a lehető legkisebb, ha az ABC_{Δ} átfogójára rajzolt c oldalú négyzet területe minimális. Pitagorasz tétele alapján azonban $c^2 = a^2 + b^2$, majd felhasználva, hogy a befogók összege állandó:

$$c^2 = a^2 + (10 - a)^2 = 2a^2 - 20a + 100 = 2 \cdot (a - 5)^2 + 50.$$

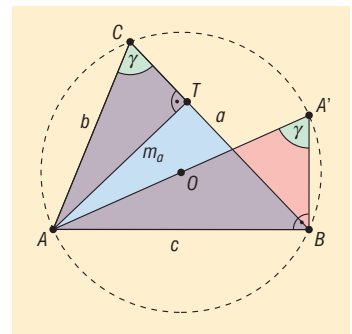
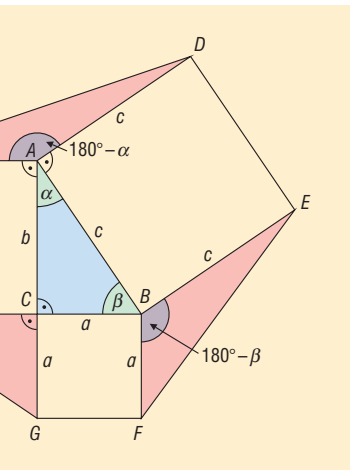
A teljes négyzetté alakított sorról leolvasható, hogy az ABC_{Δ} átfogójára rajzolt négyzet területe legalább 50 cm^2 , és pontosan akkor a legkisebb, ha $a = 5 \text{ cm}$, és ebből következően $b = 5 \text{ cm}$.

Összefoglalva: a $DEFGHI$ hatszög területe minimális, ha az ABC_{Δ} egyenlő szárú, azaz befogói 5 cm hosszúak. Ekkor a hatszög területe 150 cm^2 .

- 4267** a) Előbb az ABC hegyesszögű háromszöget vizsgáljuk. Az $ACB \sphericalangle$ a háromszög köré írható körben a C -t nem tartalmazó AB köríven nyugvó kerületi szög. Ugyanezen a köríven nyugszik az $A'A'B \sphericalangle$ is, így a kerületi szögek tétele alapján:

$$\angle ACB = \angle A'A'B = \gamma.$$

Thalész tétele alapján az ABA' háromszög derékszögű, ezért a CAT_{Δ} és az $A'AB_{\Delta}$ két szöge megegyezik, tehát a két háromszög valóban hasonló egymáshoz.





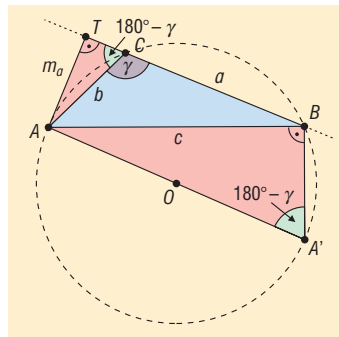
Tompaszögű háromszög esetén a T pont a BC oldalon kívül fekszik. Ebben az esetben a CAT_{Δ} -ben:

$$\angle ACT = 180^\circ - \gamma.$$

Az $AA'BC$ négyszög húrnégyszög, ezért szemközti szögeinek összege 180° , amiből:

$$\angle A'AB = 180^\circ - \gamma,$$

ami mutatja, hogy a CAT_{Δ} és $A'AB_{\Delta}$ szögei ezúttal is egyenlők, így a két háromszög hasonló egymáshoz.



b) Felhasználva a CAT_{Δ} és $A'AB_{\Delta}$ hasonlóságát, azt kapjuk, hogy:

$$\frac{AT}{AB} = \frac{AC}{AA'} \Rightarrow \frac{m_a}{c} = \frac{b}{2R} \Rightarrow m_a = \frac{bc}{2R}.$$

Az ABC_{Δ} területe:

$$T = \frac{a \cdot m_a}{2}, \quad \text{amiből} \quad T = \frac{abc}{4R}.$$

c) Derékszögű háromszögben a T pont egybeesik a C , az A' pont pedig a B csúccsal, ezért a CAT_{Δ} és $A'AB_{\Delta}$ nem jön létre. A derékszögű háromszögben $c = 2R$, ezért:

$$T = \frac{ab}{2} = \frac{ab}{2} \cdot \frac{c}{c} = \frac{ab}{2} \cdot \frac{c}{2R} = \frac{abc}{4R}.$$

A területképlet derékszögű háromszögre is érvényes.

4268 a) A körhöz egy külső pontjából húzott érintőszakaszok hossza megegyezik, ezért:

$$AD = AF = x, \quad BD = BE = y \quad \text{és} \quad CE = CF = z.$$

A háromszög oldalai az érintőszakaszok segítségével:

$$x + z = a, \quad (1)$$

$$x + z = b, \quad (2)$$

$$x + y = c. \quad (3)$$

A kapott egyenlőségek megfelelő oldalainak összegéből:

$$2(x + y + z) = 2s, \quad \text{tehát} \quad x + y + z = s.$$

Ha az utolsó egyenlőségből rendre kivonjuk az (1), (2) és (3) egyenlőségek megfelelő oldalát, akkor adódik, hogy:

$$x = s - a, \quad y = s - b \quad \text{és} \quad z = s - c.$$

Éppen ezt kellett igazolnunk.

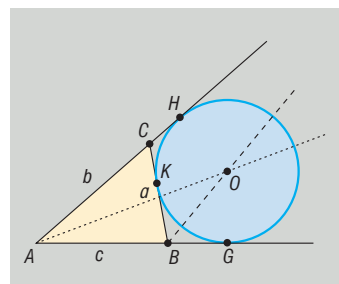
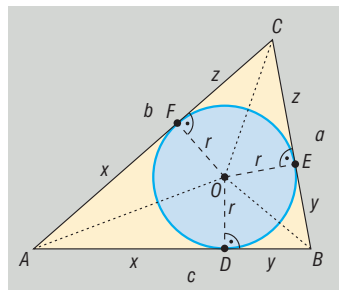
b) Ezúttal is felhasználjuk, hogy egy külső pontból a körhöz húzott érintőszakaszok egyenlő hosszúak, ezért:

$$AG = AH, \quad BG = BK \quad \text{és} \quad CH = CK.$$

Ezek alapján:

$$\begin{aligned} 2 \cdot AG &= AG + AH = (c + BG) + (b + CH) = \\ &= (c + BK) + (b + CK) = c + (BK + CK) + b = \\ &= c + a + b = 2s, \end{aligned}$$

tehát $AG = AH = s$, amit bizonyítani kellett.



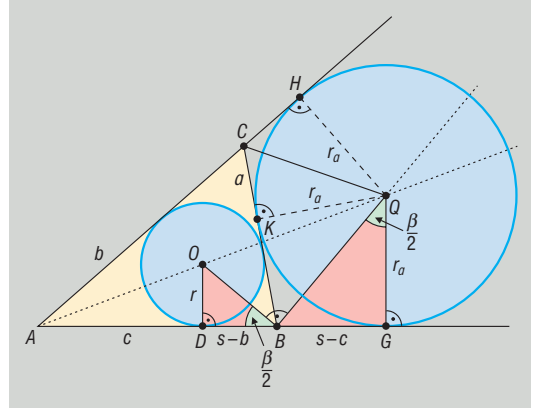


- c) Az O pont a háromszög belső szögfelezőinek metszéspontja, ezért:

$$\angle OBD = \frac{\beta}{2}.$$

A Q pont illeszkedik a B csúcsnál található külső szög szögfelezőjére. Mivel a háromszög egy belső, valamint a mellette fekvő külső szögének szögfelezője merőleges egymásra, ezért $\angle OBQ = 90^\circ$, amiből következik, hogy a BQG szárjai páronként merőlegesek az OBD száraira, azaz a két szög merőleges szárú szögpárt alkot, ezért:

$$\angle BQG = \angle OBD = \frac{\beta}{2}$$



(nyilvánvaló, hogy mindkét szög hegyesszög). Látható, hogy a BOD és a QBG szögei megegyeznek, ezért a két háromszög valóban hasonló egymáshoz.

- d) Az a) feladat ábrája alapján:

$$T_{ABC} = T_{BCO} + T_{CAO} + T_{ABO} = \frac{a \cdot r}{2} + \frac{b \cdot r}{2} + \frac{c \cdot r}{2} = \frac{r \cdot (a + b + c)}{2} = r \cdot s.$$

- e) A c) feladat ábrája alapján $ABQC$ négyszög területét kétféleképpen is felírhatjuk:

$$T_{ABQC} = T_{ABQ} + T_{ACQ}, \text{ illetve } T_{ABQC} = T_{ABC} + T_{BCQ}.$$

Mivel az ABQ -ben és az ACQ -ben az $AB = c$, illetve az $AC = b$ oldalakhoz tartozó magasság egyaránt r_a hosszúságú, ezért:

$$T_{ABQC} = \frac{c \cdot r_a}{2} + \frac{b \cdot r_a}{2} = \frac{(b + c) \cdot r_a}{2}. \quad (1)$$

Mivel a BCQ -ben a $BC = a$ oldalhoz szintén r_a hosszúságú magasság tartozik, ezért:

$$T_{ABQC} = T_{ABC} + \frac{a \cdot r_a}{2}. \quad (2)$$

(1) és (2) alapján:

$$\frac{(b + c) \cdot r_a}{2} = T_{ABC} + \frac{a \cdot r_a}{2},$$

majd kifejezve az ABC területét:

$$T_{ABC} = \frac{(b + c) \cdot r_a - a \cdot r_a}{2} = \frac{b + c - a}{2} \cdot r_a = \frac{a + b + c - 2a}{2} \cdot r_a = (s - a) \cdot r_a.$$

- f) A BOD és QBG hasonlósága alapján (lásd a c) feladat ábráját):

$$\frac{r}{s - c} = \frac{s - b}{r_a} \Rightarrow r \cdot r_a = (s - b) \cdot (s - c).$$

A d) feladat alapján $r = \frac{T}{s}$, míg az e) feladat alapján $r_a = \frac{T}{s - a}$, így:

$$\frac{T}{s} \cdot \frac{T}{s - a} = (s - b) \cdot (s - c),$$

amiből átrendezés után:

$$T^2 = s \cdot (s - a) \cdot (s - b) \cdot (s - c) \Rightarrow T = \sqrt{s \cdot (s - a) \cdot (s - b) \cdot (s - c)}.$$

Ezzel igazoltuk Heron képletét.



4269 Ha a P pont egybeesik az AC átló felezőpontjával, akkor DP az ACD_{Δ} , míg BP az ACB_{Δ} egy-egy súlyvonala. A háromszög súlyvonala megfelel a háromszög területét, ezért:

$$T_{APD} = T_{CPD} \quad \text{és} \quad T_{APB} = T_{CPB}.$$

A két egyenlőség megfelelő oldalainak összeadása után láthatjuk, hogy:

$$T_{ABPD} = T_{BCDP},$$

ezért az AC átló P felezőpontja megfelel a feltételeknek.

Húzzunk ezután párhuzamost az AC szakasz felezőpontján át a BD átlóval. A párhuzamos metssze a CD oldalt E -ben, a CB oldalt pedig F -ben. Legyen P' az EF szakasz egy tetszőleges pontja. Ekkor a $DBPP'$ (vagy a $DBP'P$) négyszög trapéz, így a DBP'_{Δ} és DBP_{Δ} közös DB oldalához ugyanakkora magasság tartozik, ezért a két háromszög területe is egyenlő. Ebből következik, hogy:

$$T_{ABP'D} = T_{DBA} + T_{DBP'} = T_{DBA} + T_{DBP} = T_{ABPD},$$

azaz ha a P' pont az EF szakaszon változik, akkor az $ABP'D$ négyszög területe állandó, így az EF szakasz minden pontja megfelel a feltételeknek.

Végül megmutatjuk, hogy az $ABCD$ négyszög belsejében nincs további olyan pont, amelyre teljesülne a feladat feltétele. Nyilvánvaló, hogy ilyen pont nem lehet az ABD_{Δ} belsejében.

Ha a Q pont a $DBFE$ trapéz belsejében van, akkor biztosan találunk az EF szakaszon olyan P' pontot (lásd ábra), amelyre a DBP'_{Δ} belsejében tartalmazza a Q pontot.

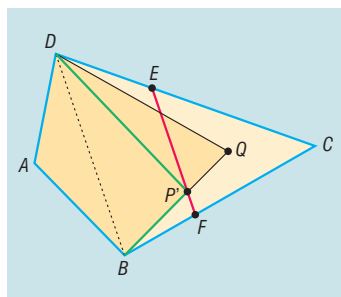
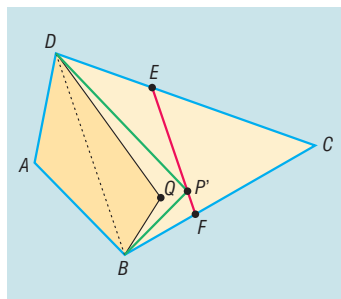
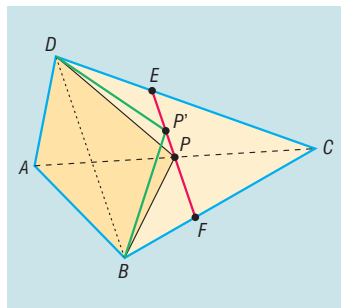
Ekkor a DBQ_{Δ} területe kisebb, mint a DBP'_{Δ} területe, így az $ABQD$ négyszög területe is kisebb, mint az $ABP'D$ négyszög területe.

Ha viszont a Q pont az EFC_{Δ} belső pontja, és a BQ szakasz az EF szakaszt a P' pontban metszi, akkor látható, hogy:

$$T_{DBQ} > T_{DBP'},$$

így az $ABQD$ négyszög területe biztosan nagyobb, mint az $ABCD$ négyszög területének fele.

Ezzel megmutattuk, hogy kizárólag az EF szakasz pontjai felelnek meg a feltételnek.



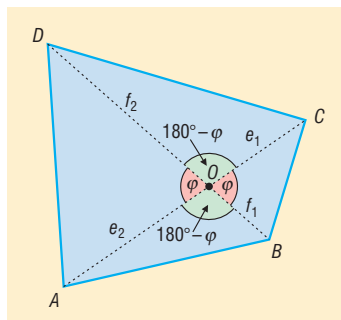
4270 Jelöljük az átlók hajlásszögét φ -vel, továbbá legyen az O pontot a csúcsokkal összekötő szakaszok hossza rendre:

$$OC = e_1, \quad OA = e_2, \quad OB = f_1 \quad \text{és} \quad OD = f_2.$$

Ekkor a megfelelő háromszögek területére igaz, hogy:

$$T_{ABO} = \frac{f_1 \cdot e_2 \cdot \sin(180^\circ - \varphi)}{2},$$

$$T_{CDO} = \frac{e_1 \cdot f_2 \cdot \sin(180^\circ - \varphi)}{2}.$$





Az $ABCD$ négyszögön belül kialakuló másik két háromszög területére igaz, hogy:

$$T_{BCO} = \frac{e_1 \cdot f_1 \cdot \sin \varphi}{2},$$

$$T_{DAO} = \frac{f_2 \cdot e_2 \cdot \sin \varphi}{2}.$$

Mivel $\sin(180^\circ - \varphi) = \sin \varphi$, ezért a két-két „szemközti” négyszög területének szorzata:

$$T_{ABO} \cdot T_{CDO} = \frac{f_1 \cdot e_2 \cdot \sin \varphi}{2} \cdot \frac{e_1 \cdot f_2 \cdot \sin \varphi}{2} = \frac{e_1 \cdot e_2 \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot \sin^2 \varphi}{4},$$

$$T_{BCO} \cdot T_{DAO} = \frac{e_1 \cdot f_1 \cdot \sin \varphi}{2} \cdot \frac{f_2 \cdot e_2 \cdot \sin \varphi}{2} = \frac{e_1 \cdot e_2 \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot \sin^2 \varphi}{4}.$$

A „szemközti” négyszögek területének szorzata valóban egyenlő.

4271 a) A 4270. feladat állítása alapján:

$$T_{ABO} \cdot T_{CDO} = T_{BCO} \cdot T_{DAO},$$

azaz

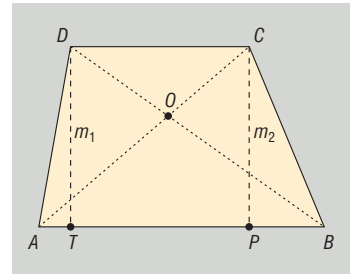
$$8 \cdot 2 = 4 \cdot T_{DAO},$$

amiből

$$T_{DAO} = 4 \text{ cm}^2.$$

Az $ABCD$ négyszög területe:

$$8 + 2 + 4 + 4 = 18 \text{ cm}^2.$$



b) Mivel

$$T_{ABD} = T_{ABO} + T_{DAO} = 8 + 4 = 12 \text{ cm}^2,$$

valamint

$$T_{ABC} = T_{ABO} + T_{BCO} = 8 + 4 = 12 \text{ cm}^2,$$

ezért

$$T_{ABD} = T_{ABC}.$$

Ha a két háromszög közös AB oldalához az ABD_Δ -ben m_1 , az ABC_Δ -ben pedig m_2 magasság tartozik, akkor:

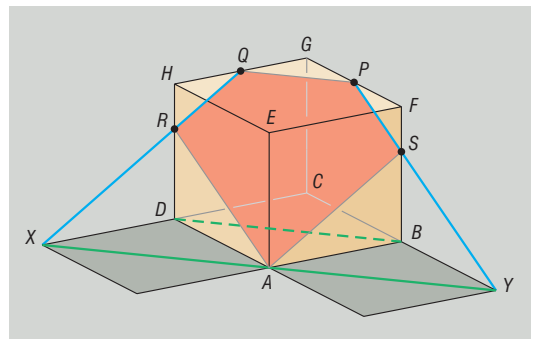
$$\frac{AB \cdot m_1}{2} = \frac{AB \cdot m_2}{2},$$

$$m_1 = m_2.$$

Ez azt is jelenti, hogy a C és D pontok ugyanakkora távolságra vannak az AB szakasztól, ezért CD párhuzamos AB -vel. Ebből következik, hogy az $ABCD$ négyszög valóban trapéz.

4272 a) A metsző sík az A , P és Q pontokon kívül még a kocka DH és BF éleit metszi. Ha a sík a DH élt az R , a BF élt az S pontban metszi, akkor a síkmetszet az $ASPQR$ ötszög.

b) A QP szakasz középvonala a HFG_Δ -nek, ezért QP párhuzamos a kocka HF lapátlójával. Mivel egy sík párhuzamos síkokból párhuzamos egyeneseket metsz ki, ezért az APQ sík a kocka $ABCD$ alaplajának síkját is egy HF -fel párhuzamos egyenesben metszi.





Ebből következik, hogy ha a QR egyenes a DC egyenest az X , a PS egyenes a CB egyenest pedig az Y pontban metszi, akkor XY párhuzamos HF -fel és így párhuzamos a BD lapátlóval is. Ekkor azonban az $ABDX$ négyszög paralelogramma, ezért:

$$DX = BA = 18 \text{ cm} \quad \text{és} \quad BY = DA = 18 \text{ cm}.$$

Vizsgáljuk meg az XDR és QHR háromszögeket. Mindkét háromszög derékszögű, valamint az R csúcsnál lévő szögek csúcsszögek, ezért a két háromszög hasonló egymáshoz. A megfelelő oldalakra:

$$\frac{DR}{HR} = \frac{DX}{HQ} = 2,$$

ezért az R pont a DH él D -hez közelebbi harmadolópontja, így:

$$DR = 12 \text{ cm} \quad \text{és} \quad HR = 6 \text{ cm}.$$

Ugyanígyan megfontolásból:

$$BS = 12 \text{ cm} \quad \text{és} \quad FS = 6 \text{ cm}.$$

Az $ASPQR$ ötszög minden oldala átfogója egy-egy olyan derékszögű háromszögnek, amelynek befogói illeszkednek a kocka éleire, így már könnyen kiszámíthatjuk az ötszög oldalait:

$$QP = \sqrt{9^2 + 9^2} = 9\sqrt{2} \text{ (} \approx 12,73 \text{ cm)},$$

$$PS = QR = \sqrt{9^2 + 6^2} = 3\sqrt{13} \text{ (} \approx 10,82 \text{ cm)},$$

$$AR = AS = \sqrt{18^2 + 12^2} = 6\sqrt{13} \text{ (} \approx 21,63 \text{ cm)}.$$

Mivel az $RSBD$ négyszög is paralelogramma (sőt igazából téglalap), ezért:

$$RS = 18\sqrt{2} \text{ (} \approx 25,46 \text{ cm)}.$$

Az ötszög területe az RSA egyenlő szárú háromszög, valamint az $RSPQ$ húrtrapéz területének összege.

Az RSA_{Δ} területét Heron képletével számolhatjuk:

$$\begin{aligned} T_{RSA} &= \sqrt{(6\sqrt{13} + 9\sqrt{2}) \cdot (9\sqrt{2})^2 \cdot (6\sqrt{13} - 9\sqrt{2})} = \\ &= 54\sqrt{17} \text{ (} \approx 222,65 \text{ cm}^2 \text{)}. \end{aligned}$$

Az $RSPQ$ húrtrapéz területéhez szükségünk van a trapéz QT magasságára. Az RQT derékszögű háromszögben:

$$RT = \frac{18\sqrt{2} - 9\sqrt{2}}{2} = \frac{9\sqrt{2}}{2} \text{ (} \approx 6,36 \text{ cm)}.$$

Pitagorasz tétele alapján:

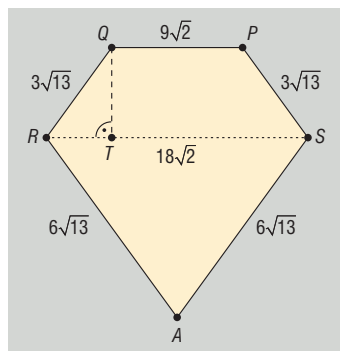
$$QT = \sqrt{(3\sqrt{13})^2 - \left(\frac{9\sqrt{2}}{2}\right)^2} = 3\sqrt{\frac{17}{2}} \text{ (} \approx 8,75 \text{ cm)}.$$

Az $RSPQ$ trapéz területe:

$$T_{RSPQ} = \frac{18\sqrt{2} + 9\sqrt{2}}{2} \cdot 3\sqrt{\frac{17}{2}} = \frac{81\sqrt{17}}{2} \text{ (} \approx 166,99 \text{ cm}^2 \text{)}.$$

Az $ASPQR$ ötszög területe:

$$T_{ASPQR} = 54\sqrt{17} + \frac{81\sqrt{17}}{2} = \sqrt{17} \cdot \frac{189}{2} \text{ (} \approx 389,63 \text{ cm}^2 \text{)}.$$





A kör és részeinek területe – megoldások

4273 Az ábrák alapján egy paralelogramma területével közelíthetjük a kör területét. A paralelogramma egyik oldala r , a másik oldala a kör kerületének nyolcadrésze. Ha a körcikkek középponti szögét csökkentjük, akkor a paralelogramma szögei egyre jobban „megközelítik” a 90° -os szöget, így a paralelogramma határhelyzete egy téglalap. A fentiek alapján a kör T területére a következő becslést adhatjuk:

$$\frac{T}{4} \approx r \cdot K_{\text{nyolcadkör}}, \text{ amiből } T \approx r \cdot K_{\text{félkör}}, \text{ azaz } T \approx r \cdot r \cdot \pi = r^2 \cdot \pi.$$

- 4274** a) $t \approx 14,18 \text{ cm}^2$, $i \approx 5,67 \text{ cm}$;
 b) $t \approx 169,65 \text{ cm}^2$, $i \approx 28,27 \text{ cm}$;
 c) $t \approx 405,57 \text{ cm}^2$, $i \approx 62,40 \text{ cm}$;
 d) $t \approx 33,51 \text{ cm}^2$, $i \approx 8,38 \text{ cm}$;
 e) $t \approx 203,58 \text{ cm}^2$, $i \approx 22,62 \text{ cm}$.

- 4275** a) $\alpha \approx 85,94^\circ$; b) $\alpha \approx 299,95^\circ$; c) $\alpha \approx 120,03^\circ$.

- 4276** $11,18 \text{ cm}^2$, illetve $67,36 \text{ cm}^2$.

- 4277** A húr hossza $12,90 \text{ cm}$. A nagyobb körszelet területe $435,96 \text{ cm}^2$.

- 4278** a) $T \approx 74,99 \text{ cm}^2$; b) $T \approx 254,47 \text{ cm}^2$.

- 4279** $111,33 \text{ cm}^2$.

- 4280** $351,86 \text{ cm}^2$.

- 4281** A kisebb körgyűrű területe $16\pi \approx 50,27 \text{ cm}^2$, a nagyobbé $24\pi \approx 75,40 \text{ cm}^2$.

- 4282** A motívumokat egy $115\pi \approx 361,28 \text{ cm}^2$ területű részen helyezték el.

- 4283** a) 125 Ft-ba; b) 540 Ft-ba; c) 160 Ft-ba; d) 955 Ft-ba.

Látható, hogy a gyakorlatban a pizza ára nem egyenesen arányos a területével.

- 4284** A háromszög köré írt kör sugara kétszer akkora, mint a beírt kör sugara, ezért területük aránya 4.

- 4285** Az aszfaltozásra váró terület a következő részekből tevődik össze: 8 darab téglalap alakú rész a pavilon oldalai mentén, illetve 8 darab körcikk alakú rész a pavilon sarkainál. Egy-egy téglalap alakú rész szélessége $0,5 \text{ m}$, hosszúsága 2 m , így a téglalap alakú részek területének összege:

$$T_1 = 8 \cdot 0,5 \cdot 2 = 8 \text{ m}^2.$$

A körcikkek sugara $0,5 \text{ m}$. A szabályos nyolcszög egy belső szöge 135° -os, ezért egy körcikk középponti szöge:

$$360^\circ - (135^\circ + 90^\circ + 90^\circ) = 45^\circ.$$

Mivel $8 \cdot 45^\circ = 360^\circ$, ezért a pavilon nyolc sarkánál lévő körcikkekből éppen egy $0,5 \text{ m}$ sugarú kört lehet „összeállítani”. A körcikkek területösszege ennek megfelelően:

$$T_2 = 0,5^2 \cdot \pi \approx 0,8 \text{ m}^2.$$

Összesen $8,8 \text{ m}^2$ területű részt kell leaszfaltozni.



4286 A kisebb területű körgyűrű területe:

$$t = \left(\left(\frac{R+r}{2} \right)^2 - r^2 \right) \cdot \pi,$$

a nagyobb területű:

$$T = \left(R^2 - \left(\frac{R+r}{2} \right)^2 \right) \cdot \pi.$$

Felhasználva az $a^2 - b^2 = (a+b) \cdot (a-b)$ azonosságot, a két terület aránya:

$$\frac{t}{T} = \frac{\frac{R+r-2r}{2} \cdot \frac{R+r+2r}{2}}{\frac{2R+R+r}{2} \cdot \frac{2R-R-r}{2}} = \frac{R+3r}{3R+r}.$$

4287 a) Ez a kör a két koncentrikus kör középköre, amelynek sugara:

$$r_1 = \frac{r+R}{2}.$$

A körgyűrű szélességét felező kör sugara a két határoló kör sugarának számtani közepe.

b) Ha a keresett kör sugara r_2 , akkor:

$$\frac{r_2^2 \cdot \pi - r^2 \cdot \pi}{R^2 \cdot \pi - r_2^2 \cdot \pi} = \frac{r}{R},$$

amiből a törtek eltüntetése és egyszerűsítés után:

$$r_2^2 \cdot R - r^2 \cdot R = r \cdot R^2 - r \cdot r_2^2.$$

Az r_2 -t tartalmazó tagokat egy oldalra csoportosítva:

$$r_2^2 \cdot R + r \cdot r_2^2 = r \cdot R^2 + r^2 \cdot R,$$

$$r_2^2 \cdot (R+r) = r \cdot R \cdot (R+r),$$

$$r_2^2 = r \cdot R,$$

$$r_2 = \sqrt{r \cdot R}.$$

A körgyűrűt $r:R$ területarányú részekre osztó kör sugara a két határoló kör sugarának mértani közepe.

c) A körgyűrű területét felező kör sugarát r_3 -mal jelölve:

$$R^2 \cdot \pi - r_3^2 \cdot \pi = r_3^2 \cdot \pi - r^2 \cdot \pi,$$

amiből egyszerűsítés és rendezés után:

$$r_3^2 = \frac{R^2 + r^2}{2} \Rightarrow r_3 = \sqrt{\frac{R^2 + r^2}{2}}.$$

A körgyűrű területét felező kör sugara a két határoló kör sugarának négyzetes közepe.

d) Mivel a kapott közepek közül a mértani a legkisebb, annál nagyobb a számtani, végül a négyzetes a legnagyobb, ezért:

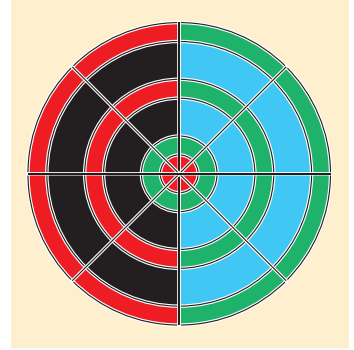
$$r_2 < r_1 < r_3.$$

Megjegyzés: A közepek között ezúttal egyenlőség nem fordulhat elő a $R > r$ feltétel miatt. A körök közül a legkisebb a „belső” körhöz van közelebb, az a) feladatban kapott kör a határoló köröktől egyenlő távolságra van, míg a c) feladat köre a „külső” határoló körhöz van közelebb.



- 4288 a) Az azonos színnel jelölt részek területösszegét könnyebb kiszámolni, ha az azonos színeket egymás mellé forgatjuk (ld. ábra). A tábla fekete része két körgyűrűcikket alkot. Mindkét rész a megfelelő körgyűrű területének fele, ezért a feketével jelölt terület:

$$T_1 = \frac{1}{2} \cdot [(31^2 - 23^2) \cdot \pi + (18^2 - 10^2) \cdot \pi] = 328\pi \approx 1030,44 \text{ cm}^2.$$



- b) A zölddel megjelölt részek területösszege:

$$T_2 = (10^2 - 5^2) \cdot \pi + \frac{1}{2} \cdot [(36^2 - 31^2) \cdot \pi + (23^2 - 18^2) \cdot \pi] = 345\pi \approx 1083,85 \text{ cm}^2.$$

- c) A pirossal megjelölt részek területe közvetlenül is számolható, de akár úgy is, hogy a „legkülső” kör területéből kivonjuk a többi színnel megjelölt részek területét. A legnagyobb kör területe:

$$T = 36^2 \cdot \pi = 1296\pi \approx 4071,50 \text{ cm}^2.$$

Mivel a kék és fekete részek területe megegyezik, ezért a piros területrészek összege:

$$T_3 = T - 2 \cdot T_1 - T_2 = 1296\pi - 656\pi - 345\pi = 295\pi \approx 926,77 \text{ cm}^2.$$

Bence a piros részt az alábbi valószínűséggel találja el:

$$\frac{T_3}{T} = \frac{295}{1296} \approx 0,2276.$$

- 4289 a) Jelöljük az eredeti hungarocelltábla sarkait az A, B, C és D pontokkal, a két kivágott kör középpontját O -val és Q -val. Az O középpontú kör az ACB egyenlő szárú derékszögű háromszög beírt köre. A kör r sugarát az ACB háromszög területéből számolhatjuk ki. Mivel a háromszög befogói 2 m hosszúak, ezért:

$$T_{ACB} = 2 \text{ m}^2.$$

Ha a háromszög kerületének felét s jelöli, akkor:

$$s = \frac{2 + 2 + 2\sqrt{2}}{2} = 2 + \sqrt{2} \approx 3,41 \text{ m}.$$

Az ismert területképlet alapján:

$$r = \frac{T_{ACB}}{s} = \frac{2}{2 + \sqrt{2}} = 2 - \sqrt{2} \approx 0,59 \text{ m}.$$

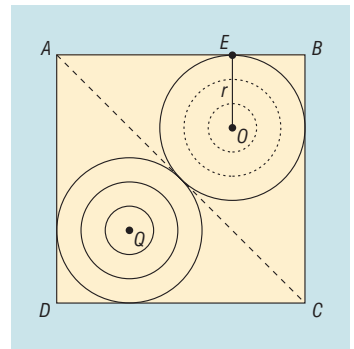
Az egyik céltábla területe:

$$T = (2 - \sqrt{2})^2 \cdot \pi \approx 1,08 \text{ m}^2,$$

tehát a táblának körülbelül

$$\frac{2 - 1,08}{2} \cdot 100 = 46\%-a$$

veszett kárba.





b) Egy céltáblán a pirosra festett rész területe:

$$\left(\frac{r}{3}\right)^2 \cdot \pi \approx 0,12 \text{ m}^2.$$

c) Marci a sárga részt

$$\frac{r^2 \cdot \pi - \left(\frac{2}{3} \cdot r\right)^2 \cdot \pi}{r^2 \cdot \pi} = \frac{5}{9}$$

valószínűséggel találja el. A legértékesebb (piros) rész találatának valószínűsége:

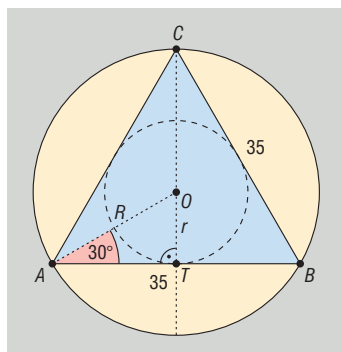
$$\frac{\left(\frac{r}{3}\right)^2 \cdot \pi}{r^2 \cdot \pi} = \frac{1}{9}.$$

Látható, hogy Marci a sárga részt 5-ször akkora valószínűséggel találja el, mint a pirosat.

- 4290** a) A virágtartó tetejét teljes egészében lefedő terítők közül a háromszög köré írható kör sugara a legkisebb. Az ABC szabályos háromszög köré írható kör O középpontja egybeesik a háromszög magasságpontjával, valamint beírható körének középpontjával is. Ha a C csúsból induló magasságvonal talppontja T , akkor az AOT derékszögű háromszög A csúcsánál 30° -os szög van, ezért ha a körülírt kör sugara R , akkor:

$$\cos 30^\circ = \frac{AT}{R},$$

$$R = \frac{35\sqrt{3}}{3} \approx 20,21 \text{ cm}.$$



A virágtartót lefedő legkisebb kör alakú terítő területe körülbelül $1282,82 \text{ cm}^2$.

- b) A virágtartón elférő legnagyobb kör alapú cserép r sugara megegyezik az ABC_Δ -be írt kör sugarával. Az AOT derékszögű háromszögből:

$$\tan 30^\circ = \frac{r}{AT},$$

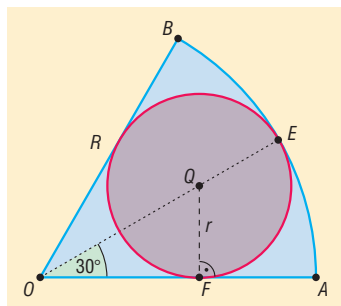
$$r = \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{35}{2} \approx 10,10 \text{ cm}.$$

A legnagyobb virágcserep alapterülete körülbelül $320,70 \text{ cm}^2$.

- c) A terítő és a virágcserep alapköre sugarának aránya 2.
d) A terítő területe a virágcserep alapterületének 4-szerese.

- 4291** A körcikkből kivágható legnagyobb kör érinti a határoló körívet, valamint a körcikk két sugarát. Ebből következik, hogy a kivágható kör Q középpontja illeszkedik a körcikk középponti szögének szögfelezőjére. Ha a körcikk sugarát R , a körét r jelöli, továbbá a körcikk határoló körívével való érintési pont E , az OA sugarával pedig F (ld. ábra), akkor az OQF derékszögű háromszögben:

$$\sin 30^\circ = \frac{r}{OQ} \Rightarrow r = \frac{OQ}{2}.$$





Mivel az O , Q és E pontok egy egyenesre illeszkednek, ezért:

$$OQ = OE - QE = R - r,$$

így:

$$r = \frac{R - r}{2} = \frac{R}{3}.$$

A körcikk területe:

$$T = \frac{R^2 \cdot \pi}{6},$$

a beírt kör területe:

$$t = \frac{R^2 \cdot \pi}{9},$$

a hulladéké pedig:

$$T_{\text{hulladék}} = T - t = \frac{R^2 \cdot \pi}{18},$$

így a hulladék a körcikknek 33,33%-a.

- 4292** a) Az alábbi ábrán berajzoltuk az $ABCD$ négyzet oldalfelező pontjait, valamint az így kialakult $FGHI$ négyzetet. A satírozással megjelölt rész területe jól láthatóan feleakkora, mint az eredeti ábrán megjelölt részek területösszege. Ha az $ABCD$ négyzet oldala a , akkor az ábrán szürkével jelölt körszeletek területösszege az $ABCD$ négyzetbe írt kör, valamint az $FGHI$ négyzet területének különbsége, azaz:

$$T = \left(\frac{a}{2}\right)^2 \cdot \pi - \frac{a^2}{2} = a^2 \cdot \frac{\pi - 2}{4}.$$

Az eredeti ábra szürkével jelölt síkidomainak területösszege:

$$2 \cdot T = a^2 \cdot \frac{\pi - 2}{2},$$

ami a négyzet területének 57%-a.

- b) Az $ABCD$ négyzetbe írt körön kívül eső részek területösszege:

$$T_1 = a^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2 \cdot \pi = a^2 \cdot \frac{4 - \pi}{4}.$$

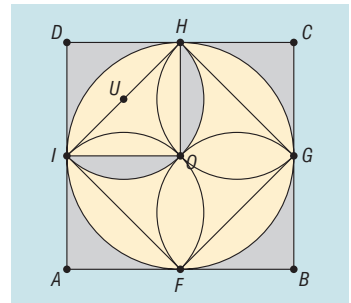
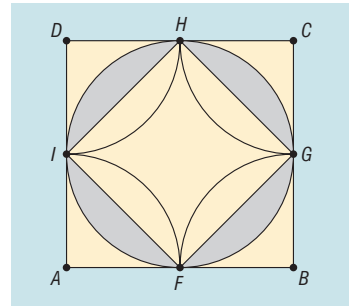
A körön belüli részt összesen 8 körszeletre bonthatjuk, melyek közül az ábrán szürkével jelölt 2 körszelet területösszege az IH átmérőjű, U középpontú félkör és az IHO derékszögű háromszög területének különbsége, azaz:

$$T_2 = \frac{\left(\frac{a\sqrt{2}}{4}\right)^2 \cdot \pi}{2} - \frac{\frac{a}{2} \cdot \frac{a}{2}}{2} = a^2 \cdot \frac{\pi - 2}{16}.$$

Az eredetileg szürkével jelölt részek területösszege:

$$T = T_1 + 4 \cdot T_2 = a^2 \cdot \left(\frac{4 - \pi}{4} + 4 \cdot \frac{\pi - 2}{16}\right) = \frac{a^2}{2}.$$

A négyzetnek tehát pont a fele, azaz 50%-a van beszínezve.





- 4293 a) Az $OAQB$ négyszög minden oldala 12 cm, ezért a négyszög rombusz. A rombusz OQ átlója szintén 12 cm, AB átlója pedig az AOQ és BOQ szabályos háromszögek magasságainak összege, azaz:

$$AB = 2 \cdot 12 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 12\sqrt{3} \quad (\approx 20,78 \text{ cm}).$$

Az $OAQB$ rombusz területe:

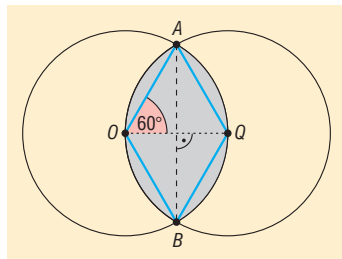
$$T_{OAQB} = \frac{12 \cdot 12\sqrt{3}}{2} = 72\sqrt{3} \quad (\approx 124,71 \text{ cm}^2).$$

- b) A szürkével megjelölt rész az $OAQB$ rombuszra, valamint 4 darab egybevágó körszeletre bontható. Egy ilyen körszelet területe kiszámolható a 60° -os középponti szöggel rendelkező körcikk, valamint a 12 cm oldalú szabályos háromszög területének különbségeként, azaz:

$$t = \frac{12^2 \cdot \pi}{6} - \frac{12^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{2} = 24\pi - 36\sqrt{3} \quad (\approx 13,04 \text{ cm}^2).$$

A szürke rész területe:

$$T = T_{OAQB} + 4 \cdot t = 72\sqrt{3} + 96\pi - 144\sqrt{3} = 96\pi - 72\sqrt{3} \approx 176,89 \text{ cm}^2.$$



- 4294 A három kör középpontja által közrefogott ABC_Δ oldalai a sugarakból adódnak: $AB = 5$ cm, $BC = 7$ cm, $AC = 6$ cm (ld. ábra). Ha az érintési pontokat E, F és G jelöli, akkor a feladat a körívek által határolt EFG síkidom területét kérdezi. E síkidom területét megkapjuk, ha az ABC_Δ területéből kivonjuk az ABC_Δ csúcsai mint középpontok köré írt körcikkek területét (az egyik ilyen körcikk például az A középpontú α középponti szögű, 2 cm sugarú körcikk).

Az ABC_Δ területét Heron képletével számolhatjuk:

$$T_{ABC} = \sqrt{9 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 3} = 6\sqrt{6} \quad (\approx 14,70 \text{ cm}^2).$$

A háromszög szögeit koszinusztétellel számíthatjuk ki:

$$\cos \alpha = \frac{5^2 + 6^2 - 7^2}{2 \cdot 5 \cdot 6} = \frac{1}{5}, \quad \text{amiből} \quad \alpha \approx 78,46^\circ.$$

A háromszög további szögei: $\beta \approx 57,12^\circ$, $\gamma \approx 44,42^\circ$.

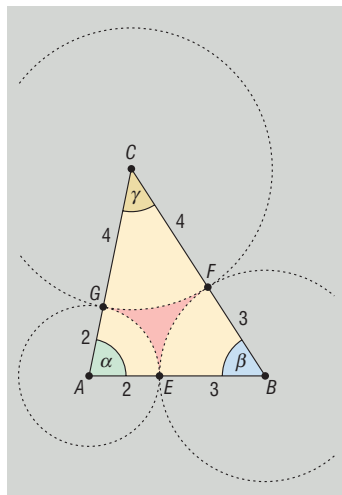
A háromszög csúcsai köré írt körcikkek területe:

$$t_\alpha = \frac{2^2 \cdot \pi \cdot \alpha}{360^\circ} \approx 2,74 \text{ cm}^2,$$

$$t_\beta = \frac{3^2 \cdot \pi \cdot \beta}{360^\circ} \approx 4,49 \text{ cm}^2,$$

$$t_\gamma = \frac{4^2 \cdot \pi \cdot \gamma}{360^\circ} \approx 6,20 \text{ cm}^2.$$

Ha az ABC_Δ területéből kivonjuk a körcikkek területét, a körök által határolt síkidom területére $1,27 \text{ cm}^2$ adódik.





4295 A telek területe 225 m^2 . Az ábra jelöléseit követve tegyük fel, hogy Béla bácsi az öntözőberendezést az O pontba, a telek A csúcsához rakta legközelebb. A meglocsolt terület a következő részekre bontható: az 1 m oldalú $AGOH$ négyzet, a 4 m hosszú átfogóval rendelkező EOG és FHO egybevágó derékszögű háromszögek, valamint az O középpontú, az ábrán α -val jelölt középponti szögű, 4 m sugarú körcikk.

Az $AGOH$ négyzet területe 1 m^2 .

Az EOG háromszögben:

$$\cos \beta = \frac{1}{4}, \quad \text{amiből} \quad \beta \approx 75,52^\circ$$

Az EOG (és a vele egybevágó FHO) háromszög területe:

$$T_{EOG} = \frac{1 \cdot 4 \cdot \sin \beta}{2} \approx 1,94 \text{ m}^2$$

A körcikk alakú rész középponti szögére:

$$\alpha = 360^\circ - 90^\circ - 2\beta \approx 118,96^\circ$$

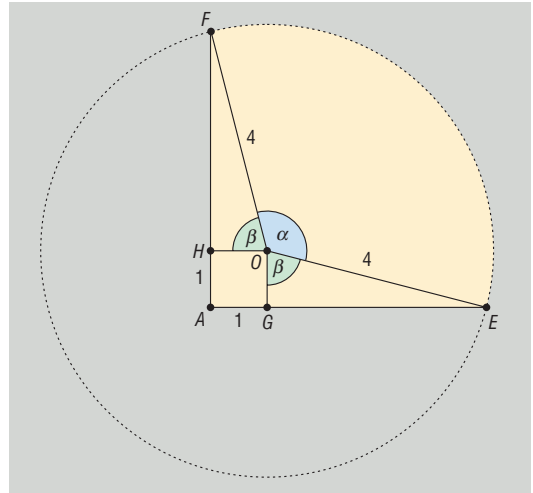
területe pedig:

$$T_{\text{körcikk}} = \frac{4^2 \cdot \pi \cdot \alpha}{360^\circ} \approx 16,61 \text{ m}^2$$

Béla bácsi az öntözőberendezéssel körülbelül

$$1 + 2 \cdot 1,94 + 16,61 = 21,49 \text{ m}^2$$

területű részt tud meglocsolni a kertjéből, ami a kertnek körülbelül $9,6\%$ -a.



4296 a) Egy hold alakú tészta területét úgy számolhatjuk ki, hogy a 4 cm sugarú kör területéből kivonjuk a két metsző helyzetű kör közös részének területét. A két kör közös része tovább bontható az $ADBC$ rombuszra (ld. ábra), valamint négy egybevágó körszeletre; az egyik ilyen körszeletet a BC húr vágja le az A középpontú, 60° -os középponti szöggel rendelkező körcikkből. A körcikk területe:

$$T_{\text{körcikk}} = \frac{4^2 \cdot \pi}{6} \approx 8,38 \text{ cm}^2$$

Az ABC szabályos háromszög területe:

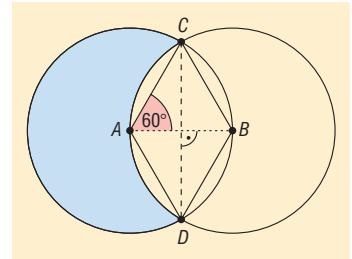
$$T_{ABC} = \frac{4^2 \cdot \sqrt{3}}{2} = 4\sqrt{3} \approx 6,93 \text{ cm}^2,$$

ezért a megfelelő körszelet területe:

$$T_{\text{körszelet}} = T_{\text{körcikk}} - T_{ABC} \approx 1,45 \text{ cm}^2$$

Az $ADBC$ rombusz területe kétszerese az ABC háromszög területének, azaz:

$$T_{ADBC} = 8\sqrt{3} \approx 13,86 \text{ cm}^2$$





A két szomszédos kör közös részének területe:

$$T_{\text{metszet}} = T_{ADBC} + 4 \cdot T_{\text{körszelet}} \approx 19,66 \text{ cm}^2.$$

Egy hold alakú térsza területe:

$$4^2 \cdot \pi - 19,66 \approx 30,61 \text{ cm}^2.$$

- b) A két kör közös részébe írt $EFGH$ négyzet területét kérdezi a feladat. Az ábra szimmetrikus az AB egyenesre, valamint az AB szakasz O felezőpontjára. Mindezekből következik, hogy az O pont egyben a négyzet középpontja is, ezért $\angle AOG = 135^\circ$. Ha a GO szakasz hosszát x jelöli, akkor az AOG háromszögben a koszinusztétel alapján:

$$AG^2 = AO^2 + GO^2 - 2 \cdot AO \cdot GO \cdot \cos 135^\circ,$$

$$4^2 = 2^2 + x^2 + 2 \cdot 2 \cdot x \cdot \frac{\sqrt{2}}{2},$$

amiből rendezés után:

$$x^2 + 2\sqrt{2} \cdot x - 12 = 0.$$

Az egyenlet megoldásai:

$$x_1 = \sqrt{14} - \sqrt{2} \quad \text{és} \quad x_2 = -\sqrt{14} - \sqrt{2}.$$

Mivel x_2 negatív, ezért:

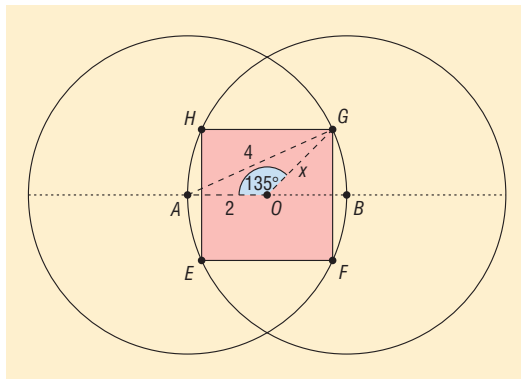
$$x = \sqrt{14} - \sqrt{2} \approx 2,33 \text{ cm}.$$

Az $EFGH$ négyzet átlója $2x$, ezért a négyzet oldala:

$$a = x\sqrt{2} = (\sqrt{14} - \sqrt{2}) \cdot \sqrt{2} = 2\sqrt{7} - 2 \approx 3,29 \text{ cm}.$$

A négyzet alakú térszák területe:

$$a^2 = 32 - 8\sqrt{7} \approx 10,83 \text{ cm}^2.$$



A térfogat fogalma, a hasáb és a henger térfogata – megoldások

4297 a) A kocka lapátlója: $7,5\sqrt{2} \approx 10,61 \text{ cm}.$

b) A kocka testátlója: $7,5\sqrt{3} \approx 12,99 \text{ cm}.$

4298 a) A kocka felszíne: $1200 \text{ cm}^2.$

b) A kocka térfogata: $2000\sqrt{2} \approx 2828,43 \text{ cm}^3.$

4299 a) A kocka felszíne: $100,77 \text{ cm}^2.$

b) A kocka térfogata: $68,82 \text{ cm}^3.$

4300 A két kocka éle 7 cm és $12 \text{ cm}.$

4301 A négyzetes oszlop térfogata: $250 \text{ cm}^3.$

4302 A téglatest felszíne: $286 \text{ cm}^2.$



4323 Befektető Béla mobiltelefonjának térfogata:

$$V = abc = 108,8 \cdot 46,2 \cdot 11,7 \approx 58\,810,75 \text{ mm}^3 = 58,81075 \text{ cm}^3.$$

a) Az aranyrúd tömege:

$$m = V \cdot \rho = 1135,05 \text{ gramm.}$$

b) Az aranyrúd $\frac{1135,05}{31,103} = 36,49$ uncia tömegű, amelynek ára:

$$36,49 \cdot 1161 \cdot 182 \approx 7\,710\,410 \text{ forint.}$$

c) A 7000 tonna arany térfogata $362,69 \text{ m}^3$. Ha ennyi aranyat hézagmentesen elhelyeznének a 10×20 méteres medencébe, akkor „csak” 1,81 m magasan állna benne az arany, tehát a teljes mennyiség elérné az úszómedencében.

4324 A csomag hosszúsága legyen $3x$, szélessége $2x$, magassága x :

$$2 \cdot 3x + 4 \cdot 2x + 6 \cdot x + 20 = 260 \Rightarrow x = 12.$$

a) A csomag oldalélei: 36 cm, 24 cm és 12 cm.

b) A becsomagoláshoz szükséges papír területe:

$$\begin{aligned} \frac{A}{0,96} &= \frac{2 \cdot (ab + ac + bc)}{0,96} = \\ &= \frac{2 \cdot (36 \cdot 24 + 36 \cdot 12 + 12 \cdot 24)}{0,96} = 3300 \text{ cm}^2 = 33 \text{ dm}^2. \end{aligned}$$

c) A téglatest testátlója:

$$e = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2} = \sqrt{36^2 + 24^2 + 12^2} \approx 44,90 \text{ cm,}$$

tehát nem fér el a csomagban egy 50 cm hosszú rúd.

4325 Legyen a téglatest $ABCD$ lapjának két éle $3x$ és $4x$ hosszúságú. Az ábra jelöléseit használva láthatjuk, hogy a BDH_{Δ} egy szabályos háromszög fele. A háromszög hosszabbik befogója az $5x$ hosszúságú lapátló, a rövidebbik befogó a téglatest harmadik éle, az átfogó pedig a téglatest testátlója.

A háromszögben ismert összefüggések alapján a téglatest harmadik élének hossza:

$$HD = \frac{HB}{2} = \frac{50}{2} = 25 \text{ cm,}$$

illetve a téglatest 50 cm-es HB testátlójára fennáll:

$$50 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 5x \Rightarrow x = 5\sqrt{3}.$$

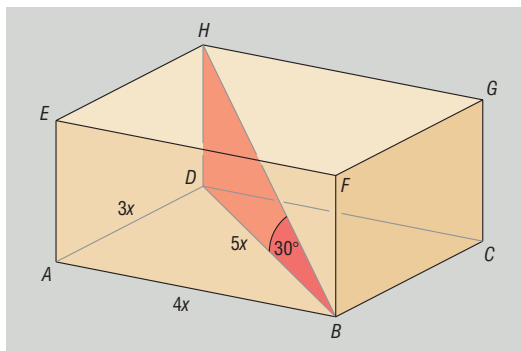
A téglatest éleinek hossza: $15\sqrt{3}$ cm, $20\sqrt{3}$ cm és 25 cm.

a) A téglatest felszíne:

$$\begin{aligned} A &= 2 \cdot (ab + ac + bc) = 2 \cdot (15\sqrt{3} \cdot 20\sqrt{3} + 15\sqrt{3} \cdot 25 + 20\sqrt{3} \cdot 25) = \\ &= 1800 + 1750\sqrt{3} \approx 4831,09 \text{ cm}^2. \end{aligned}$$

b) A téglatest térfogata:

$$V = a \cdot b \cdot c = 15\sqrt{3} \cdot 20\sqrt{3} \cdot 25 = 22\,500 \text{ cm}^3.$$





- 4326** Legyen a négyzet alapú egyenes hasáb alapéle a , oldaléle m hosszúságú.

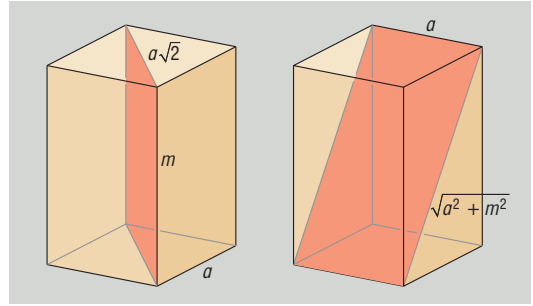
A síkmetszetek területéből:

$$\left. \begin{aligned} a\sqrt{2} \cdot m &= 60\sqrt{2} \\ a\sqrt{a^2 + m^2} &= 65 \end{aligned} \right\}$$

Az egyenletrendszert megoldva: $a = 5$, $m = 12$.

a) A hasáb felszíne: $A = 2a^2 + 4am = 290 \text{ cm}^2$.

b) A hasáb térfogata: $V = a^2 \cdot m = 300 \text{ cm}^3$.



- 4327** Az ötszög területe: $T = 5 \cdot \frac{8^2 \cdot \sin^2 54^\circ}{2 \cdot \sin 72^\circ}$.

a) A hasáb felszíne:

$$A = 2T + k \cdot m = 2 \cdot 5 \cdot \frac{8^2 \cdot \sin^2 54^\circ}{2 \cdot \sin 72^\circ} + 40 \cdot 22 \approx 1100,22 \text{ cm}^2.$$

b) A hasáb térfogata:

$$V = T \cdot m = 5 \cdot \frac{8^2 \cdot \sin^2 54^\circ}{2 \cdot \sin 72^\circ} \cdot 22 \approx 2422,43 \text{ cm}^3.$$

- 4328** a) A szabályos nyolcszög alapú hasáb

$$\text{alapéle: } a = 2 \cdot 15 \cdot \sin 22,5^\circ;$$

$$\text{fedőlapjának területe: } T = 8 \cdot \frac{15^2 \cdot \sin 45^\circ}{2}.$$

A bevonandó felület:

$$T + 8 \cdot am = 8 \cdot \frac{15^2 \cdot \sin 45^\circ}{2} + 8 \cdot 2 \cdot 15 \cdot \sin 22,5^\circ \cdot 8 \approx 1371,15 \text{ cm}^2.$$

b) A szabályos tízsög alapú hasáb

$$\text{alapéle: } b = 2 \cdot 15 \cdot \sin 18^\circ;$$

$$\text{fedőlapjának területe: } T' = 10 \cdot \frac{15^2 \cdot \sin 36^\circ}{2}.$$

A bevonandó felület:

$$T' + 10 \cdot bm' = 10 \cdot \frac{15^2 \cdot \sin 36^\circ}{2} + 10 \cdot 2 \cdot 15 \cdot \sin 18^\circ \cdot 10 \approx 1588,31 \text{ cm}^2.$$

A Vera 10. születésnapjára készült tortán a bevonandó felület $\frac{1588,31}{1371,15} \cdot 100 - 100 \approx 15,84$ százalékkal lesz nagyobb, mint a 8. születésnapjára készített tortán.

- 4329** Ha a hasáb alapéle a , akkor a befestendő terület:

$$t + A_{\text{palást}} = \frac{a^2 \cdot \sqrt{3}}{4} + 2,5 \cdot 3 \cdot a = 6,28 \text{ m}^2.$$

Rendezés után a megoldandó másodfokú egyenlet:

$$\sqrt{3} \cdot a^2 + 30a - 25,12 = 0.$$

Az egyenlet pozitív megoldása 0,80. A hirdetőoszlop alapéle 80 cm.



4330 Mivel a hasáb két oldalpaj 70°31'-os szöget zár be, és a területük aránya 2 : 3, az alaplap olyan háromszög, amelyben két oldal hosszát felírhatjuk $2x$ és $3x$ alakban, a két oldal által bezárt szög pedig 70°31'.

Mivel a hasáb harmadik oldalpajjának területe 120 cm^2 , és a hasáb magassága 20 cm , a háromszög harmadik oldala 6 cm hosszú.

A koszinusztételt felírva a háromszögben:

$$6^2 = (2x)^2 + (3x)^2 - 2 \cdot (2x) \cdot (3x) \cdot \cos 70^\circ 31' \Rightarrow x \approx 2.$$

Az alaplap oldalélei 4 cm , 6 cm és 6 cm hosszúak.

A hasáb térfogata:

$$V = T \cdot m = \frac{4 \cdot 6 \cdot \sin 70^\circ 31'}{2} \cdot 20 \approx 226,26 \text{ cm}^3.$$

4331 A csatorna keresztmetszetének területe:

$$T = \frac{a+c}{2} \cdot m_{\text{trapéz}} = \frac{6+8}{2} \cdot 3 = 21 \text{ m}^2.$$

a) A csatorna egy óra alatt legfeljebb annyi vizet tud elvezetni, amennyi egy 21 m^2 alapterületű és $1,4 \cdot 3600 = 5040 \text{ m}$ magasságú hasáb térfogata:

$$V = T \cdot m = 21 \cdot 5040 = 105\,840 \text{ m}^3.$$

b) Ha a csatorna félig van vízzel, akkor a víz egy olyan trapéz alakú keresztmetszeten folyik le, amelynek alapjai 6 m és $\frac{6+8}{2} = 7 \text{ m}$, magassága $1,5 \text{ m}$. A keresztmetszet területe:

$$T' = \frac{7+6}{2} \cdot 1,5 = 9,75 \text{ m}^2.$$

Így a csatorna által egy óra alatt elvezetett vízmennyiség annyi, mint egy $9,75 \text{ m}^2$ alapterületű és $0,9 \cdot 3600 = 3240 \text{ m}$ magasságú hasáb térfogata:

$$V = T' \cdot m = 9,75 \cdot 3240 = 31\,590 \text{ m}^3.$$

4332 A kocka éle $a = 10 \text{ cm}$. A feladatban megadott sík az ábrán látható kockát két a magasságú hasábra vágja ketté.

A $PEHQFG$ hasáb alaplapja a PEH derékszögű háromszög, amelynek befogói a és $\frac{a}{2}$ hosszúságúak, átfogója pedig $\frac{a\sqrt{5}}{2}$ hosszúságú.

A PEH háromszög területe és kerülete:

$$T_{PEH} = \frac{a^2}{4} \quad \text{és} \quad k_{PEH} = \frac{3a}{2} + \frac{a\sqrt{5}}{2}.$$

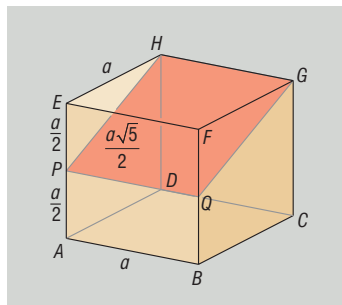
A $PEHQFG$ hasáb térfogata és felszíne:

$$V_{PEHQFG} = T_{PEH} \cdot a = \frac{a^3}{4} = 250 \text{ cm}^3,$$

$$A_{PEHQFG} = 2 \cdot T_{PEH} + k_{PEH} \cdot a = 2 \cdot \frac{a^2}{4} + \left(\frac{3a}{2} + \frac{a\sqrt{5}}{2} \right) \cdot a = \frac{4 + \sqrt{5}}{2} \cdot a^2 \approx 311,80 \text{ cm}^2.$$

Az $ABCDPQGH$ hasáb térfogatát megkapjuk úgy, hogy a kocka térfogatából kivonjuk a $PEHQFG$ hasáb térfogatát:

$$V_{ABCDPQGH} = 1000 - 250 = 750 \text{ cm}^3.$$





Az $ABCDPQGH$ hasáb alaplajja a $PADH$ derékszögű trapéz, melynek területe és kerülete:

$$T_{PADH} = \frac{3a^2}{4} \quad \text{és} \quad k_{PADH} = \frac{5a}{2} + \frac{a\sqrt{5}}{2}.$$

Az $ABCDPQGH$ hasáb felszíne:

$$\begin{aligned} A_{ABCDPQGH} &= 2 \cdot T_{PADH} + k_{PADH} \cdot a = 2 \cdot \frac{3a^2}{4} + \left(\frac{5a}{2} + \frac{a\sqrt{5}}{2} \right) \cdot a = \\ &= \frac{8 + \sqrt{5}}{2} \cdot a^2 \approx 511,80 \text{ cm}^2. \end{aligned}$$

4333 A paralelepipedon alaplajjának területe:

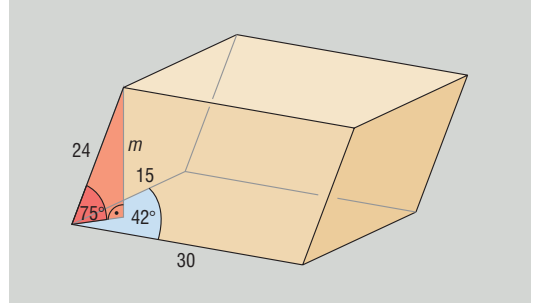
$$T = 15 \cdot 30 \cdot \sin 42^\circ.$$

A paralelepipedon magassága:

$$m = 24 \cdot \sin 75^\circ.$$

A paralelepipedon térfogata:

$$\begin{aligned} V &= T \cdot m = 15 \cdot 30 \cdot \sin 42^\circ \cdot 24 \cdot \sin 75^\circ \approx \\ &\approx 6980,37 \text{ cm}^3. \end{aligned}$$



4334 Ha az úszómedencében 90 cm magasan áll a víz, akkor a benne lévő víz térfogata:

$$V = r^2 \cdot \pi \cdot m = 1,8^2 \cdot \pi \cdot 0,9 \text{ m}^3.$$

a) Mivel a csapból óránként $30 \cdot 60 = 1800$ liter = $1,8 \text{ m}^3$ víz folyik, a medence ennyi vízzel

$$\frac{1,8^2 \cdot \pi \cdot 0,9}{1,8} \approx 5,09$$

óra alatt tölthető fel.

b) A vízdíjunk éves emelkedése:

$$6 \cdot V \cdot 542 = 6 \cdot 1,8^2 \cdot \pi \cdot 0,9 \cdot 542 = 29\,791 \text{ forint.}$$

4335 Az a élű építőköck térfogata egyenlő egy olyan henger térfogatával, amely alapkörének sugara 11 cm, magassága 1 cm:

$$a^3 = r^2 \cdot \pi \cdot m = 11^2 \cdot \pi \cdot 1 \Rightarrow a \approx 7,24.$$

Bendegúz építőköckjé 7,24 cm élű.

4336 A maximálisan felfogható csapadék mennyisége:

$$V_f = T \cdot m_1 = 120 \cdot 8 \cdot 10^{-3} = 0,96 \text{ m}^3.$$

A hordó térfogata:

$$V = r^2 \cdot \pi \cdot m_2 = 0,4^2 \cdot \pi \cdot 1,2 = 0,60 \text{ m}^3,$$

tehát a hordó megtelt esővízzel.

4337 A kád egyszeri festéséhez a kád palástját és alaplajját kétszer kell lefesteni. Háromszori festéshez a lefestendő terület:

$$A = 3 \cdot 2 \cdot (r^2 \cdot \pi + 2r \cdot \pi \cdot m) = 3 \cdot 2 \cdot (0,75^2 \cdot \pi + 1,5 \cdot \pi \cdot 1,5) \approx 53,01 \text{ m}^2,$$

ennek lefestéséhez 2,39 kg festék szükséges.



- 4338** A cső külső átmérője $5,4 + 0,6 = 6$ cm, tehát az elkészítéséhez szükséges fém térfogata:

$$V = \pi \cdot (r_1^2 - r_2^2) \cdot m_{\text{test}} = \pi \cdot (3^2 - 2,7^2) \cdot 200 \approx 1074,42 \text{ cm}^3.$$

A cső tömege:

$$m = V \cdot \rho = 1074,42 \cdot 7,2 \approx 7736 \text{ g} \approx 7,74 \text{ kg}.$$

- 4339** A henger magassága:

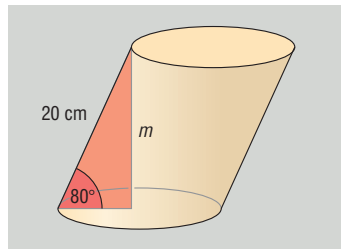
$$m = 20 \cdot \sin 80^\circ,$$

az alapkörének sugara:

$$r = 10 \cdot \sin 80^\circ.$$

A henger térfogata:

$$V = r^2 \cdot \pi \cdot m \approx 6001 \text{ cm}^3.$$



- 4340** A fahasáb alaplapját a párhuzamos síkok három részre osztják. A mellékelt ábrán látható színezett körszelet T_1 területének meghatározásához először ki kell számítanunk az $\alpha = \angle AOB$ középponti szöget.

Mivel az átmérőt az AB húr harmadolja, az AOB egyenlő szárú háromszög AB oldalához tartozó OT magassága 5 cm, így:

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{5}{15} \Rightarrow \alpha \approx 141,06^\circ.$$

A körszelet területe:

$$T_1 = 15^2 \cdot \pi \cdot \frac{141,06^\circ}{360^\circ} - \frac{15^2 \cdot \sin 141,06^\circ}{2} \approx 206,26 \text{ cm}^2.$$

Az egyik levágott rész térfogata:

$$V_1 = T_1 \cdot m_{\text{test}} \approx 9281,7 \text{ cm}^3,$$

tömege:

$$m_1 = V_1 \cdot \rho = 9281,7 \cdot 0,71 \approx 6590 \text{ g} = 6,59 \text{ kg}.$$

A másik levágott rész ezzel egybevágó, tehát ugyanekkora a tömege.

Az egész hasáb térfogata:

$$V = 15^2 \cdot \pi \cdot 45 \approx 31808 \text{ cm}^3,$$

tömege:

$$m = V \cdot \rho = 31808 \cdot 0,71 \approx 22580 \text{ g} = 22,58 \text{ kg}.$$

A harmadik rész tömegét megkapjuk úgy, hogy az egész fahasáb tömegéből kivonjuk az m_1 tömeg kétszeresét:

$$m_2 = m - 2 \cdot m_1 \approx 9,40 \text{ kg}.$$

A keletkezett részek tömege: 6,59 kg, 6,59 kg és 9,40 kg.

- 4341** A téglatest élei legyenek a , b és c hosszúságúak. A feladat feltétele szerint:

$$a + b + c = 18, \text{ valamint } e = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2} = \sqrt{110}.$$

Mivel

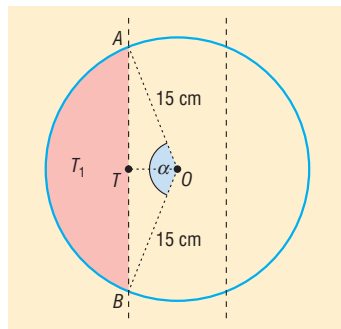
$$(a + b + c)^2 = a^2 + b^2 + c^2 + 2 \cdot (ab + ac + bc),$$

az előzőeket felhasználva:

$$18^2 = 110 + 2 \cdot (ab + ac + bc).$$

A téglatest felszíne:

$$A = 2 \cdot (ab + ac + bc) = 214 \text{ cm}^2.$$





- 4342** A téglatest élleinek hossza legyen a , b és c . Az e hosszúságú testátlónak az éllel bezárt szöge legyen α , β és γ .

A szögek koszinuszai:

$$\cos \alpha = \frac{a}{e}, \quad \cos \beta = \frac{b}{e}, \quad \cos \gamma = \frac{c}{e}.$$

Mivel $e = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$, a koszinuszok négyzetösszege:

$$\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma = \frac{a^2}{e^2} + \frac{b^2}{e^2} + \frac{c^2}{e^2} = 1.$$

- a) Az előzőek alapján:

$$\cos^2 23^\circ + \cos^2 72^\circ + \cos^2 \gamma = 1 \Rightarrow \gamma \approx 76,17^\circ.$$

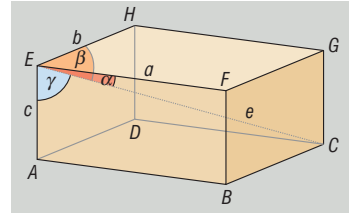
A testátlónak a harmadik éllel bezárt szöge $76,17^\circ$.

- b) A téglatest élleinek hossza:

$$a = 80 \cdot \cos 23^\circ, \quad b = 80 \cdot \cos 72^\circ \quad \text{és} \quad c = 80 \cdot \cos 76,17^\circ.$$

A téglatest térfogata:

$$V = 80^3 \cdot \cos 23^\circ \cdot \cos 72^\circ \cdot \cos 76,17^\circ \approx 34\,813,88 \text{ cm}^3.$$

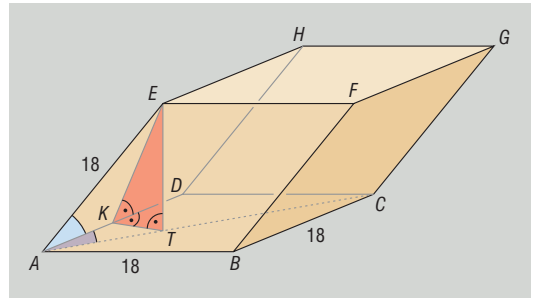


- 4343** a) A romboédert hat egybevágó rombusz határolja. Egy rombusz területe:

$$T_{\text{rombusz}} = 18^2 \cdot \sin 60^\circ = 162\sqrt{3},$$

tehát a romboéder felszíne:

$$A = 6 \cdot T_{\text{rombusz}} = 6 \cdot 162\sqrt{3} = 972\sqrt{3} = 1683,55 \text{ cm}^2.$$



- b) Az ábrán látható $ABCDEFGH$ romboéder tengelyesen szimmetrikus az $ACGE$ testátló síkjára, ezért az E csúsból az $ABCD$ alaplapra bocsátott merőleges T talppontja rajta van az AC lapátlón. Az E csúsból az AD oldalélre bocsátott merőleges talppontja legyen K . A három merőleges egyenes tétele alapján KT egyenese is merőleges az AD oldal egyenesére. Az AKE derékszögű háromszögben:

$$AK = 18 \cdot \cos 60^\circ,$$

$$EK = 18 \cdot \sin 60^\circ = 9\sqrt{3}.$$

Mivel $ABCD$ rombusz, és T pont rajta van az AC lapátlón, ezért a KAT szög 30° . Az ATK derékszögű háromszögben:

$$KT = AK \cdot \tan 30^\circ = 18 \cdot \cos 60^\circ \cdot \tan 30^\circ = 3\sqrt{3}.$$

A romboéder ET magasságának hosszát a KTE derékszögű háromszögből Pitagorasz tételével számolhatjuk:

$$m = ET = \sqrt{EK^2 - KT^2} = \sqrt{(9\sqrt{3})^2 - (3\sqrt{3})^2} = \sqrt{216} = 6\sqrt{6}.$$

A romboéder térfogata:

$$V = T_{\text{rombusz}} \cdot m = 162\sqrt{3} \cdot 6\sqrt{6} = 2916\sqrt{2} \approx 4123,85 \text{ cm}^3.$$



- 4344** A téglatest EC testátlóját tartalmazza az AB éllel párhuzamos $EFCD$ sík. Az EC és AB kitérő egyenesek távolságának meghatározásához elég kiszámítani az $EFCD$ sík és az AB egyenesének d távolságát.

Az $ADHE$ sík merőleges az $EFCD$ síkra, így a d távolság a téglatest A csúcsának ED lapátlótól mért távolsága.

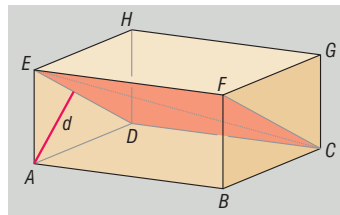
Legyen $AE = 3x$, $AD = 4x$ és $AB = 5x$ hosszúságú. Az ED lapátló a Pitagorasz-tétel alapján $5x$ hosszúságú. Az ADE derékszögű háromszög területét kétféleképpen számolva:

$$\frac{3x \cdot 4x}{2} = \frac{5x \cdot d}{2} \Rightarrow d = \frac{12}{5}x.$$

A feladat feltétele szerint $d = 2,4$ m, így $x = 1$.

A téglatest élei 3 m, 4 m és 5 m hosszúak, így a téglatest térfogata:

$$V = abc = 60 \text{ m}^3.$$



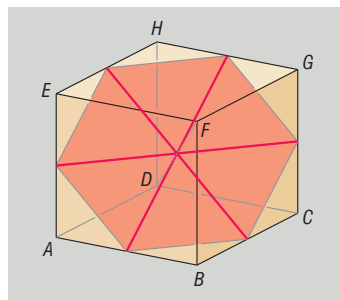
- 4345** Az ábrán látható kocka éle legyen a hosszúságú. Pitagorasz tétele alapján az F és D csúcsoktól a feladatban szereplő élek felezőpontjának mindegyike $\frac{a\sqrt{5}}{2}$ távolságra van, tehát az FD

szakasz felezőmerőleges síkja mind a hat pontot tartalmazza. A felezőpontok síkbeli hatszöget határoznak meg.

A hat felezőpontot rendre összekötő szakaszok mindegyikének hossza feleakkora, mint a kocka egy lapátlója, tehát a hatszög mindegyik oldala egyenlő hosszú.

Ezen hatszög köré kör írható, mivel a kocka éleinek felezőpontjai a kocka középpontjától feleolyan távol vannak, mint a kocka egy lapátlójának hossza.

Az a síkbeli hatszög, amely köré kör írható és oldalai egyenlő hosszúak, szabályos hatszög. Ezzel az állításunkat bebizonyítottuk.

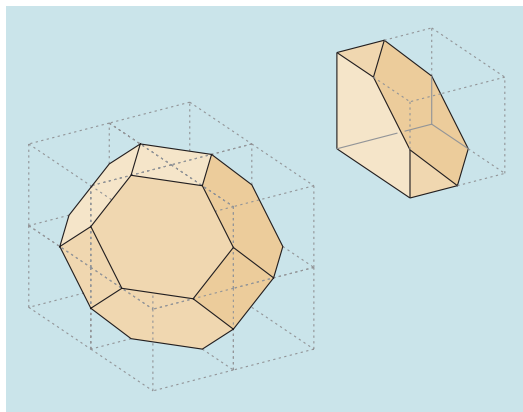


- 4346** Képzeletben vágjuk a nagy a élű kockát 8 egybevágó kis kockára. A 4345. feladat alapján tudjuk, hogy az új test lapjai minden ilyen kis kockát szabályos hatszögben metszenek.

a) A kis kockát metsző sík a kis kockát két egybevágó testre vágja szét, mivel a létrejött egyik test a másiknak a kis kocka középpontjára vonatkozó tükörképe. Ebből következik, hogy a két rész térfogata is egyenlő.

Minden kis kocka térfogatának fele tartozik az új testhez, tehát a test térfogata:

$$V = \frac{a^3}{2} = \frac{12^3}{2} = 864 \text{ cm}^3.$$



b) Az új testet határoló négyzetek átlói feleolyan hosszúak, mint a nagy kocka éle, tehát területe:

$$T_{\text{négyzet}} = \frac{\left(\frac{a}{2}\right)^2}{2} = \frac{a^2}{8} = 18 \text{ cm}^2.$$



Az új testet határoló nyolc szabályos hatszög oldaléle a nagy kocka lapátlójának negyede, tehát területe:

$$T_{\text{hatszög}} = 6 \cdot \frac{\left(\frac{a\sqrt{2}}{4}\right)^2 \cdot \sqrt{3}}{4} = \frac{3\sqrt{3} \cdot a^2}{16}.$$

A test felszíne:

$$\begin{aligned} A &= 6 \cdot T_{\text{négyzet}} + 8 \cdot T_{\text{hatszög}} = 6 \cdot 18 + 8 \cdot 27\sqrt{3} = \\ &= 108 + 216\sqrt{3} \approx 482,12 \text{ cm}^2. \end{aligned}$$

4347 Legyen a hasáb alaplapja a oldalú szabályos háromszög.

Ha a háromszögből szabályos tizenkétszöget akarunk készíteni, beírható körének sugara legfeljebb akkora lehet, mint a szabályos háromszögbe írható kör sugara.

Mivel a szabályos háromszög 120° -ra nézve, a szabályos tizenkétszög pedig 30° -ra nézve forgásszimmetrikus, ezért a háromszögből ki lehet vágni egy olyan szabályos tizenkétszöget, amelynek beírható köre egyben a háromszög beírható köre is.

Ennek a körnek a sugara a szabályos háromszög magasságának harmada:

$$r = \frac{1}{3} \cdot \frac{a\sqrt{3}}{2} = \frac{a\sqrt{3}}{6}.$$

a) A szabályos tizenkétszög b oldaléle egy olyan egyenlő szárú háromszög alapja, amelynek szárszöge 30° , az alaphoz tartozó magassága pedig r .

Ebből következően:

$$b = 2r \cdot \operatorname{tg} 15^\circ = \frac{a\sqrt{3}}{3} \cdot \operatorname{tg} 15^\circ \approx 0,15 \text{ m}.$$

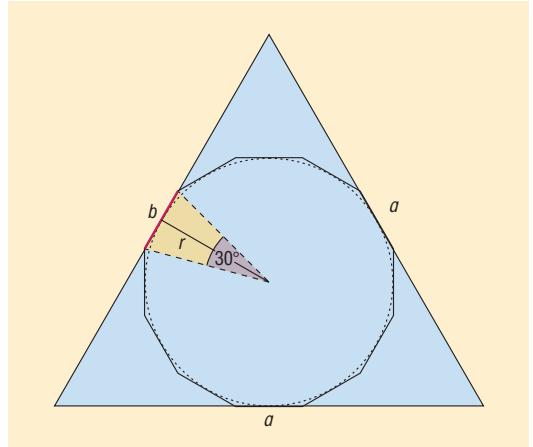
A hasáb alapéle $0,15 \text{ m}$.

b) Az elszállítandó hulladék térfogata a háromszög alapú és tizenkétszög alapú hasáb térfogatának a különbsége:

$$\begin{aligned} V &= T_{\text{háromszög}} \cdot m - T_{\text{tizenkétszög}} \cdot m = m \cdot \left(\frac{a^2 \cdot \sqrt{3}}{4} - 12 \cdot \frac{b \cdot r}{2} \right) = \\ &= m \cdot \left(\frac{a^2 \cdot \sqrt{3}}{4} - 12 \cdot \frac{\frac{a\sqrt{3}}{3} \cdot \operatorname{tg} 15^\circ \cdot \frac{a\sqrt{3}}{6}}{2} \right) = \\ &= \frac{1,5 \cdot 12}{4} \cdot (\sqrt{3} - 4 \cdot \operatorname{tg} 15^\circ) \approx 0,2476 \text{ m}^3 = 247,6 \text{ dm}^3. \end{aligned}$$

A hulladék tömege:

$$m_{\text{hulladék}} = V \cdot \rho = 247,6 \cdot 2,85 \approx 705,66 \text{ kg}.$$





4348 A téglatest élei legyenek a , b és c hosszúságúak.

Írjuk fel a számtani és mértani közép közti összefüggést az ab , ac és bc pozitív kifejezésekre:

$$\begin{aligned}\frac{ab + ac + bc}{3} &\geq \sqrt[3]{ab \cdot ac \cdot bc}, \\ 2 \cdot (ab + ac + bc) &\geq 6 \cdot \sqrt[3]{a^2 \cdot b^2 \cdot c^2}, \\ A &\geq 6 \cdot \sqrt[3]{V^2}.\end{aligned}$$

Egy téglatest felszíne mindig nagyobb vagy egyenlő, mint a térfogata négyzetéből vont köbgyök hatszorosa.

Mivel ekvivalens átalakításokat végeztünk, egyenlőség akkor és csak akkor áll fenn, ha az ab , ac és bc kifejezések számtani és mértani közepe egyenlő.

Ismert, hogy ez csak akkor teljesül, ha:

$$ab = ac = bc \Leftrightarrow a = b = c.$$

A 125 cm^3 térfogatú téglatestek közül az 5 cm élű kocka felszíne a legkisebb.

4349 A henger alapkörének sugara legyen r , magassága m .

A henger felszíne:

$$\begin{aligned}A &= 2r \cdot \pi \cdot (r + m), \\ m &= \frac{A}{2r \cdot \pi} - r.\end{aligned}$$

A henger térfogata:

$$V = r^2 \cdot \pi \cdot m.$$

A térfogat kifejezésébe helyettesítsük be m -et, így a térfogatot r függvényként írjuk fel:

$$V(r) = r^2 \cdot \pi \cdot \left(\frac{A}{2r \cdot \pi} - r \right) = r \cdot \frac{A}{2} - r^3 \cdot \pi, \quad r \in \mathbb{R}^+.$$

Ennek a függvénynek ott lehet maximuma, ahol az első deriváltja 0:

$$V'(r) = \frac{A}{2} - 3r^2 \cdot \pi.$$

Pozitív r -eket tekintve, ennek a függvénynek $r = \sqrt{\frac{A}{6\pi}}$ helyen van zérushelye.

Az első derivált előjele, ha $0 < r < \sqrt{\frac{A}{6\pi}}$, akkor pozitív, ha $\sqrt{\frac{A}{6\pi}} < r$, akkor negatív, tehát $r = \sqrt{\frac{A}{6\pi}}$ esetén $V(r)$ függvénynek maximuma van.

Az egyenlő felszínű egyenes körhengerek közül annak a térfogata maximális, amely alapkörének sugara:

$$r = \sqrt{\frac{A}{6\pi}},$$

magassága:

$$m = \frac{A}{2r \cdot \pi} - r = \frac{A}{2 \cdot \sqrt{\frac{A}{6\pi}} \cdot \pi} - \sqrt{\frac{A}{6\pi}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{A}{6\pi}}.$$

A henger térfogata tehát akkor a legnagyobb, ha alapkörének átmérője és magassága egyenlő hosszú.



A gúla és a kúp térfogata

4350 A táblázat hiányzó adatai:

Alaplap	Alapél	Oldalél	Testmagasság	Felszín	Térfogat
négyzet	10 cm	$\sqrt{534}$ cm	22 cm	$100 + 20\sqrt{509} \approx 551,22$ cm ²	$\frac{2200}{3} \approx 733,33$ cm ³
négyzet	2 dm	26 cm	$2\sqrt{119}$ cm	1360 cm ²	$\frac{800\sqrt{119}}{3} \approx 2908,99$ cm ³
négyzet	$10\sqrt{10} \approx 31,62$ cm	30 cm	20 cm	$1000 + 200\sqrt{65} \approx 2612,45$ cm ²	$\frac{20000}{3} \approx 6666,67$ cm ³
négyzet	20 cm	$2\sqrt{491} \approx 44,32$ cm	42 cm	$400 + 80\sqrt{466} \approx 2126,96$ cm ²	5600 cm ³
szabályos háromszög	12 dm	$8\sqrt{7} \approx 21,17$ cm	20 cm	$36\sqrt{3} + 36\sqrt{103} \approx 427,71$ cm ²	$240\sqrt{3} \approx 415,69$ cm ³
szabályos háromszög	18 cm	15 cm	$3\sqrt{13} \approx 10,82$ cm	$324 + 81\sqrt{3} \approx 464,30$ cm ²	$81\sqrt{39} \approx 505,84$ cm ³
szabályos hatszög	12 cm	$4\sqrt{34} \approx 23,32$ cm	20 cm	$216\sqrt{3} + 72\sqrt{127} \approx 1185,52$ cm ²	$1440\sqrt{3} \approx 2494,15$ cm ³
szabályos hatszög	24 cm	30 cm	18 cm	$864\sqrt{3} + 432\sqrt{21} \approx 3476,16$ cm ²	$5184\sqrt{3} \approx 8978,95$ cm ³

4351 a) A Kheopsz-piramis térfogata:

$$V = \frac{T \cdot m}{3} \approx 2655317 \text{ m}^3 \approx 2,66 \text{ km}^3.$$

b) A Kheopsz-piramis alaplapjának és az oldallapjának a hajlásszöge megközelítőleg 52° .

4352 a) A gúla felszíne:

$$A = T_{\text{alap}} + A_{\text{palást}} = 100 \cdot (\sqrt{2} + 1) \approx 241,42 \text{ cm}^2.$$

b) A gúla térfogata:

$$V = \frac{T \cdot m}{3} = \frac{500}{3} \approx 166,67 \text{ cm}^3.$$

4353 a) A gúla alapéle: 18 cm.

b) A gúla felszíne:

$$A = T_{\text{alap}} + A_{\text{palást}} = 324 + 108\sqrt{13} \approx 713,40 \text{ cm}^2.$$

4354 A táblázat hiányzó adatai:

Alapkör sugara	Kúp magassága	Alkotó hossza	Felszín	Térfogat
6 cm	10 cm	$2\sqrt{34} \approx 11,66$ cm	$12\pi \cdot (3 + \sqrt{34}) \approx 332,92$ cm ²	$120\pi \approx 377,00$ cm ³
$10\sqrt{5} \approx 22,36$ cm	20 cm	30 cm	$100\pi \cdot (5 + 3\sqrt{5}) \approx 3678,24$ cm ²	$\frac{10000}{3}\pi \approx 10471,98$ cm ³
7 cm	$5\sqrt{11} \approx 16,58$ cm	18 cm	$175\pi \approx 549,78$ cm ²	$\frac{245\pi \cdot \sqrt{11}}{3} \approx 850,92$ cm ³
10 cm	2 dm	$10\sqrt{5} \approx 22,36$ cm	$100\pi \cdot (1 + \sqrt{5}) \approx 1016,64$ cm ²	$\frac{2000}{3}\pi \approx 2094,40$ cm ³
8 cm	6 cm	10 cm	$144\pi \approx 452,39$ cm ²	$128\pi \approx 402,12$ cm ³



4355 a) Az egyenes körkúp felszíne: $A \approx 163,30 \text{ cm}^2$.

b) Az egyenes körkúp térfogata: $V \approx 138,73 \text{ cm}^3$.

4356 A koktélos pohárba megközelítőleg 6 dl ital tölthető.

4357 a) A forgástest felszíne: $A = 300\pi \approx 942,48 \text{ cm}^2$, térfogata: $V = 240\pi \approx 753,98 \text{ cm}^3$.

b) A forgástest felszíne: $A = 90\pi \approx 282,74 \text{ cm}^2$, térfogata: $V = 100\pi \approx 314,16 \text{ cm}^3$.

4358 a) A forgáskúp alapkörének sugara: $r = \frac{10}{3} \approx 3,33 \text{ cm}$.

b) A forgáskúp nyílásszöge: $\varphi \approx 49,25^\circ$.

c) A forgáskúp térfogata: $V = \frac{200\sqrt{119}}{81}\pi \approx 84,62 \text{ cm}^3$.

d) A forgáskúp felszíne: $A = \frac{340}{9}\pi \approx 118,68 \text{ cm}^2$.

4359 A forgáskúp térfogata: $V = \frac{125\sqrt{15}}{3\sqrt{\pi}} \approx 91,05 \text{ cm}^3$.

4360 A forgáskúp kiterített palástjának középponti szöge 216° .

4361 a) Az egyenes körkúp felszíne: $A \approx 802,46 \text{ cm}^2$.

b) Az egyenes körkúp térfogata: $V \approx 1487,44 \text{ cm}^3$.

4362 Tekintsük a mellékelt ábrát. A Pitagorasz-tétel megfordítása alapján az ACE_Δ egy olyan egyenlő szárú derékszögű háromszög, amelynek befogói 18 cm hosszúak. A gúla testmagassága az alaplap AC átlójának a fele:

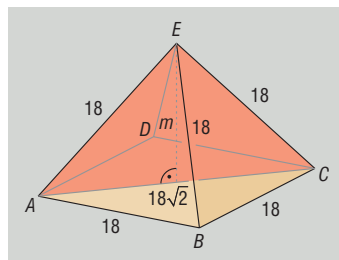
$$m = \frac{a\sqrt{2}}{2} = \frac{18\sqrt{2}}{2} = 9\sqrt{2}.$$

a) A gúla felszíne az alaplap és négy 18 cm oldalú szabályos háromszög területének az összege:

$$A = T + A_{\text{palást}} = 18^2 + 4 \cdot \frac{18^2 \cdot \sqrt{3}}{4} = 18^2 \cdot (1 + \sqrt{3}) \approx 885,18 \text{ cm}^2.$$

b) A gúla térfogata:

$$V = \frac{T \cdot m}{3} = \frac{18^2 \cdot 9 \cdot \sqrt{2}}{3} = 972\sqrt{2} \approx 1374,62 \text{ cm}^3.$$

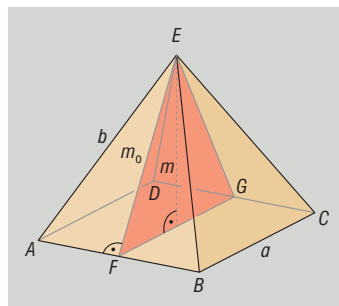


4363 Tekintsük a mellékelt ábrát. Legyen a gúla alapéle a hosszúságú. Az EFG_Δ a feladat szövege szerint szabályos háromszög, így a gúla testmagassága a szabályos háromszög magassága:

$m = \frac{a\sqrt{3}}{2}$, illetve az oldallapok magassága a szabályos háromszög a oldala: $m_0 = a$.

A gúla térfogatából adódóan:

$$V = \frac{T \cdot m}{3} \Rightarrow 147,8 = \frac{a^2 \cdot \frac{a\sqrt{3}}{2}}{3} \Rightarrow a \approx 8.$$





a) A gúla magassága:

$$m = \frac{a\sqrt{3}}{2} = 4\sqrt{3} \approx 6,93 \text{ cm.}$$

b) A gúla b oldaléle az AFE derékszögű háromszögből számítható:

$$b = \sqrt{AF^2 + EF^2} = \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + a^2} = \sqrt{4^2 + 8^2} = \sqrt{80} = 4\sqrt{5} \approx 8,94 \text{ cm.}$$

c) A gúla felszíne:

$$A = T + A_{\text{palást}} = a^2 + 4 \cdot \frac{a \cdot m_0}{2} = 8^2 + 4 \cdot \frac{8^2}{2} = 192 \text{ cm}^2.$$

4364 Ha a gúla alaplajának területe T , akkor egy oldallap területe $\frac{3}{4}T$. Így a gúla felszíne:

$$A = T + 3 \cdot \frac{3}{4}T \Rightarrow 202,65 = \frac{13}{4}T \Rightarrow T \approx 62,35 \text{ cm}^2.$$

A gúla alaplaja a oldalú szabályos háromszög, ezért:

$$T = \frac{a^2 \cdot \sqrt{3}}{4} \Rightarrow 62,35 = \frac{a^2 \cdot \sqrt{3}}{4} \Rightarrow a \approx 12 \text{ cm.}$$

A gúla m testmagasságának meghatározásához számítsuk ki az oldallap m_0 magasságát az oldallap területéből:

$$T_{\text{oldallap}} = \frac{3}{4}T, \text{ azaz } \frac{a \cdot m_0}{2} = \frac{3}{4}T \Rightarrow m_0 \approx 7,79.$$

Az ábra jelöléseit használva a gúla testmagasságának S talppontja az ABC szabályos háromszög súlypontja.

A súlypont a háromszög AF súlyvonalának a csúcstól távolabbi harmadolópontja. Az SFD derékszögű háromszögben a Pitagorasz-tétel alapján a gúla m testmagassága számítható:

$$m = \sqrt{DF^2 - SF^2} = \sqrt{7,79^2 - \left(\frac{12\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{3}\right)^2} \approx 6,98 \text{ cm.}$$

Így a gúla térfogata:

$$V = \frac{T \cdot m}{3} = \frac{62,35 \cdot 6,98}{3} = 145,07 \text{ cm}^3.$$

4365 Az ABC alaplaj egyenlő szárú derékszögű háromszög, átfogója: $AB = 10\sqrt{2}$, az átfogóhoz tartozó magassága pedig az átfogó fele: $CF = 5\sqrt{2}$.

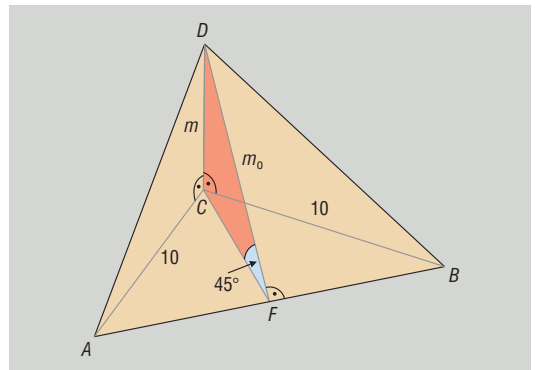
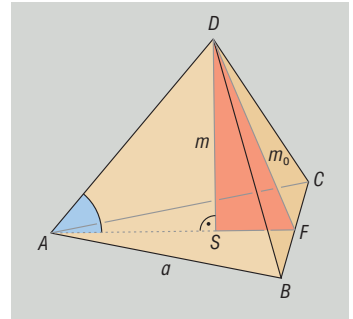
Mivel az ABC alaplaj és az ABD oldallap bezárt szöge 45° , az FCD háromszög is egyenlő szárú derékszögű háromszög.

A gúla testmagassága:

$$m = CF = 5\sqrt{2}.$$

Az ABD oldallap magassága:

$$m_0 = DF = CF \cdot \sqrt{2} = 10.$$





A gúla térfogata:

$$V = \frac{T \cdot m}{3} = \frac{10^2 \cdot 5\sqrt{2}}{3} \approx 117,85 \text{ cm}^3.$$

A gúla felszíne:

$$\begin{aligned} A &= T_{ABC} + 2 \cdot T_{ACD} + T_{ABD} = 50 + 2 \cdot \frac{10 \cdot 5\sqrt{2}}{2} + \frac{10\sqrt{2} \cdot 10}{2} = \\ &= 50 \cdot (1 + 2\sqrt{2}) \approx 191,42 \text{ cm}^2. \end{aligned}$$

4366 A befedendő felület egy olyan szabályos ötoldalú gúla palástjának a területe, amelynek az alapéle 2 m.

Használjuk az ábra jelöléseit. A gúla magasságának talppontja a szabályos ötszög körülírt körének T középpontja. Az ABT egyenlő szárú háromszög alapja $AB = 2$, a T -nél lévő szárszöge $\frac{360^\circ}{5} = 72^\circ$. A háromszög TF magassága: $TF = \frac{1}{\tan 36^\circ}$.

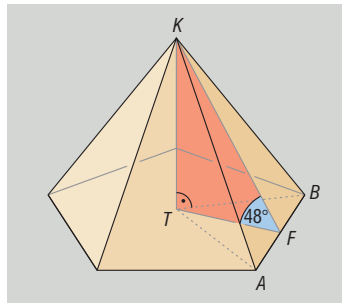
A TFK derékszögű háromszögben ismert TF befogó, illetve az F csúcsnál lévő szög:

$$KF = \frac{TF}{\cos 48^\circ} = \frac{1}{\tan 36^\circ \cdot \cos 48^\circ}.$$

A palást területe:

$$T_{\text{palást}} = 5 \cdot T_{ABK} = 5 \cdot \frac{2 \cdot \frac{1}{\tan 36^\circ \cdot \cos 48^\circ}}{2} = \frac{5}{\tan 36^\circ \cdot \cos 48^\circ} \approx 10,28 \text{ m}^2.$$

A tető befedéséhez (a veszteséget is figyelembe véve) $\frac{10,28 \cdot 10}{0,9} \approx 115$ cserepet kell vásárolnunk.



4367 Tekintsük az ábra jelöléseit. Legyen $AB = 20$ cm és $BC = 12$ cm, felezőpontjaik rendre F és G , valamint a testmagasság talppontja T .

A gúla magassága a térfogatból számítható:

$$m = \frac{3 \cdot V}{T} = \frac{3 \cdot 1200}{12 \cdot 20} = 15 \text{ cm}.$$

Mivel a gúla csúcsából az alaplpra bocsátott merőleges talppontja a téglalap átlóinak metszéspontja, a gúla minden oldaléle egyenlő hosszú, vagyis az oldallap háromszögek egyenlő szárúak.

a) A felszín kiszámításához meg kell határoznunk az ABE illetve a BCE oldallapok magasságait.

Az EFT derékszögű háromszögből:

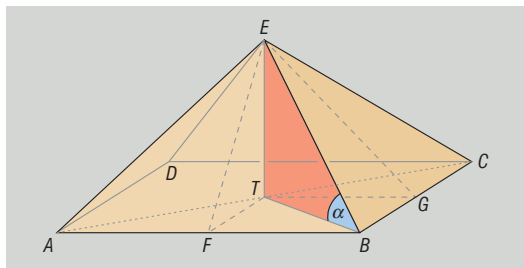
$$EF = \sqrt{ET^2 + FT^2} = \sqrt{15^2 + 6^2} = 3\sqrt{29}.$$

Az EGT derékszögű háromszögből:

$$EG = \sqrt{ET^2 + GT^2} = \sqrt{15^2 + 10^2} = 5\sqrt{13}.$$

A gúla felszíne:

$$A = T_{ABCD} + 2 \cdot T_{ABE} + 2 \cdot T_{BCE} = 240 + 2 \cdot \frac{20 \cdot 3\sqrt{29}}{2} + 2 \cdot \frac{12 \cdot 5\sqrt{13}}{2} \approx 779,44 \text{ cm}^2.$$





- b) Az oldalélnek az alaplappal bezárt α szögét a TBE derékszögű háromszögből számítjuk.

A TB szakasz az $ABCD$ téglalap átlójának a fele:

$$TB = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{20^2 + 12^2} = 2\sqrt{34}.$$

Az α szög meghatározása:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{m}{TB} = \frac{15}{2\sqrt{34}} \Rightarrow \alpha \approx 52,14^\circ.$$

A gúla oldaléleinek az alaplappal bezárt szöge $52,14^\circ$.

- 4368** a) A feladatban leírt „csillagtest” felszíne hat 20 cm alapélű, 30 cm magas szabályos négy-oldalú gúla palástjának felszíne.

Az ábra alapján a fent leírt gúla egy egyenlő szárú oldallapjának alapja 20 cm. A gúla magassága Pitagorasz-tétellel az FTE derékszögű háromszögből számítható:

$$m_o = \sqrt{(ET)^2 + (FT)^2} = 10\sqrt{10}.$$

A gúla egy oldallapjának területe:

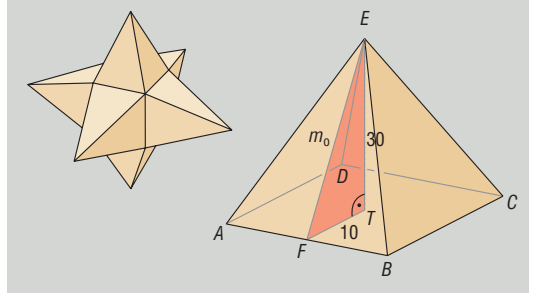
$$T_{\text{háromszög}} = \frac{20 \cdot 10\sqrt{10}}{2} = 100\sqrt{10}.$$

A „csillagtest” felszíne:

$$A = 24 \cdot T_{\text{háromszög}} = 24 \cdot 100\sqrt{10} \approx 7589,47 \text{ cm}^2.$$

- b) A „csillagtest” térfogata:

$$V = V_{\text{kocka}} + 6 \cdot V_{\text{gúla}} = 20^3 + 6 \cdot \frac{20^2 \cdot 30}{3} = 32000 \text{ cm}^3.$$



- 4369** Legyen a kocka éle a , $a = 30$ cm.

- a) A keletkezett test felszíne 6 nyolcszögből és 8 háromszögből áll.

A nyolcszög területét megkapjuk úgy, hogy az a oldalú négyzet területéből kivonjuk négy $\frac{a}{3}$ befogójú egyenlő szárú derékszögű háromszög területét:

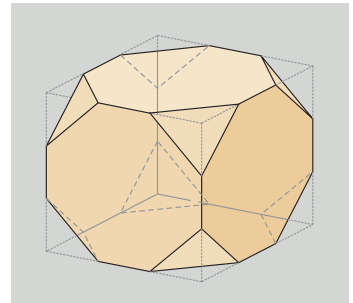
$$T_{\text{nyolcszög}} = a^2 - 4 \cdot \frac{\left(\frac{a}{3}\right)^2}{2} = \frac{7a^2}{9} = \frac{7 \cdot 900}{9} = 700 \text{ cm}^2.$$

A határoló háromszögek mindegyike $\frac{a\sqrt{2}}{3}$ oldalú szabályos háromszög:

$$T_{\text{háromszög}} = \frac{\left(\frac{a\sqrt{2}}{3}\right)^2 \cdot \sqrt{3}}{4} = \frac{a^2 \cdot \sqrt{3}}{18} = \frac{900\sqrt{3}}{18} = 50\sqrt{3} \text{ cm}^2.$$

A test felszíne:

$$A = 6 \cdot T_{\text{nyolcszög}} + 8 \cdot T_{\text{háromszög}} = 6 \cdot 700 + 8 \cdot 50\sqrt{3} \approx 4892,82 \text{ cm}^2.$$





b) A test térfogatának meghatározásához az a élű kocka térfogatából ki kell vonni a csúcsoknál lévő nyolc tetraéder térfogatát.

A tetraéderek térfogatának meghatározásához tekintsük alapnak az $\frac{a}{3}$ befogójú egyenlő szárú derékszögű háromszöget. A tetraéder magassága $\frac{a}{3}$, térfogata:

$$V_{\text{tetraéder}} = \frac{T \cdot m}{3} = \frac{\left(\frac{a}{3}\right)^2 \cdot \frac{a}{3}}{3} = \frac{a^3}{162} \quad (\approx 166,67 \text{ cm}^3).$$

A test térfogata:

$$V = V_{\text{kocka}} - 8 \cdot V_{\text{tetraéder}} = a^3 - 8 \cdot \frac{a^3}{162} = \frac{77a^3}{81} \approx 25666,67 \text{ cm}^3.$$

4370 A gúla alaplapjával párhuzamos sík a gúlából az alaplaphoz hasonló síkidomot metsz ki. A hasonlóság aránya $\frac{15-8}{15} = \frac{7}{15}$.

Mivel hasonló síkidomok területének aránya a hasonlóság arányának négyzetével egyenlő, az alaplap T területére fennáll:

$$\frac{100}{T} = \left(\frac{7}{15}\right)^2 \Rightarrow T = \frac{22500}{49}.$$

A gúla térfogata:

$$V = \frac{T \cdot m}{3} = \frac{\frac{22500}{49} \cdot 15}{3} = \frac{112500}{49} \approx 2295,92 \text{ cm}^3.$$

4371 A kúp alakú tölcser alkotója 30 cm, az alapkörének r sugarára fennáll:

$$2 \cdot r \cdot \pi = 2 \cdot 30 \cdot \pi \cdot \frac{120^\circ}{360^\circ}, \quad \text{innen} \quad r = \frac{30}{3} = 10 \text{ cm}.$$

a) A kúp magassága:

$$m = \sqrt{30^2 - 10^2} = 20\sqrt{2} \approx 28,28 \text{ cm}.$$

b) A kúp térfogata:

$$V = \frac{r^2 \cdot \pi \cdot m}{3} = \frac{(10)^2 \cdot \pi \cdot 20\sqrt{2}}{3} = \frac{2000\sqrt{2}}{3} \pi \approx 2961,92 \text{ cm}^3.$$

A tölcserbe megközelítőleg 2,96 liter pattogatott kukorica fér.

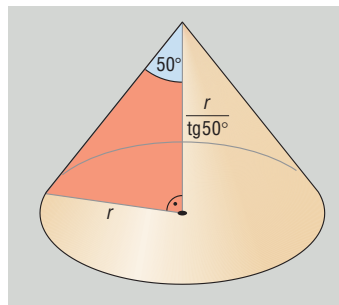
4372 Ha a sóderkúp alapkörének sugara r , akkor a magasságát a fél nyílásszög segítségével felírhatjuk r függvényében:

$$m = \frac{r}{\text{tg } 50^\circ}.$$

A kúp térfogatára felírhatjuk:

$$V = \frac{r^2 \cdot \pi \cdot m}{3} \Rightarrow 2 = \frac{r^3 \cdot \pi}{3 \cdot \text{tg } 50^\circ} \Rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot \text{tg } 50^\circ}{\pi}} \approx 1,32.$$

Ebből az alapkör átmérője: $d \approx 2,64 \text{ m}$.





- a) Mivel az alapkör átmérője több mint 2 méter, a sóder nem fér el a kikészített fólián.
 b) A sóderkúp magassága:

$$m = \frac{r}{\operatorname{tg} 50^\circ} = \frac{\sqrt[3]{\frac{6 \cdot \operatorname{tg} 50^\circ}{\pi}}}{\operatorname{tg} 50^\circ} \approx 1,11 \text{ m.}$$

4373 Az ábra szerint az ABC_Δ -ben legyen $AB = 30$ cm, $AC = 42$ cm, és a két oldal által bezárt szög 100° .

Mivel a háromszög tompaszögű és a leghosszabb oldala körül forgatjuk meg, a keletkezett forgástest két kúpból áll. A kúpok alaplapja közös, valamint az alaplapok sugara a háromszög leghosszabb oldalához tartozó magassága.

A háromszög harmadik $a = m_1 + m_2$ oldalának hosszát koszinusz-tétellel számíthatjuk:

$$a^2 = 30^2 + 42^2 - 2 \cdot 30 \cdot 42 \cdot \cos 100^\circ \Rightarrow a \approx 55,69.$$

A háromszög területét írjuk fel kétféleképpen:

$$\frac{a \cdot m_a}{2} = \frac{b \cdot c \cdot \sin \gamma}{2}.$$

Ebből kapjuk, hogy:

$$m_a = r = \frac{b \cdot c \cdot \sin \gamma}{a} = \frac{42 \cdot 30 \cdot \sin 100^\circ}{55,69} \approx 22,28.$$

A kúp alaplapjának sugara 22,28 cm.

- a) A forgástest felszíne a keletkezett két forgáskúp palástjából áll:

$$\begin{aligned} A &= r \cdot \pi \cdot a_1 + r \cdot \pi \cdot a_2 = r \cdot \pi \cdot (a_1 + a_2) = \\ &= 22,28\pi \cdot (30 + 42) \approx 5039,62 \text{ cm}^2. \end{aligned}$$

- b) A forgástest térfogata a keletkezett két forgáskúp térfogatának az összege. Vegyük figyelembe, hogy a magasságok összege a megforgatott háromszög a oldalának hossza:

$$V = \frac{r^2 \cdot \pi \cdot m_1}{3} + \frac{r^2 \cdot \pi \cdot m_2}{3} = \frac{r^2 \cdot \pi}{3} \cdot (m_1 + m_2) = \frac{r^2 \cdot \pi}{3} \cdot a \approx 28949,18 \text{ cm}^3.$$

- 4374** a) Ha a húrtrapéz a hosszabbik alapja körül forgatjuk meg, a forgástest egy hengerből és két egybevágó kúpból áll.

A kúp alkotójának hossza:

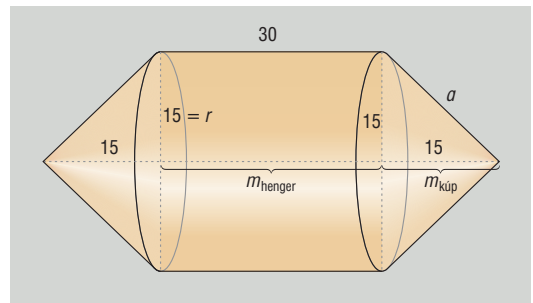
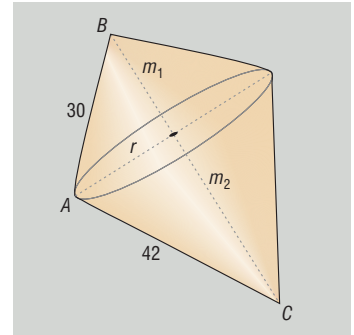
$$a = \sqrt{15^2 + 15^2} = 15\sqrt{2} \text{ cm.}$$

A forgástest térfogata:

$$\begin{aligned} V &= V_{\text{henger}} + 2 \cdot V_{\text{kúp}} = \\ &= r^2 \cdot \pi \cdot m_{\text{henger}} + 2 \cdot \frac{r^2 \cdot \pi \cdot m_{\text{kúp}}}{3} = \\ &= 15^2 \cdot \pi \cdot 40 \approx 28274,33 \text{ cm}^3. \end{aligned}$$

A forgástest felszíne:

$$\begin{aligned} A &= A_{\text{hengerpalást}} + 2 \cdot A_{\text{kúppalást}} = 2r \cdot \pi \cdot m_{\text{henger}} + 2r \cdot \pi \cdot a = \\ &= 2r \cdot \pi \cdot (m_{\text{henger}} + a) = 2 \cdot 15 \cdot \pi \cdot (30 + 15\sqrt{2}) \approx 4826,73 \text{ cm}^2. \end{aligned}$$





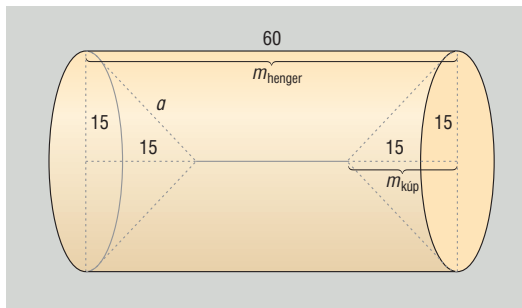
- b) Ha a húrtrapézt a rövidebbik alapja körül forgatjuk meg, a forgástest egy olyan henger lesz, amelyből „kivágtuk” a két kúp.

A forgástest térfogata:

$$\begin{aligned} V &= V_{\text{henger}} - 2 \cdot V_{\text{kúp}} = \\ &= r^2 \cdot \pi \cdot m_{\text{henger}} - 2 \cdot \frac{r^2 \cdot \pi \cdot m_{\text{kúp}}}{3} = \\ &= 15^2 \cdot \pi \cdot 50 \approx 35342,92 \text{ cm}^3. \end{aligned}$$

A forgástest felszíne:

$$\begin{aligned} A &= A_{\text{hengerpalást}} + 2 \cdot A_{\text{kúppalást}} = 2r \cdot \pi \cdot m_{\text{henger}} + 2r \cdot \pi \cdot a = \\ &= 2r \cdot \pi \cdot (m_{\text{henger}} + a) = 2 \cdot 15 \cdot \pi \cdot (60 + 15\sqrt{2}) \approx 7654,16 \text{ cm}^2. \end{aligned}$$



- 4375 Ha a körkúp nyílásszöge φ , akkor a tengelymetszet területe:

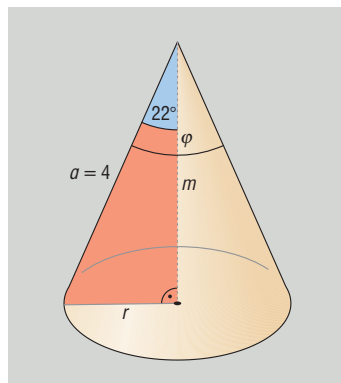
$$\begin{aligned} T_{\text{tengelymetszet}} &= \frac{a^2 \cdot \sin \varphi}{2}, \\ 5,56 &= \frac{4^2 \cdot \sin \varphi}{2}, \quad \text{amiből} \quad \varphi \approx 44^\circ. \end{aligned}$$

Az alkotó, a testmagasság és a sugár alkotta derékszögű háromszögben:

$$r = 4 \cdot \sin 22^\circ \approx 1,50 \quad \text{és} \quad m = 4 \cdot \cos 22^\circ \approx 3,71.$$

A kúp térfogata:

$$V = \frac{r^2 \cdot \pi \cdot m}{3} \approx 8,74 \text{ dm}^3.$$



- 4376 A feladatban szereplő két kúp hasonló egymáshoz, mivel nyílásszögeik egyenlők. A hasonlóság aránya a sugaraik aránya: $\frac{12}{20} = \frac{3}{5}$. Térfogataik aránya a hasonlóság arányának a köbe.

A megmaradt rész térfogata a két kúp térfogatának a különbsége:

$$V = V_1 - V_2 = V_1 - \left(\frac{3}{5}\right)^3 \cdot V_1 = V_1 \cdot \left(1 - \frac{27}{125}\right) = \frac{20^2 \cdot \pi \cdot 40}{3} \cdot \frac{98}{125} = \frac{12544\pi}{3} \approx 13136,05 \text{ cm}^3.$$

- 4377 a) Tekintsük a kúp leghosszabb és legrövidebb alkotóját tartalmazó síkmetszetét. Ez a síkmetszet egy háromszög, melynek oldalai 40 cm, 32 cm és 20 cm hosszúak. A 20 cm hosszúságú oldalhoz tartozó magasság a kúp testmagassága. Ennek meghatározásához írjuk fel a háromszögben a koszinusztételt:

$$40^2 = 32^2 + 20^2 - 2 \cdot 32 \cdot 20 \cdot \cos \alpha, \quad \text{ebből} \quad \cos \alpha = 0,1375 \Rightarrow \alpha \approx 82,1^\circ.$$

Felhasználva, hogy $m = 32 \cdot \sin \alpha$, kapjuk, hogy $m \approx 31,70$.

A kúp magassága megközelítőleg 31,70 cm.

Megjegyzés: m értékét közvetlenül meghatározhattuk volna a Heron-képlet alkalmazásával.

- b) A kúp térfogata:

$$V = \frac{r^2 \cdot \pi \cdot m}{3} = \frac{10^2 \cdot \pi \cdot 31,70}{3} \approx 3319,62 \text{ cm}^3.$$



- 4378** a) Tekintsük a mellékelt ábrát. A gúla AC és AB élének felezőpontja legyen E és F .

Az E és F pontokon áthaladó, az AD éllel párhuzamos sík az ACD és ABD síkokat az AD éllel párhuzamos egyenesben metszi, így az EH és FG szakaszok az ACD és ABD oldal-lapok középvonalai.

A középvonal tulajdonsága miatt $EH = FG = 3\sqrt{6}$, valamint a H és G pontok a DC és DB élek felezőpontjai. Hasonlóan HG és EF a BCD_{Δ} és BCA_{Δ} középvonalai, ezért $HG = EF = 9$.

Tehát az $EFGH$ négyszög szemben lévő oldalai egyenlő hosszúak, vagyis a négyszög paralelogramma.

Vizsgáljuk meg a paralelogramma EG és HF átlójának hosszát.

Az FCH és EBG háromszöget vizsgálva:

1. $EB = FC$, mivel a szabályos háromszög súlyvonalai;
2. $HC = GB$, mivel mindkettő egy-egy (egyenlő hosszúságú) oldalél fele;
3. $\angle HCF = \angle EBG$, mivel ezek a tetraéder egyenlő hosszúságú oldaléleinek az alaplappal bezárt szögei.

Ez alapján FCH_{Δ} és EBG_{Δ} egybevágó, tehát $HF = EG$, vagyis az $EFGH$ paralelogramma téglalap.

A téglalap alakú síkmetszet területe:

$$T = a \cdot b = 3\sqrt{6} \cdot 9 = 27\sqrt{6} \approx 66,14 \text{ cm}^2.$$

- b) Az $ABCD$ tetraéder ABC alaplappjának területe:

$$T = \frac{18^2 \cdot \sqrt{3}}{4} = 81\sqrt{3}.$$

Az alaplaphoz tartozó DT magassága az ábrán látható ATD derékszögű háromszögből határozható meg. A háromszög átfogója a tetraéder éle: $AD = 6\sqrt{6}$, az AT befogója az ABC szabályos háromszög magasságának a kétharmada:

$$AT = \frac{18\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{2}{3} = 6\sqrt{3}.$$

A Pitagorasz-tétel alapján:

$$m = \sqrt{(6\sqrt{6})^2 - (6\sqrt{3})^2} = 6\sqrt{3}.$$

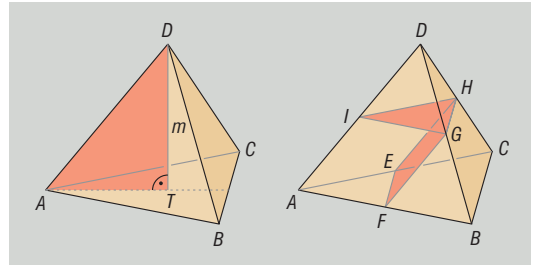
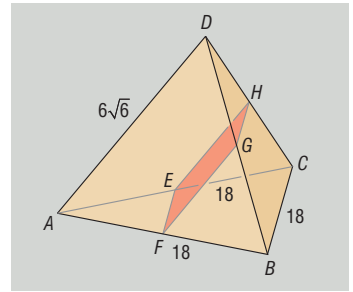
Az $ABCD$ tetraéder térfogata:

$$V = \frac{T \cdot m}{3} = \frac{81\sqrt{3} \cdot 6\sqrt{3}}{3} = 486 \text{ cm}^3.$$

Tekintsük az $EFGH$ sík által a tetraéderből lemetsett $AFEDGH$ testet. Ezt a gúla ABC alaplappjának síkjával párhuzamos HGI sík egy ferde hasábra és egy gúlára osztja.

Az $IGHD$ gúla hasonló az eredeti $ABCD$ gúlához, a hasonlóság aránya $1:2$. Hasonló testek térfogatának aránya a hasonlóság arányának a köbe:

$$V_{IGHD} = \frac{1}{8} V.$$





Az $AFEIGH$ test egy ferde hasáb, amelynek az AFE alaplappja az eredeti gúla ABC alaplajához hasonló, a hasonlóság aránya $1:2$. Hasonló síkidomok területének aránya a hasonlóság arányának a négyzete:

$$T_{AFE} = \frac{1}{4}T.$$

A hasáb magassága a gúla magasságának fele, így a hasáb térfogata:

$$V_{AFEIGH} = \frac{1}{4}T \cdot \frac{m}{2} = \frac{3}{8} \cdot \frac{T \cdot m}{3} = \frac{3}{8}V.$$

Az $EFGH$ sík által a tetraéderből lemetezett $AFEHGD$ test térfogata:

$$\frac{1}{8}V + \frac{3}{8}V = \frac{1}{2}V = \frac{1}{2} \cdot 486 = 243 \text{ cm}^3.$$

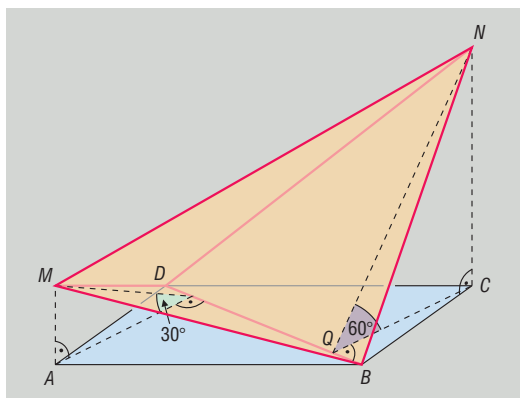
Az $EFGH$ sík az $ABCD$ tetraédert két egyenlő, 243 cm^3 térfogatú részre osztja.

4379 Az MBD és az NBD síkok merőlegesek egymásra, mert a téglalap síkjával bezárt szögük 30° , illetve 60° .

A tetraéder térfogatának kiszámításához elég meghatározni az MBD_Δ területét és kiszámítani a tetraéder ezen lapjához tartozó magasság hosszát.

Az MBD_Δ merőleges vetülete az ABD_Δ , és a két háromszög síkja által bezárt szög 30° , ezért:

$$t_{MBD} = \frac{t_{ABD}}{\cos 30^\circ} = \frac{\frac{12 \cdot 16}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = 64\sqrt{3}.$$



Az $MNBD$ tetraéder N csúcsából induló magassága az MBD és az NBD síkok merőlegessége alapján a mellékelt ábra szerint az NQ szakasz. Mivel az NBD sík a téglalap síkjával 60° szöget zár be, $NQC\hat{=} 60^\circ$.

Az NQ szakasz hosszát az NCQ fél szabályos háromszög alapján számolhatjuk:

$$NQ = 2 \cdot QC.$$

Az $ABCD$ téglalap BD átlójának hossza a Pitagorasz-tétel alapján:

$$BD = \sqrt{16^2 + 12^2} = 20.$$

A QC szakasz a BDC derékszögű háromszög átfogójához tartozó magassága, amelyet kiszámíthatunk úgy, hogy felírjuk a háromszög területét kétféleképpen:

$$\frac{12 \cdot 16}{2} = \frac{20 \cdot QC}{2} \Rightarrow QC = \frac{48}{5}.$$

Tehát:

$$NQ = 2 \cdot QC = \frac{96}{5}.$$

A tetraéder térfogata:

$$V_{MNBD} = \frac{t_{MBD} \cdot NQ}{3} = \frac{64\sqrt{3} \cdot \frac{96}{5}}{3} = \frac{2048\sqrt{3}}{5} \approx 709,45 \text{ cm}^3.$$



- 4380** a) Ahhoz, hogy a padlás térfogatát meghatározzuk, vegyük az E és F pontokon áthaladó, az alaplappra merőleges síkokat. Ezek a síkok a padlás térfogatát egy háromszög alapú hasábra, valamint két téglalap alakú gúlára bontják.

Mivel a tető minden oldalról 60° -os szöget zár be a vízszintessel, a hasáb háromszög alaplapja egy 10 m oldalú szabályos háromszög, magassága pedig:

$$m_1 = 20 - 2 \cdot 5 = 10 \text{ m.}$$

A hasáb térfogata:

$$V_{\text{hasáb}} = T \cdot m_1 = \frac{10^2 \cdot \sqrt{3}}{4} \cdot 10 = 250\sqrt{3} \text{ m}^3.$$

A két téglalap alakú gúlát összetolva egy 10 m alapélű szabályos négyoldalú gúlát kapunk. A gúla oldallapjai az alaplappal 60° -os szöget zárnak be, tehát a gúla magassága a 10 m oldalú szabályos háromszög magassága:

$$m_2 = \frac{10\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{3} \text{ m.}$$

A gúla térfogata tehát:

$$V_{\text{gúla}} = \frac{T \cdot m_2}{3} = \frac{10^2 \cdot 5\sqrt{3}}{3} = \frac{500\sqrt{3}}{3} \text{ m}^3.$$

A padlás térfogata légköbméterben:

$$V = V_{\text{hasáb}} + V_{\text{gúla}} = 250\sqrt{3} + \frac{500\sqrt{3}}{3} = \frac{1250\sqrt{3}}{3} \approx 721,69 \text{ m}^3.$$

- b) A tető felszínét alkotó lapok síkjai 60° -os szöget zárnak be a vízszintessel, és ezeknek a vízszintesre eső merőleges vetületei a 10 m és 20 m oldalú téglalapot adják.

Így a síkidomok merőleges vetületének területére vonatkozó összefüggés alapján a tető felszíne:

$$A = \frac{T_{ABCD}}{\cos 60^\circ} = \frac{200}{\frac{1}{2}} = 400 \text{ m}^2.$$

A tető befedéséhez a 18% hulladék miatt $\frac{400}{0,82} \approx 488 \text{ m}^2$ cserepet kell vásárolnunk.

- c) A kúpcseréppel $4 \cdot AE + EF$ hosszúságot kell lefednünk. Az AE él hossza az ATE derékszögű háromszögből számítható:

$$AE = \sqrt{5^2 + 10^2} = 5\sqrt{5}.$$

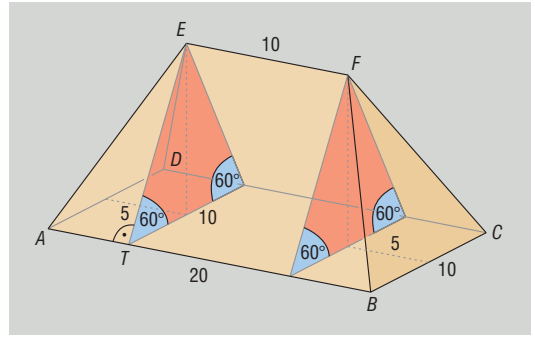
A lefedendő hosszúság:

$$4 \cdot AE + EF = 10 + 4 \cdot 5\sqrt{5} = 10 + 20\sqrt{5} \text{ m.}$$

Mivel a szükséges kúpcserépek száma:

$$(10 + 20\sqrt{5}) \cdot 5 \cdot 1,2 \approx 328,33,$$

ezért 329 darab cserepet kell megvásárolni.





4381 Legyen a gúla alakú ajándéktárgy térfogata V . Ha az alaplajára állított gúlában fele magasságban áll a folyadék, akkor ezt úgy is felfoghatjuk, hogy a gúlát elmetszettük egy, az alaplajjával párhuzamos síkkal a magasságának felénél. Mivel a lementszett rész az eredetihez hasonló gúlát ad, és a hasonlóság aránya $1:2$, a lementszett gúla térfogata úgy aránylik az eredeti gúla térfogatához, mint a hasonlóság arányának a köbe. A lementszett rész térfogata tehát $\frac{1}{8}V$, a folyadék térfogata pedig $\frac{7}{8}V$.

Ha megfordítjuk a gúlát, akkor tekinthetjük úgy, hogy ismét elmetszettük az alaplaj síkjával párhuzamosan, de most a lementszett rész térfogata $\frac{7}{8}V$. Innen a hasonlóság aránya: $\sqrt[3]{\frac{7}{8}}$. A gúlában ekkor $\sqrt[3]{\frac{7}{8}} \cdot 10 \approx 9,56$ cm magasan áll a folyadék.

4382 Ismert, hogy a tetraéder súlyvonalai negyedelve metszik egymást. Ez azt jelenti, hogy bármely csúcsot a szemben lévő lap súlypontjával összekötve, ennek a szakasznak a lap súlypontjához közelebbi negyedelőpontja a tetraéder S súlypontja.

A tetraéder csúcsai és a lapok súlypontjai a tetraéder S súlypontjára vonatkozó $\lambda = -\frac{1}{3}$ arányú térbeli kicsinyítéssel feleltethetők meg egymásnak. Tehát az eredeti tetraéder és a lapjainak súlypontjai által meghatározott tetraéder hasonló egymáshoz, és a hasonlóság aránya $\frac{1}{3}$.

Ismert, hogy hasonló síkidomok területének aránya a hasonlóság arányának a négyzete, a hasonló testek térfogatának aránya pedig a hasonlóság arányának köbe.

Így a tetraéder lapjainak súlypontjai által meghatározott tetraéder felszíne az eredeti tetraéder felszínének $\left(\frac{1}{3}\right)^2 = \frac{1}{9}$ -szerese, térfogata pedig az eredeti tetraéder térfogatának $\left(\frac{1}{3}\right)^3 = \frac{1}{27}$ -szerese.

4383 Az ábrán látható $ABCD$ szabályos tetraéder BC élén lévő H pontra igaz, hogy

$$BH : HC = 1 : 2.$$

a) Az ADH sík a tetraédert két újabb tetraéderre bontja, amelyek magassága megegyezik az $ABCD$ tetraéder m magasságával.

Ha az ABC_{Δ} területe T , akkor az ABH_{Δ} területe $\frac{1}{3}T$, az AHC_{Δ} területe pedig $\frac{2}{3}T$.

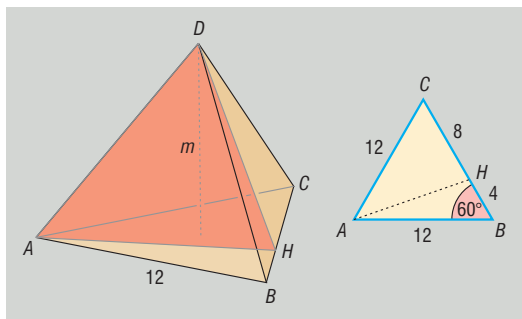
Tehát:

$$V_{ABHD} = \frac{\frac{1}{3}T \cdot m}{3} = \frac{1}{3}V_{ABCD}, \quad \text{valamint} \quad V_{AHC D} = \frac{\frac{2}{3}T \cdot m}{3} = \frac{2}{3}V_{ABCD}.$$

Ismert, hogy a szabályos tetraéder térfogata $V = \frac{\sqrt{2} \cdot a^3}{12}$, így a két rész térfogata:

$$V_{ABHD} = \frac{1}{3}V_{ABCD} = \frac{1}{3} \cdot \frac{\sqrt{2} \cdot 12^3}{12} = 48\sqrt{2} \approx 67,88 \text{ cm}^3,$$

$$V_{AHC D} = \frac{2}{3}V_{ABCD} = \frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{2} \cdot 12^3}{12} = 96\sqrt{2} \approx 135,76 \text{ cm}^3.$$





- b) A két tetraéder felszínének kiszámításához meg kell adnunk az AHD_{Δ} területét.

Ennek a háromszögnek két oldala egyenlő hosszú, mivel AH és DH egyaránt a 12 cm oldalú szabályos háromszög egyik csúcsát köti össze a szemben lévő oldal harmadolópontjával.

Az AHB_{Δ} -ből koszinusztétellel számítható AH :

$$AH^2 = 12^2 + 4^2 - 2 \cdot 12 \cdot 4 \cdot \cos 60^\circ \Rightarrow AH = 4\sqrt{7}.$$

Az ADH_{Δ} két szára $4\sqrt{7}$ cm, alapja 12 cm hosszú. A Pitagorasz-tétellel számíthatjuk a háromszög alaphoz tartozó magasságát:

$$\sqrt{(4\sqrt{7})^2 - 6^2} = 2\sqrt{19}.$$

Az ADH_{Δ} területe:

$$T_{ADH} = \frac{12 \cdot 2\sqrt{19}}{2} = 12\sqrt{19}.$$

Használjuk ki, hogy:

$$T_{ABH} = T_{DBH} = \frac{1}{3} T_{ABC}, \quad \text{illetve} \quad T_{ACH} = T_{DCH} = \frac{2}{3} T_{ABC},$$

és írjuk fel a két tetraéder felszínét:

$$\begin{aligned} A_{ABHD} &= T_{AHD} + T_{ABD} + 2 \cdot T_{AHB} = T_{AHD} + T_{ABC} + 2 \cdot \frac{1}{3} T_{ABC} = T_{AHD} + \frac{5}{3} T_{ABC} = \\ &= 12\sqrt{19} + \frac{5}{3} \cdot \frac{12^2 \cdot \sqrt{3}}{4} = 12\sqrt{19} + 60\sqrt{3} \approx 156,23 \text{ cm}^2, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{AHCD} &= T_{AHD} + T_{ACD} + 2 \cdot T_{AHC} = T_{AHD} + T_{ABC} + 2 \cdot \frac{2}{3} T_{ABC} = T_{AHD} + \frac{7}{3} T_{ABC} = \\ &= 12\sqrt{19} + \frac{7}{3} \cdot \frac{12^2 \cdot \sqrt{3}}{4} = 12\sqrt{19} + 84\sqrt{3} \approx 198,80 \text{ cm}^2. \end{aligned}$$

4384 Tekintsük a mellékelt ábrát. A keletkezett részek olyan kúpszerű testek, amelyek magasságai az eredeti forgáskúp m magasságával egyenlők. A két kúpszerű test alaplapja az a két körszelet, amelyet az ábrán látható AB húr hoz létre az alapkörön. Ezek területének meghatározásához számoljuk ki az AB húr és az alapkör középpontjának d távolságát:

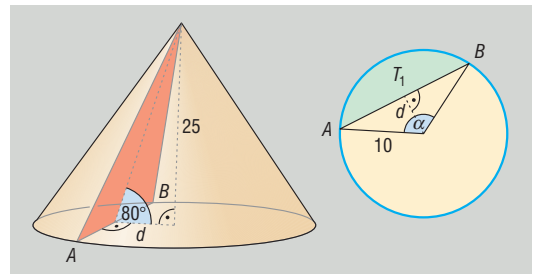
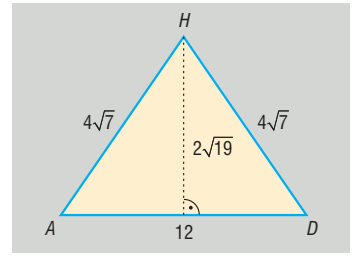
$$d = \frac{25}{\tan 80^\circ}.$$

Ez alapján számolható az ábrán látható kisebbik körszelet α középponti szöge:

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{d}{10} = \frac{\tan 80^\circ}{10} \Rightarrow \alpha \approx 127,69^\circ.$$

A kisebbik körszelet területe:

$$T_1 = 10^2 \cdot \pi \cdot \frac{127,69^\circ}{360^\circ} - \frac{10^2 \cdot \sin 127,69^\circ}{2} \approx 71,86 \text{ cm}^2.$$





A kisebbik rész térfogata:

$$V_1 = \frac{T_1 \cdot m}{3} = \frac{71,86 \cdot 25}{3} \approx 598,83 \text{ cm}^3.$$

A nagyobbik rész térfogatát megkaphatjuk úgy, hogy a teljes gúla térfogatából kivonjuk a kisebbik rész térfogatát:

$$V_2 = \frac{10^2 \cdot \pi \cdot 25}{3} - 598,83 \approx 2019,16 \text{ cm}^3.$$

4385 Legyen a forgáskúp és a henger alapkörének sugara r , magassága m . Ha a forgáskúp alkotója a , akkor:

$$a = \sqrt{r^2 + m^2}.$$

A forgáshenger és a forgáskúp felszínének aránya:

$$\frac{A_{\text{henger}}}{A_{\text{kúp}}} = \frac{2r \cdot \pi \cdot (r + m)}{r \cdot \pi \cdot (r + a)} = \frac{2(r + m)}{r + \sqrt{r^2 + m^2}}.$$

A feladat feltétele alapján:

$$\frac{2(r + m)}{r + \sqrt{r^2 + m^2}} = \frac{8}{5}.$$

Ekvivalens átalakítások után a következő egyenletet kapjuk:

$$15r^2 - 10r \cdot m - 9m^2 = 0.$$

Mivel a forgáskúp nyílásszögére van szükségünk, elég az egyenletből $\frac{r}{m}$ -et, a fél nyílásszög tangensét kifejeznünk:

$$15 \cdot \left(\frac{r}{m}\right)^2 - 10 \cdot \frac{r}{m} - 9 = 0 \Rightarrow \left(\frac{r}{m}\right)_{1,2} = \frac{10 \pm \sqrt{640}}{30}.$$

Mivel a hegyesszög tangense nem lehet negatív:

$$\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = \frac{r}{m} = \frac{10 + 8\sqrt{10}}{30} = \frac{5 + 4\sqrt{10}}{15} \Rightarrow \varphi \approx 99,28^\circ.$$

A kúp nyílásszöge $99,28^\circ$.

4386 Legyen a forgáskúp alapkörének sugara r , magassága m , alkotója a . A feladat feltétele alapján:

$$r \cdot \pi \cdot (r + a) = 634,86 \quad \text{és} \quad \frac{2r \cdot m}{2} = 90.$$

Ismert, hogy $a = \sqrt{r^2 + m^2}$, tehát az első egyenlet így is írható:

$$r \cdot \pi \cdot (r + \sqrt{r^2 + m^2}) = 634,86 \Rightarrow r^2 + r \cdot \sqrt{r^2 + m^2} = \frac{634,86}{\pi}.$$

A második egyenletből $m = \frac{90}{r}$, amit az elsőbe behelyettesítve:

$$r^2 + r \cdot \sqrt{r^2 + \left(\frac{90}{r}\right)^2} = \frac{634,86}{\pi},$$

$$r \cdot \sqrt{r^2 + \left(\frac{90}{r}\right)^2} = \frac{634,86}{\pi} - r^2.$$

Négyzetre emelés és rendezés után $r^2 = 81$. Mivel r pozitív, $r = 9$. A kúp magassága $m = \frac{90}{r} = 10$.

A kúp térfogata:

$$V = \frac{r^2 \cdot \pi \cdot m}{3} = \frac{9^2 \cdot \pi \cdot 10}{3} = 270\pi \approx 848,23 \text{ cm}^3.$$



4387 A külső kúp és a belső kúp hasonló, mivel nyílásszögük egyenlő. Tekintsük a test tengelymetszetét.

Az ábra jelöléseit használva a TBC háromszög hasonló a $DC'C$ háromszöghöz, mivel szögeik páronként egyenlők. A két háromszög megfelelő oldalai hosszának aránya egyenlő:

$$\frac{CD}{C'D} = \frac{TC}{TB} \Rightarrow CD = C'D \cdot \frac{TC}{TB} = 3 \cdot \frac{40}{30} = 4.$$

A CC' szakasz hossza a Pitagorasz-tétel alapján 5 cm.

Ez alapján a belső kúp magassága: $40 - 3 - 5 = 32$.

A két kúp hasonlóságának aránya, a magasságaik aránya: $\frac{32}{40} = \frac{4}{5}$, tehát a térfogataik aránya: $\left(\frac{4}{5}\right)^3$.

A bakelit térfogatát a külső és belső kúpok térfogatának különbsége adja:

$$\begin{aligned} V &= V_{\text{külső}} - V_{\text{belső}} = V_{\text{külső}} - \left(\frac{4}{5}\right)^3 \cdot V_{\text{külső}} = \\ &= \frac{61}{125} \cdot V_{\text{külső}} = \frac{61}{125} \cdot \frac{30^2 \cdot \pi \cdot 40}{3} = 5856\pi \approx 18397,17 \text{ cm}^3 \approx 18,40 \text{ dm}^3. \end{aligned}$$

a) A test tömege:

$$m = \rho \cdot V = 1,3 \cdot 18,40 = 23,92 \text{ kg}.$$

b) Arkhimédész törvénye alapján ha egy test átlagos sűrűsége kisebb, mint a vízé, akkor úgy úszik a vízben, hogy a test tömegével megegyező tömegű vizet szorít ki.

Mivel az átlagsűrűség

$$\rho_{\text{átlag}} = \frac{m}{V_{\text{külső}}} = \frac{23,92 \text{ kg}}{37,68 \text{ dm}^3} < 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = \rho_{\text{víz}},$$

ezért a test úszik.

A csúcsával lefelé fordított test olyan mélyen merül a vízbe, hogy a víz alatti forgáskúp térfogata $23,92 \text{ dm}^3 = 23\,920 \text{ cm}^3$. A víz alatti forgáskúp hasonló a külső forgáskúphoz. Hasonlóságuk aránya a magasságaik aránya, amelynek köbe a térfogataik aránya.

Ha a test h cm mélyen merül a vízbe, akkor:

$$\left(\frac{h}{40}\right)^3 = \frac{23920}{37680} \Rightarrow h \approx 34,37.$$

A csúcsával lefelé fordított test 34,37 cm mélyre merül a vízben.

4388 Legyen a körlapból készült kúp alapkörének sugara r , alkotója $a = 20$ cm.

A kivágandó körívek ívhossza éppen a kúp alapkörének kerülete:

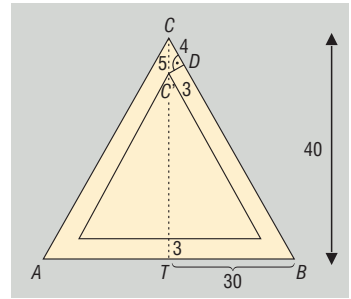
$$i = 2r \cdot \pi \Rightarrow r = \frac{i}{2\pi}.$$

A Pitagorasz-tétel alapján a kúp magassága:

$$m = \sqrt{a^2 - r^2} = \sqrt{20^2 - r^2},$$

tehát a kúp térfogata:

$$V = \frac{r^2 \cdot \pi \cdot \sqrt{20^2 - r^2}}{3} = \frac{\pi}{3} \cdot \sqrt{400r^4 - r^6}.$$





Ez utóbbi pozitív kifejezés maximuma helyett elég keresni az alábbi függvény maximumát:

$$f(r) = 400r^4 - r^6 \quad (r > 0).$$

Ennek a függvénynek ott lehet maximuma, ahol az első deriváltja 0:

$$f'(r) = 1600r^3 - 6r^5 = r^3 \cdot (1600 - 6r^2).$$

Pozitív r -eket tekintve, ennek a függvénynek $r = \sqrt{\frac{1600}{6}} = \sqrt{\frac{800}{3}}$ helyen van zérushelye.

Az első derivált előjele pozitív, ha $0 < r < \sqrt{\frac{800}{3}}$, és negatív, ha $\sqrt{\frac{800}{3}} < r$, tehát $r = \sqrt{\frac{800}{3}}$ esetén $f(r)$ függvénynek maximuma van.

A kúp térfogata akkor maximális, ha $r = \sqrt{\frac{800}{3}}$, vagyis a kivágandó körcikk ívhossza:

$$i = 2r \cdot \pi = 2 \cdot \sqrt{\frac{800}{3}} \cdot \pi.$$

Ebből kiszámolható a 20 cm sugarú körcikk α középponti szöge:

$$2 \cdot 20 \cdot \pi \cdot \frac{\alpha}{360^\circ} = 2 \cdot \sqrt{\frac{800}{3}} \cdot \pi \Rightarrow \alpha = 293,94^\circ.$$

Egy $293,94^\circ$ középponti szögű körcikket kell kivágnunk ahhoz, hogy a kúp térfogata a legnagyobb legyen.

A csonka gúla és a csonka kúp – megoldások

4389 A négyzet alapú csonka gúla térfogata: 9250 cm^3 .

4390 A szabályos háromszög alapú csonka gúla térfogata: $570\sqrt{3} \approx 987,27 \text{ cm}^3$.

4391 A csonka gúla magassága: 30 cm.

4392 A tartályba 2100 liter folyadék fér.

4393 A bura elkészítéséhez $2083,53 \text{ cm}^2$ vászon szükséges.

4394 a) A csonka gúla egy oldallapjának a magassága: 26 cm.

b) A csonka gúla oldalélének a hossza: 26,12 cm.

4395 A csonka gúla fedőlapjának éle: 7 cm.

4396 A fez 24,71 cm magas.

4397 Az egyenes csonka kúp

a) alkotója: 12,37 cm;

b) felszíne: $1128,74 \text{ cm}^2$;

c) térfogata: $2752,04 \text{ cm}^3$.

4398 Az egyenes csonka kúp

a) fedőlapjának sugara: 9 cm;

b) felszíne: $546\pi \approx 1715,31 \text{ cm}^2$;

c) térfogata: $1176\pi \approx 3694,51 \text{ cm}^3$.



4399 Az egyenes csonka kúp

- a) magassága: 10 cm; b) alkotója: 16,40 cm; c) felszíne: 2801,67 cm².

4400 a) Az egyenes csonka körkúp felszíne: $2300\pi \approx 7225,66$ cm².

- b) Az egyenes csonka körkúp térfogata: $\frac{19000\sqrt{3}}{3} \cdot \pi \approx 34462,19$ cm³.

4401 A keletkezett forgástest egyenes csonka körkúp, amelynek felszíne: $98\pi \approx 307,88$ cm², térfogata pedig: $\frac{98\sqrt{15} \cdot \pi}{3} \approx 397,47$ cm³.

4402 Az egyenes csonka kúp

- a) alkotója: 15 cm; b) magassága: 13,75 cm; c) térfogata: 17408,35 cm³.

4403 Tekintsük az ábrán látható $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ négyzet alapú egyenes csonka gúlát.

Vegyük a csonka gúla C_1 és D_1 csúcsain áthaladó, az alaplapra merőleges $LKC_1 D_1$ húrtrapéz síkmetszetét.

A trapéz alapjainak hossza $a = 12$ cm és $c = 6$ cm, valamint magassága $m = 8$ cm.

- a) A csonka gúla oldallapjának magassága az $LKC_1 D_1$ trapéz szára, amelynek hossza a Pitagorasz-tétel alapján:

$$m_o = \sqrt{m^2 + \left(\frac{a-c}{2}\right)^2} = \sqrt{8^2 + \left(\frac{12-6}{2}\right)^2} = \sqrt{73} \approx 8,54.$$

A csonka gúla oldallapjának a magassága: $\sqrt{73} \approx 8,54$ cm.

- b) A csonka gúla b oldalélének hosszát a csonka gúla $BCC_1 B_1$ oldallapjának segítségével Pitagorasz-tétellel számíthatjuk:

$$b = \sqrt{m_o^2 + \left(\frac{a-c}{2}\right)^2} = \sqrt{(\sqrt{73})^2 + \left(\frac{12-6}{2}\right)^2} = \sqrt{82} \approx 9,06.$$

A csonka gúla oldaléle: $\sqrt{82} \approx 9,06$ cm.

- c) A csonka gúla oldallapjának és alaplapjának α hajlásszöge az $LKC_1 D_1$ trapéz K csúcsánál levő szöge, amelynek nagysága a TKC_1 derékszögű háromszögből:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{m}{\frac{a-c}{2}} = \frac{8}{3} \Rightarrow \alpha \approx 69,44^\circ.$$

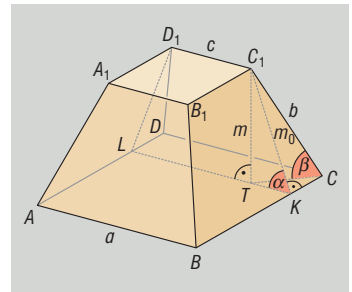
A csonka gúla oldallapjának és alaplapjának hajlásszöge: $69,44^\circ$.

- d) A csonka gúla térfogata:

$$V = \frac{m}{3} \cdot (T + \sqrt{T \cdot t} + t) = \frac{m}{3} \cdot (a^2 + a \cdot c + c^2) = \frac{8}{3} \cdot (12^2 + 12 \cdot 6 + 6^2) = 672 \text{ cm}^3.$$

- e) A csonka gúla felszíne:

$$\begin{aligned} A &= T + t + A_{\text{palást}} = a^2 + c^2 + 4 \cdot \frac{m_o \cdot (a+c)}{2} = 12^2 + 6^2 + 4 \cdot \frac{\sqrt{73} \cdot (12+6)}{2} = \\ &= 180 + 36\sqrt{73} \approx 487,58 \text{ cm}^2. \end{aligned}$$





4404 Használjuk a 4403. feladat jelöléseit: $a = 12$ cm, $c = 4$ cm és $b = 15$ cm.

a) A csonka gúla oldallapjának m_o magassága a BCC_1B_1 trapézból a Pitagorasz-tétel alapján számolható:

$$m_o = \sqrt{b^2 - \left(\frac{a-c}{2}\right)^2} = \sqrt{15^2 - \left(\frac{12-4}{2}\right)^2} = \sqrt{209} \approx 14,46.$$

A csonka gúla oldallapjának a magassága: 14,46 cm.

b) A csonka gúla testmagassága az LKC_1D_1 trapéz magassága. Hossza a Pitagorasz-tétel alapján:

$$m = \sqrt{m_o^2 - \left(\frac{a-c}{2}\right)^2} = \sqrt{193} \approx 13,89.$$

A testmagassága: 13,89 cm.

c) A csonka gúla oldaléle és az alaplappja által bezárt β szög a TCC_1 szög, amely a TCC_1 derékszögű háromszögből szinusz szögfüggvénnyel meghatározható:

$$\sin \beta = \frac{m}{b} = \frac{\sqrt{193}}{15} \Rightarrow \beta \approx 67,84^\circ.$$

A csonka gúla oldalélének az alaplappal bezárt szöge: $67,84^\circ$.

d) A csonka gúla térfogata:

$$V = \frac{m}{3} \cdot (T + \sqrt{T \cdot t} + t) = \frac{m}{3} \cdot (a^2 + a \cdot c + c^2) = \frac{208\sqrt{193}}{3} \approx 963,21 \text{ cm}^3.$$

e) A csonka gúla felszíne:

$$A = T + t + A_{\text{palást}} = a^2 + c^2 + 4 \cdot \frac{m_o \cdot (a+c)}{2} = 160 + 32\sqrt{209} \approx 622,62 \text{ cm}^2.$$

4405 Legyen $a = 18$ cm, $c = 10$ cm.

A négyzet alapú egyenes csonka gúla felszíne:

$$A = T + t + A_{\text{palást}} = a^2 + c^2 + 4 \cdot \frac{m_o \cdot (a+c)}{2},$$

amiből a csonka gúla oldallapjának m_o magasságára $m_o = 15$ adódik.

A 4403. feladat ábráját használva a csonka gúla testmagassága az LKC_1D_1 trapéz magassága. Hossza a Pitagorasz-tétel alapján:

$$m = \sqrt{209} \approx 14,46.$$

A csonka gúla térfogata:

$$V = \frac{m}{3} \cdot (T + \sqrt{T \cdot t} + t) = \frac{m}{3} \cdot (a^2 + a \cdot c + c^2) = \frac{604\sqrt{209}}{3} \approx 2910,64 \text{ cm}^3.$$

4406 Mivel a szabályos négyzet alapú csonka gúla alapterülete 36 cm^2 , az alapéle $a = 6$ cm. A fedőlap területe 18 cm^2 , tehát a fedőlap c éle $c = 3\sqrt{2}$ cm.

Mivel ismerjük a csonka gúla térfogatát, a

$$V = \frac{m}{3} \cdot (T + \sqrt{T \cdot t} + t) = \frac{m}{3} \cdot (a^2 + a \cdot c + c^2)$$

képlet alkalmazásával a magassága kiszámítható:

$$m = \frac{30 \cdot (3 - \sqrt{2})}{7} \approx 6,80 \text{ cm}.$$



A 4403. feladat ábráját használva, a csonka gúla oldallapjának magassága az LKC_1D_1 trapéz szára, amelynek hossza a Pitagorasz-tétel alapján:

$$m_o = \sqrt{m^2 + \left(\frac{a-c}{2}\right)^2} = \sqrt{6,80^2 + \left(\frac{6-3\sqrt{2}}{2}\right)^2} \approx 6,86.$$

A szabályos négyzet alapú csonka gúla egy oldallapjának területe:

$$T_{\text{oldallap}} = \frac{m_o \cdot (a+c)}{2} \approx 35,13 \text{ cm}^2.$$

4407 Ha a szabályos négyzet alapú csonka gúla alapéle $a = 20$ cm, akkor az alaplap területe $T = 400 \text{ cm}^2$, a fedőlapé $t = 100 \text{ cm}^2$, ahonnan a fedőlap éle $c = 10$ cm.

A palást területe:

$$A_{\text{palást}} = 5 \cdot 100 = 500 \text{ cm}^2,$$

és mivel négy egybevágó szimmetrikus trapézból áll, ezért egy trapéz területe 125 cm^2 .

Az oldallap m_o magassága számítható a területből:

$$T_{\text{trapéz}} = \frac{m_o \cdot (a+c)}{2} \Rightarrow m_o = \frac{2 \cdot T_{\text{trapéz}}}{(a+c)} = \frac{2 \cdot 125}{20+10} = \frac{25}{3}.$$

A 4403. feladat ábráját használva a csonka gúla testmagassága az LKC_1D_1 trapéz magassága. Hossza Pitagorasz-tétel alapján:

$$m = \sqrt{m_o^2 - \left(\frac{a-c}{2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{25}{3}\right)^2 - \left(\frac{20-10}{2}\right)^2} = \frac{20}{3}.$$

A csonka gúla térfogata:

$$V = \frac{m}{3} \cdot (T + \sqrt{T \cdot t} + t) = \frac{m}{3} \cdot (a^2 + a \cdot c + c^2) = \frac{14000}{9} \approx 1555,56 \text{ cm}^3.$$

4408 A félig megtöltött virágládában lévő virágföld térfogata egy olyan szabályos négyoldalú csonka gúla térfogatával egyezik meg, amelynek magassága a csonka gúla magasságának fele, $m = \frac{20}{2} = 10$ cm, az alapéle 14 cm, a fedőlap éle pedig a láda trapéz oldallapjának a középvonala $c = \frac{20+14}{2} = 17$ cm.

A virágföld térfogata:

$$V = \frac{m}{3} \cdot (T + \sqrt{T \cdot t} + t) = \frac{m}{3} \cdot (a^2 + ac + c^2) = \frac{10}{3} \cdot (14^2 + 14 \cdot 17 + 17^2) = 2410 \text{ cm}^3.$$

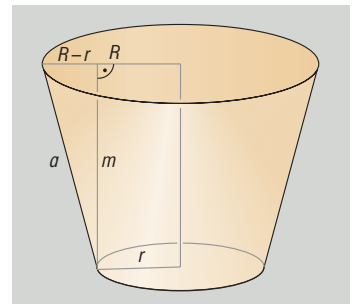
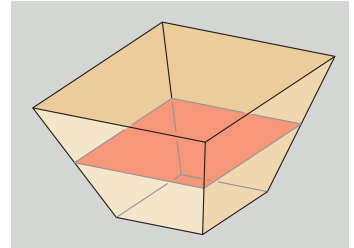
A virágládában $2410 \text{ cm}^3 = 2,41$ liter virágföld van.

4409 Az egyenes csonka kúp alakú bádogvödör alapkörének sugara $r = 10$ cm, fedőkörének sugara $R = 13$ cm, a magassága pedig $m = 36$ cm.

a) A vödör térfogata:

$$\begin{aligned} V &= \frac{m \cdot \pi}{3} \cdot (R^2 + R \cdot r + r^2) = \\ &= \frac{36\pi}{3} \cdot (10^2 + 10 \cdot 13 + 13^2) = 4788\pi \approx 15041,95 \text{ cm}^3. \end{aligned}$$

A vödörbe 15 liter víz fér.





b) A vödör a alkotójának hosszát a Pitagorasz-tétellel számíthatjuk:

$$a = \sqrt{m^2 + (R - r)^2} = \sqrt{1305} = 3\sqrt{145}.$$

Az egy vödör elkészítéséhez szükséges bádóg mennyisége:

$$A = (R^2 + a \cdot (R + r)) \cdot \pi = (100 + 69\sqrt{145}) \cdot \pi \text{ cm}^2.$$

A többletértéket is figyelembe véve 1000 vödörhöz

$$1000 \cdot (100 + 69\sqrt{145}) \cdot \pi \cdot 1,18 \approx 3450809 \text{ cm}^2,$$

azaz $345,08 \text{ m}^2$ bádóg szükséges.

4410 Az egyenes csonka kúp felszínét az

$$A = (r^2 + R^2 + a \cdot (R + r)) \cdot \pi$$

képlet alapján számolva a $0 = r^2 + 10r - 96$ másodfokú egyenletet kapjuk, melynek megoldásai:

$$r_1 = \frac{-10 + 22}{2} = 6 \quad \text{és} \quad r_2 = \frac{-10 - 22}{2} = -16.$$

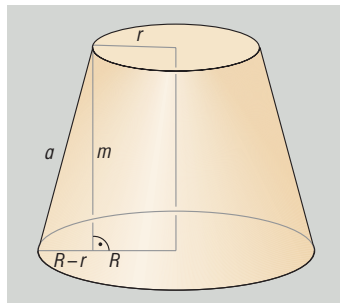
a) Az fedőlap sugara csak pozitív szám lehet, így $r = 6 \text{ cm}$.

b) Az egyenes csonka kúp m magasságát a Pitagorasz-tétellel meghatározhatjuk:

$$m = \sqrt{a^2 - (R - r)^2} = \sqrt{10^2 - (12 - 6)^2} = 8 \text{ cm}.$$

A csonka gúla térfogata:

$$V = \frac{m \cdot \pi}{3} \cdot (R^2 + R \cdot r + r^2) = \frac{8\pi}{3} \cdot (12^2 + 12 \cdot 6 + 6^2) = 672\pi \approx 2111,15 \text{ cm}^3.$$



4411 A csonka kúp alkotója a két kör sugarának a különbsége:

$$a = 30 - 15 = 15 \text{ cm}.$$

Az alapkör kerülete a 30 cm sugarú kör 150° -os középponti szögéhez tartozó ív hossza:

$$2 \cdot R \cdot \pi = 2 \cdot 30 \cdot \pi \cdot \frac{150^\circ}{360^\circ} \Rightarrow R = \frac{25}{2} \text{ cm}.$$

Az fedőkör kerülete a 15 cm sugarú kör 150° -os középponti szögéhez tartozó ív hossza:

$$2 \cdot r \cdot \pi = 2 \cdot 15 \cdot \pi \cdot \frac{150^\circ}{360^\circ} \Rightarrow r = \frac{25}{4} \text{ cm}.$$

a) A csonka kúp felszíne:

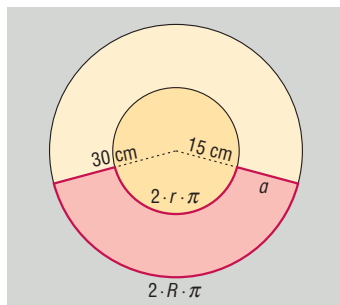
$$A = (R^2 + r^2 + a \cdot (R + r)) \cdot \pi = \frac{7625}{16} \pi \approx 1497,17 \text{ cm}^2.$$

b) A térfogat meghatározásához szükségünk van a csonka gúla m magasságára. A Pitagorasz-tétel alapján:

$$m = \sqrt{a^2 - (r - R)^2} = \sqrt{15^2 - \left(\frac{25}{2} - \frac{25}{4}\right)^2} = \frac{5\sqrt{119}}{4} \text{ cm}.$$

A csonka kúp térfogata:

$$V = \frac{m \cdot \pi}{3} \cdot (R^2 + R \cdot r + r^2) = \frac{21875 \cdot \sqrt{119} \cdot \pi}{192} \approx 3904,54 \text{ cm}^3.$$





- 4412** Ha az egyenes csonka kúpot az alaplappal párhuzamos síkkal magasságának felénél két részre vágjuk, akkor a síkmetszet egy olyan kör, amelynek sugara az alapkör és fedőkör sugarának számtani közepe. Az alapkör sugara $R = 30$ cm, a fedőlap sugara $r = 20$ cm, a síkmetszet sugara $\rho = \frac{R+r}{2} = 25$ cm.

A levágott felső csonka kúp alapkörének sugara $\rho = 25$ cm, fedőkörének sugara $r = 20$ cm, magassága pedig $m = 30$ cm. A felső csonka kúp a alkotójának hossza a Pitagorasz-tétel alapján:

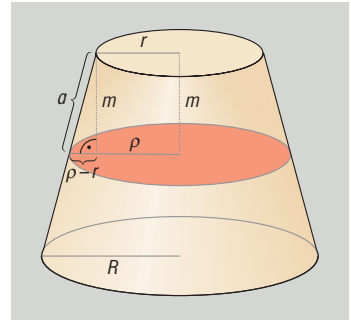
$$a = \sqrt{m^2 + (\rho - r)^2} = \sqrt{925} = 5\sqrt{37} \text{ cm.}$$

A levágott felső csonka kúp felszíne:

$$A = (\rho^2 + r^2 + a \cdot (\rho + r)) \cdot \pi = (1025 + 225\sqrt{37}) \cdot \pi \approx 7519,78 \text{ cm}^2.$$

A levágott felső csonka kúp térfogata:

$$V = \frac{m \cdot \pi}{3} \cdot (\rho^2 + \rho \cdot r + r^2) = 15250\pi \approx 47909,29 \text{ cm}^3.$$



- 4413** a) Az alsó egyenes körhenger térfogata:

$$V_1 = R^2 \cdot \pi \cdot m = 24\pi \text{ dm}^3.$$

A középső egyenes csonka kúp alakú rész térfogata:

$$V_2 = \frac{m' \cdot \pi}{3} \cdot (R^2 + R \cdot r + r^2) = \frac{49}{15}\pi \text{ dm}^3.$$

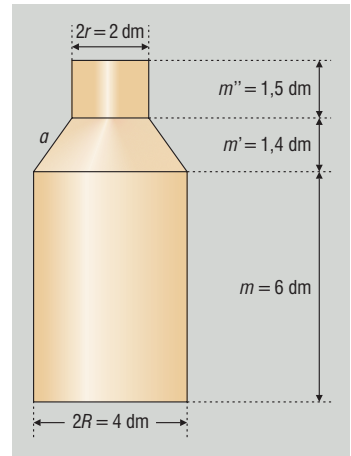
A felső hengeres részben $1,5 - 0,2 = 1,3$ dm magasságig állhat méz, ennek térfogata:

$$V_3 = r^2 \cdot \pi \cdot m'' = \frac{13}{10}\pi \text{ dm}^3.$$

A bödönbe önthető méz térfogata legfeljebb:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 = \frac{857}{30}\pi \approx 89,74 \text{ dm}^3.$$

Tehát a bödönbe $m_{\text{méz}} = V \cdot \rho = 125,64$ kg méz fér.



- b) A bödön fenekéhez, illetve az alsó hengeres rész palástjához

$$A_1 = R^2 \cdot \pi = 4\pi \text{ dm}^2, \text{ illetve } A_2 = 2R \cdot \pi \cdot m = 24\pi \text{ dm}^2$$

bádoglemez szükséges.

A középső csonka kúp palástját az alkotó segítségével határozhatjuk meg. Az alkotó hosszát a Pitagorasz-tétellel számítjuk:

$$a = \sqrt{(m')^2 + (R - r)^2} = \sqrt{1,4^2 + (2 - 1)^2} = \frac{\sqrt{74}}{5} \text{ dm,}$$

így a palást felszíne:

$$A_3 = a \cdot (R + r) \cdot \pi = \frac{\sqrt{74}}{5} \cdot (2 + 1) \cdot \pi = \frac{3\sqrt{74}}{5} \cdot \pi \text{ dm}^2.$$

A felső hengeres rész palástja:

$$A_4 = 2r \cdot \pi \cdot m'' = 3\pi \text{ dm}^2.$$

A bödön elkészítéséhez szükséges bádog mennyisége a 8%-os többlettel együtt:

$$A = (A_1 + A_2 + A_3 + A_4) \cdot 1,08 = \frac{155 + 3\sqrt{74}}{5} \cdot \pi \cdot 1,08 \approx 122,69 \text{ dm}^2.$$



4414 Az eredeti gúla térfogata:

$$V = \frac{T \cdot m}{3} = 4000\pi \text{ cm}^3.$$

A levágott gúla hasonló az eredetihez, és térfogata:

$$4000\pi - 1000\pi = 3000\pi \text{ cm}^3.$$

A levágott és eredeti gúla térfogatának aránya a hasonlóság arányának a köbe, így:

$$\lambda = \sqrt[3]{\frac{3000\pi}{4000\pi}} = \sqrt[3]{\frac{3}{4}}.$$

Ha a csonka gúla keresett magassága m , akkor a levágott gúla magassága $40 - m$.

A levágott és az eredeti gúla magasságának aránya:

$$\lambda = \frac{40 - m}{40} \Rightarrow \sqrt[3]{\frac{3}{4}} = \frac{40 - m}{40} \Rightarrow m = 40 \left(1 - \sqrt[3]{\frac{3}{4}}\right) \approx 3,66 \text{ cm}.$$

A csonka gúla magassága: 3,66 cm.

4415 a) A medencében lévő víz térfogatának meghatározásához ki kell számolnunk, hogy a víz felülete hány négyzetméter. Ehhez meg kell adnunk annak a szabályos hatszögnek az oldalhosszát, amelyet az alappal párhuzamos sík metsz ki a csonka gúlából.

Tekintsük a medence egy $ABCD$ húrtrapéz oldallapját, amelynek két alapja 12 m és 9 m. Az előbb említett hatszög oldala a trapéz szárainak a kisebbik alaphoz közelebbi harmadolópontjait összekötő $D'C'$ szakasz.

Húzzunk párhuzamost az AD szárral B csúcson keresztül. Ez a párhuzamos DC -t E -ben, $D'C'$ -t E' -ben metszi. A létrejött $ABED$ négyszög szemben lévő oldalai párhuzamosak, tehát paralelogramma, ezért $DE = 9$ m és $EC = 3$ m.

Mivel $D'C'$ párhuzamos az alapokkal, a párhuzamos szelőszakaszok tételét felírva az EBC szögre:

$$\frac{E'C'}{EC} = \frac{BC'}{BC} \Rightarrow \frac{E'C'}{3} = \frac{1}{3} \Rightarrow E'C' = 1 \text{ m}.$$

A szabályos hatszög alakú vízfelület oldaléle:

$$D'C' = 1 + 9 = 10 \text{ m}.$$

A medencében lévő víz egy olyan csonka gúla térfogatával egyezik meg, amelynek magassága 2 m, az alaplapja 9 m oldalú, fedőlapja 10 m oldalú szabályos hatszög.

Az alaplap területe:

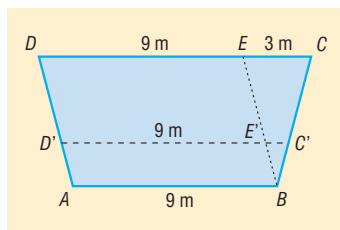
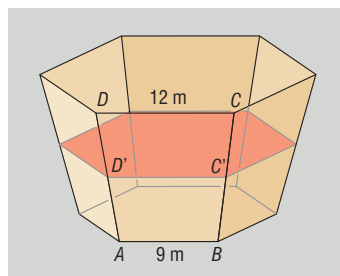
$$T = 6 \cdot \frac{9^2 \cdot \sqrt{3}}{4} = \frac{243\sqrt{3}}{2}.$$

A fedőlap területe:

$$t = 6 \cdot \frac{10^2 \cdot \sqrt{3}}{4} = 150\sqrt{3}.$$

A medencében lévő víz térfogata:

$$V = \frac{m}{3} \cdot (T + \sqrt{T \cdot t} + t) = \frac{2}{3} \cdot \left(\frac{243\sqrt{3}}{2} + \sqrt{\frac{243\sqrt{3}}{2} \cdot 150\sqrt{3}} + 150\sqrt{3} \right) = 271\sqrt{3} \approx 469,39 \text{ m}^3.$$



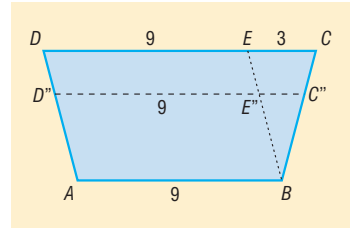


b) Az a) részhez hasonló gondolatmenet alapján járunk el.

Ebben az esetben a húrtrapéz oldallapnak a szárak hosszab-
bik alap felé eső harmadolópontjait összekötő $D''C''$ szakasz
hosszát kell meghatároznunk.

A szabályos hatszög alakú vízfelület oldaléle:

$$D''C'' = 9 + \frac{2}{3} \cdot 3 = 11 \text{ m.}$$



A medencében lévő víz egy olyan csonka gúla térfogatával egyezik meg, amelynek magassága
4 m, az alaplaja 9 m oldalú, fedőlapja 11 m oldalú szabályos hatszög.

Az alaplaj területe:

$$T = 6 \cdot \frac{9^2 \cdot \sqrt{3}}{4} = \frac{243\sqrt{3}}{2}.$$

A fedőlap területe:

$$t = 6 \cdot \frac{11^2 \cdot \sqrt{3}}{4} = \frac{363\sqrt{3}}{2}.$$

A medencében lévő víz térfogata:

$$V = \frac{m}{3} \cdot (T + \sqrt{T \cdot t} + t) = \frac{4}{3} \cdot \left(\frac{243\sqrt{3}}{2} + \sqrt{\frac{243\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{363\sqrt{3}}{2}} + \frac{363\sqrt{3}}{2} \right) = 602\sqrt{3} \approx 1042,69 \text{ m}^3.$$

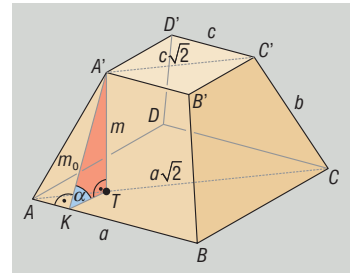
4416 Használjuk az ábra jelöléseit.

Az egyenes csonka gúla alaplajjának éle legyen a , fedőlapjának
éle c , testmagassága m , oldallapjának magassága m_0 .

Mivel a palást területének harmada az $ACC'A'$ trapéz területe:

$$3 \cdot \frac{m \cdot (a\sqrt{2} + c\sqrt{2})}{2} = 4 \cdot \frac{m_0 \cdot (a + c)}{2},$$

$$m = \frac{2\sqrt{2}}{3} \cdot m_0.$$



a) A csonka gúla A' csúcsának az $ABCD$ alaplajra eső merőleges vetülete legyen T , az AB alap-
élre eső merőleges vetülete pedig K .

A csonka gúla alaplajjának és az oldallapjának α hajlásszögét a $KT A'$ derékszögű három-
szögből meghatározhatjuk:

$$\sin \alpha = \frac{m}{m_0} = \frac{2\sqrt{2}}{3} \Rightarrow \alpha \approx 70,53^\circ.$$

A csonka gúla alaplajjának és az oldallapjának hajlásszöge: $70,53^\circ$.

b) Az ATK derékszögű háromszögben Pitagorasz tételét felírva:

$$KT = \sqrt{m_0^2 - m^2} = \sqrt{\left(\frac{3}{2\sqrt{2}} \cdot m\right)^2 - m^2} = \frac{1}{2\sqrt{2}} \cdot m.$$

Mivel A' pont T merőleges vetülete rajta van az $ABCD$ négyzet átlóján, az AKT háromszög
egyenlő szárú derékszögű háromszög:

$$AT = KT \cdot \sqrt{2} = \frac{1}{2\sqrt{2}} \cdot m \cdot \sqrt{2} = \frac{1}{2} m.$$



Tekintsük az átlós $ACC'A'$ húrtrapéz síkmetszetet.

Az $ACC'A'$ húrtrapéz AC alapján az AT szakasz hossza az alapok különbségének a fele:

$$AT = \frac{1}{2}m = \frac{a\sqrt{2} - c\sqrt{2}}{2}.$$

Mivel az átlók merőlegesen egymásra, az átlók M metszéspontja az A , C illetve az A' , C' pontokkal egyenlő szárú derékszögű háromszöget határoz meg. A derékszögű háromszögek átfogóhoz tartozó magassága az átfogó fele, tehát a csonka gúla m magassága AC és $A'C'$ szakaszok összegének a fele:

$$m = \frac{a\sqrt{2} + c\sqrt{2}}{2}.$$

Használjuk fel, hogy a csonka gúla testmagassága 30 cm:

$$\left. \begin{aligned} 30 &= \frac{a\sqrt{2} + c\sqrt{2}}{2} \\ 15 &= \frac{a\sqrt{2} - c\sqrt{2}}{2} \end{aligned} \right\}.$$

Az egyenletrendszert megoldva:

$$a = \frac{45\sqrt{2}}{2} \approx 31,82 \text{ cm} \quad \text{és} \quad c = \frac{15\sqrt{2}}{2} \approx 10,61 \text{ cm}.$$

A csonka gúla térfogata:

$$\begin{aligned} V &= \frac{m}{3} \cdot (T + \sqrt{T \cdot t} + t) = \frac{m}{3} \cdot (a^2 + a \cdot c + c^2) = \\ &= \frac{30}{3} \cdot \left(\left(\frac{45\sqrt{2}}{2} \right)^2 + \frac{45\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{15\sqrt{2}}{2} + \left(\frac{15\sqrt{2}}{2} \right)^2 \right) = 14625 \text{ cm}^3. \end{aligned}$$

4417 A mellékelt ábra jelöléseit használva a csonka gúla ABC alaplajának éle $a = 10$ cm, $AB'C'$ fedőlapjának éle $c = 8$ cm. Az oldallap magassága legyen m_0 , a testmagasság m .

a) Mivel egy oldallapjának területe az alaplaj és fedőlap területének mértani közepe, felírható:

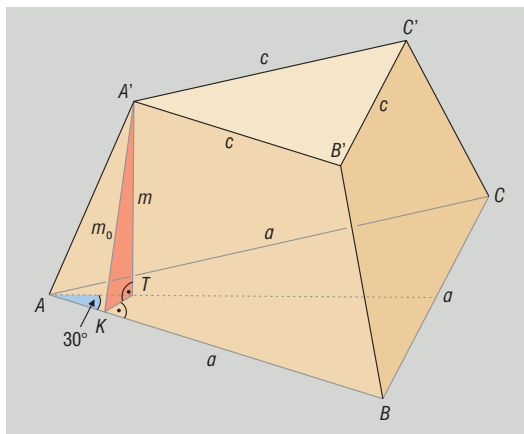
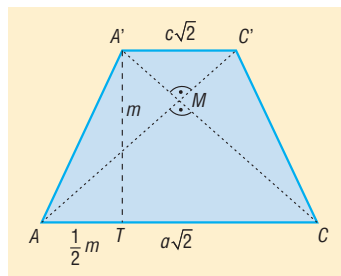
$$\frac{m_0 \cdot (a + c)}{2} = \sqrt{\frac{a^2 \cdot \sqrt{3}}{4} \cdot \frac{c^2 \cdot \sqrt{3}}{4}},$$

$$\frac{m_0 \cdot (a + c)}{2} = \frac{a \cdot c \cdot \sqrt{3}}{4},$$

$$m_0 = \frac{a \cdot c \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot (a + c)} = \frac{20\sqrt{3}}{9}.$$

A levélnehezék oldallapjának a magassága:

$$m_0 = \frac{20\sqrt{3}}{9} \approx 3,85 \text{ cm}.$$





- b) A csonka gúla térfogatának meghatározásához szükség van a test m magasságára. Az A' csúcs AB alapra eső merőleges vetülete K . Az $ABBA'$ húrtrapézéből AK meghatározható:

$$AK = \frac{a - c}{2} = \frac{10 - 8}{2} = 1 \text{ cm.}$$

Mivel az A' csúcsnak az alaplpra eső T merőleges vetülete rajta van a szabályos háromszög alaplajának az A csúcsából kiinduló magasságán, az AKT derékszögű háromszög egy fél szabályos háromszög, vagyis:

$$KT = \frac{AK}{\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3} \text{ cm.}$$

Írjuk fel Pitagorasz tételét a KA' háromszögben. A csonka gúla testmagassága:

$$m = \sqrt{m_0^2 - KT^2} = \sqrt{\left(\frac{20\sqrt{3}}{9}\right)^2 - \left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)^2} = \frac{\sqrt{1173}}{9} \approx 3,81 \text{ cm.}$$

A levélnehezék térfogata:

$$\begin{aligned} V &= \frac{m}{3} \cdot (T + \sqrt{T} \cdot t + t) = \frac{\sqrt{1173}}{9} \cdot \left(\frac{10^2 \cdot \sqrt{3}}{4} + \sqrt{\frac{10^2 \cdot \sqrt{3}}{4} \cdot \frac{8^2 \cdot \sqrt{3}}{4}} + \frac{8^2 \cdot \sqrt{3}}{4} \right) = \\ &= \frac{61}{9} \cdot \sqrt{391} \approx 134,02 \text{ cm}^3 = 0,13402 \text{ dm}^3. \end{aligned}$$

A levélnehezék tömege:

$$m_{\text{nehezék}} = V \cdot \rho = 0,13402 \cdot 8 \approx 1,07 \text{ kg.}$$

- 4418** Jelölje O annak a kúpszerű testnek a csúcsát, amelyből a csonka kúpszerű testet származtattuk. A fedőlapnak O -tól vett távolsága legyen x . Ha a csonka kúpszerű test magassága m , akkor az alaplajnak O -tól vett távolsága $m + x$, a metsző síknak pedig ugyanezen ponttól vett távolsága $\frac{m}{2} + x$.

A csonka kúpszerű test alaplajának területe legyen T , fedőlapjéé t , a síkmetszet területe A .

Az O pontra vonatkozó térbeli középpontos hasonlósággal a fent említett síkidomok egymásba vihetők. A területük aránya az O -tól vett távolságuk négyzetével egyenesen arányos, így felírható:

$$\frac{\sqrt{t}}{\sqrt{T}} = \frac{x}{x + m} \quad \text{és} \quad \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{t}} = \frac{x + \frac{m}{2}}{x}.$$

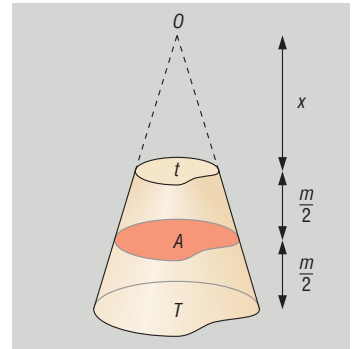
Az első egyenletből $x = \frac{\sqrt{t} \cdot m}{\sqrt{T} - \sqrt{t}}$, ezt a második egyenletbe behelyettesítve:

$$\sqrt{A} = \sqrt{t} + \sqrt{t} \cdot \frac{m}{2x} = \sqrt{t} + \sqrt{t} \cdot \frac{m}{2 \cdot \frac{\sqrt{t} \cdot m}{\sqrt{T} - \sqrt{t}}} = \sqrt{t} + \frac{\sqrt{T} - \sqrt{t}}{2} = \frac{\sqrt{T} + \sqrt{t}}{2}.$$

Tehát:

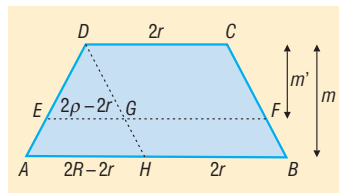
$$A = \left(\frac{\sqrt{T} + \sqrt{t}}{2} \right)^2 = \frac{T + t + 2\sqrt{T} \cdot t}{4} = \frac{T + t}{2} + \sqrt{T} \cdot t,$$

amit bizonyítani kellett.





4419 A csonka kúp térfogatát felező kör síkmetszetnek a sugara legyen ρ , a csonka kúp magassága m , a felső csonka kúp magassága m' . Tekintsük a csonka kúp alap-, illetve fedőköre középpontjára illeszkedő, az alaplap síkjára merőleges síkmetszetet. Ez trapéz alakú. Az $ABCD$ trapéz alapjai $AB = 2R$, illetve $CD = 2r$. A csonka kúp alapokkal párhuzamos kör síkmetszetének átmérője a trapéz alapjaival párhuzamos $EF = 2\rho$ szakasz.



Húzzunk párhuzamost a D csúcson keresztül a CB szárral. Ez a párhuzamos AB oldalt H , az EF szakaszt G pontban metszi.

Az AHD_{Δ} és az EGD_{Δ} hasonló, mivel szögei páronként egyenlők. A hasonlóság aránya:

$$\frac{m'}{m} \Rightarrow \frac{m'}{m} = \frac{2\rho - 2r}{2R - 2r} = \frac{\rho - r}{R - r}.$$

A felső csonka kúp térfogata az egész csonka kúp térfogatának fele, tehát:

$$\frac{\frac{m' \cdot \pi}{3} \cdot (\rho^2 + \rho \cdot r + r^2)}{\frac{m \cdot \pi}{3} \cdot (R^2 + R \cdot r + r^2)} = \frac{1}{2}, \quad \text{amiből} \quad \frac{m'}{m} \cdot \frac{(\rho^2 + \rho \cdot r + r^2)}{(R^2 + R \cdot r + r^2)} = \frac{1}{2}.$$

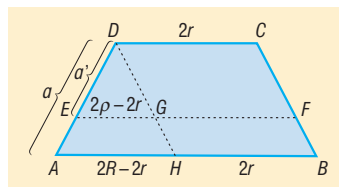
Az utóbbi egyenletbe behelyettesítve az $\frac{m'}{m} = \frac{\rho - r}{R - r}$ arányt:

$$\frac{\rho - r}{R - r} \cdot \frac{(\rho^2 + \rho \cdot r + r^2)}{(R^2 + R \cdot r + r^2)} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\rho^3 - r^3}{R^3 - r^3} = \frac{1}{2} \Rightarrow \rho = \sqrt[3]{\frac{R^3 + r^3}{2}}.$$

A csonka kúp térfogatát felező sík körmetszetének a sugara: $\rho = \sqrt[3]{\frac{R^3 + r^3}{2}}.$

4420 Az egyenes csonka kúp palástjának területét felező kör síkmetszetnek a sugara legyen ρ , a csonka kúp alkotója a , és a felső csonka kúp alkotója a' .

A 4419. feladat megoldásához hasonlóan tekintsük a csonka kúp alap-, illetve fedőköre középpontjára illeszkedő, az alaplap síkjára merőleges $ABCD$ húrtrapéz síkmetszetet.



A már említett feladat megoldásában leírtak alapján az AHD_{Δ} és az EGD_{Δ} hasonló, mivel szögei páronként egyenlők. A hasonlóság aránya:

$$\frac{a'}{a} \Rightarrow \frac{a'}{a} = \frac{2\rho - 2r}{2R - 2r} = \frac{\rho - r}{R - r}.$$

A felső csonka kúp palástjának területe feleakkora, mint az egész csonka kúp palástja, tehát:

$$\frac{a' \cdot (\rho + r) \cdot \pi}{a \cdot (R + r) \cdot \pi} = \frac{1}{2}.$$

Az utóbbi egyenletbe behelyettesítve az $\frac{a'}{a} = \frac{\rho - r}{R - r}$ arányt:

$$\frac{\rho - r}{R - r} \cdot \frac{(\rho + r)}{(R + r)} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\rho^2 - r^2}{R^2 - r^2} = \frac{1}{2} \Rightarrow \rho = \sqrt{\frac{R^2 + r^2}{2}}.$$

A csonka kúp palástjának területét felező sík síkmetszetének a sugara: $\rho = \sqrt{\frac{R^2 + r^2}{2}}.$



- 4421** A tál alapkörének sugara $R = 10$ cm, a fedőkör sugara $r = 15$ cm, magassága $m = 9$ cm.

Az üvegtál térfogata:

$$V_{\text{tál}} = \frac{m \cdot \pi}{3} \cdot (R^2 + R \cdot r + r^2) = 1425\pi \approx 4476,77 \text{ cm}^3.$$

A tálban a tej m' cm magasan áll, és szintje ρ cm sugarú körlapot határoz meg. A tej térfogata:

$$V_{\text{tej}} = \frac{m' \cdot \pi}{3} \cdot (R^2 + R \cdot \rho + \rho^2) = 2000 \text{ cm}^3.$$

A két térfogat hányadosát felírva:

$$\frac{V_{\text{tej}}}{V_{\text{tál}}} = \frac{\frac{m' \cdot \pi}{3} \cdot (R^2 + R \cdot \rho + \rho^2)}{\frac{m \cdot \pi}{3} \cdot (R^2 + R \cdot r + r^2)}, \quad \text{amiből} \quad \frac{2000}{1425\pi} = \frac{m'}{m} \cdot \frac{(10^2 + 10\rho + \rho^2)}{(10^2 + 10 \cdot 15 + 15^2)}.$$

A 4419. feladat alapján:

$$\frac{m'}{m} = \frac{\rho - R}{r - R} = \frac{\rho - 10}{15 - 10}.$$

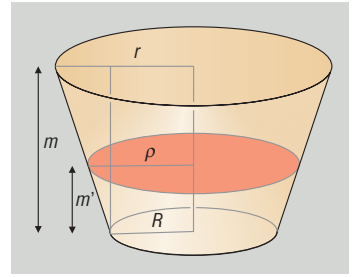
Behelyettesítve a kapott arányt:

$$\frac{2000}{1425\pi} = \frac{\rho - 10}{15 - 10} \cdot \frac{(10^2 + 10\rho + \rho^2)}{(10^2 + 10 \cdot 15 + 15^2)} = \frac{\rho^3 - 10^3}{15^3 - 10^3} \Rightarrow \rho = \sqrt[3]{\frac{4750000}{1425\pi} + 1000} \approx 12,73 \text{ cm}.$$

A két liter tej a tálban

$$m' = m \cdot \frac{\rho - R}{r - R} = 9 \cdot \frac{12,73 - 10}{15 - 10} \approx 4,91 \text{ cm}$$

magasan áll.



A gömb térfogata és felszíne – megoldások

- 4422** A gömb térfogata: $22\,449,30 \text{ cm}^3$.

- 4423** A gömb felszíne:

a) $165,39 \text{ cm}^2$; b) $605,21 \text{ cm}^2$.

- 4424** A gömb térfogata:

a) $3908,82 \text{ cm}^3$; b) $1486,91 \text{ cm}^3$.

- 4425** A gömb felszíne 9-szeresére, térfogata 27-szeresére nőtt, ha a sugarát háromszorosára növeltük.

- 4426** Az ejtőernyő $282,74 \text{ m}^2$ szövetből készült.

- 4427** A három gömb felszínének az összege $\sqrt[3]{9} \approx 1,44$ -szorosa az eredeti gömb felszínének.

- 4428** Zoli zsebét húzza le jobban a benne levő üveggolyó.

- 4429** Az ágyúgolyó térfogata $82,30 \text{ cm}^3$ -rel csökkent.

- 4430** A vízfelszín területe megközelítőleg $3,408 \cdot 10^8 \text{ km}^2$.

- 4431** A megtett távolság: $204,26 \text{ km}$.



4432 a) A Vénusz sugara: 6051 km.

b) A Vénusz térfogata a Föld térfogatának 0,85-szorososa.

4433 A hengeres rész 3,43 m magas.

4434 A hidroglóbusz belső átmérőjének 8,74 m-nek kell lennie.

4435 A sík 24 cm távolságra halad a gömb középpontjától.

4436 a) A gömb térfogata: $\frac{500\pi}{3} \text{ cm}^3$, felszíne: $100\pi \text{ cm}^2$.

b) A gömb térfogata: $153\,849,31 \text{ cm}^3$, felszíne: $13\,885,06 \text{ cm}^2$.

4437 A két gömb sugara legyen R és $R + 2$.

Felszíneik összege:

$$4 \cdot R^2 \cdot \pi + 4 \cdot (R + 2)^2 \cdot \pi = 2060,88.$$

Az egyenletet rendezve az $R^2 + 2R - 80 = 0$ másodfokú egyenlethez jutunk, amelynek megoldásai: $R_1 = 8$ és $R_2 = -10$. Ez utóbbi nem lehet kör sugara.

A két gömb sugara 8 és 10 cm.

4438 A két gömb sugara legyen R és $R + 2$.

Térfogataik különbsége:

$$\frac{4 \cdot (R + 2)^3 \cdot \pi}{3} - \frac{4 \cdot R^3 \cdot \pi}{3} = 4255,81.$$

Az egyenletet rendezve az $R^2 + 2R - 168 = 0$ másodfokú egyenlethez jutunk, amelynek megoldásai: $R_1 = 12$ és $R_2 = -14$. Utóbbi nem lehet kör sugara.

A két gömb sugara 12 cm és 14 cm.

4439 A téglatest csúcsai körül szerkesztett gömböknek a téglatest belsejébe eső részei együtt egy 3 cm sugarú gömböt adnak ki.

A megmaradt test térfogata:

$$V = a \cdot b \cdot c - \frac{4 \cdot R^3 \cdot \pi}{3} = 8 \cdot 10 \cdot 12 - \frac{4 \cdot 3^3 \cdot \pi}{3} = 960 - 36\pi \approx 846,90 \text{ cm}^3.$$

4440 A gömb sugara legyen R , a síkmetszet sugara r . Keressük a gömb középpontjának a síktól való d távolságát.

A gömb R sugarát a térfogatából meghatározhatjuk:

$$\frac{4 \cdot R^3 \cdot \pi}{3} = 1000 \Rightarrow R = \sqrt[3]{\frac{3000}{4\pi}} = \sqrt[3]{\frac{750}{\pi}}.$$

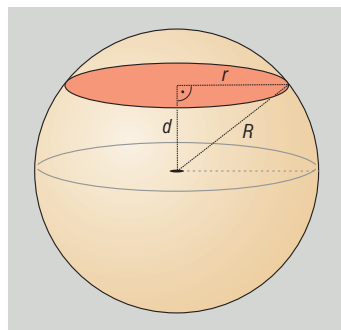
Az r sugarú kör területe fele a főgömb területének, tehát:

$$r^2 \cdot \pi = \frac{1}{2} R^2 \cdot \pi \Rightarrow r^2 = \frac{1}{2} R^2.$$

Mivel R , r és d derékszögű háromszöget határoznak meg:

$$d^2 = R^2 - r^2 = R^2 - \frac{1}{2} R^2 = \frac{1}{2} R^2 = \frac{1}{2} \cdot \left(\sqrt[3]{\frac{750}{\pi}} \right)^2, \quad \text{amiből} \quad d = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \sqrt[3]{\frac{750}{\pi}} \approx 4,39.$$

A gömb középpontjától a sík 4,39 cm-re van.





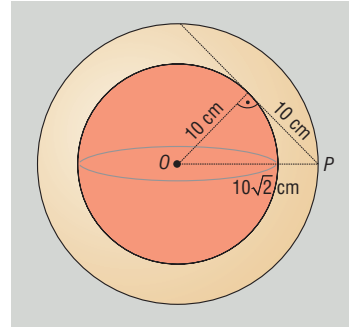
- 4441** Tekintsük a 10 cm sugarú gömb főkörét egy ilyen tulajdonságú P ponttal.

A feladat feltétele alapján a P pontból a főkörhöz húzott érintőszakasz hossza 10 cm. A P pont a gömb középpontjával és az érintési ponttal egy 10 cm befogójú egyenlő szárú derékszögű háromszöget határoz meg. A háromszög átfogója $10\sqrt{2}$ cm, ami a P pontnak a gömb középpontjától vett távolsága.

A P pont rajta van az adott gömbbel koncentrikus $10\sqrt{2}$ cm sugarú gömbön.

Hasonló megfontolásból ez utóbbi gömb minden pontjából 10 cm sugarú érintőszakasz húzható az eredeti gömbhöz.

Az adott tulajdonságú pontok halmaza a 10 cm sugarú gömbbel koncentrikus $10\sqrt{2}$ cm sugarú gömb.



- 4442** Legyen a nagyobb gömb sugara R , a kisebbé r . A kör síkmetszet sugara ρ .

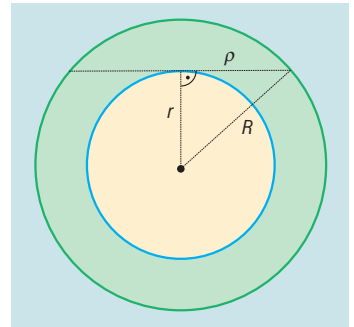
A három sugarú derékszögű háromszöget határoz meg, ezért:

$$\rho^2 = R^2 - r^2.$$

Annak a gömbnek a felszíne, amelyiknek a sugara ρ :

$$4 \cdot \rho^2 \cdot \pi = 4 \cdot (R^2 - r^2) \cdot \pi = 4 \cdot R^2 \cdot \pi - 4 \cdot r^2 \cdot \pi.$$

Ez éppen a bizonyítandó állítás.



- 4443** A külső gömb sugara 5 cm, a belső gömbé 4,4 cm.

a) Az alumínium térfogatát megkapjuk, ha a külső gömb térfogatából kivonjuk a belső gömb térfogatát:

$$V = \frac{4 \cdot 5^3 \cdot \pi}{3} - \frac{4 \cdot (4,4)^3 \cdot \pi}{3} \approx 166,78 \text{ cm}^3.$$

Az üreges gömb tömege:

$$m = V \cdot \rho = 166,78 \cdot 2,7 \approx 450,31 \text{ g}.$$

b) A külső gömbfelszín a belsőnek

$$\frac{4 \cdot 5^2 \cdot \pi}{4 \cdot (4,4)^2 \cdot \pi} \cdot 100\% \approx 129,13\%-a.$$

A külső gömbfelszín 29,13%-kal nagyobb, mint a belső.

- 4444** Ha a tekegolyó tömege 2,8 kg, akkor a térfogata:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{2,8}{1,4} = 2 \text{ dm}^3.$$

A golyó térfogatából R sugarára felírható:

$$\frac{4 \cdot R^3 \cdot \pi}{3} = 2 \Rightarrow R = \sqrt[3]{\frac{3}{2\pi}} \text{ dm}.$$

A tekegolyó az $s = 16,5 \text{ m} = 165 \text{ dm}$ hosszú pályán

$$n = \frac{s}{2 \cdot R \cdot \pi} = \frac{165}{2 \cdot \sqrt[3]{\frac{3}{2\pi}} \cdot \pi} \approx 33,60,$$

azaz közel 34-szer fordul meg.



- 4445** A szilvás gombócok sugara $R = 2$ cm, a fazék alapkörének sugara $r = 10$ cm, a fazék magassága $m = 28$ cm. A 20 darab szilvás gombóc térfogata:

$$V = 20 \cdot \frac{4 \cdot R^3 \cdot \pi}{3}.$$

Ha vízbe tesszük mind a húszt, és a fazékban levő víz szintje h cm-rel megemelkedik, akkor:

$$r^2 \cdot \pi \cdot h = 20 \cdot \frac{4 \cdot R^3 \cdot \pi}{3} \Rightarrow h = 20 \cdot \frac{4 \cdot R^3}{3 \cdot r^2} = 20 \cdot \frac{4 \cdot 2^3}{3 \cdot 10^2} \approx 2,13.$$

A fazekat $28 - 4 - 2,13 = 21,87$ cm magasan töltjük meg vízzel.

- 4446** Tekintsük az R sugarú gömbnek egy olyan főkörét, amelyik merőleges a metsző síkokra.

A síkoknak a főkörrel való közös pontjai az $AB = 2 \cdot 12$ cm és $DC = 2 \cdot 5$ cm párhuzamos húrok. Bocsássunk merőlegeseket a kör O középpontjából a húrokra, ezeknek a talppontjai T_1 és T_2 , amelyek távolsága 17 cm.

Írjuk fel Pitagorasz tételét az OAT_2 és ODT_1 derékszögű háromszögekben. Két eset lehetséges:

I. eset: Ha a kör középpontja a két húr között van:

$$R^2 = 12^2 + T_2O^2,$$

$$R^2 = 5^2 + (17 - T_2O)^2.$$

A két egyenletet kivonva egymásból $T_2O = 5$, ezt valamelyik egyenletbe visszahelyettesítve $R = 13$ adódik.

II. eset: Ha a kör középpontja nincs a két húr között:

$$R^2 = 12^2 + T_2O^2,$$

$$R^2 = 5^2 + (17 + T_2O)^2.$$

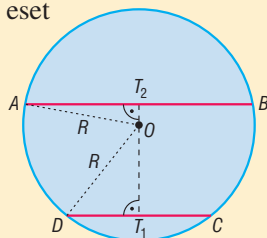
A két egyenletet kivonva egymásból a T_2O távolságra -5 -öt kapunk, ami nem lehetséges.

A gömb sugara tehát 13 cm.

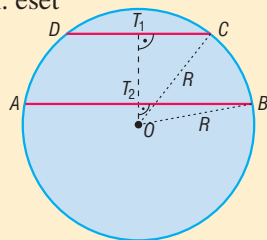
A gömb térfogata:

$$V = \frac{4 \cdot R^3 \cdot \pi}{3} = \frac{8788\pi}{3} \approx 9202,77 \text{ cm}^3.$$

I. eset



II. eset



- 4447** a) Tekintsünk egy csapágygolyót, amely a csapágy külső gyűrűjét belülről érinti.

A középpontokat tartalmazó síkmetszeten O legyen a csapágygyűrű, K a csapágygolyó középpontja. Az O pontból a golyó főköréhez húzott érintők érintési pontjai A és B .

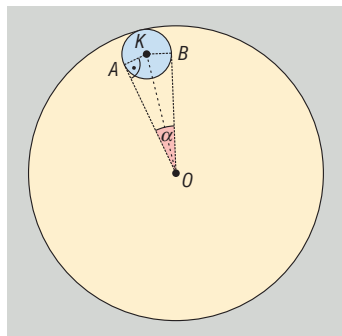
Az AOK derékszögű háromszögben:

$$OK = \frac{54}{2} - \frac{5}{2} = 24,5 \quad \text{és} \quad AK = \frac{5}{2} = 2,5.$$

Az O pontnál levő α középponti szög nagysága számolható:

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{2,5}{24,5} \Rightarrow \alpha \approx 11,71^\circ.$$

Mivel $\frac{360^\circ}{11,71^\circ} \approx 30,74$, a teljes szög kisebb, mint 31α , de nagyobb, mint 30α , tehát a csapágyba elhelyezhető golyók száma legfeljebb 30.





b) A csapágygolyók térfogatainak összege:

$$V = 30 \cdot \frac{4 \cdot R^3 \cdot \pi}{3} = 30 \cdot \frac{4 \cdot 2,5^3 \cdot \pi}{3} \approx 1963,50 \text{ mm}^3 = 1,96 \text{ cm}^3.$$

A csapágygolyók tömegének az összege:

$$m = V \cdot \rho = 1,96 \cdot 7,14 \approx 13,99 \text{ g}.$$

4448 A biliárdgolyó sugara $r = 26,2$ mm. A négy golyó középpontja egy $2r$ oldalú szabályos tetraédert határoz meg, amelynek magassága $2r \cdot \sqrt{\frac{2}{3}}$.

Az építmény magasságát úgy kaphatjuk meg, hogy a tetraéder magasságához még hozzáadjuk az alsó golyók középpontjának az asztal lapjától mért r távolságát, valamint a felső golyó középpontjának a golyó legmagasabb pontjától vett r távolságát. Az építmény magassága:

$$2r \cdot \left(\sqrt{\frac{2}{3}} + 1 \right) \approx 95,18 \text{ mm} \approx 9,52 \text{ cm}.$$

4449 Ha egy R sugarú gömb érint három egymásra merőleges síkot, akkor a gömb középpontjának a három síktól vett távolsága R . Tehát a gömb O középpontja egy R oldalélű kocka csúcsa, amelynek a síkok közös M pontjától vett távolsága a kocka átlójának a hossza, vagyis $OM = R\sqrt{3}$.

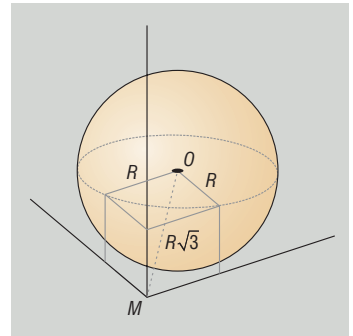
Ez alapján mind a teniszlabda, mind a golyó középpontja rajta van egy, a fiók sarkába képzeletben elhelyezett kocka testátlójának az egyenesén.

A teniszlabda középpontjának ezen az átlón a saroktól vett távolsága $\frac{7}{2} \cdot \sqrt{3}$, az r sugarú golyó középpontjának ugyanettől a ponttól vett távolsága $r\sqrt{3}$.

A golyó és a teniszlabda érintik egymást, tehát a középpontjaik távolsága a sugaraik hosszának az összege:

$$\frac{7}{2} \cdot \sqrt{3} - r\sqrt{3} = \frac{7}{2} + r \quad \Rightarrow \quad r = \frac{7}{2} \cdot \frac{(\sqrt{3} - 1)}{\sqrt{3} + 1} = \frac{7}{4} \cdot (\sqrt{3} - 1)^2 \approx 0,94.$$

A golyó sugara 0,94 cm.



Egymásba írt testek (kiegészítő anyag) – megoldások

4450 a) A gömb felszíne: $144\pi \approx 452,39 \text{ cm}^2$.

b) A gömb térfogata: $288\pi \approx 904,78 \text{ cm}^3$.

4451 a) A gömb felszíne: $432\pi \approx 1357,17 \text{ cm}^2$.

b) A gömb térfogata: $864 \cdot \sqrt{3} \cdot \pi \approx 4701,37 \text{ cm}^3$.

4452 A téglatest éleinek hossza: 22,28 cm, 33,43 cm és 44,57 cm.

4453 A négyzetes oszlop térfogata: $87\,655,23 \text{ cm}^3$.

4454 A doboz palástjának a felszíne: $48\pi \approx 150,80 \text{ cm}^2$.

4455 A doboz felszíne: 608 cm^2 .



4456 a) A kúp felszíne: $100 \cdot (1 + \sqrt{5}) \cdot \pi \approx 1016,64 \text{ cm}^2$.

b) A kúp térfogata: $\frac{2000}{3} \pi \approx 2094,40 \text{ cm}^3$.

4457 a) A gúla felszíne: 1440 cm^2 .

b) A gúla térfogata: 1920 cm^3 .

4458 a) A körkúp felszíne: $90\pi \approx 282,74 \text{ cm}^2$.

b) A körkúp térfogata: $100\pi \approx 314,16 \text{ cm}^3$.

4459 A hasáb magassága a beírt gömb átmérőjével egyenlő.

Mivel a beírt gömb érinti az oldallapokat, a gömb középpontján áthaladó, az alapokkal párhuzamos síkmetszet egy 24 cm oldalú szabályos háromszög. A beírt gömb sugara ebbe a háromszögbe írható kör sugarával egyenlő.

A szabályos háromszög beírt körének sugara a háromszög magasságának a harmada:

$$r = \frac{1}{3} \cdot \frac{a\sqrt{3}}{2} = \frac{1}{3} \cdot \frac{24\sqrt{3}}{2} = 4\sqrt{3}.$$

A hasáb magassága:

$$2r = 8\sqrt{3} \approx 13,86 \text{ cm}.$$

4460 A kockába írt gömb sugara a kocka élének a fele: $\frac{a}{2}$.

A kocka köré írt gömb sugara a kocka testátlójának a fele: $\frac{a\sqrt{3}}{2}$.

A kocka éleit érintő gömb sugara a lapátló hosszának a fele: $\frac{a\sqrt{2}}{2}$.

A három gömb hasonló egymáshoz, és hasonlóságuk aránya a sugaraik hosszának aránya.

a) Hasonló testek felszínének az aránya a hasonlóság arányának a négyzete, tehát a három gömb felszínének az aránya:

$$\left(\frac{a}{2}\right)^2 : \left(\frac{a\sqrt{3}}{2}\right)^2 : \left(\frac{a\sqrt{2}}{2}\right)^2 = 1 : 3 : 2.$$

b) Hasonló testek térfogatának az aránya a hasonlóság arányának a köbe, tehát a három gömb térfogatának az aránya:

$$\left(\frac{a}{2}\right)^3 : \left(\frac{a\sqrt{3}}{2}\right)^3 : \left(\frac{a\sqrt{2}}{2}\right)^3 = 1 : \sqrt{3}^3 : \sqrt{2}^3.$$

4461 A téglatest élei legyenek a , b és c hosszúságúak. Két lapjának a területe:

$$a \cdot b = 48 \Rightarrow b = \frac{48}{a} \quad \text{és} \quad a \cdot c = 60 \Rightarrow c = \frac{60}{a}.$$

A téglatest köré írt gömb sugara a testátló fele, tehát:

$$5\sqrt{2} = \frac{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}}{2} \Rightarrow a^2 + b^2 + c^2 = 200.$$

Az egyenletbe b és c helyére az előző összefüggéseket helyettesítve:

$$a^2 + b^2 + c^2 = 200 \Rightarrow a^2 + \left(\frac{48}{a}\right)^2 + \left(\frac{60}{a}\right)^2 = 200 \Rightarrow a^4 - 200a^2 + 5904 = 0.$$

A kapott másodfokúra visszavezethető negyedfokú egyenletből a pozitív értékei: $a = 6$ és $a = 2\sqrt{41}$.



Az első esetben a téglatest élleinek hossza: 6 cm, 8 cm és 10 cm, a térfogata: 480 cm^3 .

A második esetben a téglatest élleinek hossza: $2\sqrt{41}$ cm, $\frac{24\sqrt{41}}{41}$ cm és $\frac{30\sqrt{41}}{41}$ cm, a térfogata pedig $\frac{1440\sqrt{41}}{41} \text{ cm}^3$.

A téglatest térfogata lehet 480 cm^3 vagy $\frac{1440\sqrt{41}}{41} \approx 224,89 \text{ cm}^3$.

4462 Legyen a szabályos hatszög alapú gúla alapéle a , magassága m .

A gúla térfogata:

$$V_{\text{gúla}} = \frac{T_{\text{hatszög}} \cdot m}{3} = \frac{6 \cdot \frac{a^2 \cdot \sqrt{3}}{4} \cdot m}{3} = \frac{a^2 \cdot \sqrt{3}}{2} \cdot m.$$

A gúlából csiszolható legnagyobb térfogatú kúp magassága a gúla m magasságával egyezik meg. A kúp alapkörének a sugara a szabályos hatszög beírt körének a sugara.

Egy a oldalú szabályos hatszög beírt körének a sugara egy a oldalú szabályos háromszög magassága: $r = \frac{a\sqrt{3}}{2}$.

A kúp térfogata:

$$V_{\text{kúp}} = \frac{r^2 \cdot \pi \cdot m}{3} = \frac{\left(\frac{a\sqrt{3}}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot m}{3} = \frac{a^2 \cdot \pi \cdot m}{4}.$$

A kúp a gúla térfogatának

$$\frac{V_{\text{kúp}}}{V_{\text{gúla}}} = \frac{\frac{a^2 \cdot \pi \cdot m}{4}}{\frac{a^2 \cdot \sqrt{3}}{2} \cdot m} \cdot 100 = \frac{\pi}{2\sqrt{3}} \cdot 100 \approx 90,69\% - \text{a}.$$

A csiszoláskor keletkezett hulladék 9,31%.

4463 a) Vegyük a gúla alaplajjára merőleges, az alaplap középvonalát tartalmazó síkot.

Ez a sík a gúlából egy egyenlő szárú háromszöget, a beírt gömbből egy főkört metsz ki, amely a háromszög beírt köre.

A háromszög alapja $a = 12$ cm, magassága $m = 30$ cm, szára a gúla oldallapjának m_0 magassága.

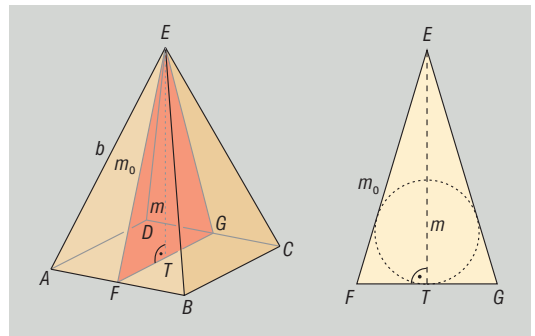
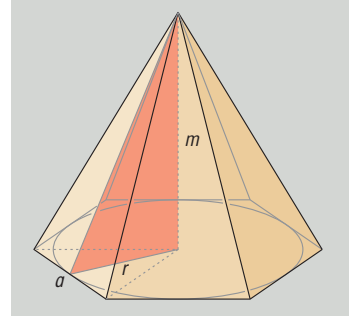
Az FTE derékszögű háromszögből:

$$m_0 = \sqrt{m^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2} = \sqrt{936} = 6\sqrt{26}.$$

Jelölje a háromszög beírt körének sugarát r . A háromszög területét kétféleképpen felírva:

$$\frac{a \cdot m}{2} = r \cdot s = r \cdot \frac{a + 2 \cdot m_0}{2} \Rightarrow \frac{12 \cdot 30}{2} = r \cdot \frac{12 + 2 \cdot 6\sqrt{26}}{2} \Rightarrow r = \frac{30}{1 + \sqrt{26}}.$$

A gúlába írható gömb sugara: $r = \frac{30}{1 + \sqrt{26}} \approx 4,92$ cm.





- b) Vegyük az alaplap átlóját tartalmazó, az alaplapra merőleges síkot.

Ez a sík a gúlából egy egyenlő szárú háromszöget, a körülírt gömbből pedig egy főkört metsz ki, amely az említett háromszög körülírt köre.

A háromszög alapja $a\sqrt{2} = 12\sqrt{2}$ cm, magassága $m = 30$ cm, és a szár hossza a gúla b oldalélének a hosszúsága.

Legyen a háromszög köré írt kör sugara R , középpontja O .

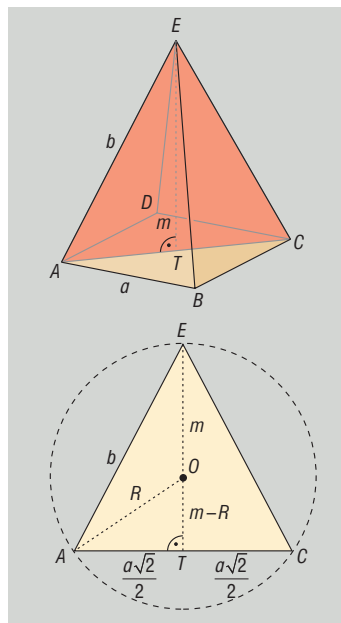
Az ábra jelöléseit használva az AOT derékszögű háromszög átfogója R , egyik befogója az alaplap átlójának a fele, másik befogója $m - R$.

A Pitagorasz-tétel alapján:

$$R^2 = (m - R)^2 + \left(\frac{a\sqrt{2}}{2}\right)^2 = (30 - R)^2 + \left(\frac{12\sqrt{2}}{2}\right)^2,$$

$$R = \frac{81}{5}.$$

A gúla köré írt gömb sugara $R = \frac{81}{5} = 16,2$ cm.



- 4464 a) A 4463. feladat a) részének megoldása alapján vegyük a gúla alaplapjára merőleges, az alaplap középvonalát tartalmazó síkot. A síkmetszet egy egyenlő oldalú háromszög, amelynek beírható köre a gúlába írható gömb főköre.

Mivel egy szabályos háromszög beírt körének a sugara a magasságának harmada, a beírt kör sugara 10 cm.

- b) A gúla alapéle az a) részben említett szabályos háromszög oldala, amely a magasság hosszának ismeretében kiszámítható:

$$m = \frac{a\sqrt{3}}{2} \Rightarrow 30 = \frac{a\sqrt{3}}{2} \Rightarrow a = 20\sqrt{3} \text{ cm.}$$

A 4463. feladat b) részének megoldása alapján a körülírt gömb R sugarára:

$$R^2 = (m - R)^2 + \left(\frac{a\sqrt{2}}{2}\right)^2 = (30 - R)^2 + \left(\frac{20\sqrt{3} \cdot \sqrt{2}}{2}\right)^2,$$

$$R = 25.$$

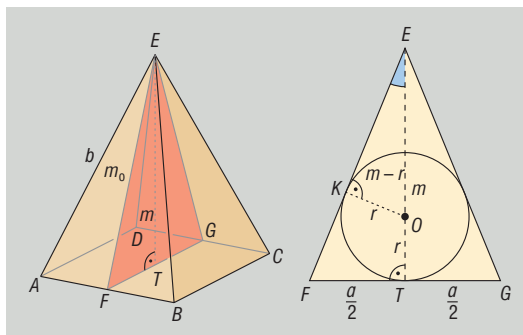
A gúla köré írt gömb sugara: $R = 25$ cm.

- 4465 Jelölje a gúla alapélét a , magasságát m , a beírt gömb sugarát r .

Vegyük a gúla alaplapjára merőleges, az alaplap középvonalát tartalmazó síkot.

Ez a sík a gúlából egy egyenlő szárú háromszöget, a beírt gömbből pedig egy főkört metsz ki, amely az említett háromszög beírt köre.

Az ábra jelöléseit használva az egyenlő szárú háromszög magassága $m = 32$ cm, alapja a , a beírt körének sugara $r = 8$ cm.





A háromszög szárának hossza:

$$FE = \sqrt{m^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2}.$$

A síkmetszetben az FTE derékszögű háromszög hasonló az OKE derékszögű háromszöghöz, mivel FET hegyesszögük közös. A háromszögek megfelelő oldalainak aránya egyenlő:

$$\frac{FE}{OE} = \frac{FT}{OK} \Rightarrow \frac{\sqrt{m^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2}}{m-r} = \frac{\frac{a}{2}}{r},$$

amiből kapjuk, hogy:

$$\frac{\sqrt{32^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2}}{32-8} = \frac{\frac{a}{2}}{8} \Rightarrow a = 16\sqrt{2}.$$

A gúla térfogata:

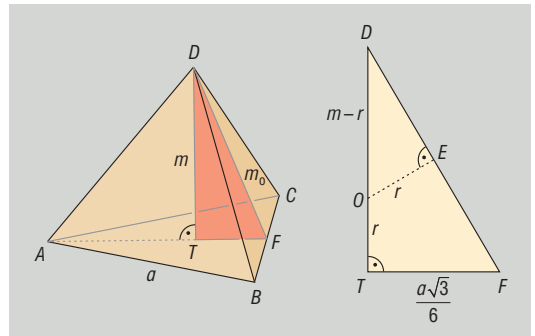
$$V = \frac{T \cdot m}{3} = \frac{a^2 \cdot m}{3} = \frac{(16\sqrt{2})^2 \cdot 32}{3} = \frac{16384}{3} \approx 5461,33 \text{ cm}^3.$$

4466 Vegyük a gúla alaplajára merőleges, az alaplaj magasságát tartalmazó síkot. A gúla alapéle legyen a , magassága m .

- a) A gúlába írt r sugarú gömb O középpontja rajta van a gúla magasságán, és az alaplapot a gúla magasságának talppontjában, az oldal-lapokat az oldallapok magasságain érinti.

Az ábra jelöléseit használva tekintsük az FTD derékszögű háromszöget. A háromszög T csúcsa az a oldalú szabályos háromszög súlypontja. A súlypont harmadolja a súlyvonalat, amely (szabályos háromszögről lévén szó) a magasság is egyben, tehát:

$$TF = \frac{a\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{3} = \frac{18\sqrt{3}}{6} = 3\sqrt{3}.$$



A beírt gömb középpontja minden oldallaptól r távolságra van, tehát $OE = r$ és $OT = r$, ezért $OD = m - r$.

A háromszög FD átfogója a Pitagorasz-tétel alapján:

$$FD = \sqrt{m^2 + TF^2} = \sqrt{20^2 + (3\sqrt{3})^2} = \sqrt{427}.$$

Az FTD derékszögű háromszög hasonló az OED derékszögű háromszöghöz, mivel FDT hegyesszögük közös. A háromszögek megfelelő oldalai hosszának aránya egyenlő:

$$\frac{TF}{OE} = \frac{FD}{OD} \Rightarrow \frac{3\sqrt{3}}{r} = \frac{\sqrt{427}}{20-r} \Rightarrow r = \frac{60\sqrt{3}}{3\sqrt{3} + \sqrt{427}}.$$

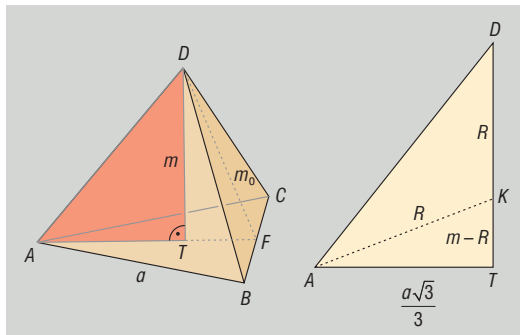
A gúlába írható gömb sugara: $r = \frac{60\sqrt{3}}{3\sqrt{3} + \sqrt{427}} \approx 4,02 \text{ cm}.$



- b) A gúla köré írt R sugarú gömb K középpontja rajta van a gúla magasságán.

Az ábra jelöléseit használva tekintsük az ATD derékszögű háromszöget. A háromszög T csúcsa az a oldalú szabályos háromszög súlypontja. A súlypont harmadolja a súlyvonalat, amely (szabályos háromszögről lévén szó) a magasság is egyben, tehát:

$$AT = \frac{a\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{2}{3} = \frac{a\sqrt{3}}{3} = 6\sqrt{3}.$$



A gömb K középpontja a gúla minden csúcsától R távolságra van, tehát $AK = R$ és $KD = R$, ezért $KT = m - R$. Az AKT derékszögű háromszögben a Pitagorasz-tétel alapján:

$$R^2 = (m - R)^2 + AT^2 = (20 - R)^2 + (6\sqrt{3})^2 \Rightarrow R = \frac{508}{40}.$$

A gúla köré írt gömb sugara: $R = \frac{508}{40} = 12,7$ cm.

- 4467 Ismert, hogy ha egy poliéderbe gömb írható, akkor a gömb r sugara a poliéder térfogatának és felszínének ismeretében

kiszámítható: $r = \frac{3 \cdot V}{A}$.

Mivel tetraéderbe írható gömb, elég a tetraéder térfogatát és felszínét kiszámítani.

A tetraéder ABC alaplajának területe:

$$T_{ABC} = \frac{12^2}{2} = 72 \text{ cm}^2,$$

a tetraéder magassága $m = 10$ cm, így a tetraéder térfogata:

$$V = \frac{T_{ABC} \cdot m}{3} = \frac{72 \cdot 10}{3} = 240 \text{ cm}^3.$$

Az ADC és BDC derékszögű háromszögek területe a befogók szorzatának fele, ezért:

$$T_{ADC} = T_{BDC} = \frac{10 \cdot 12}{2} = 60 \text{ cm}^2.$$

Az ABD_{Δ} -ben a szimmetria miatt: $AF = BF = 6\sqrt{2}$ cm.

Az alaphoz tartozó m_0 magasság Pitagorasz tétele alapján: $m_0 = \sqrt{172} = 2\sqrt{43}$ cm.

Az ABD_{Δ} területe:

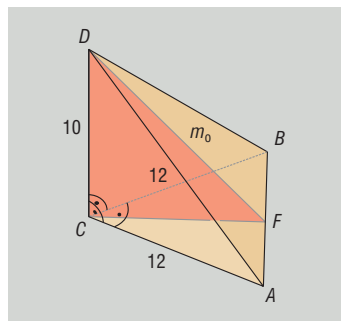
$$T_{ABD} = \frac{12\sqrt{2} \cdot 2\sqrt{43}}{2} = 12\sqrt{86} \text{ cm}^2.$$

A gúla felszíne:

$$A = T_{ABC} + 2 \cdot T_{ADC} + T_{ABD} = 72 + 2 \cdot 60 + 12\sqrt{86} = 192 + 12\sqrt{86} \text{ cm}^2.$$

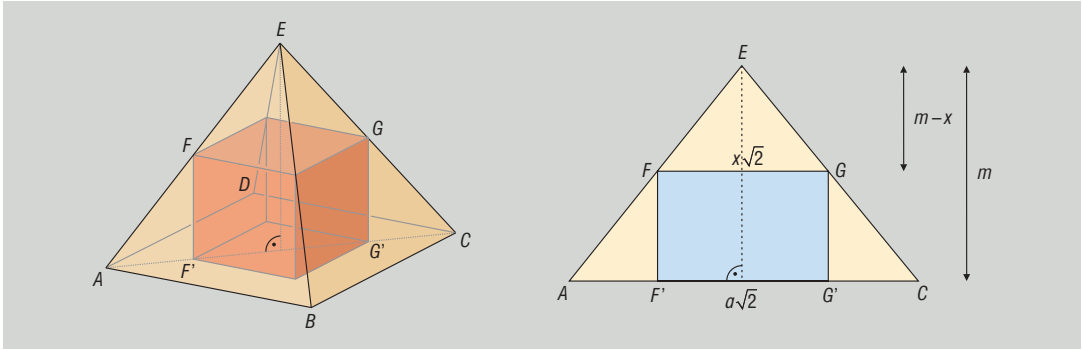
A gúlába írható gömb sugara:

$$r = \frac{3 \cdot V}{A} = \frac{3 \cdot 240}{192 + 12\sqrt{86}} = \frac{3 \cdot 20}{16 + \sqrt{86}} \approx 2,37 \text{ cm}.$$





4468 A gúla alapéle legyen a , magassága m hosszúságú. Használjuk az ábrák jelöléseit.



- a) Vegyük a gúla ACE egyenlő szárú háromszög síkmetszetét. A háromszög alapja a gúla alapjának az átlója, vagyis $a\sqrt{2}$ hosszúságú. A háromszög magassága a gúla m magassága. Az oldalél és az alaplapp EAC szögére felírhatjuk:

$$\operatorname{tg} EAC \sphericalangle = \frac{m}{\frac{a\sqrt{2}}{2}} \Rightarrow \operatorname{tg} EAC \sphericalangle = \frac{10}{\frac{15\sqrt{2}}{2}} \Rightarrow EAC \sphericalangle \approx 43,31^\circ.$$

A gúla oldalélének az alaplappal bezárt szöge $43,31^\circ$.

- b) A gúlába írt kocka élének hossza legyen x .

Ismét vegyük a gúla ACE egyenlő szárú háromszög síkmetszetét. A kockából ez a síkmetszet egy olyan $FGG'F'$ téglalapot metsz ki, amelyiknek az $FG = x\sqrt{2}$ hosszúságú oldala párhuzamos az $ACE_\Delta AC$ alapjával.

Az ACE_Δ és az FGE_Δ hasonló, mivel szögeik páronként egyenlők.

Felírhatjuk a két háromszögben, hogy az alapok hosszának aránya egyenlő a magasságok hosszának arányával:

$$\frac{m-x}{m} = \frac{x\sqrt{2}}{a\sqrt{2}} \Rightarrow \frac{10-x}{10} = \frac{x}{15} \Rightarrow x = 6.$$

A gúlába írt kocka éle 6 cm.

4469 Az R sugarú gömbbe írt henger alapkörének sugara legyen r , magassága m .

A feltétel szerint a henger palástjának területe kétszerese az alaplapp területének, tehát:

$$2 \cdot r^2 \cdot \pi = 2r \cdot \pi \cdot m \Rightarrow r = m.$$

Vegyük a henger tengelymetszetét. Ez a tengelymetszet egy téglalap, amelynek egyik oldala $2r$, a másik m hosszúságú, és a téglalap átlója kétszer akkora, mint a gömb R sugara.

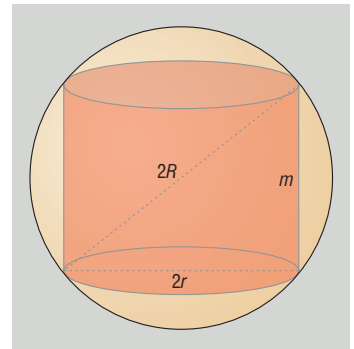
A Pitagorasz-tételt felírva:

$$\begin{aligned} (2R)^2 &= (2r)^2 + m^2, \\ (2 \cdot 10)^2 &= (2r)^2 + r^2, \\ r &= 4\sqrt{5}. \end{aligned}$$

A henger alapkörének sugara és magassága: $r = m = 4\sqrt{5}$ cm.

A henger térfogata:

$$V = r^2 \cdot \pi \cdot m = (4\sqrt{5})^2 \cdot \pi \cdot 4\sqrt{5} = 320\sqrt{5} \cdot \pi \approx 2247,94 \text{ cm}^3.$$





4470 Mivel a gömb felszíne $400\pi \text{ cm}^2$, a gömb R sugara 10 cm.

Az ábra jelöléseit használva azt látjuk, hogy az ABC_Δ köré írható körének sugara R , középpontja O , valamint a háromszög szar-szöge 50° . Az O középpontból az AC szára bocsátott merőleges talppontja K .

Az OKC derékszögű háromszögből kifejezhető a kúp alkotójának hossza:

$$\cos 25^\circ = \frac{AC}{2R} \Rightarrow a = AC = 2R \cdot \cos 25^\circ \approx 18,13 \text{ cm.}$$

Az ATC derékszögű háromszögben:

$$\cos 25^\circ = \frac{CT}{AC} = \frac{CT}{2R \cdot \cos 25^\circ},$$

amiből megkaphatjuk a kúp m magasságát:

$$m = CT = 2R \cdot \cos^2 25^\circ \approx 16,43 \text{ cm.}$$

Az ATC derékszögű háromszög

$$\frac{AT}{AC} = \sin 25^\circ \Rightarrow AT = AC \cdot \sin 25^\circ,$$

amiből a kúp alapkörének r sugara:

$$r = AT = 2R \cdot \cos 25^\circ \cdot \sin 25^\circ \approx 7,66 \text{ cm.}$$

a) A kúp felszíne:

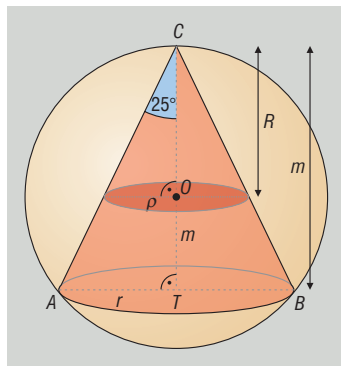
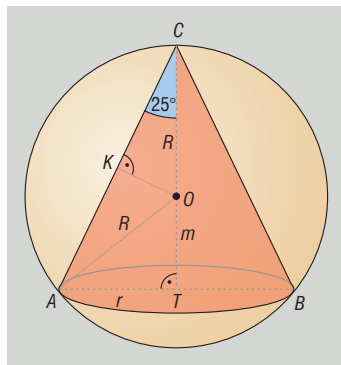
$$A = r \cdot \pi \cdot (r + a) \approx 7,66\pi \cdot (7,66 + 18,13) \approx 620,63 \text{ cm}^2.$$

b) A gömb középpontján áthaladó, a kúp alaplapijával párhuzamos sík a kútból az eredetihez hasonló kúpot metsz le. Legyen a hasonló kúp alapkörének sugara ρ . A hasonló kúpok magasságainak és az alapkörök sugarának a hásszára felírható:

$$\frac{\rho}{r} = \frac{R}{m} \Rightarrow \rho = \frac{r \cdot R}{m} \Rightarrow \rho \approx \frac{7,66 \cdot 10}{16,43} \approx 4,66.$$

A sík által a kútból kimetszett kör területe:

$$T = \rho^2 \cdot \pi \approx 4,66^2 \cdot \pi \approx 68,22 \text{ cm}^2.$$

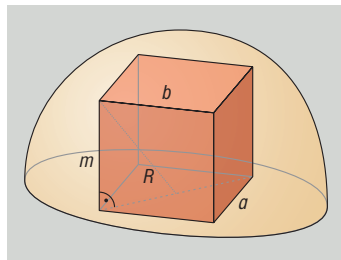


4471 A félgömb alakú üvegfedő középpontja az $a = 8 \text{ cm}$ és $b = 10 \text{ cm}$ oldalú téglalap átlójának metszéspontja. Ha a sajt legnagyobb m magasságát keressük, akkor a téglalap átlójának a fele és az m magasság egy olyan derékszögű háromszög befogói, amelynek átfogója a gömb $R = 15 \text{ cm}$ hosszú sugara. A Pitagorasz-tétel alapján:

$$R^2 = \left(\frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{2} \right)^2 + m^2 \Rightarrow 15^2 = \left(\frac{\sqrt{8^2 + 10^2}}{2} \right)^2 + m^2,$$

amiből a magasságra kapjuk, hogy $m = 2\sqrt{46}$.

A sajt magassága legfeljebb $2\sqrt{46} \approx 13,56 \text{ cm}$ lehet.





- 4472** A pontszerű fényforrás és a golyó kör alakú árnyéka egy olyan forgáskúpot határoz meg, amelybe a golyó sugarával azonos sugarú gömb írható.

Vegyük a kúp ábrán látható tengelymetszetét.

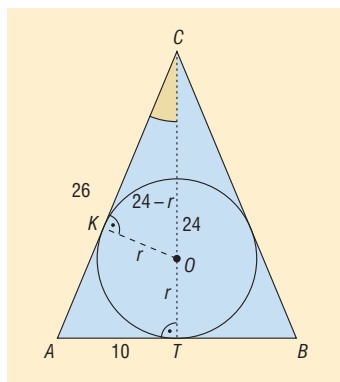
A tengelymetszet olyan egyenlő szárú háromszög, amelynek magassága $CT = 24$ cm, alapja $AB = 2 \cdot 10 = 20$ cm, a beírt körének sugara r . A háromszög szárának hossza:

$$AC = \sqrt{CT^2 + \left(\frac{AB}{2}\right)^2} = \sqrt{24^2 + 10^2} = 26 \text{ cm.}$$

A síkmetszetben az ATC derékszögű háromszög hasonló az OKC derékszögű háromszöghöz, mivel ACT hegyesszögük közös. A háromszögek megfelelő oldalainak aránya egyenlő:

$$\frac{AC}{OC} = \frac{AT}{OK} \Rightarrow \frac{26}{24-r} = \frac{10}{r} \Rightarrow r = \frac{20}{3}.$$

A golyó átmérője $2r = \frac{40}{3} \approx 13,33$ cm.



- 4473** Legyen a csonka kúp alapkörének sugara R , fedőkörének sugara r , alkotója a , magassága m .

A csonka kúp tengelymetszete egy húrtrapéz, amely egyben érintőnégyyszög is. A húrtrapéz alapjai $2R$, illetve $2r$ hosszúságúak. A trapéz magassága, ami a csonka kúp magassága is, a beírható kör sugarának a kétszeresével egyenlő: $m = 2\rho$. A húrtrapéz szárai a csonka kúp alkotói.

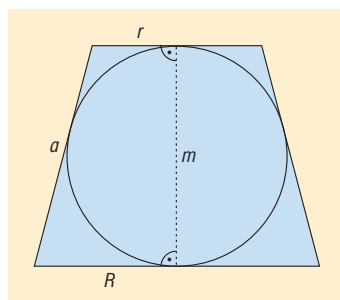
Az érintőnégyszögek tétele alapján:

$$2a = 2R + 2r \Rightarrow a = R + r.$$

Írjuk fel a csonka kúp felszínének és térfogatának a hányadosát:

$$\begin{aligned} \frac{A}{V} &= \frac{\pi \cdot (R^2 + r^2 + a \cdot (R + r))}{\frac{m \cdot \pi}{3} \cdot (R^2 + R \cdot r + r^2)} = \frac{3 \cdot (R^2 + r^2 + (R + r) \cdot (R + r))}{2\rho \cdot (R^2 + R \cdot r + r^2)} = \\ &= \frac{3 \cdot (2 \cdot R^2 + 2 \cdot r^2 + 2 \cdot R \cdot r)}{2\rho \cdot (R^2 + R \cdot r + r^2)} = \frac{3}{\rho}. \end{aligned}$$

A csonka kúp felszínének és térfogatának hányadosa $\frac{3}{\rho}$.



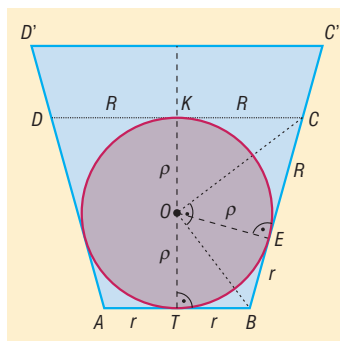
- 4474** A vödör alapkörének sugara $r = 5$ cm, fedőkörének sugara $R' = 8$ cm, magassága m .

Vegyünk egy olyan síkot, amely metszi a vödört, párhuzamos az alaplappal, és érinti a vödörbe tett labdát.

Ennek a síknak a vödörrel vett síkmetszete egy R sugarú kör.

Tekintsük a vödör ábrán látható $ABC'D'$ húrtrapéz alakú tengelymetszetét.

Az ábrán látható $ABCD$ húrtrapéz egyben érintőtrapéz is. A beírt kör sugara $\rho = 6$ cm, az alapok hossza $2r$, illetve $2R$, magassága pedig 2ρ .





A beírt kör O középpontja a húrtrapéz B és C csúcsoknál levő szögek felezőinek metszéspontja. Ez a két szögfelező, mivel a trapéz egy száron nyugvó szögeinek összege 180° , derékszöget zár be. A külső pontból egy körhöz húzott érintőszakaszok hosszának egyenlősége alapján $KC = CE = R$, illetve $TB = BE = r$.

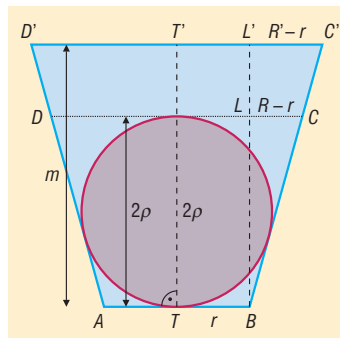
Az OBC derékszögű háromszögben az átfogóhoz tartozó magasság $OE = \rho$, amely a BC átfogón R és r hosszúságú szeleteket hoz létre. A magasságtétel alapján:

$$\rho = \sqrt{R \cdot r} \Rightarrow R = \frac{\rho^2}{r} \Rightarrow R = \frac{6^2}{5} = \frac{36}{5}.$$

A vödör m magasságának kiszámításához az $ABC'D'$ tengelymetszet B csúcsán keresztül állítsunk merőlegest a trapéz alapjára. Az így létrejött BLC_Δ és $BL'C'_\Delta$ hasonló, mivel szögeik páronként egyenlők. A két háromszög megfelelő oldalai hosszának aránya egyenlő:

$$\frac{m}{2\rho} = \frac{R'-r}{R-r} \Rightarrow m = 2\rho \cdot \frac{R'-r}{R-r} = 2 \cdot 6 \cdot \frac{8-5}{\frac{36}{5}-5} = \frac{180}{11}.$$

A vödör magassága: $m = \frac{180}{11} \approx 16,36$ cm.



4475 A kúp alapkörének sugara legyen r , magassága m , alkotója a , a beírt gömb sugara R .

A feladat feltétele szerint:

$$A_{\text{kúp}} = 2 \cdot A_{\text{gömb}} \Rightarrow r \cdot \pi \cdot (r + a) = 2 \cdot 4 \cdot R^2 \cdot \pi \Rightarrow r \cdot (r + a) = 8 \cdot R^2.$$

Tekintsük a kúp tengelymetszetét.

A tengelymetszet egy olyan egyenlő szárú háromszög, amelynek alapja $2r$, magassága m , szárainak hossza a , és a háromszögbe írt kör sugara R .

Számítsuk ki a háromszög területét kétféleképpen:

$$\frac{2 \cdot r \cdot m}{2} = R \cdot \frac{2 \cdot a + 2 \cdot r}{2} \Rightarrow R = \frac{r \cdot m}{a + r}.$$

Ezt beírva az $r \cdot (r + a) = 8 \cdot R^2$ összefüggésbe:

$$r \cdot (r + a) = 8 \cdot \left(\frac{r \cdot m}{a + r} \right)^2 \Rightarrow r + a = 8 \cdot \frac{r \cdot m^2}{(r + a)^2}.$$

Mivel $m^2 = a^2 - r^2$:

$$r + a = 8 \cdot \frac{r \cdot (a^2 - r^2)}{(r + a)^2} = 8 \cdot \frac{r \cdot (a + r) \cdot (a - r)}{(r + a)^2},$$

amiből kapjuk:

$$(r + a)^2 = 8 \cdot r \cdot (a - r),$$

$$9 \cdot r^2 - 6 \cdot r \cdot a + a^2 = 0,$$

$$(3 \cdot r - a)^2 = 0.$$

Ez utóbbi egyenlőség pontosan akkor teljesül, ha az alkotó hossza a sugár háromszorosa, vagyis a fél nyílásszög szinusza $\frac{1}{3}$. Mivel ez a szög csak hegyesszög lehet, a fél nyílásszög $19,47^\circ$.

A kúp nyílásszöge $38,94^\circ$.



4476 A kúp alapkörének sugara legyen r , magassága m , alkotója a , a beírt gömb sugara R .

A 4475. feladat megoldása alapján:

$$m = \frac{(a+r) \cdot R}{r}.$$

A gömb és a kúp térfogatának aránya:

$$\frac{V_{\text{gömb}}}{V_{\text{kúp}}} = \frac{\frac{4 \cdot R^3 \cdot \pi}{3}}{\frac{r^2 \cdot \pi \cdot m}{3}} = \frac{4 \cdot R^3}{r^2 \cdot m} = \frac{4 \cdot R^3}{r^2 \cdot \frac{R \cdot (a+r)}{r}} = \frac{4 \cdot R^2}{r \cdot (a+r)}.$$

A gömb és a kúp felszínének aránya:

$$\frac{A_{\text{gömb}}}{A_{\text{kúp}}} = \frac{4 \cdot R^2 \cdot \pi}{r \cdot \pi \cdot (a+r)} = \frac{4 \cdot R^2}{r \cdot (a+r)}.$$

Ez alapján egy tetszőleges forgáskúpba írt gömb térfogatának és a kúp térfogatának aránya egyenlő a gömb felszínének és a kúp felszínének az arányával.

A gömb felszíne a kúp felszínének harmada.

4477 A pohár egy $m = 12$ cm magasságú, $a = 13$ cm alkotójú kúp. A kúp alapkörének sugara:

$$r = \sqrt{a^2 - m^2} = \sqrt{13^2 - 12^2} = 5.$$

A pohár térfogata:

$$V_{\text{pohár}} = \frac{r^2 \cdot \pi \cdot m}{3} = \frac{5^2 \cdot \pi \cdot 12}{3} = 100\pi.$$

A pohárban levő koktél térfogatát egy, a pohárhoz hasonló kúp térfogata adja meg. A hasonlóság aránya a kúpok magasságainak aránya: $\lambda = \frac{7,5}{12} = \frac{5}{8}$.

Hasonló testek térfogatának aránya a hasonlóság arányának a köbe:

$$\frac{V_{\text{koktél}}}{V_{\text{pohár}}} = \lambda^3 \quad \Rightarrow \quad V_{\text{koktél}} = \lambda^3 \cdot V_{\text{pohár}} = \left(\frac{5}{8}\right)^3 \cdot 100\pi = \frac{3125}{128}\pi.$$

A pohár által meghatározott kúpba írható gömb sugarát a 4475. feladat alapján az $R = \frac{r \cdot m}{a+r}$ összefüggéssel számolhatjuk:

$$R = \frac{5 \cdot 12}{13 + 5} = \frac{10}{3} \text{ cm.}$$

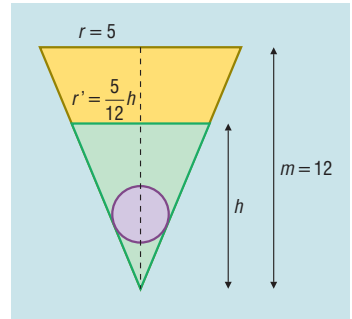
A koktél kúpjába írható gömb sugara:

$$\lambda \cdot R = \frac{5}{8} \cdot \frac{10}{3} = \frac{50}{24} > 1 \text{ cm,}$$

tehát a beletett 2 cm átmérőjű ringlót a koktél teljesen ellepi.

A ringlószilva térfogata:

$$V_{\text{szilva}} = \frac{4 \cdot 1^3 \cdot \pi}{3} = \frac{4\pi}{3}.$$





Ha a pohárba beletesszük a szilvát, akkor a pohárban levő koktél a szilvával együtt egy h magasú kúpot alkot. A kúp alapkörének sugara legyen r' . Ez a kúp hasonló a pohár kúpjához, tehát megfelelő adatai hosszának hányadosára egyenlő:

$$\frac{r'}{h} = \frac{r}{m} \Rightarrow r' = h \cdot \frac{r}{m} = h \cdot \frac{5}{12}.$$

A h magasság kiszámítása:

$$V_{\text{koktél}} + V_{\text{szilva}} = \frac{(r')^2 \cdot \pi \cdot h}{3},$$

$$\frac{3125}{128} \pi + \frac{4\pi}{3} = \frac{\left(\frac{5}{12}h\right)^2 \cdot \pi \cdot h}{3},$$

$$h \approx 7,63.$$

A pohárban a koktél szintjének emelkedése:

$$h - 7,5 = 7,63 - 7,5 = 0,13 \text{ cm} = 1,3 \text{ mm}.$$

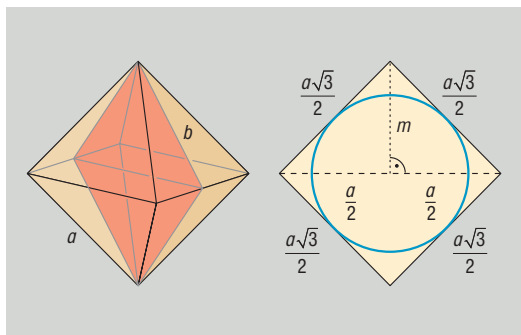
4478 Jelölje az oktaéder élének hosszúságát a , $a = 30$ cm.

a) Vegyük az oktaéder két szemközt párhuzamos élének felezőpontján áthaladó, ezen élekre merőleges síkmetszetét.

A rombusz alakú síkmetszet tartalmazza a beírt gömb középpontját, és a gömb főköre érinti a rombusz oldalait.

A rombusz oldalának hossza az a oldalú szabályos háromszög magassága:

$$b = \frac{a\sqrt{3}}{2} = 15\sqrt{3}.$$



A rombusz egyik átlója az oktaéder a élével egyenlő hosszú.

Keressük a rombuszba írt kör sugarának r hosszát.

A rombusz területét egyrészt felírhatjuk r segítségével:

$$T_{\text{rombusz}} = r \cdot \frac{k}{2} = r \cdot \frac{4b}{2} = 2r \cdot \frac{a\sqrt{3}}{2} = r \cdot a\sqrt{3} = 30\sqrt{3} \cdot r.$$

Másrészt a rombusz területe egyenlő két a alapú és b szárú egyenlő szárú háromszög területével. A háromszög alaphoz tartozó magassága:

$$m = \sqrt{b^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2} = \sqrt{(15\sqrt{3})^2 - 15^2} = 15\sqrt{2},$$

amiből a rombusz területére kapjuk, hogy

$$T_{\text{rombusz}} = 2 \cdot \frac{a \cdot m}{2} = 30 \cdot 15\sqrt{2} = 450\sqrt{2}.$$

A két kifejezés egyenlőségéből:

$$30\sqrt{3} \cdot r = 450\sqrt{2} \Rightarrow r = \frac{450\sqrt{2}}{30\sqrt{3}} = 5\sqrt{6}.$$

Az oktaéderbe írt gömb sugara: $r = 5\sqrt{6} \approx 12,25$ cm.

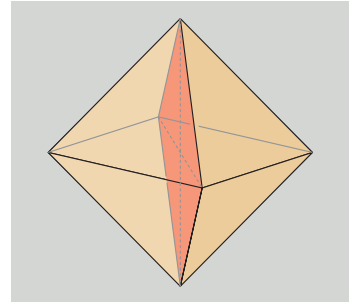


- b) Vegyük az oktaéder két-két szemközi csúcsán áthaladó síkmetszetét. Ennek a négyszög alakú síkmetszetnek minden oldala a hosszúságú, átlóinak hossza $a\sqrt{2}$, a síkmetszet tehát négyzet.

A négyzet átlóinak metszéspontjától a szabályos oktaéder minden csúcsa $\frac{a\sqrt{2}}{2}$ távolságra van.

Tehát a szabályos oktaéder köré írható gömb sugara:

$$\frac{a\sqrt{2}}{2} \approx 21,21 \text{ cm.}$$



Vegyes feladatok I. – megoldások

- 4479 A visszamaradó testnek 56 csúcsa, 84 éle és 30 lapja van.

- 4480 A síkmetszet területe: $\frac{27\sqrt{3}}{8} \approx 5,85 \text{ cm}^2$.

- 4481 a) $\gamma = 90^\circ$, $\beta \approx 33,69^\circ$, $\alpha \approx 56,31^\circ$. A háromszög c oldala: $2\sqrt{13} \approx 7,21 \text{ cm}$.

- b) Két ilyen háromszög van.

Az egyikben $\gamma = 30^\circ$, a harmadik oldal hossza pedig körülbelül 3,23 cm. A háromszög másik két szöge: $\alpha \approx 111,73^\circ$ és $\beta \approx 38,27^\circ$.

A másik háromszögben $\gamma = 150^\circ$, a harmadik oldal hossza körülbelül 9,67 cm. A háromszög további szögei: $\alpha \approx 18,15^\circ$ és $\beta \approx 11,85^\circ$.

- 4482 a) Mivel a megadott paralelogramma négyzet, bármely két szomszédos oldala 90° -os szöget zár be egymással.

- b) A megadott paralelogramma két szomszédos oldala $11,54^\circ$ -os vagy $168,46^\circ$ -os szöget zár be egymással.

- 4483 A körgyűrűcikk szélessége 4,75 cm. A középponti szöge $\alpha = \frac{14}{7} = 2$ radián, azaz $\alpha \approx 114,59^\circ$.

- 4484 a) A háromszög területét Heron képletével számolhatjuk:

$$T = \sqrt{21 \cdot 8 \cdot 7 \cdot 6} = 84 \text{ cm}^2.$$

- b) A legkisebb kör alakú kartonlapnak a sugara, amelyből a háromszöget kivághattuk, éppen a háromszög körülírt körének sugara. Ha a körülírt kör sugara R , akkor:

$$R = \frac{a \cdot b \cdot c}{4 \cdot T} = \frac{13 \cdot 14 \cdot 15}{4 \cdot 84} = 8,125 \text{ cm.}$$

A körülírt kör területe körülbelül $207,39 \text{ cm}^2$.

- c) A háromszöglapból kivágható legnagyobb kör a háromszögbe írható kör. Ennek r sugarára:

$$r = \frac{T}{s} = \frac{84}{21} = 4 \text{ cm.}$$

A legnagyobb kivágható kör területe körülbelül $50,27 \text{ cm}^2$.



- 4485 a) Mivel $AB^2 + BC^2 = AC^2$ teljesül, ezért az ABC_{Δ} derékszögű, amelyben az AC oldal az átfogó.

Az $ABCD$ négyszög területére teljesül:

$$T_{ABCD} = T_{ABC} + T_{ACD}.$$

Az ABC derékszögű háromszög területe:

$$T_{ABC} = \frac{4 \cdot 6}{2} = 12 \text{ cm}^2.$$

Az ACD_{Δ} területét Heron képletével számolhatjuk:

$$T_{ACD} = \sqrt{(4 + \sqrt{13}) \cdot (4 - \sqrt{13}) \cdot (\sqrt{13} + 1) \cdot (\sqrt{13} - 1)} = \sqrt{3 \cdot 12} = 6 \text{ cm}^2.$$

Az $ABCD$ négyszög területe:

$$T_{ABCD} = 12 + 6 = 18 \text{ cm}^2.$$

- b) Mivel az ABC_{Δ} derékszögű, ezért ha létezik olyan kör, amelyre a négyszög összes csúcsa illeszkedik, akkor a húrnégyszögek tétele alapján az ACD_{Δ} -ben a D csúcsnál szintén 90° -os szögnek kellene lennie. Mivel:

$$3^2 + 5^2 < (2\sqrt{13})^2,$$

ezért az ACD_{Δ} tompaszögű, vagyis az $ABCD$ négyszögnek nem létezik körülírt köre (azaz nem húrnégyszög).

- c) A b) részben láttuk, hogy az ACD_{Δ} tompaszögű, vagyis az AC átló a D pontból 90° -nál nagyobb szög alatt látszik, tehát a D pont az ABC_{Δ} Thalész-körének belső pontja. Az $ABCD$ négyszöget teljes egészében lefedő kör legalább akkora sugarú, mint az ABC_{Δ} köré írt kör sugara, ezért a legkisebb sugarú kör, amely lefedi a négyszöget, éppen az AC szakasz Thalész-köre. Ennek sugara $\sqrt{13}$ cm, területe pedig $13\pi \approx 40,84 \text{ cm}^2$.

- d) A DAC_{Δ} -ben a koszinusztétel alapján:

$$\cos DAC \sphericalangle = \frac{3^2 + (2\sqrt{13})^2 - 5^2}{2 \cdot 3 \cdot (2\sqrt{13})} = \frac{3}{\sqrt{13}}.$$

Az ABC derékszögű háromszögben:

$$\cos ACB \sphericalangle = \frac{6}{2\sqrt{13}} = \frac{3}{\sqrt{13}}.$$

A kapott eredményeket összehasonlítva láthatjuk, hogy $DAC \sphericalangle = ACB \sphericalangle$, ezért az AD és CB szakaszok párhuzamosak egymással, így az $ABCD$ négyszög trapéz.

- 4486 a) A legbelső futósáv középkörének sugara:

$$r = \frac{400}{2\pi} \approx 63,66 \text{ m}.$$

Belülről kifelé haladva a következő futósáv középkörének sugara 64,66 m, hossza 406,3 méter. A következő sáv középkörének sugara 65,66 m, hossza 412,6 méter. A legkülső sáv középkörének sugara 66,66 méter, hossza 418,8 méter.

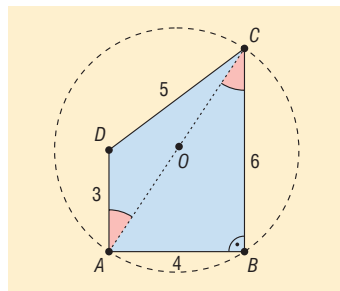
- b) A körgyűrű területe:

$$2 \cdot \rho \cdot m \cdot \pi,$$

ahol ρ a középkörének sugara, m pedig a szélessége.

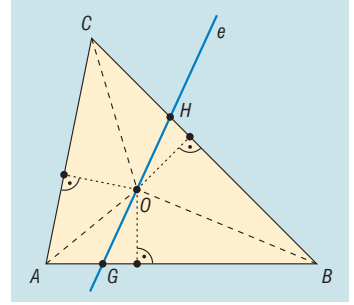
A képlet alkalmazásával az egyes futósávokra a következő területeket kapjuk:

$$400,0 \text{ m}^2, \quad 406,3 \text{ m}^2, \quad 412,6 \text{ m}^2, \quad 418,8 \text{ m}^2.$$





4487 Tegyük fel, hogy az e egyenes megfelel az ABC_{Δ} kerületét és területét. Ha az e egyenes az ABC_{Δ} -et két másik háromszögre bontja, azaz átmegy a háromszög egyik csúcsán, akkor a két részháromszög területének egyenlőségéből következik, hogy az e egyenes a háromszög egyik súlyvonala, a kerületek egyenlőségéből pedig az következik, hogy a háromszög egyenlő szárú. Mivel az egyenlő szárú háromszög csúcsából induló súlyvonal egyben szögfelező is, ezért az e egyenes valóban tartalmaz olyan pontot, amely a háromszög oldalaitól egyenlő távolságra található, ugyanis a beírt kör középpontja megfelel a feltételeknek.



Ha az e egyenes nem megy át a háromszög egyetlen csúcsán sem, akkor a háromszöget egy négyszögre és egy másik háromszögre bontja. Tegyük fel, hogy az egyenes a háromszögnek az AB és BC oldalait metszi, AB -t G -ben és BC -t H -ban. Legyen továbbá O a B csúcsból induló szögfelező és az e egyenes metszéspontja. Ekkor persze az O pont az AB és BC oldalaktól egyforma távolságra található, amit r -rel jelöltünk. A GHB_{Δ} területe:

$$T_{GHB} = \frac{(c-x)r}{2} + \frac{(a-y)r}{2}.$$

Az $AGHC$ négyszög területe:

$$T_{AGHC} = T_{AGO} + T_{HCO} + T_{CAO} = \frac{xr}{2} + \frac{yr}{2} + \frac{br'}{2},$$

ahol r' az O pont AC oldaltól mért távolsága.

Mivel az e egyenes megfelel az ABC_{Δ} területét, ezért:

$$\begin{aligned} \frac{(c-x)r}{2} + \frac{(a-y)r}{2} &= \frac{xr}{2} + \frac{yr}{2} + \frac{br'}{2}, \\ (c-x)r + (a-y)r &= xr + yr + br'. \quad (1) \end{aligned}$$

Vegyük figyelembe, hogy az e egyenes megfelel az ABC_{Δ} kerületét is, ezért:

$$c-x+a-y=x+y+b,$$

amiből r -rel való szorzás után:

$$(c-x)r + (a-y)r = xr + yr + br'. \quad (2)$$

Az (1) és (2) egyenlőségek bal oldalán ugyanaz a kifejezés áll, ezért a bal oldalon álló mennyiségek is megegyeznek, azaz:

$$xr + yr + br' = xr + yr + br,$$

amiből következik, hogy $r = r'$. Ez azt jelenti, hogy az O pont a háromszög mindhárom oldalától egyenlő távolságra található, amit éppen bizonyítanunk kellett.

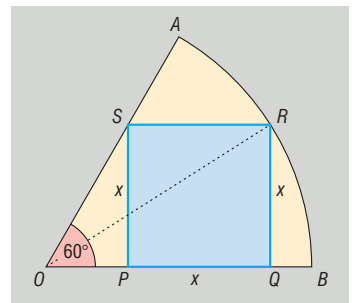
Megjegyzés: Az O pont éppen a háromszög beírt körének középpontja.

4488 A körcikken az ábra szerint elhelyezett $PQRS$ négyzet oldalát jelöljük x -szel. Az OPS derékszögű háromszögben:

$$\operatorname{tg} 60^\circ = \frac{x}{OP} \Rightarrow OP = \frac{x}{\sqrt{3}} = \frac{x\sqrt{3}}{3}.$$

Ebből következik, hogy az ORQ derékszögű háromszög oldalai:

$$OQ = x + \frac{x\sqrt{3}}{3} = x \cdot \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{3}\right), \quad RQ = x, \quad OR = 12 \text{ cm}.$$





Az ORQ_{Δ} -ben felírhatjuk Pitagorasz tételét:

$$x^2 \cdot \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{3}\right)^2 + x^2 = 12^2 \Rightarrow x^2 \cdot \frac{7 + 2\sqrt{3}}{3} = 144,$$

amiből a $PQRS$ négyzet területe:

$$x^2 = \frac{432}{7 + 2\sqrt{3}} \approx 41,28 \text{ cm}^2.$$

A körcikkben az ábra szerint elhelyezett $TUVW$ négyzet oldalát y -nal jelöltük. A feltételek szerint az UT szakasz párhuzamos az AB húrral, amiből következik, hogy az OUT_{Δ} szögei páronként megegyeznek az OBA_{Δ} szögeivel, azaz a két háromszög hasonló. Mivel az OBA_{Δ} szabályos ($OA = OB$ és a két oldal 60° -os szöget fog közre), ezért a hozzá hasonló OUT_{Δ} is szabályos, így $OU = y$.

Tekintsük ezután az OUW_{Δ} -et. A háromszög oldalai:

$$OU = y, \quad UW = y\sqrt{2} \quad \text{és} \quad OW = 12 \text{ cm.}$$

A háromszög megfelelő szögére:

$$\angle OUW = \angle OUT + \angle T UW = 60^\circ + 45^\circ = 105^\circ.$$

A koszinusztétel alapján:

$$OW^2 = OU^2 + UW^2 - 2 \cdot OU \cdot UW \cdot \cos 105^\circ,$$

$$144 = y^2 + 2y^2 - 2y\sqrt{2} \cdot y \cdot \cos 105^\circ,$$

amiből a műveletek elvégzése után a $TUVW$ négyzet területére adódik, hogy:

$$y^2 = \frac{144}{3 - 2\sqrt{2} \cdot \cos 105^\circ} \approx 38,58 \text{ cm}^2.$$

Eredményeink alapján az első esetben kapunk nagyobb területű négyzetet.

4489 Ha a fából készült kocka éleinek hossza x cm, valamint a darabolás után keletkező kisebb kocka éleinek hossza y cm ($x > y$), akkor a feltételek szerint a nagyobb kocka és a darabolás után keletkező kisebb kocka térfogatának különbségére teljesül, hogy: $x^3 - y^3 = 152$.

Az ismert nevezetes azonosság alkalmazásával szorzattá alakítva kapjuk, hogy:

$$(x - y) \cdot (x^2 + xy + y^2) = 152.$$

A bal oldalon szereplő szorzat tényezői pozitív egész számok, továbbá látható, hogy a második tényező határozottan nagyobb, mint az első, ezért a következő esetek lehetségesek.

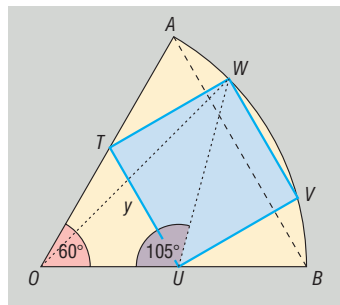
I. eset: $x - y = 1$ és $x^2 + xy + y^2 = 152$. Az első egyenletből $x^2 - 2xy + y^2 = 1$, amit a második egyenletből kivonva kapjuk, hogy $3xy = 151$. Mivel a 151 nem osztható 3-mal, ezért ez az eset nem teljesülhet.

II. eset: $x - y = 2$ és $x^2 + xy + y^2 = 76$. A második egyenletből kivonva az első egyenlet négyzetét: $3xy = 72$, azaz $xy = 24$. Tekintettel arra, hogy x pontosan 2-vel nagyobb y -nél, könnyen beláthatjuk, hogy $x = 6$, $y = 4$.

III. eset: $x - y = 4$ és $x^2 + xy + y^2 = 38$. A már kétszer alkalmazott módszer most a $3xy = 22$ egyenletre vezet. Mivel a 22 nem osztható 3-mal, ezért ez az eset nem teljesülhet.

IV. eset: $x - y = 8$ és $x^2 + xy + y^2 = 19$. Ezúttal $3xy = -45$. Mivel a bal oldalon pozitív számok állnak, amelyek szorzata nem lehet negatív szám, ezért ez az eset sem teljesülhet.

A feltételeknek egyetlen kocka tesz eleget, amelynek élei 6 cm hosszúak. Az ellenőrzés mutatja, hogy a 6 cm élű kocka valóban feldarabolható az ismertetett módon.





Vegyes feladatok II. – megoldások

- 4490** a) A téglatest felszíne: 2248 cm^2 .
 b) A téglatest térfogata: 6240 cm^3 .
- 4491** A négyzetes hasáb térfogata: $1685,11 \text{ cm}^3$.
- 4492** A padlástér legnagyobb magassága: 8 m.
- 4493** a) A sajtból megközelítőleg 592 darab szokásos méretű sajtot lehetett volna készíteni.
 b) Egy ilyen minőségű 1,4 kg tömegű sajt elkészítéséhez megközelítőleg 10 liter tej kellene.
 c) Megközelítőleg 183 napra lenne elegendő.
- 4494** A hangyaleső lárvájának megközelítőleg 84 cm^3 térfogatú homokot kellett megmozgatnia.
- 4495** Egy liter aszúból körülbelül 242 borbonbont lehet készíteni.
- 4496** a) A keletkezett forgástest felszíne: $300\pi \approx 942,48 \text{ cm}^2$.
 b) A keletkezett forgástest térfogata: $240\pi \approx 753,98 \text{ cm}^3$.
- 4497** A lavórba megközelítőleg 22 liter víz fér.
- 4498** A golyók felületének az összege: $130,46 \text{ cm}^2$.
- 4499** A négyzetes oszlop alapéle legyen a , oldaléle m hosszúságú.
 A feladat feltételei alapján:

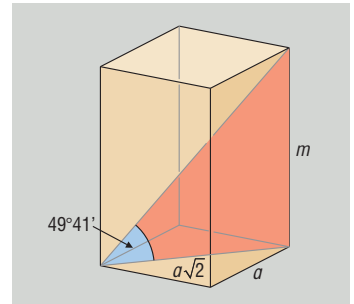
$$\frac{m}{a\sqrt{2}} = \operatorname{tg} 49^\circ 41',$$

$$a^2 \cdot m = 2880.$$

Az egyenletrendszer megoldásai: $a = 12$ és $m = 20$.

A négyzetes oszlop felszíne:

$$2 \cdot 12^2 + 48 \cdot 20 = 1248 \text{ cm}^2.$$



- 4500** A feladat szövege alapján egy átlagos testalkatú ember térfogata:

$$V_1 = 1,5 \cdot 0,08 = 0,12 \text{ m}^3.$$

A földön élő 6,9 milliárd ember térfogata:

$$V = 6,9 \cdot 10^9 \cdot 0,12 = 0,828 \cdot 10^9 \text{ m}^3 = 0,828 \text{ km}^3.$$

A Balaton vízszintjének h emelkedésére felírhatjuk, hogy:

$$0,828 = h \cdot 594 \Rightarrow h \approx 0,0014 \text{ km}.$$

A Balaton vízszintje 1,4 m-rel emelkedne.

- 4501** a) Az UTP kábel keresztmetszete $T = 2,75^2 \cdot \pi \text{ mm}^2$, tehát kétszer 20 méter térfogata:

$$V = 2,75^2 \cdot \pi \cdot 40\,000 \approx 950\,332 \text{ mm}^3 \approx 950,33 \text{ cm}^3.$$

A kábel tömege:

$$m_1 = V \cdot \rho = 950,33 \cdot 0,8 \approx 760 \text{ g}.$$

A cső tömege:

$$m_2 = 20 \cdot 0,5 = 10 \text{ kg} = 100 \text{ g}.$$

A cső és a kábel együttes tömege:

$$m = m_1 + m_2 = 860 \text{ g} = 86 \text{ dkg}.$$



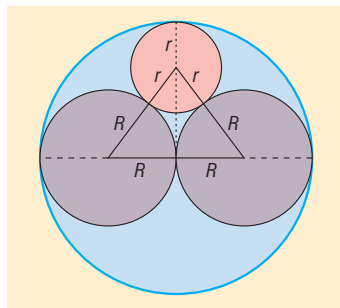
b) Az UTP kábel sugara $R = 2,75$ mm, a csőbe még behúzható legnagyobb sugarú kábel sugara legyen r .

Vegyük a bekábelezett cső ábrán látható keresztmetszetét.

A három kábel kör keresztmetszetének középpontjai egy olyan egyenlő szárú háromszöget határoznak meg, amelynek alapja $2R$, szárai $R + r$, az alaphoz tartozó magassága pedig $2R - r$ hosszúságúak. Írjuk fel Pitagorasz tételét a magasság által létrehozott egyik derékszögű háromszögben:

$$(R + r)^2 = R^2 + (2R - r)^2 \Rightarrow r = \frac{2}{3}R.$$

A csőbe legfeljebb $2r = \frac{4}{3}R = \frac{4}{3} \cdot 2,75 \approx 3,67$ mm külső átmérőjű kábel húzható.



4502 Tekintsük a csatorna ábrán látható keresztmetszetét.

Számoljuk ki, hogy a keresztmetszetben mekkora területű részt foglal el az átfolyó víz. Ez egy 45 cm sugarú körszelet, amelyet az AB húr határol. A húrnak a kör középpontjától vett távolsága a sugár harmadrésze, azaz 15 cm. Ez alapján az α középponti szögre felírható:

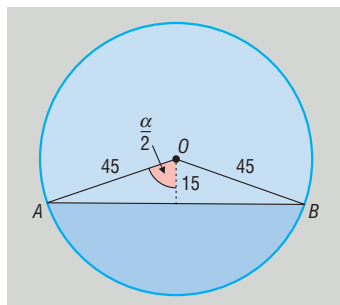
$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{15}{45} \Rightarrow \alpha \approx 141,06^\circ.$$

A körszelet területe:

$$T = r^2 \cdot \pi \cdot \frac{\alpha}{360^\circ} - \frac{r^2 \cdot \sin \alpha}{2} = 45^2 \cdot \pi \cdot \frac{141,06^\circ}{360^\circ} - \frac{45^2 \cdot \sin 141,06^\circ}{2} \approx 1856,37 \text{ cm}^2 \approx 0,19 \text{ m}^2.$$

A csatorna óránként annyi vizet enged át, amekkora egy T alapterületű $m = 0,8 \cdot 3600 = 2880$ m magasságú hengyszerű test térfogata.

Óránként a csatorna $V = T \cdot m = 547,2 \text{ m}^3$ vizet enged át.



4503 A tetraéder magassága legyen $m = AD = 20$ cm, az alaplappja az ABC_Δ , melynek területe:

$$T_{ABC} = \frac{15 \cdot 20}{2} = 150 \text{ cm}^2.$$

a) A tetraéder térfogata:

$$V = \frac{T \cdot m}{3} = \frac{15 \cdot 20}{2} \cdot \frac{20}{3} = 1000 \text{ cm}^3.$$

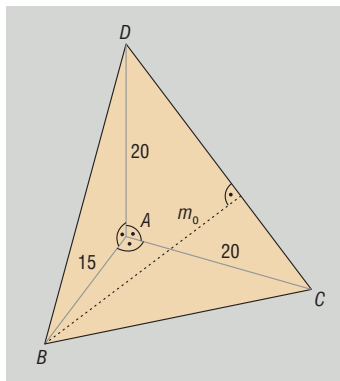
b) A felszín kiszámításához szükségünk van az oldallapok területére.

Az ABC derékszögű háromszögből:

$$BC = \sqrt{15^2 + 20^2} = 25 \text{ cm}.$$

Mivel az ABC_Δ és az ABD_Δ egybevágó: $DB = 25$ cm.

Az ACD derékszögű háromszögből: $DC = 20\sqrt{2}$ cm.





A tetraéder BCD oldallapja egyenlő szárú háromszög. Szárainak hossza 25 cm, alapja $20\sqrt{2}$ cm hosszú, így az alaphoz tartozó magassága:

$$m_o = \sqrt{25^2 - \left(\frac{20\sqrt{2}}{2}\right)^2} = \sqrt{425} = 5\sqrt{17} \Rightarrow T_{BCD} = \frac{20\sqrt{2} \cdot 5\sqrt{17}}{2} = 50\sqrt{34} \text{ cm}^2.$$

A tetraéder másik három oldallapjának területe:

$$T_{ABC} = T_{ABD} = 150 \text{ cm}^2 \text{ és } T_{ACD} = 200 \text{ cm}^2.$$

A tetraéder felszíne:

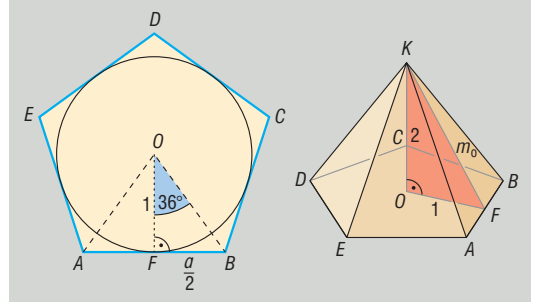
$$A = 2 \cdot T_{ABC} + T_{ACD} + T_{BCD} = 2 \cdot 150 + 200 + 50\sqrt{34} = 500 + 50\sqrt{34} \approx 791,55 \text{ cm}^2.$$

4504 Az ábrák jelöléseinek megfelelően a gúla magassága $m = 2$ m, az alaplap beírt körének sugara $r = 1$ m, alapéle pedig a . Az alaplap beírt köre az alapél F felezőpontjánál érinti.

A BFO derékszögű háromszög O csúcsánál lévő

szöge: $\frac{360^\circ}{5} \cdot \frac{1}{2} = 36^\circ$, amiből:

$$\text{tg } 36^\circ = \frac{\frac{a}{2}}{1} \Rightarrow a \approx 2 \cdot \text{tg } 36^\circ \text{ m}.$$



a) A gúla alaplapjának területe:

$$T = 5 \cdot \frac{a \cdot r}{2} \approx 5 \cdot \text{tg } 36^\circ \text{ m}^2 \Rightarrow V = \frac{T \cdot m}{3} = \frac{5 \cdot \text{tg } 36^\circ \cdot 2}{3} \approx 4,42 \text{ m}^3.$$

A gúla térfogata $4,42 \text{ m}^3$.

b) A palást felszínének kiszámításához szükség van az oldallap m_o magasságára. Az OKF derékszögű háromszögben ismerjük az OK és OF befogókat, így az m_o átfogó:

$$m_o = \sqrt{OK^2 + OF^2} = \sqrt{2^2 + 1^2} = \sqrt{5} \text{ m}.$$

A gúla palástjának felszíne:

$$A_{\text{palást}} = 5 \cdot \frac{a \cdot m_o}{2} = 5 \cdot \text{tg } 36^\circ \cdot \sqrt{5} \approx 8,12 \text{ m}^2.$$

4505 Az $a = 12$ cm oldalú szabályos ABC háromszöget e egyenes körül megforgatva egy olyan körhengert kapunk, amelyből két egybevágó körkúpot kivágtunk.

A két kúp és a körhenger alapkörének a sugara a szabályos három-

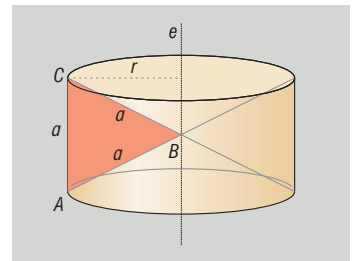
szög magassága: $r = \frac{a\sqrt{3}}{2}$. A henger magassága a háromszög oldalának az a hossza, a kúpok magassága pedig $\frac{a}{2}$.

A kúpok alkotóinak hossza a háromszög a oldalának a hossza.

a) A henger és a két kúp palástjának területét összeadva megkapjuk a forgástest felszínét:

$$\begin{aligned} A &= A_{\text{hengerpalást}} + 2 \cdot A_{\text{kúppalást}} = 2r \cdot \pi \cdot a + 2r \cdot \pi \cdot a = 4r \cdot \pi \cdot a = 4 \cdot \frac{a\sqrt{3}}{2} \cdot \pi \cdot a = \\ &= 2\sqrt{3} \cdot \pi \cdot a^2 = 2\sqrt{3} \cdot \pi \cdot 144 \approx 1567,12 \text{ cm}^2. \end{aligned}$$

A forgástest felszíne: $A \approx 1567,12 \text{ cm}^2$.





b) A forgástest térfogatát megkaphatjuk úgy, hogy a henger térfogatából kivonjuk a két kúp térfogatát:

$$V = V_{\text{henger}} - 2 \cdot V_{\text{kúp}} = r^2 \cdot \pi \cdot m_{\text{henger}} - 2 \cdot \frac{r^2 \cdot \pi \cdot m_{\text{kúp}}}{3} = r^2 \cdot \pi \cdot \left(m_{\text{henger}} - \frac{2}{3} m_{\text{kúp}} \right) =$$

$$= \left(\frac{12\sqrt{3}}{2} \right)^2 \cdot \pi \cdot \left(12 - \frac{2}{3} \cdot 6 \right) = 864\pi \approx 2714,34 \text{ cm}^3.$$

A forgástest térfogata: $V \approx 2714,34 \text{ cm}^3$.

4506 A csonka kúp alakú tejfölös doboz fedőkörének sugara $R = 4,25 \text{ cm}$, az alapkör sugara $r = 3,25 \text{ cm}$, az alkotója $a = 12 \text{ cm}$.

A csonka kúp m magassága az $a^2 = m^2 + (R - r)^2$ összefüggés alapján:

$$m = \sqrt{a^2 - (R - r)^2} = \sqrt{12^2 - 1^2} = \sqrt{143} \text{ cm}.$$

A doboz térfogata:

$$V = \frac{m \cdot \pi}{3} \cdot (R^2 + R \cdot r + r^2) = \frac{\sqrt{143} \cdot \pi}{3} \cdot (4,25^2 + 4,25 \cdot 3,25 + 3,25^2) \approx 531,43 \text{ cm}^3.$$

A tejföl sűrűsége:

$$\rho = \frac{m_{\text{tejföl}}}{V} = \frac{450}{531,43} \approx 0,85 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}.$$

4507 Az ábra jelölései szerint a gömbbe írt kúp tengelymetszete az ABC_{Δ} . A háromszög körülírható körének sugara $R = 20 \text{ cm}$, a háromszög szárának a hossza $a = \frac{3}{4} \cdot 2R = 30 \text{ cm}$, ami a kúp a alkotójának hossza is egyben.

Az AOC egyenlő szárú háromszögben az AC oldalhoz tartozó EO magasság behúzásával kiszámítható az ABC egyenlő szárú háromszög C csúcsánál levő α szögszöge:

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{EC}{OC} \Rightarrow \cos \frac{\alpha}{2} = \frac{15}{20} \Rightarrow \alpha \approx 82,82^\circ.$$

A kerületi és középponti szögek tétele alapján:

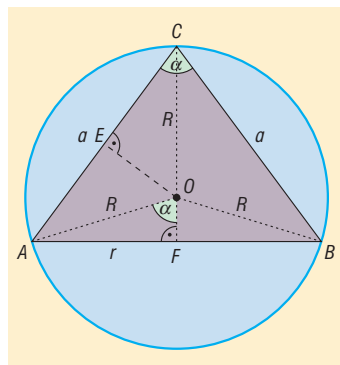
$$\angle AOB = 2\alpha \Rightarrow \angle AOF = \alpha.$$

Az AOF derékszögű háromszögből meghatározható a kúp alapkörének sugara:

$$\sin \alpha = \frac{r}{R} \Rightarrow \sin 82,82^\circ = \frac{r}{20} \Rightarrow r \approx 19,84 \text{ cm}.$$

A gömbbe írt kúp felszíne:

$$A = \pi \cdot r \cdot (r + a) = \pi \cdot 19,84 \cdot (19,84 + 30) \approx 3106,49 \text{ cm}^2.$$

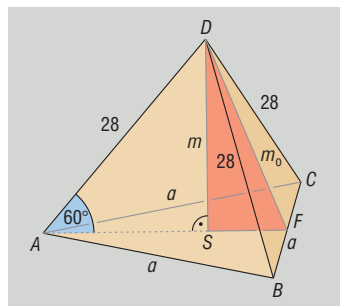


4508 Tekintsük a mellékelt ábrát. Legyen a gúla alapéle a .

Mivel szabályos háromszög alapú gúláról van szó, a D csúcsnak az alaplaphoz eső merőleges vetülete az ABC szabályos háromszög S súlypontja.

Egy háromszögben a súlypont a súlyvonal csúcsától távolabbi harmadolópontja, tehát:

$$AS = \frac{a\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{2}{3} = \frac{a\sqrt{3}}{3}.$$





Az ASD fél szabályos háromszögben:

$$SD = AD \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 14\sqrt{3}, \quad \text{tehát a gúla testmagassága: } m = 14\sqrt{3} \text{ cm,}$$

valamint:

$$AS = \frac{AD}{2} \Rightarrow \frac{a\sqrt{3}}{3} = 14, \quad \text{tehát a gúla alapéle: } a = 14\sqrt{3}.$$

A gúla oldallapjának magassága a DBC egyenlő szárú háromszögből számítható:

$$m_o = DF = \sqrt{BD^2 - BF^2} = \sqrt{28^2 - \left(\frac{14\sqrt{3}}{2}\right)^2} = 7\sqrt{13} \text{ cm.}$$

a) A gúla felszíne:

$$A = T + 3 \cdot T_{\Delta} = \frac{a^2 \cdot \sqrt{3}}{4} + 3 \cdot \frac{a \cdot m_o}{2} = 147\sqrt{3} + 147\sqrt{39} \approx 1172,63 \text{ cm}^2.$$

b) A gúla térfogata:

$$V = \frac{T \cdot m}{3} = \frac{\frac{a^2 \cdot \sqrt{3}}{4} \cdot m}{3} = 2058 \text{ cm}^3.$$

4509 A süvegcsukor alapkörének sugara $r = 6$ cm, magassága $m = 30$ cm.

A kúp alkotójának hossza:

$$a = \sqrt{m^2 + r^2} = \sqrt{30^2 + 6^2} = \sqrt{936} = 6\sqrt{26} \text{ cm.}$$

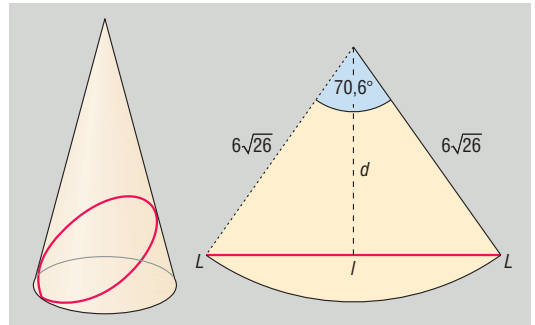
A kúp palástja egy a sugarú körcikk, amelynek középponti szögét jelölje α . A körcikk ívhossza az alaplap kerületével egyenlő:

$$2 \cdot a \cdot \pi \cdot \frac{\alpha}{360^\circ} = 2 \cdot r \cdot \pi \Rightarrow 2 \cdot 6 \cdot \sqrt{26} \cdot \pi \cdot \frac{\alpha}{360^\circ} = 2 \cdot 6 \cdot \pi \Rightarrow \alpha \approx 70,60^\circ.$$

a) A kúp palástját az L ponton áthaladó alkotója mentén felvágjuk, és síkba kiterítjük. A légy által megtett legrövidebb út az így kapott körcikk l hosszúságú húrja. A húr hossza annak az egyenlő szárú háromszögnek az alapja, amelynek szárszöge $70,60^\circ$, szára $6\sqrt{26}$:

$$l = 2 \cdot 6 \cdot \sqrt{26} \cdot \sin \frac{70,60^\circ}{2} \approx 35,36.$$

A légy által megtett út $35,36$ cm.



b) Tekintsük a kúp P ponton áthaladó tengelymetszetét az ábrán látható jelölésekkel.

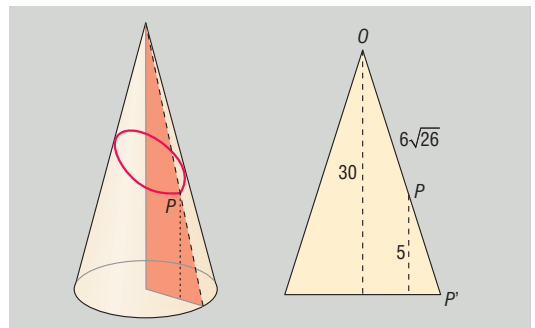
A párhuzamos szelőszakaszok tétele alapján:

$$\frac{PP'}{OP'} = \frac{5}{30},$$

$$PP' = 6\sqrt{26} \cdot \frac{1}{6} = \sqrt{26}.$$

A P pontnak a kúp csúcsától vett távolsága:

$$OP = 6\sqrt{26} - \sqrt{26} = 5\sqrt{26} \text{ cm.}$$

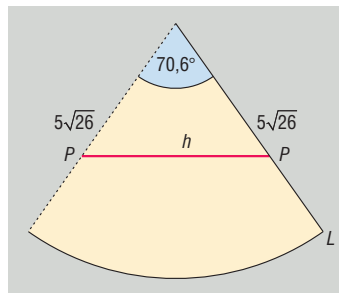




A kúp palástját a P ponton áthaladó alkotója mentén felvágjuk, és síkba kiterítjük. A hangya által megtett legrövidebb út az így kapott körcikk azon h húrjának a hosszúsága, amelynek végpontjai a határoló sugarakon a kúp csúcsától $5\sqrt{26}$ cm távolságra vannak:

$$l = 2 \cdot 5 \cdot \sqrt{26} \cdot \sin \frac{70,60^\circ}{2} \approx 29,47.$$

A hangya által megtett út 29,47 cm.



- c) A légy akkor kerül a legközelebb a kúp csúcsához, amikor az út felét megtette. Ekkor a csúcs-tól vett távolság:

$$d = 6\sqrt{26} \cdot \cos \frac{70,60^\circ}{2} \approx 24,97 \text{ cm.}$$

A hangya a kiinduló helyzetében van legtávolabb a kúp csúcsától. Ez a távolság:

$$OP = 5\sqrt{26} \approx 25,50 \text{ cm.}$$

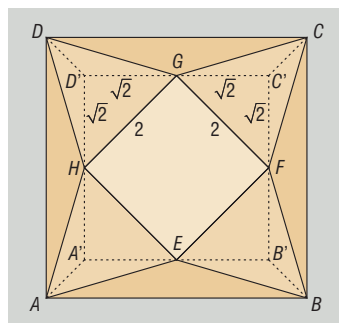
Mivel $OP > d$, a hangya és a légy találkozhat a süvegcsukor felületén.

- 4510** Tekintsünk egy olyan szabályos négyoldalú csonka gúlát, amelynek az alapéle 4 dm, a fedőlapjának felezőpontjai által meghatározott négyzet oldala 2 dm, magassága pedig 1,5 dm.

Az emlékmű talapzatát ennek a testnek a csonkolásával kapjuk úgy, hogy a fedőlap minden csúcsánál levágunk egy-egy tetraédert.

A felülnézeti ábrán az emlékmű talapzata az $ABCDEFGH$ test. Ha az $ABCD A'B'C'D'$ csonka gúla A' , B' , C' és D' csúcsainál levágjuk az $EHA'A$, az $EFB'B$, az $FGC'C$ és a $HGD'D$ egybevágó tetraédereket, akkor éppen a talapzatot kapjuk meg.

A HGD' egyenlő szárú derékszögű háromszög átfogója 2, így befogói $\sqrt{2}$ hosszúságúak, ezért az $AB'C'D'$ négyzet oldalának a hossza $2\sqrt{2}$.



$$\begin{aligned} V_{ABCD A'B'C'D'} &= V = \frac{m}{3} \cdot (T + \sqrt{T \cdot t} + t) = \\ &= \frac{1,5}{3} \cdot (4^2 + 4 \cdot 2\sqrt{2} + (2\sqrt{2})^2) = 12 + 4\sqrt{2}. \end{aligned}$$

A levágandó egybevágó tetraéderek (pl. $HGD'D$) alaplajának területe a $\sqrt{2}$ befogójú egyenlő szárú derékszögű háromszög területe, magassága $m = 1,5$, így:

$$T' = \frac{(\sqrt{2})^2}{2} = 1 \quad \text{és} \quad V_{\text{tetraéder}} = \frac{T' \cdot m}{3} = \frac{1}{2}.$$

Az emlékmű térfogata:

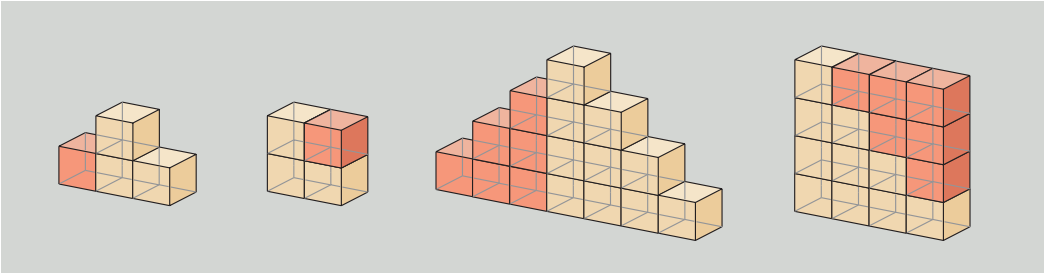
$$\begin{aligned} V &= V_{ABCD A'B'C'D'} - 4 \cdot V_{\text{tetraéder}} = 12 + 4\sqrt{2} - 4 \cdot \frac{1}{2} = \\ &= 10 + 4\sqrt{2} \approx 15,66 \text{ dm}^3. \end{aligned}$$

A talapzat tömege:

$$m_{\text{talapzat}} = V \cdot \rho = 15,66 \cdot 2,7 = 42,28 \text{ kg.}$$



- 4511 a) Észrevehető, hogy minden függőleges réteg átdarabolható egy négyzetes elrendezésbe:



Mivel a rétegek magassága mindig kettővel nő, ezért a páros négyzetszámok adják meg a szomszédos rétegekben levő kockák darabszámát.

Az építményben a kis kockák száma:

$$4 + 16 + 36 + 64 + 100 + 144 + 100 + 64 + 36 + 16 + 4 = 584.$$

- b) Az építmény előlnézetének területe megegyezik a legmagasabb függőleges réteg területével. Ezt a felületet elől és hátul is le kell festeni. Az előzőek alapján ez a két felület:

$$2 \cdot 12^2 = 288 \text{ cm}^2.$$

Az építmény oldalnézetben kétkockányi magasságról indul, és mindig újabb két kockával növekszik, amíg el nem éri a 12 kockányi magasságot, majd onnan az előző szabály alapján kétkockányi magasságig csökken. Két oldalról a lefestendő felület:

$$2 \cdot (2 + 4 + 6 + 8 + 10 + 12 + 10 + 8 + 6 + 4 + 2) = 144 \text{ cm}^2.$$

Felülről az építmény alapjának megfelelő területet kell lefesteni:

$$3 + 7 + 11 + 15 + 19 + 23 + 19 + 15 + 11 + 7 + 3 = 133 \text{ cm}^2.$$

A befestendő felület összesen:

$$288 + 144 + 133 = 565 \text{ cm}^2.$$

- c) Az első függőleges réteg 2^2 darab kockából áll, és ennyit takar el a második függőleges réteg nem szélső kockáiból, így ezeket nem kell befesteni.

A második függőleges réteg 4^2 darabot takar el, a harmadik 6^2 -t, és így tovább egészen az ötödik függőleges réteggig, ami 10^2 kocka festését nem engedi meg a hatodik legmagasabb rétegből.

Ettől kezdve a csökkenő magasságú oldalon az előzőkhöz hasonlóan gondolkodhatunk.

Az építményben így

$$2^2 + 4^2 + 6^2 + 8^2 + 10^2 + 8^2 + 6^2 + 4^2 + 2^2 = 340$$

kockának nem lesz egy oldala sem befestve.



12.4. VALÓSZÍNŰSÉG-SZÁMÍTÁS, STATISZTIKA

Geometriai valószínűség – megoldások

4512 a) $p = \frac{4}{10} = 0,4$.

b) Nem, a végpont nem befolyásolja az intervallum hosszát.

4513 –

4514 a) $p = \frac{4}{9} \approx 0,44$;

b) $p = \frac{5}{8} = 0,625$;

c) $p = \frac{1+1}{6} \approx 0,33$.

4515 a) $p = \frac{4}{9} \approx 0,44$;

b) $p = \frac{5}{9} \approx 0,56$.

4516 $p = 0,7 = \frac{x}{7}$, így $x = 4,9$. I -nek $4,9$ hosszú intervallumnak kell lennie. Pl. $[8; 12,9]$.

4517 $p = \frac{18}{19} - \frac{11}{20} = \frac{151}{380} \approx 0,3974$.

4518 $p = \frac{12 - 5 \cdot 0,8}{12} = \frac{2}{3} \approx 0,67$.

4519 $p = \frac{5 \cdot 15 - 2 \cdot 3^2}{5 \cdot 15} = \frac{57}{75} = 0,76$.

4520 a) $P_{\text{bull}} = \frac{1,5^2 \cdot \pi}{16,75^2 \cdot \pi} \approx 0,008$; b) $P_{\text{bull's eye}} = \frac{0,75^2 \cdot \pi}{16,75^2 \cdot \pi} \approx 0,002$.

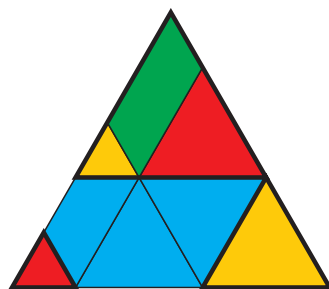
4521 Tekintsük az ablak nyitott (kék) részén kívüli darabokat.

I. megoldás: Ezek három, az eredetihez hasonló háromszöget alkotnak. A szöveg alapján tudjuk, hogy a kis háromszögek oldalai feleakkorák, mint egy nagyobb háromszög oldala. Mivel két nagyobb és egy pici háromszög oldala kiadja az ablak alsó

oldalát, így a kis piros háromszög oldala éppen $\frac{1}{5}$ -e, a sárga nagyobb háromszög oldala $\frac{2}{5}$ -e, míg a felső színes háromszög oldala $\frac{3}{5}$ -e az ablak oldalának. A hasonlóságnál igazoltak alapján (hasonló alakzatok területei

a hasonlósági arány négyzetével arányosak):

$$P_{\text{(betőri az ablakot)}} = \frac{T_{\text{nem kék}}}{T_{\text{ablak}}} = \frac{\frac{1}{25} + \frac{4}{25} + \frac{9}{25}}{1} = \frac{14}{25} = 0,56.$$



II. megoldás: A feladatot átdarabolással is megoldhatjuk. Számoljuk össze, hogy a bal alsó kis piros háromszöget hányszor mérhetjük fel az ábra többi alkotóelemére. (A hasonlóság miatt ezt megtehetjük.)



4522 Gyakorlatilag nyolc sávot látunk a táblán a középkört is beleértve, így a tábla sugara 16 cm. Bármely sáv területét megkapjuk, ha a külső határoló kör területéből kivonjuk a belső határoló kör területét.

$$a) p = \frac{2^2 \cdot \pi}{16^2 \cdot \pi} = 0,015625;$$

$$b) p = \frac{4^2 \cdot \pi - 2^2 \cdot \pi}{16^2 \cdot \pi} = 0,046875;$$

$$c) p = \frac{8^2 \cdot \pi - 6^2 \cdot \pi}{16^2 \cdot \pi} = 0,109375;$$

$$d) p = \frac{12^2 \cdot \pi - 10^2 \cdot \pi}{16^2 \cdot \pi} = 0,171875;$$

$$e) p = \frac{6^2 \cdot \pi}{16^2 \cdot \pi} = 0,140625;$$

$$f) p = 1 - \frac{10^2 \cdot \pi}{16^2 \cdot \pi} = 0,609375;$$

$$g) p = \frac{12^2 \cdot \pi - 4^2 \cdot \pi}{16^2 \cdot \pi} = 0,5.$$

h) Két dobásból 15 pontot úgy érhetünk el, ha 9-et és 6-ot, vagy 6-ot és 9-et, vagy 8-at és 7-et, vagy 7-et és 8-at dobunk:

$$P(9 \text{ és } 6 \text{ vagy } 6 \text{ és } 9) = 2 \cdot \frac{4^2 \cdot \pi - 2^2 \cdot \pi}{16^2 \cdot \pi} \cdot \frac{10^2 \cdot \pi - 8^2 \cdot \pi}{16^2 \cdot \pi} \approx 0,01318,$$

$$P(8 \text{ és } 7 \text{ vagy } 7 \text{ és } 8) = 2 \cdot \frac{6^2 \cdot \pi - 4^2 \cdot \pi}{16^2 \cdot \pi} \cdot \frac{8^2 \cdot \pi - 6^2 \cdot \pi}{16^2 \cdot \pi} \approx 0,01708.$$

A két eredmény összege adja a kérdésre a választ: $p \approx 0,03$.

4523 Először számítsuk ki a dupla 20 és a tripla 20 pontszámot adó részek területeit:

$$T_{D20} = \frac{16,75^2 \cdot \pi - 15,75^2 \cdot \pi}{20} \approx 5,105 \text{ cm}^2,$$

$$T_{T20} = \frac{10,75^2 \cdot \pi - 9,75^2 \cdot \pi}{20} \approx 3,22 \text{ cm}^2.$$

Ezek után könnyebb kiszámítani a sima 20 pontot érő területet:

$$T_{20} = \frac{15,75^2 \cdot \pi - 1,5^2 \cdot \pi}{20} - T_{T20} \approx 38,61 - 3,22 = 35,39 \text{ cm}^2.$$

Fel vagyunk vértézve a valószínűségek kiszámításához szükséges adatokkal.

$$a) P(D20) = \frac{T_{D20}}{T_{20} + T_{D20} + T_{T20}} \approx 0,1168; \quad b) P(T20) = \frac{T_{T20}}{T_{20} + T_{D20} + T_{T20}} \approx 0,0737.$$

c) Az előző pontból:

$$P(20) = 1 - P(D20) - P(T20) \approx 0,8096.$$

Két nyíllal 80 pontot úgy szerezhet Dávid, ha két dupla 20-at, vagy egy tripla és egy sima 20-at, vagy egy sima és egy tripla 20-at dob. Valószínűségeik összege:

$$P(80 \text{ pont}) = P(D20) \cdot P(D20) + 2 \cdot P(20) \cdot P(T20) \approx 0,1328.$$

4524 Írjuk fel a valószínűséget. Jelölje a kis kör sugarát r , a nagy körét R . Ekkor:

$$P = \frac{r^2 \cdot \pi}{R^2 \cdot \pi} = 0,01,$$

innen $r = 0,1 \cdot R$.

Tehát a középkör sugara 10%-a kell, hogy legyen a tábla sugarának.



4525 Írjuk fel a másodfokú egyenlet megoldóképletét, egyszerűsítsünk 2-vel:

$$x_{1,2} = \frac{4 \pm \sqrt{16 - 4c}}{2} = 2 \pm \sqrt{4 - c}.$$

Természetesen akkor lesz mindkét megoldás 1-nél nagyobb, ha a kisebb gyök is nagyobb 1-nél:

$$2 - \sqrt{4 - c} > 1.$$

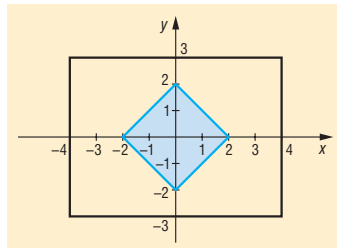
Megoldását a $c > 3$ valós számok adják. Így a keresett valószínűség:

$$p = \frac{1}{6}.$$

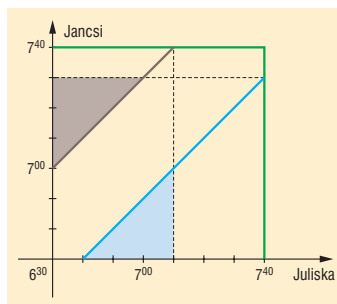
4526 Keressük meg azokat a pontokat a koordináta-rendszerben, amelyek kielégítik az egyenlőtlenséget. Az ábrán ezeket a pontokat látjuk a téglalappal együtt.

A valószínűséget a területek mértékéből meghatározhatjuk:

$$p = \frac{4 \cdot 2}{8 \cdot 6} = \frac{1}{6}.$$



4527 Képzeljük el egy koordináta-rendszerben a fürdőbe lépések lehetséges időpontjait. Jancsi és Juliska 6^{30} -kor kelnek és 7^{40} -kor hagyják el a házat. Tehát e két időpont között tartózkodhatnak a fürdőszobában (ábrán zöld négyzet). Mivel Juliskának 30 perc szükséges, hogy elkészüljön, legkésőbb 7^{10} -kor meg kell kezdenie a szépítkezést (függőleges szaggatott vonal és attól balra). Jancsinál ez az idő 10 perc, így ő ráér akár még 7^{30} -kor is bemenni a fürdőbe (vízszintes szaggatott vonal és attól lefelé). Így az eseménytér a tengelyek és a szaggatott vonalak közé eső téglalap alakú terület.



Ha Jancsi 6^{30} -kor megy a fürdőbe, akkor Julisnak 6^{40} -tól szabad a pálya. Ha Jancsi 6^{40} -kor lép be, akkor Julis 6^{50} -tól mehet, stb. Ezeket a belépési pontokat a kék terület mutatja. Ha Julis lép be először rögtön ébredés után, akkor Jancsi csak 7^{00} -tól mehet be. Ha Julis csak 6^{40} -kor megy be, akkor Jancsinak várnia kell 7^{10} -ig stb. Ezt a barna részen látjuk.

Örömmel akkor vesznek búcsút, ha nem veszekedtek, azaz ha a fürdőre nem kellett várniuk. Ennek a valószínűségét a háromszögek területeinek összege és a téglalap területének aránya adja meg. A két háromszögből készíthetünk egy négyzetet:

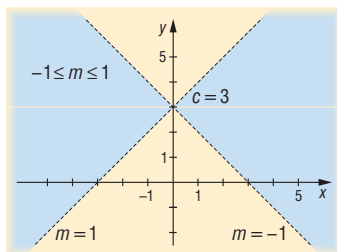
$$P(\text{öröm és boldogság}) = \frac{3 \cdot 3}{6 \cdot 4} = 0,375.$$

Hát ez bizony nem túl sok... Érdemes lenne valami rendszert vinniük a reggeli készülődésbe.

4528 Az egyenletben m jelöli az egyenes meredekségét, c pedig a függőleges eltolás mértékét.

Keressünk olyan egyeneseket, melyek kielégítik a metszésre kapott feltételt.

Például ha $c = 3$ lenne, akkor m értékét a $[-1; 1]$ intervallumból választhatnánk tetszőlegesen. (Ez azonban nem felel meg a feladat megoldásának, hiszen c értéke nem lehet 2-nél nagyobb.)



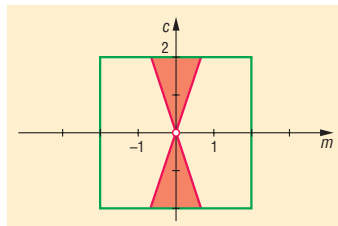


Ha $c = 2$, akkor m legalább $-\frac{2}{3}$, legfeljebb $\frac{2}{3}$ lehet.

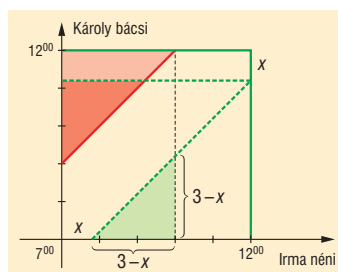
Ha $c = 1$, akkor m legalább $-\frac{1}{3}$, legfeljebb $\frac{1}{3}$ lehet. Hasonlóan kapjuk a negatív c -re adódó értékeket. Érdekes módon, ha $c = 0$, akkor m nem vehet fel értéket, hiszen bárhogy is adjuk meg, az egyenes metszeni fogja a $[-3; 3]$ intervallumon az x tengelyt.

Ábrázoljuk egy m - c koordináta-rendszerben a lehetséges és a feltételeknek megfelelő paramétereket. Ezt látjuk a jobb oldali ábrán, a piros színű rész a számunkra kedvező. A kért valószínűség:

$$p = \frac{4 \cdot \frac{2}{3}}{4 \cdot 4} = \frac{1}{6}.$$



4529 Képzeljük el a konyhába való belépési időpontokat egy derékszögű koordináta-rendszerben. Jelöljük az abszcisszatengelyen Irma néni, az ordinátatengelyen Károly bácsi belépésének idejét. A tengelyeken mérjük az egységet órában. Irma néniről ismert, hogy 2 órát tölt a konyhában, Károly bácsi ottlétének hosszát jelölje x . x nem lehet kisebb 0-nál és nem lehet nagyobb 3-nál, hiszen akkor már biztosan rányit egyikük a másikra. Azt is tudjuk, hogy Irma néninek legkésőbb 10^{00} -kor el kell kezdeni a főzést (függőleges szaggatott vonal).



A piros színű rész azokat a pontokat jelöli, amikor Károly bácsi beléphet a konyhába Irma néni után. Ezt biztosan ismerjük. Nem ismerjük x értékét. Annyit tudunk, hogy x befolyásolja az alsó zöld háromszög területét, illetve magát az eseményteret is (a tengelyek és a velük párhuzamos szaggatott vonalak által határolt téglalap). A zöld háromszögből és a piros háromszögnek az eseménytérbe eső részéből össze tudunk állítani egy $(3-x)$ oldalú négyzetet. Az eseménytér egyik oldala biztosan 3 (Irma néni konyhában töltött ideje miatt). Írjuk fel a területegységek hányadosát x függvényében:

$$P(\text{nem zavarják egymást}) = \frac{(3-x)^2}{3 \cdot (5-x)}.$$

Most próbáljunk meg válaszolni a kérdésekre.

a) Ha azt szeretnénk, hogy 0,5-nél kisebb valószínűséggel kapjanak össze, akkor 0,5-nél nagyobbá kell tenni az előző valószínűséget. Szorozzuk a nevezővel (mivel $0 \leq x < 3$, az egyenlőtlenség iránya nem változik), majd rendezzünk egy oldalra:

$$\frac{(3-x)^2}{3 \cdot (5-x)} > 0,5 \quad \Rightarrow \quad (3-x)^2 > 1,5 \cdot (5-x) \quad \Rightarrow \quad x^2 - 4,5x + 1,5 > 0.$$

Innen:

$$x_{1,2} = \frac{4,5 \pm \sqrt{4,5^2 - 4 \cdot 1,5}}{2}, \quad \Rightarrow \quad x_1 \approx 0,36 \quad \text{és} \quad x_2 \approx 4,14.$$

Feltételeinknek csak a kisebb érték felel meg. Mivel a másodfokú kifejezés egy felfelé nyíló parabola, így az egyenlőtlenség megoldása:

$$0 \leq x < 0,36.$$

Azaz ha Károly bácsi 0,36 óránál (kb. 21 perc és 36 másodpercnél) kevesebb időt tölt el a konyhában, akkor 50%-nál nagyobb valószínűséggel kevesebb hangos szó hallatszik.



b) Annál kisebb a másik megzavarásának valószínűsége, minél nagyobb a $p = \frac{(3-x)^2}{3 \cdot (5-x)}$ kifejezés értéke. Vizsgáljuk a kifejezést a $0 \leq x < 3$ intervallumon. Néhány érték behelyettesítése után azt sejtjük, hogy $x = 0$ -ra kapjuk a legnagyobb értéket, mégpedig $p_{\max} = \frac{3}{5}$. Hogyan igazolhatnánk ezt?

Azt mutatjuk meg, hogy p a p_{\max} értéknél csak kisebb lehet minden $0 < x < 3$ esetén:

$$\frac{(3-x)^2}{3 \cdot (5-x)} < \frac{3}{5}.$$

Tüntessük el a törtet, majd fejtük ki a zárójelet, és rendezzük az egyenlőtlenséget egy oldalra (pozitív számmal szorzunk):

$$\begin{aligned} 5 \cdot (3-x)^2 &< 9 \cdot (5-x), \\ 45 - 30x + 5x^2 &< 45 - 9x, \\ 5x^2 - 21x &< 0, \\ x \cdot (5x - 21) &< 0. \end{aligned}$$

Megoldása:

$$0 < x < 4,2 \quad (\text{egyenest állású parabola}).$$

Mivel $]0; 3[\subset]0; 4,2[$, ezért valóban teljesülnek a fenti egyenlőtlenségek.

Végeztünk: Irma néniék akkor vesznek össze a legkisebb,

$$1 - p_{\max} = \frac{2}{5}$$

valószínűséggel a konyha használatán, ha Károly bácsi 0 órát tölt el ott, azaz a konyha közelébe sem megy.

Megjegyzés: Ezt Irma néni a fenti példa megoldása nélkül is nagyon jól tudja.

Várható érték (emelt szintű tananyag) – megoldások

4530 $M = 0,1 \cdot 1 + 0,2 \cdot (-2) + 0,3 \cdot 3 + 0,4 \cdot (-4) = -1$. Nem érdemes a játékban részt venni.

4531 $M = 0,4 \cdot 1 + 0,3 \cdot (-2) + 0,2 \cdot 3 + 0,1 \cdot (-4) = 0$. Igen, érdemes a játékban részt venni.

4532 $M = \frac{1}{6} \cdot 1 + \frac{1}{6} \cdot 2 + \frac{1}{6} \cdot 3 + \frac{1}{6} \cdot 4 + \frac{1}{6} \cdot 5 + \frac{1}{6} \cdot 6 = \frac{1}{6} \cdot (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6) = \frac{21}{6} = 3,5$.

4533 a) $M_A = \frac{1}{2} \cdot (-10) + \frac{1}{2} \cdot 8 = -1$;

b) $M_B = \frac{1}{2} \cdot 10 + \frac{1}{2} \cdot (-8) = 1$.

4534 $M = \frac{\binom{5}{2} \cdot \binom{85}{3}}{\binom{90}{5}} \cdot 1145 + \frac{\binom{5}{3} \cdot \binom{85}{2}}{\binom{90}{5}} \cdot 17690 + \frac{\binom{5}{4} \cdot \binom{85}{1}}{\binom{90}{5}} \cdot 2127600 + \frac{\binom{5}{5} \cdot \binom{85}{0}}{\binom{90}{5}} \cdot 675000000 \approx 75,5$ Ft.

$75,5 - 225 = -149,5$. Nem érte meg.



4535 a) Az első pörgetéskor akkor éri el a legnagyobb pontnövekedést, ha 3000-et forgat. Ezután viszont mindig kétszer a duplázót kell kiforgatnia, azaz maximum 20 000 pontot érhet el.

b) A keréken nyolc mező van és feltételezzük, hogy nem csalnak a játékban, azaz minden mezőnek ugyanakkora a valószínűsége. A duplázó 2000-rel növeli, a felező 1000-rel, a negyedelő 1500-zal, a nullázó 2000-rel csökkenti a pontszámot, ezért a pörgetéskor várhatóan kapható pontszám:

$$M = \frac{1}{8} \cdot (-2000) + \frac{1}{8} \cdot (-1500) + \frac{1}{8} \cdot (-1000) + \frac{1}{8} \cdot (-1000) + \\ + \frac{1}{8} \cdot 1000 + \frac{1}{8} \cdot 2000 + \frac{1}{8} \cdot 3000 + \frac{1}{8} \cdot 2000 = 312,5.$$

A forgatás után a játékosnak sok ilyen helyzetet tekintve átlagosan

$$2000 + 312,5 = 2312,5$$

pontja lesz.

c) Ha lenullázta magát, akkor a számára negatív mezőket nem kell figyelembe venni, hiszen ennél kevesebb pontja nem lehet. Hasonló a helyzet a duplázóval is. Így:

$$M = \frac{1}{8} \cdot 1000 + \frac{1}{8} \cdot 2000 + \frac{1}{8} \cdot 3000 = 750.$$

Sok ilyen szituáció után körülbelül 750 pont lesz a pontjainak átlaga.

d) 10 000 pont esetén a duplázó ugyanennyivel növeli a pontok számát, illetve a felező 5000-rel, a negyedelő 7500-zal, a nullázó 10 000-rel csökkenti a pontokat. Tehát:

$$M = \frac{1}{8} \cdot (-10000) + \frac{1}{8} \cdot (-7500) + \frac{1}{8} \cdot (-5000) + \frac{1}{8} \cdot (-1000) + \\ + \frac{1}{8} \cdot 1000 + \frac{1}{8} \cdot 2000 + \frac{1}{8} \cdot 3000 + \frac{1}{8} \cdot 10000 = -937,5.$$

Ebben a szituációban (sok játék átlagát tekintve) a játékos pontszáma $10\,000 - 937,5 = 9062,5$ pontra csökken. Úgy tűnik, hogy minél több pontja van egy játékosnak, az arányosan csökkentő és a nullázó mezők annál jobban csökkentik a pontjait.

4536 A játékos nyereményét a játék árának kell egyensúlyba hozni. Azaz akár a játékos, akár a játékot szervező Dani várható nyereménye 0 kell, hogy legyen. Mivel a játékos nyereménye $\frac{1}{3} \cdot 6 = 2$ játékeuró, ezért a játék árának is 2 eurót kell választani. (Az egyiket minden fordulóban „megnyeri” valamelyik fél, a másikat „elveszíti”.)

4537 Tekintsük Balázs szempontjából a bevételeket és a kiadásokat. A játék ára (2 euró) Balázsnál marad, ha a játékra befizető veszít. Ha a játékos nyer, akkor 6 eurót fizet neki Balázs. Ez csak 4 euró veszteség Balázsnak, hiszen előtte 2 euróért a játékos megvette a játékot. A két esemény közül az egyik biztosan bekövetkezik: ha egyiknek x valószínűséget tulajdonítunk, akkor a másik $(1 - x)$ valószínűséggel következik be.

A kérdés: hogyan válasszuk meg a valószínűségeket, hogy a játék várható értéke Balázs szempontjából 1 legyen?

Írjuk fel a várható értéket:

$$(1 - x) \cdot 2 + x \cdot (-4) = 1, \text{ amiből } x = \frac{1}{6}.$$

Tehát Balázsnak úgy kell meghirdetnie a játékot, hogy a játékos csak egy dobott szám esetén nyerjen. Például a hatos dobásra fizet nyereményt, a többire nem.



- 4538** Tegyük fel, hogy a kezdőcsapat 10 tagjából x fő rutinos. Ekkor $(10 - x)$ fő tapasztalatlan. Azt szeretnénk, ha várhatóan legalább hat fő berúgná a tizenegyest:

$$\begin{aligned} 0,8x + 0,25 \cdot (10 - x) &\geq 6, \\ 0,55x &\geq 3,5, \\ x &\geq 6,36. \end{aligned}$$

Ezek szerint legalább hét tapasztalt játékosnak kell lennie a csapatban.

- 4539** a) Nyilván akkor éri meg a játékosnak, ha a játék várható értéke pozitív. A várható értéket növeljük, ha a játékos számára kedvezőtlen (negatív) nyereményeket a kisebb valószínűségű, a kedvező (pozitív) nyereményeket a nagyobb valószínűségű esetekhez rendeljük. Például:

$$P(-4) = 0,2; \quad P(-2) = 0,1; \quad P(3) = 0,3; \quad P(1) = 0,4$$

esetén a várható érték már pozitív:

$$M = 0,4 \cdot 1 + 0,1 \cdot (-2) + 0,3 \cdot 3 + 0,2 \cdot (-4) = 0,3.$$

- b) A legnagyobb várható érték akkor lehetséges, ha a legkedvezőtlenebb esethez (-4) rendeljük a legkisebb valószínűséget, majd a következőhöz a következőt stb.:

$$P(-4) = 0,1; \quad P(-2) = 0,2 \quad \text{és} \quad P(3) = 0,4; \quad P(1) = 0,3.$$

Ekkor a várható nyeremény:

$$M = 0,3 \cdot 1 + 0,2 \cdot (-2) + 0,4 \cdot 3 + 0,1 \cdot (-4) = 0,7.$$

- 4540** a) Egy vaníliás krémtúrót a visszatevés nélküli esetet tekintve legalább elsőre vagy legfeljebb hetedikre vehetünk ki a dobozból. Annak a valószínűsége, hogy elsőre ilyen kerül a kezünkbe, $0,4$. Tekintsünk egy közbülső esetet, például azt, ha negyedikre vesszük ki a vaníliást: ebben az esetben elsőre, másodikra, harmadikra meggyest vagy kekszeszt kell kivennünk:

$$P(\text{negyedik a vaníliás}) = \frac{6}{10} \cdot \frac{5}{9} \cdot \frac{4}{8} \cdot \frac{4}{7} \approx 0,0952.$$

Összesen hét eset lehet, valószínűségeik az előzőhöz hasonlóan írhatók fel. A várható érték:

$$\begin{aligned} M &= \frac{4}{10} \cdot 1 + \frac{6}{10} \cdot \frac{4}{9} \cdot 2 + \frac{6}{10} \cdot \frac{5}{9} \cdot \frac{4}{8} \cdot 3 + \frac{6}{10} \cdot \frac{5}{9} \cdot \frac{4}{8} \cdot \frac{4}{7} \cdot 4 + \frac{6}{10} \cdot \frac{5}{9} \cdot \frac{4}{8} \cdot \frac{3}{7} \cdot \frac{4}{6} \cdot 5 + \\ &+ \frac{6}{10} \cdot \frac{5}{9} \cdot \frac{4}{8} \cdot \frac{3}{7} \cdot \frac{2}{6} \cdot \frac{4}{5} \cdot 6 + \frac{6}{10} \cdot \frac{5}{9} \cdot \frac{4}{8} \cdot \frac{3}{7} \cdot \frac{2}{6} \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{4}{4} \cdot 7 \approx 2,2. \end{aligned}$$

Ha a dobozban 4 vaníliás, 2 meggyes és 4 kekszes krémtúró van, akkor visszatevés nélkül várhatóan másodikra vesszük ki vaníliást.

- b) Ha visszatesszük a kivett krémtúrókat, akkor a húzások között nem változnak a valószínűségek értékei. Vagyis a vaníliás kivételének valószínűsége $0,4$; a nem vaníliásé minden esetben $0,6$. Rossz hír, hogy húzhatunk folyamatosan nem vaníliást, tehát akár végtelen sok esetünk is lehetséges. Annak a valószínűsége, hogy csak negyedikre vesszük ki kedvencünket:

$$P(\text{negyedik a vaníliás}) = 0,6^3 \cdot 0,4 = 0,0864.$$

Az első 10 tagot kiszámítva a várható érték:

$$\begin{aligned} M &= 0,4 \cdot 1 + 0,6 \cdot 0,4 \cdot 2 + 0,6^2 \cdot 0,4 \cdot 3 + 0,6^3 \cdot 0,4 \cdot 4 + 0,6^4 \cdot 0,4 \cdot 5 + \\ &+ 0,6^5 \cdot 0,4 \cdot 6 + \dots + 0,6^9 \cdot 0,4 \cdot 10 \approx 2,42. \end{aligned}$$

(Ha az első 200 tagot írjuk fel, a várható érték akkor is csak $2,5$ -nek adódik.) Várhatóan másodikra vagy harmadikra fogjuk kivenni kedvenc krémtúrónkat.

Megjegyzés: Bizonyítható, hogy minden tagot számba véve az összeg $2,5$ -nek adódik.



- 4541 a) Jelölje x a játékos éppen aktuális pontszámát ($0 \leq x$). Ekkor a duplázó x , a nullázó $-x$, a negyedelő $\left(-\frac{3x}{4}\right)$, a felező $\left(-\frac{x}{2}\right)$ „megnyert” pontot jelent. A várható érték x függvényében:

$$\begin{aligned} M(x) &= \frac{1}{8} \cdot (-x) + \frac{1}{8} \cdot \left(-\frac{3 \cdot x}{4}\right) + \frac{1}{8} \cdot \left(-\frac{x}{2}\right) + \\ &+ \frac{1}{8} \cdot (-1000) + \frac{1}{8} \cdot 1000 + \frac{1}{8} \cdot 2000 + \frac{1}{8} \cdot 3000 + \frac{1}{8} \cdot x = \\ &= \frac{1}{8} \cdot \left(5000 - \frac{5}{4} \cdot x\right) = 625 - \frac{5}{32} \cdot x. \end{aligned}$$

Ez a várható érték azonban csak akkor számítható, ha a játékosnak van pontja. Ugyanis 0 pont esetén az előző szerencsekerek feladat c) pontjában kiszámított 750 pont várható.

A játékosnak eredetileg x pontja volt, ezt növelte/csökkentette a fenti értékkel. Így most pontjainak száma:

$$\text{összpontszám} = \begin{cases} x + 625 - \frac{5}{32} \cdot x = \frac{27}{32} \cdot x + 625, & \text{ha } x > 0, \\ 750, & \text{ha } x = 0. \end{cases}$$

Ez nem befolyásolja nagymértékben a játék kimenetelét, hiszen ha $x = 1$, akkor várhatóan 626 pont lesz a kerék megforgatása után.

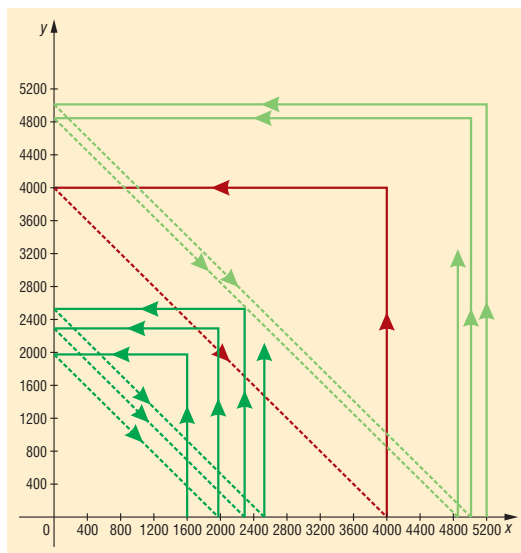
- b) Az előző pontban kiszámolt $M(x)$ függvény szigorúan monoton csökkenő lineáris függvény, zérushelye $x = 4000$. Ez az a pontszám, amellyel ha rendelkezik a játékos, akkor a játék igazságos.

Ha ennél több ponttal rendelkezik, akkor a játék a játékos számára kedvezőtlen, hiszen nagy átlagban levonnak tőle valamennyi pontot.

Ha 4000 pontnál kevesebbet gyűjt, akkor a játék kedvező a játékos számára, hiszen a várható érték pozitív. Sőt: minél jobban eltérünk ettől az értéktől, annál többet nyer vagy veszít.

Így már az is világos, hogy

- a legnagyobb várható nyereménye miatt akkor van a játékosnak, amikor éppen lenullázta magát;
- ha elég sokáig játszik a játékos, akkor a nyereménye 4000 pont körül lesz. Ezt a várható értékből megállapított függvény alapján szemléltethetjük is. Az x tengelyen az aktuális pontszámot, az y tengelyen a forgatás utáni (várható) pontszámot jelöljük.



Ha például 1600 pontja van, akkor várhatóan 1975 pontja lesz. Az 1975 ponttól újra forgatva 2291,4. Erről 2258,4 stb. Mindig közelebb kerül a 4000 ponthoz (sötétzöld töröttvonal, a haladási irányt a nyilak mutatják). Ha azonban 5200 pontja van, akkor várhatóan 5012,5 pontja lesz a kerék pörgetése után. Újra forgatva már csak 4854,3 stb. (világoszöld vonalak). Az egyetlen stabil helyzet az ábrán is 4000 pont (önmagába visszatérő bordó töröttvonal).



Statisztika – megoldások

4542 95 fő.

4543 Legalább az 5. helyre.

4544 5,5.

4545 a) 20 euró. b) 3 darab.

4546 5 percet.

4547 a) 50; b) 51.

4548 a) Jeles. b) Jó.

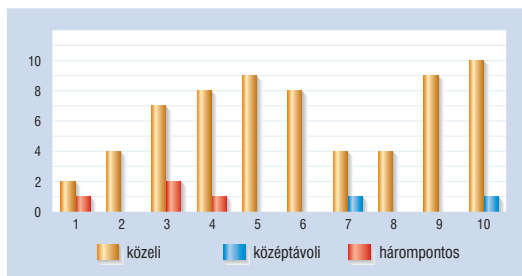
4549 $65,4 \text{ m}^3$.

4550 a) 9 mm; b) 3 mm.

4551 9.

4552 $\frac{4 + 4 + 7 + x + 11}{5} = 7$, ahonnan $x = 9$. A keresett minta: 4, 4, 7, 9, 11.

4553 A keresett oszlopdiagram:



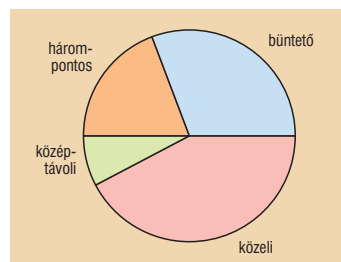
4554 Mivel $2\text{ZK} + 2\text{KK} + 3\text{PK} + \text{BDK} = 360^\circ$, így:

$$2\text{ZK} \approx 152,3^\circ;$$

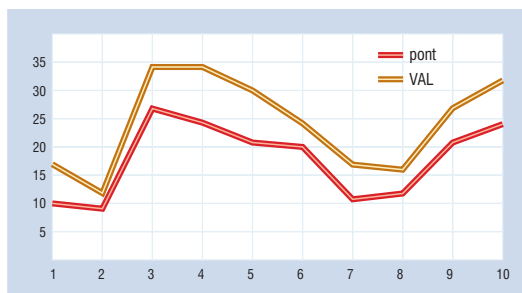
$$2\text{KK} \approx 27,7^\circ;$$

$$3\text{PK} \approx 69,2^\circ;$$

$$\text{BDK} \approx 110,8^\circ.$$

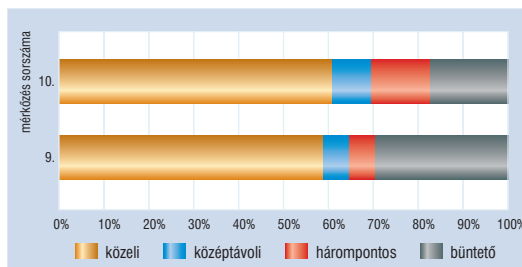


4555 Látható, hogy Roland értékét elsősorban a dobott pontok száma határozza meg, ez teszi ki a VAL-pontszám legnagyobb részét.





- 4556** Roland a 10. mérkőzésen az előzőhöz viszonyítva bátrabban próbálkozott a középtávoli, és méginkább a távoli dobásokkal.



- 4557** a) A legnagyobb és legkisebb érték alapján az osztályköz:

$$\frac{27 - 9}{3} = 6.$$

$$b) A = \frac{10 + 9 + 27 + 24 \cdot 2 + 21 \cdot 2 + 20 + 11 + 12}{10} = 17,9.$$

$$c) A_{\text{gyt}} = \frac{4 \cdot 11 + 3 \cdot 18 + 3 \cdot 25}{10} = 17,3.$$

- d) Az eltérés 0,6. Oka, hogy több érték is felső kategóriahatár közelébe esik (21, 27).

Nagyon jó mérkőzés	(22–28)	3
Jó mérkőzés	(15–21)	3
Közepes mérkőzés	(8–14)	4

- 4558** a) A legnagyobb és legkisebb érték alapján az osztályköz:

$$\frac{100 - 50}{4} = 12,5.$$

$$b) A = \frac{75 + 3 \cdot 50 + 88 + 83 + 2 \cdot 60 + 57 + 100}{10} = 67,3\%.$$

$$c) A_{\text{gyt}} = \frac{2 \cdot 94,25 + 2 \cdot 81,25 + 6 \cdot 55,25}{10} = 68,25\%.$$

- d) Az eltérés minimális: 0,95%. Mivel több volt a kategória, kisebbek lettek az eltérések a kategóriaközökepektől.

I. kategória	(88–100,5)	2
II. kategória	(75–87,5)	2
III. kategória	(62–74,5)	0
IV. kategória	(49–61,5)	6

- 4559** a) Jelölje R a terjedelmet:

$$R_{\text{Kb}} = 1 - 0 = 1 \quad \text{és} \quad R_{3\text{P}\%} = 100 - 0 = 100\%.$$

Nem tudunk meg fontos adatot.

- b) Első minta:

$$0\%, 0\%, 0\%, 0\%, 0\%, 0\%, 0\%, 0\%, 0\%, 100\%.$$

$$A_{\text{első}} = 10\%.$$

Második minta:

$$0\%, 100\%, 100\%, 100\%, 100\%, 100\%, 100\%, 100\%, 100\%, 100\%.$$

$$A_{\text{második}} = 90\%.$$

4560 a) $A_{\text{idő}} = \frac{18 + 27 + 29 + 31 + 40 + 30 + 23 + 22 + 35 + 36}{10} = 29,1 \text{ perc.}$

$$b) s_{\text{idő}} = \sqrt{\frac{(18-A)^2 + (27-A)^2 + (29-A)^2 + (31-A)^2 + (40-A)^2 + (30-A)^2 + (23-A)^2 + (22-A)^2 + (35-A)^2 + (36-A)^2}{10}} \approx 6,49.$$

- c) $I =]29,1 - 6,49; 29,1 + 6,49[=]22,61; 35,59[$. Az intervallumba hat érték esik.



- 4561 a) A rangsorba rendezett adatok:

9, 10, 11, 12, 20, 21, 21, 24, 24, 27.

$$Me_{Pt} = 20,5.$$

$$b) AE_{Pt} = \frac{|9 - Me| + |10 - Me| + |11 - Me| + |12 - Me| + |20 - Me| + 2 \cdot |21 - Me| + 2 \cdot |24 - Me| + |27 - Me|}{10} = 5,5.$$

c) $I =]20,5 - 5,5; 20,5 + 5,5[=]15; 26[$. Az adatok közül öt esik a megadott intervallumba.

- 4562 a) Az eladott labdák, a kapott blokkok és a faultok a csapat szempontjából rosszak. Így ezeknél minél kisebb mutatót kell keresni, a többenél minél nagyobbat.

b) Az egyszerűbb döntés kedvéért készítsünk a rangsorokról is táblázatot. Mindegyik esetben adjuk meg mindhárom mutatót (A = átlag, Me = medián, Mo = módusz). A vastagon szedett mutatót választjuk.

Tám	1	1	2	3	3	3	4	4	4	4
Véd	2	2	3	4	4	4	5	5	6	7
ÖL	1	3	4	7	7	7	7	9	9	10
F	2	2	2	2	3	3	3	4	4	5
KF	1	2	2	3	3	4	4	4	4	5
Bl	1	1	1	2	2	2	2	4	4	5
Kb	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
El	0	0	0	0	1	1	3	3	5	5
Sz	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3
Gp	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2

Támadólepattanók: $A = 2,9$; $Me = 3$; **$Mo = 4$.**

Védőlepattanók: **$A = 4,2$** ; $Me = 4$; $Mo = 4$.

Összes lepattanó: **$A = 6,4$** ; **$Me = 7$** ; **$Mo = 7$.**

Faultok: $A = 3$; $Me = 3$; **$Mo = 2$.**

Kiharcolt faultok: $A = 3,2$; $Me = 3,5$; **$Mo = 4$.**

Blokkok: **$A = 2,4$** ; $Me = 2$; $Mo = 2$.

Kapott blokkok: $A = 0,3$; **$Me = 0$** ; **$Mo = 0$.**

Eladott labdák: $A = 1,8$; $Me = 1$; **$Mo = 0$.**

Szerzett labdák: $A = 1,8$; **$Me = 2$** ; $Mo = 2$.

Gólpasszok: $A = 0,9$; **$Me = 1$** ; $Mo = 0$.

- 4563 Készítsünk rangsort.

2Z%	64	67	67	67	71	80	80	90	90	100
2K%	0	0	0	0	0	0	0	0	50	100
3P%	0	0	0	0	0	0	0	33	40	100
BD%	50	50	50	57	60	60	75	83	88	100



2Z%:	$A = 77,6\%$;	$Me = 75,5\%$;	$Mo = 67\%$.
2K%:	$A = 15\%$;	$Me = 0\%$;	$Mo = 0\%$.
3P%:	$A = 17,3\%$;	$Me = 0\%$;	$Mo = 0\%$.
BD%:	$A = 67,3\%$;	$Me = 60\%$;	$Mo = 50\%$.

Bármelyik dobószázalékot is tekintjük, a számtani átlagot érdemes közzétenni. Mindegyik esetben ez a legnagyobb érték, majd ennél kisebb a medián, végül a módusz.

4564 a) A számtani átlag 85,25, ez kerekítve 85 pont.

b) A minta módusza a leggyakoribb elem: 83. A rangsorba rendezett minta mediánja a két középső elem átlaga, ez 84,5. A minta terjedelme: $94 - 76 = 18$.

c) Az osztályközt válasszuk $18:3 = 6$ -nak. Így az ábrán látható gyakorisági táblát kapjuk.

A kategória felső határa nem tartozik a kategóriához, kivéve a C kategóriát.

A kategória	(76–82)	2
B kategória	(82–88)	3
C kategória	(88–94)	3

d) A keresett diagram az ábrán látható.



4565 Alkossák az n elemű mintát az x_1, x_2, \dots, x_n adatok. Ekkor a minta átlaga:

$$A = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}.$$

a) Ha az elemeket kicseréljük $x_1 + b, x_2 + b, \dots, x_n + b$ -re, akkor A' átlaguk:

$$A' = \frac{x_1 + b + x_2 + b + \dots + x_n + b}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n + n \cdot b}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} + b = A + b.$$

b) Ha az elemeket kicseréljük $c \cdot x_1, c \cdot x_2, \dots, c \cdot x_n$ -re, akkor A'' átlaguk:

$$A'' = \frac{c \cdot x_1 + c \cdot x_2 + \dots + c \cdot x_n}{n} = \frac{c \cdot (x_1 + x_2 + \dots + x_n)}{n} = c \cdot \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = c \cdot A.$$

4566 Tételezzük fel, hogy az eredeti x_1, x_2, \dots, x_n adatokból álló n elemű rangsor módusza $Mo = x_m$ ($1 \leq m \leq n$), mediánja Me .

Vegyük észre, hogy a módusz nem az elemek nagyságához, hanem az elemek előfordulásához kapcsolódik, a medián pedig az elem rangsorban elfoglalt helyzetéhez! A medián páratlan sok elem esetén ($n = 2k + 1$) a „középső” elem ($Me = x_{k+1}$), páros sok szám esetén a „középső kettő” elem

$$\text{átlaga} \left(Me = \frac{x_k + x_{k+1}}{2} \right).$$

a) Legyen az új minta $x_1 + b, x_2 + b, \dots, x_n + b$. Az elemekhez hozzáadott b valós szám sem a gyakoriságukon, sem a rangsorban elfoglalt helyzetükön nem változtat. Így az új módusz:

$$Mo' = x_m + b = Mo + b.$$



Páratlan elemszámú minta esetén ($n = 2k + 1$) az eltolt minta Me' mediánja:

$$Me' = x_{k+1} + b = Me + b.$$

Páros elemszámú mintában ($n = 2k$) az új minta Me' mediánja:

$$Me' = \frac{x_k + b + x_{k+1} + b}{2} = \frac{x_k + x_{k+1}}{2} + b = Me + b.$$

b) Hasonló a helyzet, ha c valós számmal szorozzuk a minta összes elemét:

$$Mo'' = c \cdot x_k = c \cdot Mo.$$

Páratlan elemszámú mintára:

$$Me'' = c \cdot x_{k+1} = c \cdot Me,$$

illetve páros elemszámú mintára:

$$Me'' = \frac{c \cdot x_k + c \cdot x_{k+1}}{2} = c \cdot \frac{x_k + x_{k+1}}{2} = c \cdot Me.$$

Ez akkor is így van, ha $c = 0$ vagy $c < 0$. Utóbbi esetben a rangsor megfordul, a maximális elem a minimális lesz, és előre kerül.

4567 Legyen az n elemű x_1, x_2, \dots, x_n adatokból álló minta terjedelme R , szórása s , abszolút átlagos eltérése AE .

a) Legyenek az új minta elemei $x_1 + b, x_2 + b, \dots, x_n + b$. Ekkor a terjedelem nem változik:

$$R' = x_{\max} + b - (x_{\min} + b) = x_{\max} - x_{\min} = R.$$

A szórás esetén használjuk ki, hogy a számtani átlag $A + b$ -re változik:

$$s' = \sqrt{\frac{(x_1 + b - (A + b))^2 + \dots + (x_n + b - (A + b))^2}{n}} = \sqrt{\frac{(x_1 - A)^2 + \dots + (x_n - A)^2}{n}} = s.$$

Az abszolút átlagos eltérésben is használjuk ki, hogy a medián $Me + b$ -re változik:

$$AE' = \frac{|x_1 + b - (Me + b)| + \dots + |x_n + b - (Me + b)|}{n} = \frac{|x_1 - Me| + \dots + |x_n - Me|}{n} = AE.$$

b) Legyenek az új minta elemei $c \cdot x_1, c \cdot x_2, \dots, c \cdot x_n$. Ekkor a terjedelem:

$$R' = c \cdot x_{\max} - c \cdot x_{\min} = |c| \cdot (x_{\max} - x_{\min}) = |c| \cdot R.$$

Az abszolút értéket használunk kell, $c < 0$ esetben a mintában ugyanis a maximális és a minimális elem felcserélődik.

A szórás esetén használjuk ki, hogy a számtani átlag $c \cdot A$ -ra változik:

$$s' = \sqrt{\frac{(c \cdot x_1 - c \cdot A)^2 + \dots + (c \cdot x_n - c \cdot A)^2}{n}} = \sqrt{c^2 \cdot \frac{(x_1 - A)^2 + \dots + (x_n - A)^2}{n}} = |c| \cdot s.$$

Az abszolút átlagos eltérésben is használjuk ki, hogy a medián $c \cdot Me$ -re változik:

$$AE' = \frac{|c \cdot x_1 - c \cdot Me| + \dots + |c \cdot x_n - c \cdot Me|}{n} = |c| \cdot \frac{|x_1 - Me| + \dots + |x_n - Me|}{n} = |c| \cdot AE.$$

4568 Legyen a t elemű minta rangsorba rendezve x_1, x_2, \dots, x_t . Csoportosítsuk őket n darab osztályba, legyen az osztályköz $\frac{x_{\max} - x_{\min}}{n} = d > 0$, és jelölje az osztályközepeket K_1, K_2, \dots, K_n . Essen az egyes osztályokba rendre r_1, r_2, \dots, r_n darab adat ($r_1 + r_2 + \dots + r_n = t$).



Vizsgáljuk meg a minta elemeiből számított A és a gyakorisági táblázatból számított A' átlag eltérését:

$$|A - A'| = \left| \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_t}{t} - \frac{r_1 \cdot K_1 + r_2 \cdot K_2 + \dots + r_n \cdot K_n}{t} \right| =$$

Párosítsuk a minta elemeit a megfelelő osztályközökkel (az első r_1 darab elemet K_1 -gyel stb.):

$$= \left| \frac{(x_1 - K_1) + \dots + (x_{r_1} - K_1) + (x_{r_1+1} - K_2) + \dots + (x_t - K_n)}{t} \right| \leq$$

Kihasználjuk, hogy $|a + b| \leq |a| + |b|$ háromszög-egyenlőtlenség teljesül akármennyi értékre:

$$\leq \frac{|x_1 - K_1| + \dots + |x_{r_1} - K_1| + |x_{r_1+1} - K_2| + \dots + |x_t - K_n|}{t} \leq$$

Kihasználjuk, hogy az adott kategóriába eső elemek maximum az osztályköz felével térhetnek el az osztályközéptől:

$$\leq \frac{t \cdot \frac{d}{2}}{t} = \frac{d}{2}.$$

Tehát a gyakorisági táblázatból számított és a valódi átlag legfeljebb az osztályköz felével térhet el egymástól.

4569 Legyen x_1, x_2, \dots, x_n minta n elemű, számtani átlaga:

$$A = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n},$$

szórása pedig

$$s = \sqrt{\frac{(x_1 - A)^2 + \dots + (x_n - A)^2}{n}}.$$

Azt akarjuk bizonyítani, hogy ha s képletében bármely X -re cseréljük A -t, akkor nem kaphatunk kisebb számot az eredeti s -nél. Ehhez megvizsgáljuk az X -től függő (a többi adat rögzített)

$$\sqrt{\frac{(x_1 - X)^2 + \dots + (x_n - X)^2}{n}}$$

kifejezést, hogy mely X -re van minimuma. Mivel nemnegatív mennyiség, ott van minimuma, ahol a négyzetének is minimuma van:

$$\frac{(x_1 - X)^2 + \dots + (x_n - X)^2}{n}.$$

A nevezőt sem kell figyelembe vennünk, hiszen a minimumot csak a számláló befolyásolja. Így elegendő a négyzeteket megvizsgálni:

$$\begin{aligned} (x_1 - X)^2 + \dots + (x_n - X)^2 &= x_1^2 - 2x_1X + X^2 + \dots + x_n^2 - 2x_nX + X^2 = \\ &= nX^2 - 2X \cdot (x_1 + \dots + x_n) + x_1^2 + \dots + x_n^2. \end{aligned}$$

A kifejezés X -ben másodfokú, mégpedig egy felfelé nyíló parabola ($n > 0$).

Tudjuk, hogy az $ax^2 + bx + c$ ($a > 0$) kifejezésnek $x_{\min} = -\frac{b}{2 \cdot a}$ helyen van minimuma. Jelen esetben $a = n$, $b = -2 \cdot (x_1 + \dots + x_n)$. Így:

$$X_{\min} = -\frac{-2 \cdot (x_1 + \dots + x_n)}{2 \cdot n} = A.$$

Azaz a szórás a számtani átlagra minimális.



4570 Legyen az n elemű rangsor x_1, x_2, \dots, x_n . Mediánját jelölje Me , abszolút átlagos eltérését pedig

$$AE = \frac{|x_1 - Me| + \dots + |x_n - Me|}{n}.$$

Két lépésben bizonyítjuk az állítást. Először megvizsgáljuk páratlan sok, majd páros sok elemű mintára. Mindkétszer belátjuk, hogy az abszolút átlagos eltérésben Me helyére más számot írva, nem kaphatunk AE -nél kisebb értéket.

I. eset: Ha n páratlan, akkor a medián a minta középső eleme:

$$Me = x_k, \text{ ahol } k = \frac{n+1}{2}.$$

Lehetséges, hogy a mintának több eleme is megegyezik a mediánnal. Legyen az első ilyen elem indexe e , az utolsóé u . Így $(u - e + 1)$ darab elemre: $x_e = \dots = x_k = \dots = x_u = Me$. (Akár $e = k$ vagy $k = u$.)

A rangsorban az x_e előtti elemek kisebbek, az x_u után levők nagyobbak a mediánnál. Figyelembe véve a nagyságrendi viszonyokat, az abszolút átlagos eltérés abszolút érték nélküli alakban is írható:

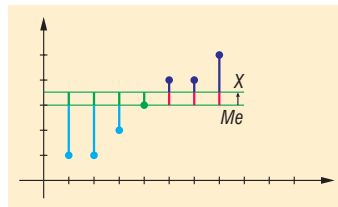
$$AE = \frac{(Me - x_1) + \dots + (Me - x_{e-1}) + (u - e + 1) \cdot (Me - x_k) + (x_{u+1} - Me) + \dots + (x_n - Me)}{n}$$

Cseréljük ki a kifejezésben Me -t X -re. AE nagysága csak a számlálóban található X -től függ:

$$n \cdot AE(X) = (X - x_1) + \dots + (X - x_{e-1}) + (u - e + 1) \cdot (X - x_k) + (x_{u+1} - X) + \dots + (x_n - X).$$

Növeljük X értékét. Legyen kicsit nagyobb a mediánnál, de még $X < x_{u+1}$. Ekkor az első u tag növekedni fog pontosan $X - x_k$ értékkel, a maradék tagok pedig pontosan ennyivel csökkennek.

Mivel $k = \frac{n+1}{2} < u+1$, több tag fog növekedni, mint amennyi csökken. Így az összeg csak növekedhet, mégpedig $(2u - n) \cdot (X - x_k)$ értékkel. (Az ábrán $e = k = u$. A piros vonalak AE csökkenését, a vastag zöldék a növekedését jelzik.)



Ha X eléri x_{u+1} értékét, akkor az $(u+1)$ -edik zárójelben és mindazokban, ahol x_{u+1} -gyel egyenlő értékek állnak, meg kell fordítani a különbséget:

$$n \cdot AE(X) = (X - x_1) + \dots + (X - x_{e-1}) + (u - e + 1) \cdot (X - x_k) + (X - x_{u+1}) + \dots + (x_n - X).$$

Innentől kezdve ezek a tagok az eddigi csökkenés helyett már növekedni fognak. Tehát még több tag növekedik és kevesebb csökken, mint eddig. Így tovább, minél inkább $Me < X$, annál inkább $AE < AE(X)$.

II. eset: Ha n páros, akkor a medián a két középső elem átlaga:

$$Me = \frac{x_k + x_{k+1}}{2}, \text{ ahol } k = \frac{n}{2}.$$

Ha a két középső elem egyenlő, akkor az I. esetnél leírtakat szóról szóra alkalmazhatjuk. Ha különbözőek, akkor a mintában nincs olyan elem, amely megegyezne a mediánnal. Sőt, az elemek pontosan fele kisebb és fele nagyobb Me -nél. Abszolút értékek nélkül írva:

$$AE = \frac{(Me - x_1) + \dots + (Me - x_k) + (x_{k+1} - Me) + \dots + (x_n - Me)}{n}.$$

Ismét cseréljük ki a kifejezésben Me -t X -re. AE nagysága csak a számlálótól függ:

$$n \cdot AE(X) = (X - x_1) + \dots + (X - x_k) + (x_{k+1} - X) + \dots + (x_n - X).$$



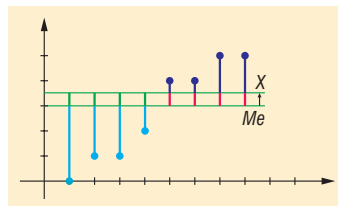
Változtassunk X értékén. Válasszuk nagyobbra a mediánál, de még $X < x_{k+1}$ legyen. Ekkor a tagok első fele növekedni, második fele csökkenni fog ugyanazon $X - Me$ értékkel, azaz az összeg nem változik.

Amint $X = x_{k+1}$, a $(k+1)$ -edik zárójelben és mindazokban, ahol x_{k+1} -gyel egyenlő értékek állnak, megfordítjuk a különbséget:

$$n \cdot AE(X) = (X - x_1) + \dots + (X - x_k) + (X - x_{k+1}) + \dots + (x_n - X).$$

Tovább növelve X -et, az imént megfordított tagok már nem csökkenni, hanem növekedni fognak. Mivel így több tag nő, mint csökken, az összeg is növekedni fog. A gondolatmenet hasonlóan folytatódik, ha $X > x_{k+1}$.

Megjegyzés: Mindkét gondolatmenet hasonlóan végigvihető, ha X értékét csökkentjük Me -ről.



Vegyes feladatok – megoldások

4571 $|J| = 10$, $|I| = x$, $p = 0,5 = \frac{x}{10}$. Ebből $x = 5$, ezért csak $I =]1; 6[$ lehet.

4572 $P = \frac{5 \cdot 7}{15 \cdot 35} = \frac{1}{15}$.

4573 $M = 0,02 \cdot 1 + 0,03 \cdot 2 + 0,24 \cdot 3 + 0,6 \cdot 4 + 0,11 \cdot 5 = 3,75$ év.

4574 a) A csoportba 12-en járnak.

b) $A_{\text{kisecs.}} = \frac{4 \cdot 2 + 5 \cdot 7 + 2 \cdot 12 + 1 \cdot 17}{12} = 7$; $A_{\text{nagyecs.}} = \frac{2 \cdot 2 + 2 \cdot 7 + 5 \cdot 12 + 3 \cdot 17}{12} = 10,75 \approx 11$.

4575 a) Igen, $Mo = 2$ és $Me = 3$.

b) Nem.

c) $A = \frac{4 \cdot 4,5 + 9 \cdot 12,5 + 6 \cdot 20,5 + 8 \cdot 28,5 + 3 \cdot 36,5}{30} = 19,7$;

$$s = \sqrt{\frac{4 \cdot (4,5 - 19,7)^2 + 9 \cdot (12,5 - 19,7)^2 + 6 \cdot (20,5 - 19,7)^2 + 8 \cdot (28,5 - 19,7)^2 + 3 \cdot (36,5 - 19,7)^2}{30}} \approx 9,77$$

$$I =]9,93; 29,47[.$$

d) $AE = \frac{4 \cdot |1 - 3| + 9 \cdot |2 - 3| + 6 \cdot |3 - 3| + 8 \cdot |4 - 3| + 3 \cdot |5 - 3|}{30} \approx 1$;

$$I =]2; 4[.$$

4576 Ha a korong ($r = 1,5$ cm) teljes egészében egy négyzetbe esik, akkor a riasztó csendben marad. Elég egy négyzetet tekintenünk. Ehhez a korong középpontjának egy $(10 - 2 \cdot 1,5)$ oldalú négyzetbe kell esnie. (Feltehetjük, hogy érintésre még nem riaszt.) Tehát annak a valószínűsége, hogy nem szólal meg a riasztó, illetve annak a valószínűsége, hogy megszólal:

$$P(\text{csend}) = \frac{49}{100}, \quad \text{illetve} \quad P(\text{riaszt}) = \frac{51}{100}.$$

A válasz a kérdésre igen, a riasztó nagyobb valószínűséggel kezd szirénázni.



4577 A várható érték:

$$\begin{aligned} M &= \binom{7}{0} \cdot 0,36^0 \cdot 0,64^7 \cdot 0 + \binom{7}{1} \cdot 0,36^1 \cdot 0,64^6 \cdot 1 + \binom{7}{2} \cdot 0,36^2 \cdot 0,64^5 \cdot 2 + \\ &+ \binom{7}{3} \cdot 0,36^3 \cdot 0,64^4 \cdot 3 + \binom{7}{4} \cdot 0,36^4 \cdot 0,64^3 \cdot 4 + \binom{7}{5} \cdot 0,36^5 \cdot 0,64^2 \cdot 5 + \\ &+ \binom{7}{6} \cdot 0,36^6 \cdot 0,64^1 \cdot 6 + \binom{7}{7} \cdot 0,36^7 \cdot 0,64^0 \cdot 7 \approx 2,52. \end{aligned}$$

Tehát várhatóan két vagy három saját számot fog hallani Zsófi.

Készüljünk az érettségre!

Megoldások

Rendszerező összefoglalás

162

Gondolkodási módszerek

Algebra és számelmélet

Függvények

Geometria

Érettségi gyakorló

feladatsorok

302





12.5. RENDSZEREZŐ ÖSSZEFOGLALÁS

GONDOLKODÁSI MÓDSZEREK – ÖSSZEFOGLALÁS

Halmazok – megoldások

5001 a) Igen, $|A| = 0$, $A = \emptyset$;

c) Igen, $|C| = 3$, $C = \{\{2; 3\}, \{1; 2; 3\}, \{2; 3; 4\}\}$;

b) Igen, $|B| = \infty$;

d) Nem.

5002 a) \emptyset , $\{a\}$, $\{b\}$, $\{c\}$, $\{a; b\}$, $\{a; c\}$, $\{b; c\}$, $\{a; b; c\}$.

\emptyset diszjunkt minden más részhalmazzal, rajta kívül $\{a\}$ és $\{b; c\}$, $\{b\}$ és $\{a; c\}$, $\{c\}$ és $\{a; b\}$ diszjunktak.

b) $|B| = 6$, $|\{B \text{ összes részhalmaza}\}| = 2^6 = 64$.

5003 $A = \{2; 3; 5; 7\}$, $B = \{1; 3; 5; 7; 9\}$.

a) $A \cup B = \{1; 2; 3; 5; 7; 9\}$; $A \cap B = \{3; 5; 7\}$; $A \setminus B = \{2\}$; $B \setminus A = \{1; 9\}$;

b) $\bar{A} = \{1; 9\}$, $\bar{B} = \{2\}$;

c) $C = \{1; 2; 4; 6; 8; 9\}$.

5004 $U = \{-4; -3; \dots; 8; 9\}$, $A = \{-4; 4; 5; 6; 7; 8; 9\}$;

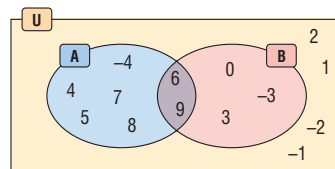
$B = \{-3; 0; 3; 6; 9\}$.

a) A Venn-diagram az ábrán látható.

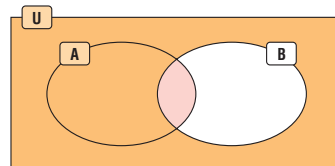
b) $\bar{A} = \{-3; -2; -1; 0; 1; 2; 3\}$, $\bar{B} = \{-4; -2; -1; 1; 2; 4; 5; 7; 8\}$.

c) $A \cup B = \{-4; -3; 0; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9\}$, $A \cap B = \{6; 9\}$,

$A \setminus B = \{-4; 4; 5; 7; 8\}$, $B \setminus A = \{-3; 0; 3\}$.



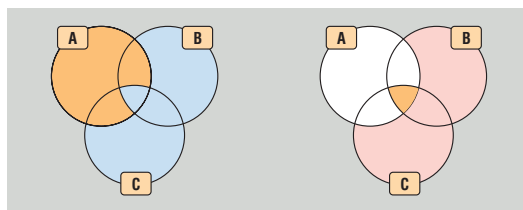
5005 $A \setminus \bar{B} = A \cap B$.



5006 a) $\overline{A \cup B} = \bar{A} \cap \bar{B}$;

b) $\overline{A \cap B} = \bar{A} \cup \bar{B}$.

5007 A Venn-diagram az ábrán látható.



5008 $|U| = |A \cup B| + |\overline{A \cup B}| = |A| + |B| - |A \cap B| + |\overline{A \cup B}| = 6 + 8 - 3 + 13 = 24$.

5009 $|U| = |A| + |B| - |A \cap B| + |\overline{A \cup B}|$; $12 = 4 + 5 - x + 3$; $x = 0$.

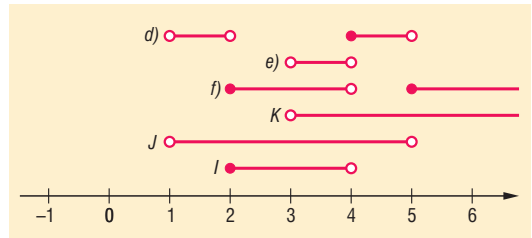
5010 $|U| = |A| + |B \setminus A| + |\overline{A \cup B}|$; $30 = 15 + 7 + x$; $x = 8$.



- 5011 a) $\bar{I} =]2; 5]$;
c) $\bar{I} = \{0\} \cup]2; 7]$;

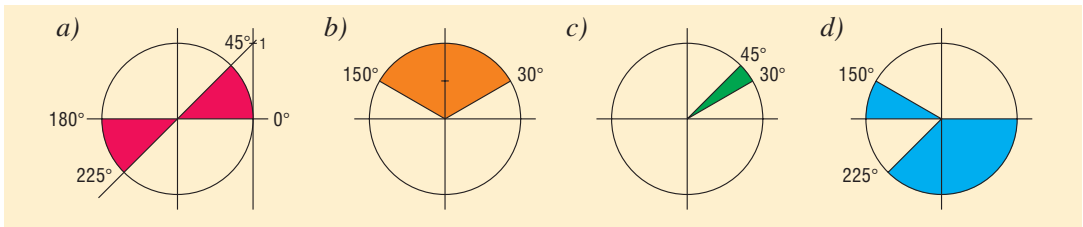
- b) $\bar{I} =]-2; 0]$;
d) $\bar{I} =]-\infty; 0] \cup]2; \infty[$.

- 5012 a) $I = [2; 4[$;
b) $J =]1; 5[$;
c) $K =]3; \infty[$;
d) $J \cap I =]1; 2[\cup [4; 5[$;
e) $I \cap K =]3; 4[$;
f) $(K \setminus J) \cup I = [2; 4[\cup [5; \infty[$.



- 5013 a) $I = [0^\circ; 45^\circ] \cup [180^\circ; 225^\circ]$;
c) $J \cap I = [30^\circ; 45^\circ]$;

- b) $J = [30^\circ; 150^\circ]$;
d) $\bar{I} \setminus J =]150^\circ; 180^\circ[\cup]225^\circ; 360^\circ]$.



- 5014 a) Nullaelemű részhalmaz csak az üres halmaz lehet, tehát a válasz 1. Kilenceleműek azok a részhalmazok, melyeket úgy kapunk, hogy egy elemet elhagyunk A-ból. Mivel 10-féleképpen tehetjük ezt meg, a válasz 10.
b) Annyi k -elemű részhalmaza van, ahányféleképpen a 10 elemből ki tudunk választani ismétlés nélkül k darabot. Tehát $\binom{10}{2} = 45$, $\binom{10}{4} = 210$, $\binom{10}{5} = 252$, $\binom{10}{8} = 45$.
c) $\binom{10}{k} = 120$. Próbálkozással, vagy az előző kérdésre adott válaszok figyelembevételével $k = 3$, illetve $k = 7$.

5015 Például ilyen a következő 4 halmaz: $A = \{1; 2; 3\}$, $B = \{1; 2; 4\}$, $C = \{1; 3; 4\}$, $D = \{2; 3; 4\}$.

5016 a) Mindkét halmazt többféleképpen is felírhatjuk, például

$$P = (A \setminus C) \cup (B \cap C) \setminus A \quad \text{és} \quad Q = (B \cup C) \setminus (A \cap B \cap C).$$

b) Azt kell biztosítanunk, hogy a két halmaz közös része üres halmaz legyen:

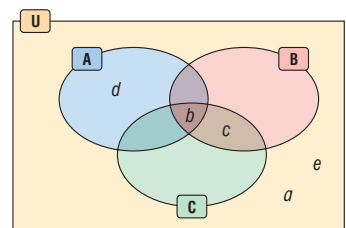
$$[B \cap (A \cup C)] \setminus (A \cap B \cap C) = \emptyset.$$

c) Azt kell biztosítanunk, hogy a $P \setminus Q$ -n kívül eső része üres halmaz legyen:

$$A \setminus (B \cup C) = \emptyset.$$

5017 Írjuk b -t a hármas metszetbe. Ekkor c -t B és C kettős metszetbe kell helyeznünk, így d csak A metszeteken kívüli részébe kerülhet. (Közben figyelembe vettük, hogy az elemszámok egyenlők.) Ezek szerint:

$$\bar{A} \cap \bar{B} \cap \bar{C} = \{a; e\}.$$

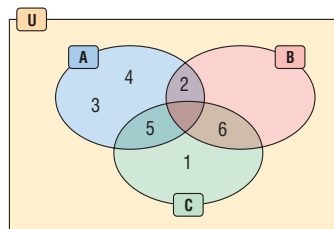




5018 A megoldáshoz töltsünk ki egy Venn-diagramot. A 2-t két helyre írhatjuk, de a második feltétel a hármas metszetet kizárja. A 3-at és a 4-et csak egy helyre írhatjuk ezek után. Az 5 két feltételben is szerepel, így csak egy helyre kerülhet. Végül a 6-ot sem írhatjuk középre.

A megoldás a diagramról leolvasható:

$$A = \{2; 3; 4; 5\}, B = \{2; 6\}, C = \{1; 5; 6\}.$$

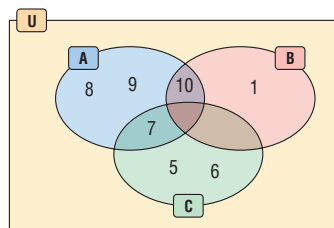


5019 a) $A = \{7; 8; 9; 10\}$, $B = \{1; 10\}$, $C = \{5; 6; 7\}$.

b) A Venn-diagram az ábrán látható.

c) Üres halmaz.

d) $|(A \cup B) \cap C| = 1$, egyelemű $\{7\}$.



5020 a) Ha C üres halmaz, akkor:

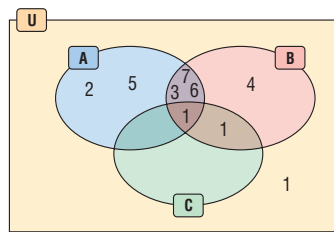
$$A = \{2; 3; 5; 6; 7\}, B = \{3; 4; 6; 7\}.$$

b) C eleme csak az 1 lehet. Ezt rögtön két helyre is írhatjuk: vagy a hármas metszetbe, vagy B és C kettős metszetbe. Így:

$$C = \{1\}, B = \{1; 3; 4; 6; 7\}$$

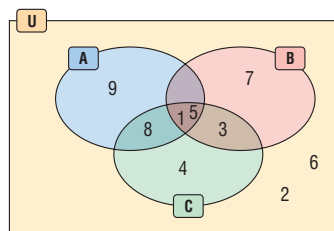
és

$$A = \{1; 2; 3; 5; 6; 7\} \text{ vagy } A' = \{2; 3; 5; 6; 7\}.$$



5021 a) A Venn-diagram az ábrán látható.

b) A -ba eső elemek összege 23, B -be 16, C -be 21.



5022 a) $0,6x - 8 + 8 + 0,8x - 8 = x,$

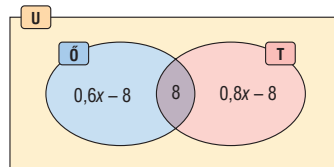
$$1,4x - 8 = x,$$

$$0,4x = 8,$$

$$x = 20.$$

20 fő dolgozik a Kiskunsági Nemzeti Parkban.

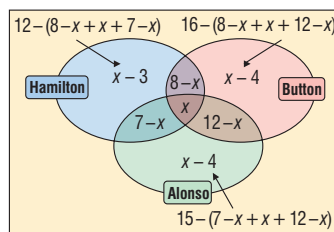
b) $|\tilde{O} \setminus T| = 4$ fő.



5023 a) $x - 3 + 8 - x + x + 7 - x + 12 - x + x - 4 + x - 4 = 20,$
 $4 = x.$

4 tanuló gyűjtött eddig mindhárom versenyzőtől dedikált emléket.

b) 0 fő. Nekik már vagy mindhárom versenyzőtől, vagy a másik két említett egyikétől van autogramja.





- 5024** A szöveg szerint a törpéken kívül még $5 \cdot 7 = 35$ fő jött el a mulatságra, azaz bányászok összesen 42-en voltak. A szita-formula így alakul, ha x -szel a narancssárga sapkás telepvezető vájárok számát jelöljük:

$$42 = 21 + 21 + 20 - (7 + 7 + 6) + x.$$

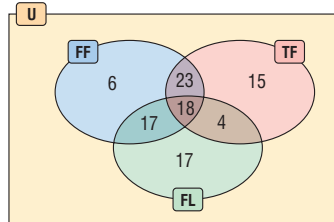
Innen $x = 0$. Tehát ilyen bányász nem vett részt a bulin.

- 5025** a) Alkalmazzuk a szita-formulát. A számba vett kutyák száma 100, hiszen egy megszökött:

$$100 = 64 + 60 + 56 - (41 + 22 + 35) + x,$$

ahol x jelöli a hármas metszet elemszámát. Innen $x = 18$.

- b) Belülről kifelé haladva töltjük ki az elemszámokkal a Venn-diagrammot, amelyből leolvasható a kért érték: 17 ilyen kutya van. (Az elmenekült jószágáról nincs információnk.)



- 5026** a) Lehetséges, hogy senki sem kért egyszerre mindkét ételfajtából (0). Maximum pedig a kisebb elemszámú halmaz elemszámával egyenlő lehet a számuk (8). Tehát 0 és 8 közötti a számuk.
b) Ha senki sem kérte együtt a levest és a főételt, akkor $8 + 10 = 18$ fő ült asztalhoz. Ha minden levest evő rendelt főételt is, akkor $8 + 10 - 8 = 10$ fő ült le ebédelni a panzióban.

- 5027** $|C| = 13$. A szöveg alapján ismertek a következők:

$$|A| = 14, \quad |B| = 9, \quad |A \cap C| = 7, \quad |A \cap B| = 6, \quad |B \cap C| = 4,$$

$$|A \cap B \cap C| = 2, \quad |\overline{A \cup B \cup C}| = 3.$$

Írjuk fel a logikai szita-formulát az alaphalmazra kiegészítve:

$$|U| = |A \cup B \cup C| + |\overline{A \cup B \cup C}| = |A| + |B| + |C| - |A \cap C| - |A \cap B| - |B \cap C| + |A \cap B \cap C| + |\overline{A \cup B \cup C}| = 13 + 14 + 9 - 7 - 6 - 4 + 2 + 3 = 24.$$

- 5028** a) Helyettesítsünk be $x = 1$ -et: $\frac{1}{10} + \frac{2}{5} = \frac{5}{10} < 1$. Nem megoldás az $x = 1$.

- b) Találgatás helyett oldjuk meg a feladatot. A közös nevező $2x + 8$, átrendezve a $\frac{x-6}{2x+8} \geq 0$ törtet kapjuk. Egy tört akkor nemnegatív, ha számlálójának és nevezőjének azonos az előjele (a számlálója lehet nulla is). Ez két esetben lehetséges:

$$x - 6 \geq 0 \quad (x \geq 6) \quad \text{és} \quad 2x + 8 > 0 \quad (x > -4), \quad \text{ekkor a megoldás } x \geq 6;$$

$$x - 6 \leq 0 \quad (x \leq 6) \quad \text{és} \quad 2x + 8 < 0 \quad (x < -4), \quad \text{ekkor a megoldás } x < -4.$$

Ebből látható, hogy a legkisebb pozitív megoldás az $x = 6$. Legnagyobb negatív megoldás nincs.

- c) A páros számlálójú törtek egyszerűsíthetők, így nem valódiak. A törtek a $[4, 6[$ -ból valók:

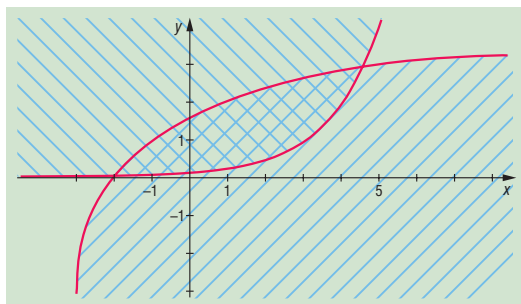
$$\pm \frac{7}{2}, \pm \frac{5}{2}, \pm \frac{3}{2}, \pm \frac{1}{2}, \frac{9}{2}, \frac{11}{2}.$$

- 5029** Rajzoljuk meg a transzformált függvényeket közös koordináta-rendszerben.

a) $L = \text{///};$

b) $M = \text{\\};$

c) $L \cap M = \text{XXX}.$





5030 Képzeljünk el egy táblázatot, melynek felső sorában felsoroljuk az U halmaz elemeit, első oszlopában pedig a feladat A_1, A_2, \dots, A_n halmazait. Az adott elem oszlopának és az adott halmaz sorának metszetében egy X -szel jelöljük, hogy az elem beletartozik a halmazba.

Úgy kell elhelyeznünk az X jeleket, hogy pl. az A_1, A_2, \dots, A_{n-1} halmazok mindegyikében szerepeljen az n elem. Ugyanakkor $A_1, A_2, \dots, A_{n-2}, A_n$ halmazok mindegyikének eleme legyen $(n-1)$, továbbá $A_1, A_2, \dots, A_{n-3}, A_{n-1}, A_n$ halmazoknak eleme legyen $(n-2)$ stb. Így tulajdonképpen ismerjük az A_1 halmaz elemeit. Minden U -beli elem eleme, csak az 1 nem: $A_1 = \{2; 3; \dots, n\}$.

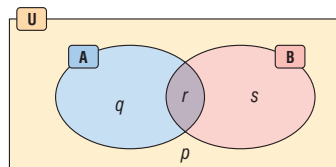
Hasonlóan adódik ez így a többi halmazra is.

Halmaz\Elem	1	2	3	...	$n-2$	$n-1$	n
A_1		X	X		X	X	X
A_2	X		X		X	X	X
...							
A_{n-1}	X	X	X		X		X
A_n	X	X	X		X	X	

5031 Tekintsük a halmazábrát.

Írjuk fel a megadott feltételeket p, q, r, s segítségével.

$$\left. \begin{aligned} 2(q+r) &= p+q+r+s \\ 3r &= r+s \\ 10(q+r+s) &= 9(p+q+r+s) \end{aligned} \right\}$$



Ez négy ismeretlen, de csak három egyenlet. Nem tudjuk egyértelműen megoldani, de azért próbáljuk meg. Alakítsuk át az egyenleteket, a középsőből már ki van fejezve s .

$$\left. \begin{aligned} q+r &= p+s \\ 2r &= s \\ q+r+s &= 9p \end{aligned} \right\} \quad \left. \begin{aligned} q &= p+r \\ q+3r &= 9p \end{aligned} \right\}$$

A q ismeretlen is ki van már fejezve az első egyenletből:

$$p+4r=9p,$$

ahonnan $r=2p$. Ekkor viszont $q=3p$, $s=4p$. Mivel A, B, U egyike sem üres, a legkisebb pozitív szám, amit p helyére helyettesíthetünk, $p=1$. Így $|A|=5$, $|B|=6$, $|U|=10$.

5032 a) Gondoljuk meg, hogy bármely J_i halmaznak eleme a 0, de minden más elemről ki lehet mutatni, hogy előbb-utóbb már nem esnek az intervallumokba: $J_1 \cap J_2 \cap J_3 \cap \dots = \{0\}$.

Ugyanis tételezzük fel, hogy valamely i -re p ($p > 0$) $\in J_i$. Bármely pozitív p -hez találunk olyan m pozitív egész értéket, amelyre $\frac{1}{m} \leq p$. Ha $n > m$, akkor $p \notin J_n$. Hasonló a meggondolás, ha $p < 0$.

b) Az I_n sorozat összes eleméből alkotott metszetnek nincs közös eleme.

c) Először is $J_n \setminus I_n = \left] -\frac{1}{n}; 0 \right]$. Ezen halmazoknak egyetlen közös eleme a 0, azonban más ilyen elem nincs. Ezért $J_1 \setminus I_1 \cap J_2 \setminus I_2 \cap J_3 \setminus I_3 \cap \dots = \{0\}$.



Kijelentések, események – megoldások

- 5033** a) $A + B =$ Szép idő lesz vagy kirándulni megyek. $A \cdot B =$ Szép idő lesz és kirándulni megyek.
 b) $\bar{A} \cdot B$.
 c) Bármilyen, ugyanis szép idő esetén egyszerűen teljesült az implikáció. Rossz idő esetére pedig nem állítottam semmit, tehát bármit csinálhatok – kirándulhatok is – szószerzés vétsége nélkül.
- 5034** a) $|A| = 10$, $|B| = 6$, $|C| = 4$.
 b) $A \cdot B = \{6; 12; 18\} =$ hattal osztható számok;
 $B + C = \{3; 5; 6; 9; 10; 12; 15; 18; 20\} =$ hárommal vagy ötten osztható számok;
 $\bar{A} \cdot C = \{5; 15\} =$ ötten osztható páratlan számok.
 c) $D = \{5\} =$ (olyan páratlan szám, ami hárommal nem, de ötten osztható) $= \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C$.
- 5035** a) $A + B + C = \{2; 4; 6; 8\}$, $A \cdot B \cdot C = A \cdot B \cdot \bar{C} = \bar{A} \cdot B \cdot C = A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} = \emptyset$, $B \cdot \bar{A} \cdot \bar{C} = \{6\}$.
 b) $\{10\} = \overline{A + B + C}$.
- 5036** A helyesen kitöltött táblázat:
- | | A | B | C | D |
|--------------|---|---|---|---|
| Kijelentés | H | I | I | H |
| Megfordítása | I | H | I | H |
- 5037** a) Igen. A „minden ember fenség” egy következtetés: Ha ember vagyok, akkor fenség vagyok. A második kijelentés szerint ember vagyok, így a feltétel teljesül. Amiből valóban következik, hogy fenség vagyok.
 b) Nem. Példaként építsünk nádfedelet egy tízemeletes házra. Nyilván ez az épület nádfedeles, de nem tanya.
- 5038** a) Tagadás: Van olyan deltoid, amelynek átlói nem merőlegesek egymásra. Ilyen deltoid nincs, tehát az állítás igaz, a tagadás hamis.
 b) Tagadás: Bármely háromszög legkisebb szöge legfeljebb 60° -os. Ez igaz, a háromszög legkisebb szöge nem lehet nagyobb, mint 60° . Ugyanis az állítás igazságát feltételezve:

$$60^\circ < \alpha < \beta < \gamma, \text{ így } 180^\circ = 3 \cdot 60^\circ < \alpha + \beta + \gamma,$$
 ami (legalábbis az euklideszi geometriai rendszerben) nem igaz, hiszen $\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$. Tehát az állítás hamis, a tagadás igaz.
 c) Tagadás: Van olyan hattal osztható szám, amely nem osztható kilenccel. A tagadás igaz, például maga a 6 ilyen szám. Az állítás hamis.
 d) Tagadás: Bármely pozitív egész prímtényezőző felbontásában szerepel a 17. Az állítás igaz, a tagadás hamis.
 e) Tagadás: Volt olyan törpe, aki magasabb volt Hófehérkénél. Bár nem tudjuk pontosan a történelmi igazságot, feltételezzük, hogy minden törpe jóval alacsonyabb volt az illető hölgnél. Tehát az állítás igaz, a tagadás hamis.
 f) Tagadás: Van alkalom, hogy leírom azt: soha. Aki ezt a feladatot írásban megoldja, arra a tagadás biztosan teljesül. (Nagy valószínűséggel a többiekre is.)
 g) Az állítás tagadását úgy tudjuk meggondolni, ha átfoglalmazzuk: A 7-nek minden hatványa osztható 3-mal. Így már világos a tagadás: Van olyan szám, amely 7-nek hatványa és nem osztható 3-mal. Utóbbi kijelentés igaz (pl. 49) és az állítás hamis.



h) Először értelmezzük az eredeti mondatot.

Adjunk meg egy pozitív α szöget (pl. $\alpha = 1^\circ$) és vizsgáljuk meg, mely szabályos sokszögek külső szögei kisebbek α -nál.

Bármely konvex n -szög belső szögeinek összege $(n-2) \cdot 180^\circ$. A szabályos n -szög egy belső szögének nagysága: $\frac{(n-2) \cdot 180^\circ}{n}$. A külső szög mértéke $180^\circ - \frac{(n-2) \cdot 180^\circ}{n} = \frac{360^\circ}{n}$.

Ha most azt akarjuk, hogy ez a szám 1° -nál kisebb legyen, akkor legyen $n > 360$. Tehát pl. a 361 oldalú szabályos sokszög minden külső szöge kisebb, mint 1° . (Az $n = 360$ még éppen nem megfelelő, hiszen az állítás teljesüléséhez szigorúan kisebb kell.)

Hasonlóan általában: ha $\frac{360^\circ}{n} < \alpha$, akkor $n > \frac{360^\circ}{\alpha}$. Így biztosan tudunk bármely szöghöz

olyan n egész számot mondani, amelynél több oldalú sokszögek külső szögei kisebbek, mint a megadott szög. Tehát az állítás igaz.

Tagadás: Létezik olyan α ($\alpha > 0$) szög, amelyhez bárhogy is adunk meg pozitív egész n -t, van olyan n -nél több csúcsú szabályos sokszög, melynek külső szöge nagyobb vagy egyenlő, mint α .

Mivel az állítás igaz, a tagadás hamis.

Kombinatorika – megoldások

5039 $5! = 120$.

5040 $4! = 24$.

5041 $2 \cdot 4! - 1 = 47$.

5042 $6 \cdot 2 \cdot 3! = 5! - 2 \cdot 4! = 72$.

5043 $6! = 720$.

5044 $3 \cdot 2 = 6$.

5045 $4 \cdot 5^3 = 500$ közül $4 \cdot 5^2 = 100$ osztható 5-tel.

5046 $6^3 \cdot 9 = 1944$.

5047 $5 \cdot 4 \cdot 3 = \frac{5!}{(5-3)!} = 60$.

5048 $\frac{30!}{(30-5)!} = 17100720$.

5049 $\binom{7}{3} = 35$.

5050 $\binom{11}{2} = 55$.

5051 $\frac{12!}{7! \cdot 4! \cdot 1!} = 3960$.



5052 $\frac{5!}{3! \cdot 2!} = 10.$

5053 a) $5! = 120;$ b) $5! \cdot 2^5 = 3840;$ c) $10! = 3\,628\,800.$

5054 a) $8! = 40\,320;$ b) $\binom{90}{8} \cdot 8! \approx 3,13 \cdot 10^{15}.$

5055 $\frac{24!}{8! \cdot 8! \cdot 8!} = 9465511770.$

5056 a) $\frac{20!}{5! \cdot 6! \cdot 7! \cdot 2!} = 2793510720.$

b) A nevező csökken: $5! \cdot 6! \cdot 7! \cdot 2! > 5! \cdot 5! \cdot 6! \cdot 4!$

Így az érték nő $\frac{5! \cdot 6! \cdot 7! \cdot 2!}{5! \cdot 5! \cdot 6! \cdot 4!} = \frac{42}{12} = 3,5$ -szeresére.

5057 $\frac{12!}{(12-7)!} = 3991680.$

5058 a) $\frac{20!}{(20-12)!} \approx 6 \cdot 10^{13};$ b) $3 \cdot \frac{19!}{(19-11)!} \approx 9 \cdot 10^{12}.$

5059 $\frac{4^{11}}{8 \cdot 365 \cdot 1000} \approx 1,44.$

5060 a) $10^6 = 1\,000\,000;$ b) $3^6 = 729;$ c) $3^4 \cdot 4^2 = 1296;$

d) $\binom{6}{4} \cdot 3^4 \cdot 4^2 = 19440.$

5061 $(2-a)^5 = \binom{5}{0} \cdot 2^5 \cdot a^0 - \binom{5}{1} \cdot 2^4 \cdot a^1 + \binom{5}{2} \cdot 2^3 \cdot a^2 - \binom{5}{3} \cdot 2^2 \cdot a^3 + \binom{5}{4} \cdot 2^1 \cdot a^4 - \binom{5}{5} \cdot 2^0 \cdot a^5 =$
 $= 32 - 80 \cdot a + 80 \cdot a^2 - 40 \cdot a^3 + 10 \cdot a^4 - a^5.$

5062 Csoportosítsuk az utakat a hosszuk szerint.

a) Bármerre is megyünk az A-ból, minden út 3 hosszú, és összesen $4 \cdot 3 \cdot 3 = 36$ darab van belőle.

b) A közvetlen levelekbe 1 hosszú út visz, ebből 3 van. A következő legközelebbi levelek 3 hosszú úton érhetők el, ebből van $2 \cdot 3 = 6$. A legtávolabbi levelek 5 élre vannak, hozzájuk $3 \cdot 3 \cdot 3 = 27$ -féleképpen juthatunk el.

c) Ebből a pontból 2, 4 vagy 6 „élnyire” találunk leveleket, rendre 2 , $2 \cdot 3 = 6$ és $3 \cdot 3 \cdot 3 = 27$ úton érhetjük el őket.

5063 A számokat az 1, 2, 3, 5, 7, 9 jegyekből állíthatjuk össze.

a) A jegyek csak úgy növekedhetnek, ha a fenti sorban írjuk őket, és az egyik számot elhagyjuk. Összesen 6 ilyen szám van.

b) Két nem prím szám van a felsoroltak között, az 1 és a 9. Kössük őket egybe, mostantól kezeljük az 19-et egyetlen számjegynek. Így 5 jegyből kell 4-jegyű számot kreálni, ráadásul úgy, hogy az 19 biztosan benne legyen. Ezt 4 helyre írhatjuk, a többi 3 helyre 4, 3, 2-féle jegyet tehetünk a maradékból. Végül az 1-et és 9-et megcserélhetjük. Tehát a lehetőségek száma $4 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 = 192.$

c) A fentiek közül minden 2-re végződő szám osztható 4-gyel. Azaz $5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 = 120.$



- 5064** a) Ekkor nagyon egyszerű dolgunk van, hiszen a 4 közül bármelyik helyre bármelyik karaktert írhatjuk a 15 lehetőségből: $15^4 = 50\,625$.
- b) Vegyük az ellentétes esetet, amikor nincsenek betűk, csak az 5 számjegy szerepelhet: 5^4 . Ezt kell kivonnunk az összes lehetőségből: $15^4 - 5^4 = 50\,000$.
- c) Ebben az esetben egyszerűen az történik, hogy megduplázzuk a betűk számát. Azaz nem 15, hanem 25 lehetőségből választhatunk egy-egy karaktert. Az eredmény $25^4 = 390\,625$.

5065 Az adott függvény értékkészlete három érték: 0, 1 és (-1) .

- a) A három érték mindegyike szerepelhet a négy hely bármelyikén: 3^4 .
- b) Tételezzük fel, hogy a 0 szerepel kétszer, az 1 és a (-1) csupán egyszer-egyszer. A lehetőségek száma ekkor $\frac{4!}{2! \cdot 1! \cdot 1!}$. Mivel a három érték mindegyike előfordulhat kétszer a négy helyen, ezért az eredményt meg kell szoroznunk 3-mal: $3 \cdot \frac{4!}{2! \cdot 1! \cdot 1!} = 36$.
- c) A szinuszfüggvényre hagyatkozva négy helyből kettőn szerepel 0, de egymás mellett nem lehetnek. Négy lehetőségünk van:
- 0, 1, 0, (-1) ; 0, (-1) , 0, 1; 1, 0, (-1) , 0; (-1) , 0, 1, 0.

5066 a) Ha sorba mentek a tanárok képein, akkor

$$22 \cdot 21 \cdot \dots \cdot 11 = \frac{22!}{(22-12)!} \text{-féleképpen}$$

választhattak közülük.

- b) A 14 lány mellé 8 fiúnak kellett az osztályba járnia, és a 6 férfi tanár mellett 6 nő kolléga került a táblóra. Az előző rész alapján a keresett érték:

$$\frac{14!}{(14-6)!} \cdot \frac{8!}{(8-6)!} = 4,36 \cdot 10^{10}.$$

- c) Most csak az érdekel minket, melyik tanár melyik három diákot választotta. Képzeljük úgy, hogy a tanárok sorban egymás után a tortához mennek és kiválasztanak 3-3, illetve 2-2 szeletet. Ezt összesen

$$\binom{22}{3} \cdot \binom{19}{3} \cdot \binom{16}{3} \cdot \binom{13}{3} \cdot \binom{10}{3} \cdot \binom{7}{3} \cdot \binom{4}{2} \cdot \binom{2}{2} \approx 6 \cdot 10^{15}$$

különböző módon tehetik meg.

5067 Az 500-as készlet 30%-a, azaz 150 darab plüssmaci selejtes. Jó közülük $500 - 150 = 350$ darab.

- a) Ha nincs köztük selejtes, akkor mind a 20-at a jó macik közül sikerült kiválasztani $\binom{350}{20}$ -féle képp.
- b) A két selejtet 150 darabból, a 18 jót 350 közül választhatták az ellenőrök $\binom{150}{2} \cdot \binom{350}{18}$ különböző módon.
- c) Ha legalább három selejt van, akkor lehet 3, 4, ..., 20 is. Ez elég sok eset, térjünk át a komplementer halmazra: nézzük azt, amikor csak 0, 1 vagy 2 selejt van a kiválasztott mintában. Ezt kell kivonnunk az összes lehetséges választások számából, $\binom{500}{20}$ -ból. Az eredmény:

$$\binom{500}{20} - \binom{150}{0} \cdot \binom{350}{20} - \binom{150}{1} \cdot \binom{350}{19} - \binom{150}{2} \cdot \binom{350}{18}.$$



5068 a) Miután bárki bármikor felelhet, akár az is előfordulhat, hogy ugyanaz az óráról órára készülő diák felel 10-szer: 21^{10} a lehetőségek száma.

b) A feleletek időrendben követik egymást, így először is ki kell választanunk a 10-ből azt a 4 feleletet, amelyet a nem készülő diákoktól hallunk. Ezt $\binom{10}{4}$ módon tehetjük meg. A 4 rossz feleletet 9 fő produkálhatja, a 6 szépet pedig 21. Azaz az eredmény:

$$\binom{10}{4} \cdot 9^4 \cdot 21^6.$$

c) „Legfeljebb hétszer” jelentése 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 alkalommal. Ilyen sok eseményt nem szerencsés elkezdni összeírni, térjünk át a komplementerre: 8, 9, 10 gyenge felelőnk van. Utóbbi eset 9^{10} , előbbieket pedig b) esethez hasonlóan adódnak: $\binom{10}{9} \cdot 9^9 \cdot 21^1$ és $\binom{10}{8} \cdot 9^8 \cdot 21^2$. Ki kell vonnunk az összes esetből, azaz ha bárki akárhányszor felelhet: 30^{10} -ből.

$$30^{10} - 9^{10} - \binom{10}{9} \cdot 9^9 \cdot 21^1 + \binom{10}{8} \cdot 9^8 \cdot 21^2.$$

5069 a) Két szoknyát, inget és kabátot $\binom{5}{2}$, $\binom{8}{2}$, $\binom{4}{2}$ -féle módon választhat Eszti. Minden ruhafélét kétféleképpen adhat a babákra: vagy az egyikre, vagy a másikra adja:

$$\binom{5}{2} \cdot \binom{8}{2} \cdot \binom{4}{2} \cdot 2^3 = 13440.$$

b) Állítsuk sorba a babákat, legyen egy A , egy B és egy C baba. Először is Eszti kiválaszt három szoknyát, három inget és három kabátot. Ezeket $\binom{5}{3}$, $\binom{8}{3}$, $\binom{4}{3}$ -féleképpen veheti ki. Sorba rakva a három szoknyát, az A , B , C babákkal $3! = 6$ -féleképp párosíthatja őket. Hasonló a helyzet a többi ruhafélével is. Az eredmény:

$$\binom{5}{3} \cdot \binom{8}{3} \cdot \binom{4}{3} \cdot (3!)^3 = 483\,840.$$

5070 a) Ha bármelyik jelentkező reklámfilmbe kerülhet, akkor $58 + 42 = 100$ főből választunk 12-t:

$$\binom{100}{12} \approx 10^{15}.$$

b) A lányok közül kell kiválasztanunk 7-et és a fiúk közül 5-öt:

$$\binom{58}{7} \cdot \binom{42}{5} \approx 2,56 \cdot 10^{14}.$$

c) Ha párban szerepel egy fiú és egy lány, akkor mindkét nemből ugyanannyi szereplő van, azaz 6. Az eredmény:

$$\binom{58}{6} \cdot \binom{42}{6} \approx 2,12 \cdot 10^{14}.$$

d) Ha hármasával mutatják be a jelentkezőket, akkor 4 filmet fognak készíteni. Így vagy 4 fiú és 0 lánycsapat lesz, vagy 3 és 1, vagy 2 és 2, 3 és 1, 4 és 0. Az egyes eseteket az előzőkhöz hasonlóan számítjuk, de végül össze kell őket adnunk:

$$\binom{58}{12} \cdot \binom{42}{0} + \binom{58}{9} \cdot \binom{42}{3} + \binom{58}{6} \cdot \binom{42}{6} + \binom{58}{3} \cdot \binom{42}{9} + \binom{58}{0} \cdot \binom{42}{12} \approx 3,49 \cdot 10^{14}.$$



- 5071** Téma szerint rendezni a könyveket $\frac{(15+n)!}{13! \cdot 2! \cdot n!} = 406980$ -féle módon lehet. Egyszerűsítsünk, majd szorozzunk fel a maradék nevezővel:

$$14 \cdot 15 \cdot \dots \cdot (15+n) = 813960 \cdot n!$$

Egyszerűsítsünk újra $14 \cdot 15$ -tel:

$$16 \cdot 17 \cdot \dots \cdot (15+n) = 3876 \cdot n!$$

Mindkét oldalon szorzatok szerepelnek, bontsuk fel a 3876-ot prímtényezőkre: $3876 = 2^2 \cdot 3 \cdot 17 \cdot 19$.

$$16 \cdot 17 \cdot \dots \cdot (15+n) = 2^2 \cdot 3 \cdot 17 \cdot 19 \cdot n!$$

Hogy a $16 = 2^4$ -t megkapjuk, $n > 3$ kell legyen. Ugyanakkor a bal oldalon is szerepelnie kell a 19 prímmnek, ez éppen $15 + 4$. Ellenőrizzük le, valóban $16 \cdot 17 \cdot 18 \cdot 19 = 3876 \cdot 24$.

Tehát 4 Távol-Keletről szóló regényt kap Jani.

- 5072** Páratlan jegyek az 1, 3, 5, 7 és 9. Mivel hárommal osztható számokat keresünk, megkönnyíti az esetek összegyűjtését, ha nem a számokkal, hanem a 3-mal vett osztási maradékaikkal számolunk. Ezek sorban: 1, 0, 2, 1, 0.

a) Ha minden szám különböző kell legyen, akkor a négy maradék között csak egy 2-es, legfeljebb két 1-es és legfeljebb két 0 lehet. (Például 0-0-0-0 vagy 1-1-1-0 nem lehet.) A 2-es maradéknak mindenképpen szerepelnie kell, hiszen a 0-0-1-1 nem osztható 3-mal. A 2 mellé tenni kell 1-et is, a maradék kettő helyen viszont csak 0 maradék lehet. Tehát azt kell összeszámolni, hány esetet írhatunk fel a 0-0-1-2 maradékokból. A 3, 9 és 5 biztosan a számjegyek közé kerül. 1 maradékot adhat az 1 és a 7 is, itt tehát választhatunk. Vagyis ezen számok száma $2 \cdot 4! = 48$.

b) Az előző gondolatot folytatva: öt lehetőségünk van a maradékokat felírni úgy, hogy a szám osztható legyen 3-mal: 0-0-0-0, 0-0-1-2, 0-1-1-1, 0-2-2-2, 1-1-2-2. Nézzük sorban az öt esetet.

0-0-0-0: Minden helyre két számjegyet, 3-at vagy 9-et írhatunk, ez $2^4 = 16$ lehetőséget jelent.

0-0-1-2: A 0 maradékok helyére a 3 vagy a 9, az 1 helyére az 1 vagy a 7 kerülhet. A 2 maradék

fixen az 5 számjegyet jelenti. A maradékokat egymás között $\frac{4!}{2! \cdot 1! \cdot 1!} = 12$ -féleképpen permutálhatjuk. Azon belül $2^2 \cdot 2 = 8$ lehetőség van a számjegyek beírására. Összesen $12 \cdot 8 = 96$.

0-1-1-1: A 0 maradék (3 vagy 9) négy helyre kerülhet (az 1 helyére továbbra is 1 vagy 7 kerül).

Ezért a lehetőségek száma ebben az esetben $4 \cdot 2^4 = 64$.

0-2-2-2: A 0 megint négy helyen állhat (3 vagy 9), a 2 helyére csak 5-öt írhatunk. Így $4 \cdot 2 = 8$ ilyen esetünk van.

1-1-2-2: A maradékokat $\frac{4!}{2! \cdot 2!} = 6$ -féleképpen írhatjuk fel. A lehetőségek száma $6 \cdot 2^2 = 24$.

A kérdésre a válasz a fenti esetek összege: $16 + 96 + 64 + 8 + 24 = 208$.

- 5073** a) Jelölje a három szobát A , B , C . Mivel megkülönböztetjük őket, nem mindegy, hogy az A -ban vannak 6-an, B -ben 2-en és C -ben senki, vagy A -ban senki, B -ben 6-an és C -ben 2-en. A legyszerűbb, ha az A -ban levők száma alapján írjuk össze a lehetőségeket.

A	6	6	6	5	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0		
B	2	1	0	3	2	1	0	4	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0	6	5	4	3	2	1	0	6	5	4	3	2	1	6	5	4	3	2
C	0	1	2	0	1	2	3	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6

Ez harminchat lehetőség.



- b) Most csak azt kell összeszámolnunk, a 8-at hányféleképp bonthatjuk három, hatnál nem nagyobb nemnegatív egész összegére.

$$\begin{aligned} 8 &= 6 + 2 + 0 = 6 + 1 + 1 = 5 + 3 + 0 = 5 + 2 + 1 = 4 + 4 + 0 = \\ &= 4 + 3 + 1 = 4 + 2 + 2 = 3 + 3 + 2 \end{aligned}$$

Ez nyolc lehetőség.

Megjegyzés. Az a) és b) kérdést megválaszolhatjuk az alapján is, ha észrevevessük: a három különböző számot tartalmazó (pl. 6-2-0) formák $3! = 6$ helyen fordulnak elő, a két különbözőt tartalmazókat 3 helyen találjuk meg (pl. 6-1-1), míg három egyforma nem lehet. Mindkét típusból van 4 összeg, amely kiadja az összesen $24 + 12 = 36$ oszlopot.

- c) Az előző kérdésben tárgyalt esetekből indulunk ki.

Például az 5-2-1 esetben a nyolc főből ki kell választanunk ötöt az egyik, a még ágy nélkül maradt három főből kettőt a másik szobába. A harmadik szobába maradt egy fő már nem változtat a lehetőségek számán. Az összes esetet tekintve a lehetőségek száma:

$$\begin{aligned} &\binom{8}{6} \cdot \binom{2}{2} \cdot \binom{0}{0} + \binom{8}{6} \cdot \binom{2}{1} \cdot \binom{1}{1} + \binom{8}{5} \cdot \binom{3}{3} \cdot \binom{0}{0} + \binom{8}{5} \cdot \binom{3}{2} \cdot \binom{1}{1} + \\ &+ \binom{8}{4} \cdot \binom{4}{4} \cdot \binom{0}{0} + \binom{8}{4} \cdot \binom{4}{3} \cdot \binom{1}{1} + \binom{8}{4} \cdot \binom{4}{2} \cdot \binom{2}{2} + \binom{8}{3} \cdot \binom{5}{3} \cdot \binom{2}{2} = \\ &= 28 + 56 + 56 + 168 + 70 + 280 + 420 + 560 = 1638. \end{aligned}$$

- d) Ha megkülönböztetjük a személyeket és a szobákat is, akkor az a) részben felírt táblázatot kell segítségül hívnunk. Azonban nem írjuk fel mind a 36 lehetőséget!

Vegyük észre, hogy bármelyik esetet tekintjük is, az egyszerűsítések miatt felírható ismétléses permutációként. Pl. a 4-3-1:

$$\binom{8}{4} \cdot \binom{4}{3} \cdot \binom{1}{1} = \frac{8!}{4! \cdot 4!} \cdot \frac{4!}{3! \cdot 1!} \cdot \frac{1!}{1! \cdot 0!} = \frac{8!}{4! \cdot 3! \cdot 1!}.$$

Mivel nem számít a 4-3-1 sorrend, így a c) esetből és a megjegyzésben említett különböző sorrendekből megadhatjuk a megoldást:

$$\begin{aligned} &3! \cdot \binom{8}{6} \cdot \binom{2}{2} \cdot \binom{0}{0} + 3! \cdot \binom{8}{6} \cdot \binom{2}{1} \cdot \binom{1}{1} + 3! \cdot \binom{8}{5} \cdot \binom{3}{3} \cdot \binom{0}{0} + 3! \cdot \binom{8}{5} \cdot \binom{3}{2} \cdot \binom{1}{1} + \\ &+ 3! \cdot \binom{8}{4} \cdot \binom{4}{4} \cdot \binom{0}{0} + 3! \cdot \binom{8}{4} \cdot \binom{4}{3} \cdot \binom{1}{1} + 3! \cdot \binom{8}{4} \cdot \binom{4}{2} \cdot \binom{2}{2} + 3! \cdot \binom{8}{3} \cdot \binom{5}{3} \cdot \binom{2}{2} = \\ &= 3! \cdot (28 + 56 + 168 + 280) + 3! \cdot (56 + 70 + 420 + 560) = 6510. \end{aligned}$$

- 5074** a) Képzeld el, ahogyan sorban sétálnak el a hat szoba mellett és véletlenszerűen kiválasztják a szobák lakóit. A megoldás ekkor:

$$\binom{23}{8} \cdot \binom{15}{4} \cdot \binom{11}{3} \cdot \binom{8}{3} \cdot \binom{5}{3} \cdot \binom{2}{2}.$$

Ha úgy képzeljük el a dolgot, hogy a diákokat sorba állítjuk és minden szobának készítünk egy címkét annyi példányban, ahány fő befogadására képes, akkor a megoldás:

$$\frac{23!}{8! \cdot 4! \cdot (3!)^3 \cdot 2!}$$

A két érték természetesen egyenlő. (Ezt beláthatjuk, ha kifejtjük az első formában felírtakat, majd elvégezzük az egyszerűsítéseket.)



- b) Amennyiben az egyes szobákon belül megkülönböztetjük az ágyakat, akkor az első szobába betérő 8 diák $8!$, a 4 ágyasba betérők $4!$ stb. különböző módon oszthatnak. Tehát a megoldás:

$$\frac{23!}{8! \cdot 4! \cdot (3!)^3 \cdot 2!} \cdot 8! \cdot 4! \cdot (3!)^3 \cdot 2! = 23!$$

- c) A 10 lány mellé nem kerülhetnek fiúk, így nekik külön szobák járnak. Kétféleképpen felelhetünk meg ezen feltételnek. Vagy a 8 és a 2 ágyas szoba a lányoké, vagy két 3 és a 4 ágyas.

Ha az első verzió valósul meg, akkor a lányok $\frac{10!}{8! \cdot 2!}$ módon költözhetnek be. Ha a második, akkor $\frac{10!}{4! \cdot 3! \cdot 3!}$. A fiúk az első lehetőség esetén $\frac{13!}{4! \cdot (3!)^3}$, a második esetben $\frac{13!}{8! \cdot 3! \cdot 2!}$ különböző úton foglalhatják el a szobákat. Az összesített eredmény:

$$\frac{10!}{8! \cdot 2!} \cdot \frac{13!}{4! \cdot (3!)^3} + \frac{10!}{4! \cdot 3! \cdot 3!} \cdot \frac{13!}{8! \cdot 3! \cdot 2!}.$$

Arra nem tértünk ki, hogy a szobákat megkülönböztetjük-e egymástól. Az ágyak számát tekintve biztos. Ha ugyanis különbséget teszünk köztük, akkor a második esetben a lányok háromféleképpen kaphatnak meg három háromágyas szoba közül kettőt (1.-2., 1.-3., 2.-3.).

Az eredmény eképpen módosul:

$$\frac{10!}{8! \cdot 2!} \cdot \frac{13!}{4! \cdot (3!)^3} + 3 \cdot \frac{10!}{4! \cdot 3! \cdot 3!} \cdot \frac{13!}{8! \cdot 3! \cdot 2!}.$$

- d) A b) pont alapján $10! \cdot 13! + 3 \cdot 10! \cdot 13! = 4 \cdot 10! \cdot 13!$ eredményt kapunk az egyszerűsítéseket elvégezve.

Valószínűség-számítás – megoldások

5075 Biztos esemény: az összeg nemnegatív.

Lehetetlen esemény: a szorzat 11-gyel osztható.

5076 a) A komplementere 10 elemi eseményből tevődik össze. Pl.: FFFI vagy IIII.

b) $AB = \{IFFI; IIFF\}$,

$$\overline{A+B} = \{FFFF; FFFI; FFIF; FIFF; IIIF; IFII; FIII; IIII\}.$$

c) Az eseménytér $2^4 = 16$ elemi eseményből áll.

$$P(A) = 0,375; \quad P(AB) = 0,125; \quad P(\overline{A+B}) = 0,5.$$

5077 a) Hétfőn $\frac{8}{10} = 0,8$; kedden $\frac{9}{12} = 0,75$; szerdán $\frac{4}{7} \approx 0,571$; csütörtökön $\frac{15}{18} \approx 0,833$; pénteken pedig ismét $\frac{20}{24} \approx 0,833$.

b) A valószínűséget nem tudjuk pontosan megadni, úgy 0,7–0,8 körül lehet. (A relatív gyakoriságok számtani átlaga 0,75, mediánjuk 0,8.)

5078 a) $P = 0,15$; b) $P = 0,15^5 \approx 0,000076$.

5079 $\frac{1}{10} = 0,1$.



$$5080 \quad \frac{3}{10} = 0,3.$$

$$5081 \quad \frac{1}{6}.$$

$$5082 \quad \frac{2}{5!} = \frac{1}{60}.$$

$$5083 \quad 0,35.$$

$$5084 \quad \frac{7}{12}.$$

$$5085 \quad \frac{25}{30} = \frac{5}{6}.$$

$$5086 \quad \frac{2}{17}.$$

$$5087 \quad \frac{120^\circ}{360^\circ} = \frac{1}{3}.$$

$$5088 \quad \frac{1}{7!}.$$

$$5089 \quad \frac{1}{\binom{6}{2}} = \frac{1}{15}.$$

$$5090 \quad \frac{1}{2^5}.$$

$$5091 \quad 1 - \frac{2}{\pi} \approx 0,36.$$

$$5092 \quad 1 - \frac{9 \cdot 8 \cdot 7 \cdot 6}{10 \cdot 9 \cdot 8 \cdot 7} = 0,4.$$

$$5093 \quad \frac{14}{x} = 1 - 0,3 = 0,7; \quad x = 20.$$

$$5094 \quad \frac{10}{10 + x} = 0,4; \quad x = 15.$$

$$5095 \quad \frac{x}{12 + x} = 0,25; \quad x = 4.$$

$$5096 \quad 9.$$

5097 A kedvező esetek száma $6!$, ennyiféleképpen következhet egymás után a kockával dobható hat darab szám.

Az összes esetek száma 6^6 , hiszen bármelyik dobásra bármilyen értéket kaphatunk.

$$P = \frac{6!}{6^6} \approx 0,015.$$



5098 Az első helyre 9, a másodikra 8 és így tovább, a hetedikre 3 lehetőségünk van számjegyet írni.

A kedvező esetek száma $\frac{9!}{(9-2)!}$. Az összes eseteket megkapjuk, ha bármelyik helyre bármelyik számjegyet írhatjuk: 9^7 . Az eredmény:

$$P = \frac{9!}{9^7} \approx 0,000015.$$

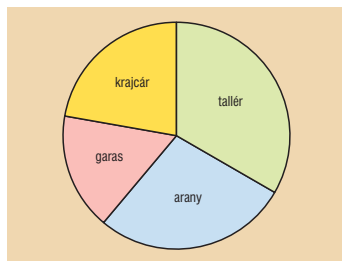
5099 a) $\frac{x}{5+3+4+x} = \frac{1}{3}$, ebből $x = 6$. Az üres cellába 6-ot kell írni.

b) Az összes érmék száma 18, így egy érmére 20° -os középponti szög jut. Azaz az aranyakra 100° , a garasokra 60° , a krajcárakra 80° és a tallérokra 120° .

c) Az azonos értéket egymás között permutálva nem kapunk más elrendezést, így ismétléses permutációt kell számolnunk:

$$\frac{18!}{5! \cdot 3! \cdot 4! \cdot 6!} = 514594080.$$

d) $\frac{6}{18+x} < 0,3$; innen $2 < x$. Ernőnek legalább három Lajos-aranyra kell még szert tennie.



5100 a) 4 € veszteség úgy keletkezhet, ha a játékban nem nyernek semmit. Ez pedig akkor következik be, ha egy fejet és egy írást dobnak. Négy lehetőség van (piros, kék) érme sorrendben: (F; F), (F; I), (F; I), (I; I). Közülük kettő nem fizet semmit, tehát 0,5 valószínűséggel bukják el a játék 4 €-s árát.

b) 4 €-t akkor keresnek, ha a játékban 8 €-t nyernek. Ezt kétféleképpen érhetik el: ha Petra a két érmével (F; F)-et dob és Karola 4-est a kockával; illetve ha Petra két írást dob az érmékkel és Karola 5-öst. Ennek a valószínűsége $\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{6} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{6} = \frac{1}{12}$.

c)

	Piros	Kék	1	2	3	4	5	6
fej	fej	fej	2	4	6	8	10	12
fej	írás	írás	0	0	0	0	0	0
írás	fej	fej	0	0	0	0	0	0
írás	írás	írás	4	5	6	7	8	9

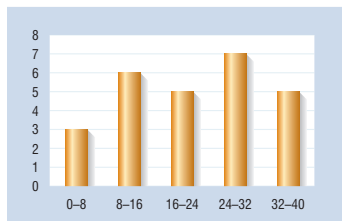
d) A táblázatot átnézve a felső sorban a 6, 8, 10, 12; illetve az alsó sorban az 5, 6, 7, 8, 9 esetek azok, melyekben a lányok többet nyernek, mint a játék 4 €-s ára. Ez kilenc lehetőség, az összes esetek száma pedig 24. Azaz $\frac{9}{24} = \frac{3}{8}$.

5101 a) Az oszlopdiagram az ábrán látható.

b) A tanulók által átlagosan gyűjtött pontok száma:

$$\frac{3 \cdot 4 + 6 \cdot 12,5 + 5 \cdot 20,5 + 7 \cdot 28,5 + 5 \cdot 36,5}{26} \approx 21,9807,$$

tehát kerekítve 22.





- c) Tizenketten írtak jó vagy jeles dolgozatot a 26 főből. A keresett valószínűség $\frac{12}{26}$.
- d) Az osztály tanulói közül $\binom{26}{5}$ -féleképpen lehet kiválasztani öt főt. $\binom{5}{2}$ lehetőségünk van két jeles és $\binom{7}{3}$ jó dolgozatot író tanuló kiválasztására. Az eredmény:

$$P = \frac{\binom{7}{3} \cdot \binom{5}{2}}{\binom{26}{5}} = 0,00532.$$

- 5102** a) Az azonos jegyből álló számok $q = 1$ kvóciensű sorozatok: 111, 222, ..., 999. Ha az első két jegy különböző, akkor a harmadik is. Ilyen szám hat darab van:

124, 139, 248, 421, 842, 931.

A mértani sorozatot alkotó jegyekből álló számok száma tehát 15.

- b) Az előbbiekhöz vegyük hozzá a következőket, illetve a fordítottjukat

123, 135, 147, 159, 234, 246, 258, 345, 357, 369, 456, 468, 567, 579, 678, 789.

A fentiekén kívül lehetnek még 0-ra végződő számok is: 210, 420, 630, 840. Így a számtani vagy mértani sorozatot alkotó jegyekből álló háromjegyű számok száma $15 + 2 \cdot 16 + 4 = 51$. Számtani sorozatot pedig $9 + 2 \cdot 16 + 4 = 45$ szám számjegyei alkotnak.

$$P = \frac{45}{51} \approx 0,882.$$

- c) Csupa különböző jegyből álló háromjegyű számok száma $9 \cdot 9 \cdot 8 = 648$ (az első helyre nem írhatunk 0-t, utána azt azonban már igen, de az első helyre írt számot már nem). A különböző, de számtani vagy mértani sorozatot adó jegyekből álló háromjegyű számok száma $51 - 9 = 42$.

$$P = 1 - \frac{42}{648} \approx 0,935.$$

- 5103** a) Ha mindkét fordulóban háromszorozunk 4-es dobással, akkor $10 \text{ €} \cdot 3^2 = 90 \text{ €}$.

- b) Legkevesebb pénzünk akkor lesz, ha minden alkalommal elveszítjük a pénzünk háromnegyedét.

Egy-egy fordulóban ennek valószínűsége $\frac{1}{4}$, így három forduló alatt $\left(\frac{1}{4}\right)^3$.

- c) 10 €-ból 15 € csak úgy keletkezhet, ha egyszer háromszorozunk, egyszer felezünk és egyszer nem történik a pénzzel semmi. Azonban mindegy, hogy melyik történés melyik körben esik meg. A három különböző lehetőséget $3! = 6$ -féleképpen permutálhatjuk. Mivel mindegyik

valószínűsége $\frac{1}{4}$, ezért a kért valószínűség: $P = 6 \cdot \left(\frac{1}{4}\right)^3 = 0,09375$.

- 5104** A „legalább ötször dobunk” végtelen sok esetből áll, foglalkozzunk a komplementerével: ha vagy elsőre, vagy másodikra, harmadikra vagy negyedikre hatost dobunk. Nézzük sorban.

Elsőre dobtunk hatost:

$$P(\text{elsőre hatos}) = \frac{1}{6}.$$

Másodikra úgy dobhatunk hatost, ha elsőre mást dobtunk:

$$P(\text{másodikra hatos}) = \frac{5}{6} \cdot \frac{1}{6}.$$



Harmadikra úgy, ha az első kettő nem hatos volt:

$$P(\text{harmadikra hatos}) = \left(\frac{5}{6}\right)^2 \cdot \frac{1}{6}.$$

Végül negyedekre úgy, ha előtte háromszor nem találtuk el a hatost:

$$P(\text{negyedekre hatos}) = \left(\frac{5}{6}\right)^3 \cdot \frac{1}{6}.$$

A keresett valószínűség ezek összege:

$$P = \frac{1}{6} + \frac{5}{6} \cdot \frac{1}{6} + \left(\frac{5}{6}\right)^2 \cdot \frac{1}{6} + \left(\frac{5}{6}\right)^3 \cdot \frac{1}{6} \approx 0,5177.$$

Tehát annak nagyobb a valószínűsége, hogy az első négy dobásra sikerül a hatos.

5105 a) $P = \frac{\binom{10}{5}}{\binom{25}{5}} \approx 0,0047;$

b) $P = \frac{\binom{15}{5}}{\binom{25}{5}} \approx 0,056;$

c) Figyeljük meg, hogy a csupa epres, csupa meggyes és a vegyes esetek kiadnak minden lehetséges esetet, ráadásul kizárják egymást. Így a vegyes valószínűségét megkapjuk a másik kettő összegének komplementereként:

$$P(\text{vegyesen van epres és meggyes}) = 1 - [P(\text{csak epres}) + P(\text{csak meggyes})] \approx 0,9393.$$

Megjegyzés: Más módon is számolhatunk, összegezve az 1 eper – 4 meggy, 2 eper – 3 meggy, 3 eper – 2 meggy, 4 eper – 1 meggy eseteket.

5106 Alkalmazzuk a valószínűség-számítás szita-formuláját a K : Kati nyer, J : Jani nyer eseményekre. A szöveg alapján $P(K) = 0,6$; $P(J) = 0,5$ és $P(KJ) = 0,25$. Így:

$$P(K + J) = P(K) + P(J) - P(KJ) = 0,6 + 0,5 - 0,25 = 0,85.$$

5107 A dobozban volt 50 zöld és 30 kék gyöngy. Ha legalább kettő kék, akkor lehet 2, 3, 4, 5, 6, 7 vagy 8 kék. Ez elég sok eset, lássuk a komplementerét. Ez csak két eset: 0 vagy 1 kék (és 8 vagy 7 zöld).

Az összes esetek száma mindkét esetben $\binom{6}{4}$. Így a keresett valószínűség:

$$1 - \left(\frac{\binom{30}{0} \cdot \binom{50}{8}}{\binom{80}{8}} + \frac{\binom{30}{1} \cdot \binom{50}{7}}{\binom{80}{8}} \right) \approx 0,88.$$

5108 a) $P = 0,25.$

b) $P = 0,25^3 = 0,015625.$

c) $P = 0,25^2 \cdot 0,75^3 \cdot 0,25 = (0,25 \cdot 0,75)^3 \approx 0,0066.$

d) Sajnos nem tudjuk, melyik négy kérdésre ismeri a helyes választ Károly, így elsőnek ki kell választanunk a hat kérdésből ezt a négyet $\binom{6}{4}$ -féleképp (vagy éppen a kettő rosszat). Tudjuk, hogy minden jó válasznak 0,25 a valószínűsége és minden rossz válasznak 0,75. A négy helyes és kettő helytelen valószínűsége így $0,25^4 \cdot 0,75^2$. Összesen:

$$P(\text{négy jó, kettő rossz}) = \binom{6}{4} \cdot 0,25^4 \cdot 0,75^2 \approx 0,033.$$

Megjegyzés: A feladatban visszatevéses mintavételt alkalmazunk. A „visszatevés” itt azt jelenti, hogy többször adhat jó és rossz választ is Károly.



- 5109** A szabályos háromszög azonos oldalhoz tartozó nevezetes vonalai (súlyvonal, magasság, szögfelező) egybeesnek. Így beírt körének sugara megegyezik a magasság harmadával, amit Pítágorasz tételéből ki tudunk számítani: $m = \sqrt{300}$, $r = \frac{10}{\sqrt{3}}$. A valószínűségek meghatározásához a területeket kell kiszámítanunk: $T_{\Delta} = \frac{20\sqrt{300}}{2} = 100\sqrt{3}$, $T_{\circ} = \frac{100\pi}{3}$.

a) $p = \frac{T_{\circ}}{T_{\Delta}} = \frac{\pi}{3\sqrt{3}} \approx 0,6046$.

- b) Annak a valószínűsége, hogy nem találják el a számlapot, komplementere az előbb kapott értéknek:

$$p = \left(\frac{\pi}{3\sqrt{3}}\right)^2 \cdot \left(1 - \frac{\pi}{3\sqrt{3}}\right) \approx 0,1445.$$

- c) Már mindent tudunk, csak azt nem, hányféleképpen rakhatjuk sorba a kettő lecsúszó és a három ott ragadó dobást:

$$p = \binom{5}{3} \cdot \left(\frac{\pi}{3\sqrt{3}}\right)^3 \cdot \left(1 - \frac{\pi}{3\sqrt{3}}\right)^2 \approx 0,3455.$$

- 5110** a) Minden pakliban minden típusú lapból (ász, király, hetes stb.) négy darab van. Így egy kihúzott figurás lap valószínűsége $\frac{16}{32} = 0,5$ és egy hetes valószínűsége $\frac{4}{32} = 0,125$. Mivel nem tudjuk, mely lapokon szerepelnek figurák, ezért a kihúzott 7-ből válasszunk ki erre a célra négyet $\binom{7}{4}$ -féleképpen.

A keresett valószínűség: $P = \binom{7}{4} \cdot 0,5^4 \cdot 0,125^3 \approx 0,0043$.

- b) Legfeljebb öt figura jelenthet 0, 1, 2, 3, 4 vagy 5 lapot. Térjünk át a komplementer „mind a hét figurás vagy egy nem az” esemény valószínűségére:

$$\begin{aligned} P(\text{legfeljebb öt}) &= 1 - [P(\text{hét}) + P(\text{egy nem})] = \\ &= 1 - \binom{7}{0} \cdot 0,5^7 \cdot 0,125^0 - \binom{7}{1} \cdot 0,5^6 \cdot 0,125^1 \approx 0,9785. \end{aligned}$$

- 5111** A szöveg szerint A-ba 12 fiú és 12 lány jár, a B-be 16 fiú és 8 lány.

a) $\frac{8}{20} = 0,4$; b) $\frac{\binom{12}{2}}{\binom{20}{2}} \approx 0,35$; c) $\frac{\binom{8}{2} \cdot \binom{12}{1}}{\binom{20}{3}} \approx 0,29$;

d) $\frac{\binom{12}{3} \cdot \binom{16}{1} + \binom{12}{1} \cdot \binom{16}{3}}{\binom{28}{4}} \approx 0,5$;

- e) A következő esetek lehetségesek: 4 fő az A-ból, 3 a B-ből; 5 fő az A-ból, 2 fő a B-ből; 6 fő az A-ból, 1 fő a B-ből. (A komplementerre nem érdemes áttérni.)

$$P = \frac{\binom{24}{4} \cdot \binom{24}{3}}{\binom{48}{7}} + \frac{\binom{24}{5} \cdot \binom{24}{2}}{\binom{48}{7}} + \frac{\binom{24}{6} \cdot \binom{24}{1}}{\binom{48}{7}} + \frac{\binom{24}{7} \cdot \binom{24}{0}}{\binom{48}{7}} = 0,5.$$



5112 a) Ha minden kérdést passzol valaki és még szerencséje sincs, akkor négy alkalommal osztják el hattal az éppen aktuális pontjainak számát. $1296 : 6^4 = 1$, azaz egyetlen pont a megszerezhető legkevesebb. A maximális pontszámot akkor éri el a játékos, ha minden esetben meg tudja háromszorozni pontjainak számát: $1296 \cdot 3^4 = 104\,976$. Ehhez szerencsésen kell dobnia, és a választ is tudnia kell mind a négy kérdésre.

b) A maximális ponthoz ismerni kell a helyes válaszokat, és négy alkalommal kell dobni 5-öst vagy 6-ost. Ennek valószínűsége $\left(\frac{2}{6}\right)^4 \approx 0,0123$. A minimális pontszámhoz $\left(\frac{5}{6}\right)^4 \approx 0,482$ valószínűséggel jutunk, ha mindig passzolunk, és nem dobunk 6-ost.

c) 5832 pontot akkor ér el egy játékos, amennyiben kiinduló pontszámát 4,5-del szorozza meg, $5832 : 1296 = 4,5$. Gondoljuk át, milyen együtthatók módosíthatják a pontszámokat!

Ha tudja a választ, akkor az A vagy B lehetőséget választhatja. A dobástól függően $3, \frac{1}{3}, 2, \frac{1}{2}$ a szorzótényező. Amennyiben kihagyja a kérdést, akkor vagy nem változik a pont, vagy hatoda lesz: $1, \frac{1}{6}$ a szorzó.

A 4,5 szorzótényezőt ezekből kétféleképpen kaphatjuk meg: $4,5 = 3^3 \cdot \frac{1}{6} = 3^2 \cdot 1 \cdot \frac{1}{2}$. (A feltétel szerint ha megpróbál válaszolni a kérdésre a játékos, tudja a választ.) Azaz vagy – három A lehetőséget választ, dobása 5 vagy 6 és egy kérdést passzol, de nem dob 6-ost, vagy – kétszer választ A -t (dobása 5 vagy 6), egyszer B -t (dobása 1, 2 vagy 3), és egy kérdést nem tud, de 6-ost dob.

Az első változat négyféleképp történhet meg attól függően, melyik kérdést passzolja. Ennek valószínűsége a feltételek mellett:

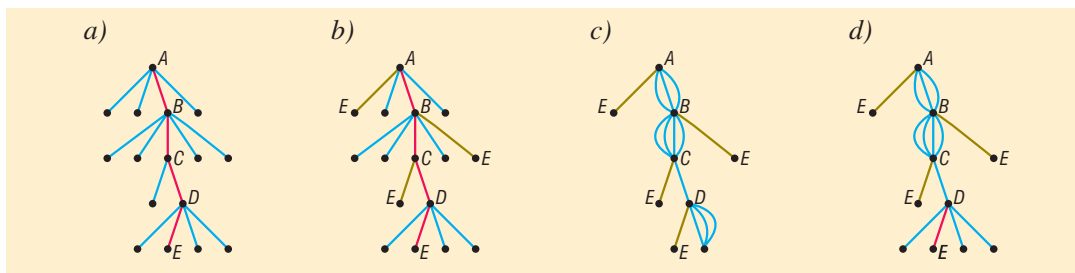
$$4 \cdot \left(\frac{2}{6}\right)^3 \cdot \left(\frac{5}{6}\right) \approx 0,123.$$

A második eset $\frac{4!}{2! \cdot 1! \cdot 1!} = 12$ -féleképp valósulhat meg:

$$12 \cdot \left(\frac{2}{6}\right)^2 \cdot \left(\frac{3}{6}\right) \cdot \left(\frac{1}{6}\right) \approx 0,111.$$

Az eredmény a kettő összege, $p = 0,234$.

5113 A legjobb, ha gráfok segítségével tekintjük át Kornélia barangolását az egyes esetekben.



a) Az első esetben az A oldal négy hiperhivatkozásából egy mutat B -re, B öt linkjéből egy mutat C -re és így tovább egészen E -ig. A Nelli által bejárt utat a piros vonal mutatja. A keresett valószínűség az egyes lapok választási valószínűségeinek szorzata, vagyis

$$P = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} = 0,00625.$$



- b) Ebben az esetben A -ról közvetlenül is elérheti E -t $\frac{1}{4}$ valószínűséggel, illetve ugyanekkora valószínűséggel továbbléphet B -re. B -ről $\frac{1}{5}$ valószínűséggel jut E -re vagy ugyanennyi eséllyel megy tovább C -re és így tovább. A keresett valószínűség pedig

$$P = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{5} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} = 0,33125.$$

- c) Az előző esethez képest annyi változást tapasztalunk, hogy az A oldalról ugyan most is $\frac{1}{4}$ valószínűséggel jut Kornélia E -re, ám minden más utat választva B -re jut $\frac{3}{4}$ valószínűséggel. Hasonló a helyzet a B lapon: $\frac{1}{5}$ valószínűséggel kattint E -re és $\frac{4}{5}$ valószínűséggel C -re. A valószínűség:

$$P = \frac{1}{4} + \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{5} + \frac{3}{4} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{2} + \frac{3}{4} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} = 0,775.$$

- d) A kérdés ebben az esetben az, hogy mekkora valószínűséggel nem talál Kornélia a női magazin E oldalára. Az A oldalon három, B -n négy, C -n egy és D -n három hiperhivatkozásra is kattinthatunk, hogy elkerüljük E -t. Tehát

$$\frac{3}{4} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} = 0,225.$$

Megjegyzés: Vegyük észre, hogy a $c)$ és $d)$ eset gráfjában látható különbség a kérdések megválaszolásában nem jelent eltérést. Mindegy, hogy a D oldalról mennyi „nem E ” helyre juthat. Így világos, hogy a $c)$ és $d)$ részben kapott valószínűségek összege miért 1 (komplementer események).



ALGEBRA ÉS SZÁMELMÉLET – ÖSSZEFOGLALÁS

Számok és műveletek – megoldások

5114 Egy lehetséges megoldás:

a) $20 + 7 - 3 - 4 - 11 = 9$;

c) $1 + 2 \cdot 3 + 4 - 5 = 6$;

e) $5 \cdot 6 - 7 \cdot 8 - 9 = -35$;

b) $13 + 9 + 6 - 5 - 13 = 10$;

d) $5 + 4 \cdot 3 - 2 \cdot 1 = 15$;

f) $10 \cdot 3 : 6 + 4 \cdot 5 = 25$.

5115 a) $[1; 2]$;

b) $] -2; 3[$;

c) $[-4; 2]$;

d) $]2; 4]$;

e) $\{ \}$;

f) $[1; 8[$;

g) $] -2; 3[$;

h) $] -3; 7]$;

i) $[-3; 5]$;

j) $\{ \}$;

k) $[2; 4] \cup]7; 12]$;

l) $[-4; 2[$.

5116 Például: $\frac{1}{33} = \frac{4}{132} < \frac{5}{132} < \frac{6}{132} < \frac{7}{132} < \frac{8}{132} = \frac{2}{33}$.

5117 Mivel $\frac{1}{33} = 0,03030303\dots$ és $\frac{1}{32} = 0,03125$, megfelel például:

$a = 0,0304050607\dots$, $b = 0,03040040004\dots$, $c = 0,0306789101112\dots$

5118 A gondolt számok legyenek x és y , ahol $x > y$. Felírhatjuk a következő egyenletrendszert:

$$\left. \begin{array}{l} x - y = 8 \\ x = 2y + 2 \end{array} \right\}, \text{ amiből } y = 6 \text{ és } x = 14.$$

A két szám összege: 20.

5119 a) Számtani közép: $\frac{2+8}{2} = 5$, mértani közép: $\sqrt{2 \cdot 8} = 4$.

b) Számtani közép: $\frac{17}{2}$, mértani közép: 4.

c) Számtani közép: 10, mértani közép: 8.

d) Számtani közép: 2, mértani közép: 2.

5120 a) $\frac{4+b}{2} = 6$, $b = 8$;

b) $b = 6$;

c) $b = 20$;

d) $b = 9$;

e) $b = \frac{25}{4}$;

f) $b = 36$.

5121 a) $\frac{21}{5} = 4,2$, a keresett jegy 0;

b) $\frac{35}{6} = 5,8\bar{3}$, a keresett jegy 3;

c) $\frac{13}{7} = 1,8\bar{5}7142$, és $2010 = 6 \cdot 335$, a keresett jegy 2;

d) $\frac{7}{17} = 0,4\bar{1}17647058833529$, és $2010 = 16 \cdot 125 + 10$, a keresett jegy 8.



5122 a) 12 csomag.

b) 6 napra elegendő.

5123 $4 + 90 \cdot 2 + 288 \cdot 3 = 1048$ számjegyet írtak le.

Első jegyként 10 db, második jegyként $9 + 10 + 10 = 29$ db, harmadik jegyként $10 + 9 = 19$, tehát összesen 58-szor írták le az 5-öst.

5124 a) Hamis, például $15 : 5 = 3$.

b) Hamis, a 0-nak nem létezik reciproka.

c) Igaz, például $(-5) \cdot (-7) = 35$.

d) Hamis, gondoljunk a tizedes tört alakra.

e) Igaz, például π .

f) Hamis, például $\sqrt{64} = 8$ és $\sqrt[3]{64} = 4$.

5125 Mivel minden második szám páros, a nullák számát a számok prímtényezőzős felbontásában szereplő ötösök száma határozza meg:

$$\begin{aligned} 5, \quad 10 = 5 \cdot 2, \quad 15 = 5 \cdot 3, \quad 20 = 5 \cdot 2^2, \quad 25 = 5^2, \quad 30 = 5 \cdot 3 \cdot 2, \\ 35 = 5 \cdot 7, \quad 40 = 5 \cdot 2^3, \quad 45 = 5 \cdot 3^2, \quad 50 = 5^2 \cdot 2, \quad 55 = 5 \cdot 11. \end{aligned}$$

Mivel a szorzat prímtényezőzőként 13 darab ötöst tartalmaz, ezért 13 nullára végződik.

5126 Akkor tartalmazza a legkevesebb jegyet, ha a lehető legtöbb 9-es szerepel benne. A keresett szám 39999...99, tehát összesen 223 darab 9-est tartalmaz.

5127 Ha a lehető legkevesebb jegyet akarjuk felhasználni:

$$2000 = 2^4 \cdot 5^3 = 4 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 5 = 2 \cdot 8 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 5,$$

a másodikból adódik a kisebb szám: 25 558.

5128 a) $\frac{100}{73} = 1,3698$, tehát 37%-kal kell felemelni az árat.

b) $0,73 \cdot 0,7 = 0,511$, tehát 51,1% lesz.

c) $0,73 \cdot 1,45 = 1,0585$, tehát 105,85%-a lesz az ár az akció előtti árnak.

5129 Mindkét alkalommal a $75 + 60 - 100 = 35\%$ volt jelen.

Csak az első színházlátogatáson 40%, csak a másodikon 25% vett részt.

5130 36% az 54 ember, a teljes létszám 150 fő.

5131 a) 198 400 Ft; b) 61,29%; c) 163,16%.

5132 a) $\frac{11}{9}$; b) 2; c) $\frac{215}{99}$; d) $\frac{593}{1110}$.

5133 a) $1623 \cdot 623 - 623^2 = 623 \cdot (1623 - 623) = 623 000$;

b) $1956^2 - 956^2 = (1956 - 956) \cdot (1956 + 956) = 2 912 000$;

c) $\frac{314^2 - 196}{328} = \frac{(314 + 14) \cdot (314 - 14)}{328} = 300$.





Számelmélet, oszthatóság – megoldások

5134 a) Igaz. b) Hamis. c) Igaz.

5135 a) 15-tel való oszthatóság:

- (1) szükséges, de nem elegendő feltétel például:
 - a számjegyek összege osztható legyen 3-mal;
 - 0-ra vagy 5-re végződjön az adott szám.
- (2) elegendő, de nem szükséges feltétel: az adott szám osztható legyen 30-cal.
- (3) szükséges és elegendő feltétel: osztható legyen 3-mal és 5-tel is.

b) 45-tel való oszthatóság:

- (1) szükséges, de nem elegendő feltétel: az adott szám 0-ra vagy 5-re végződjön.
- (2) elegendő, de nem szükséges feltétel: az adott szám osztható legyen 90-nel.
- (3) szükséges és elegendő feltétel: a számjegyek összege osztható legyen 9-cel, és 0-ra vagy 5-re végződjön az adott szám.

c) 12-vel való oszthatóság:

- (1) szükséges, de nem elegendő feltétel: az utolsó 2 számjegyből álló kétjegyű szám osztható legyen 4-gyel.
- (2) elegendő, de nem szükséges feltétel: az adott szám osztható legyen 36-tal.
- (3) szükséges és elegendő feltétel: a számjegyek összege osztható legyen 3-mal, és az utolsó 2 számjegyből álló kétjegyű szám osztható legyen 4-gyel.

5136 a) Minden olyan pozitív egész, mely a 15-höz relatív prím: $a \neq 3k$, $a \neq 5l$, $k, l \in \mathbb{Z}^+$.

b) $a = 24; 72; 120; \dots$ 24 páratlan számú pozitív többszöröse.

c) $a = 20$ vagy $a = 60$.

d) $a = 3; 6; 12; 24; 48$.

5137 Határozzuk meg a számláló és a nevező legnagyobb közös osztóját.

$$a) (126; 294) = 2 \cdot 3 \cdot 7 = 42, \quad \frac{126}{294} = \frac{(2 \cdot 3 \cdot 7) \cdot 3}{(2 \cdot 3 \cdot 7) \cdot 7} = \frac{3}{7};$$

$$b) \frac{30}{49}; \quad c) \frac{19}{23}; \quad d) \frac{9}{64}; \quad e) \frac{5}{6}; \quad f) \frac{128}{3}.$$

5138 a) Keressük $[60; 72]$ legkisebb közös többszörösét, ezért prímtényezősz bontásukat alkalmazzuk:

$$60 = 2^2 \cdot 3 \cdot 5, \quad 72 = 3^2 \cdot 2^3, \quad [60; 72] = 2^3 \cdot 3^2 \cdot 5 = 360.$$

Így az eredeti kifejezés átalakítható:

$$\frac{7}{2^2 \cdot 3 \cdot 5} - \frac{5}{3^2 \cdot 2^3} = \frac{7 \cdot 2 \cdot 3}{2^3 \cdot 3^2 \cdot 5} - \frac{5 \cdot 5}{2^3 \cdot 3^2 \cdot 5} = \frac{42}{360} - \frac{25}{360} = \frac{17}{360}.$$

b) Az a) feladathoz hasonló eljárással: $[14; 5; 21] = 210$.

Az eredeti kifejezés átalakítása:

$$\frac{3}{2 \cdot 7} - \frac{2}{5} + \frac{8}{3 \cdot 7} = \frac{3 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7} - \frac{2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 7}{2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7} + \frac{8 \cdot 2 \cdot 5}{2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7} = \frac{41}{210}.$$



5139 a) A esetén: \square bármilyen természetes szám.

B esetén: Az egyik jel helyére pl. \square 2 többszörösei kell, hogy kerüljenek, így a másik jel helyére bármely természetes szám kerülhet.

C esetén: Az egyik jel (pl. Δ) helyére 3 többszörösei kerülnek, a másik jel helyére bármilyen természetes szám kerülhet.

b) A esetén: \square helyére 5 többszörösei kell, hogy kerüljenek.

B esetén: Az egyik jel helyére 2 többszörösei, a másik jel helyére bármely természetes szám kerülhet.

C esetén: Mindkét jel helyére bármely természetes szám írható.

5140 a) $11 \cdot 2 \cdot 5$ -szöröse; b) $2 \cdot 13 \cdot 5$ -szöröse; c) $11 \cdot 2$ -szerese; d) $2 \cdot 5$ -szöröse;
e) 11-szerese; f) 1-szerese; g) $11 \cdot 5$ -szöröse; h) $13 \cdot 5$ -szöröse.

5141 Prímtényező bontásból eredve: $60 = 2^2 \cdot 3^1 \cdot 5^1$, a kitevők eggyel növelt szorzata adja a pozitív osztók számát: $3 \cdot 2 \cdot 2 = 12$ pozitív osztója van a 60-nak.

Ellenőrzés felsorolással: 1; 2; 3; 4; 5; 6; 10; 12; 15; 20; 30; 60.

5142 a) 39; b) 46; c) 322.

5143 a) 10111101100_2 ; b) 113230_4 ; c) 22031_5 .

5144 a) $a = 0$ vagy $a = 8$;

b) Ha $x = 0$, akkor y lehetséges értékei: $y = 1; 4; 7$.

Ha $x = 5$, akkor y lehetséges értékei: $y = 2; 5; 8$.

c) Ha $a = 0$, akkor b lehetséges értékei: $b = 0; 3; 6; 9$.

Ha $a = 4$, akkor b lehetséges értékei: $b = 2; 5; 8$.

Ha $a = 8$, akkor b lehetséges értékei: $b = 1; 4; 7$.

5145 Mivel a legkisebb ötjegyű szám: $10\,000 = 19 \cdot 526 + 6$, ezért a megfelelő szám a 10 005.

5146 Relatív prímek: 297 és 800, illetve 297 és 560.

Van három olyan szám, például: $(210; 297; 560) = 1$; $(210; 297; 800) = 1$; $(297; 560; 800) = 1$.

5147 Minden más prím ötszöröse páratlan, ahhoz egyet adva páros, összetett számot kapunk, tehát nincs más a feltételnek megfelelő prímszám.

5148 A 28-nak a 28-adik hatványával osztható.

5149 a) A kitevők párosak, tehát négyzetszám.

b) Van páratlan kitevő, tehát nem négyzetszám.

c) $8^{42} \cdot 9^7 \cdot 25^9 = 2^{126} \cdot 3^{14} \cdot 5^{18}$, tehát négyzetszám.

5150 a) A szám osztható 3-mal.

b) A szám osztható 3-mal.

c) A szám osztható 5-tel.

5151 a) A szám páros és osztható 5-tel, tehát 0-ra végződik.

b) A szorzat páratlan és osztható 5-tel, tehát 5-re végződik.

c) Az első hét prímszám között a 2 és az 5 is szerepel, tehát 0-ra végződik.



5152 Ha $a_1 + a_1 + d + a_1 + 2d = 51$, akkor $a_1 + d = 17$. Mivel mindhárom tag prímszám, a következő megoldások lehetségesek:

$$a_1 = 11, \text{ ekkor } d = 6, \quad \text{vagy} \quad a_1 = 5, \text{ ekkor } d = 12, \quad \text{vagy} \quad a_1 = 3, \text{ ekkor } d = 14.$$

5153 a) $10^{53} + 8 = \underbrace{10000\dots0}_{53 \text{ db}} + 8 = \underbrace{1000\dots08}_{53 \text{ db}}$. A számjegyek összege 9, tehát osztható 9-cel.

$$\begin{array}{r} b) 10^{10} - 4 = \underbrace{1000\dots0}_{10 \text{ db}} \\ - \quad \quad \quad 4 \\ \hline 99\dots996. \end{array}$$

A számjegyek összege osztható 3-mal, tehát $10^{10} - 4$ osztható 3-mal.

c) lásd a b) feladatot: $10^{10} - 4$ osztható 3-mal és $10^{10} - 4$ páros, ezért osztható 2-vel is. Ebből következik, hogy a szám osztható 6-tal.

5154 a) Az utolsó jegy 0, a szám osztható 5-tel és 2-vel.

b) A szám csak 9-es és 3-as jegyeket tartalmaz, összegük osztható 3-mal, a szám is osztható 3-mal.

c) A szám utolsó három jegye 872, ezért osztható 8-cal.

5155 Anna 20 percenként, Bea 25 percenként ér fel. Mivel $[20; 25] = 100$, ezért legközelebb 10 óra 10 perckor fognak találkozni.

5156 Mivel $15 = 3 \cdot 5$ és $1350 = 2 \cdot 3^3 \cdot 5^2$, a következő számpárok felelnek meg:

a	$3 \cdot 5 = 15$	$2 \cdot 3 \cdot 5 = 30$	$3^3 \cdot 5 = 135$	$2 \cdot 3^3 \cdot 5 = 270$
b	$2 \cdot 3^3 \cdot 5^2 = 1350$	$3^3 \cdot 5^2 = 675$	$2 \cdot 3 \cdot 5^2 = 150$	$3 \cdot 5^2 = 75$

5157 Jövőre Félix $3p$ éves lesz, és tudjuk, hogy $21 \leq 3p \leq 71$, ezért $7 \leq p \leq 23$. A szóba jöhető prímek háromszorosait vizsgálva Félix életkora idén 38 év lehet.

5158 Az első szám az adott időszakban 10, a második pedig 01-től 59-ig bármi lehet. A 10-hez relatív prím minden olyan szám, amely nem osztható sem 2-vel sem 5-tel, ezek második jegye 1; 3; 7 vagy 9.

1-től 59-ig 24 ilyen szám van. Tehát a valószínűség: $\frac{24}{59} \approx 0,4$.

5159 Ha a szám osztható 10-zel, akkor osztható 2-vel és 5-tel. Ha 10 darab osztója van, a prímtényezősz felbontása lehet p_1^9 vagy $p_1 \cdot p_2^4$. Az első típus nem jöhet szóba, mert 2 és 5 is osztója.

A második típusból a legkisebb: $5 \cdot 2^4 = 80$.

5160 $302 = 6 + 5a + 4a^2$ egyenlet pozitív egész megoldása: $a = 8$.

5161 $a = 4$, $b = 2$, $c = 3$.

5162 Az átalakítást a következő módon végezzük:

$$A = \frac{n-2}{n+3} = \frac{n+3-5}{n+3} = 1 - \frac{5}{n+3}.$$

5 osztói: ± 1 és ± 5 , így

$$\begin{array}{ll} n+3=1 & \text{esetén: } n=-2 \text{ és } A=-4; \\ n+3=5 & \text{esetén: } n=2 \text{ és } A=0; \\ n+3=-1 & \text{esetén: } n=-4 \text{ és } A=6; \\ n+3=-5 & \text{esetén: } n=-8 \text{ és } A=2. \end{array}$$



5163 a) $\frac{2n+10}{n+1} = \frac{2 \cdot (n+1) + 8}{n+1} = 2 + \frac{8}{n+1}$, n lehetséges értékei: $n = 0; 1; 3; 7$.

b) $\frac{3n+5}{n-5} = \frac{3 \cdot (n-5) + 20}{n-5} = 3 + \frac{20}{n-5}$, n lehetséges értékei: $n = 6; 7; 9; 10; 15; 25$.

5164 $11a - 12b = 4(2a - 5b) + 3a + 8b$, ezért osztható 29-cel.

5165 Mivel $(x; y) = 5$, ezért $x = 5m$ és $y = 5n$, ahol $(m; n) = 1$. Így $x + y = 5m + 5n = 200$, amiből $m + n = 40$.

Mivel $(m; n) = 1$, ezért a megfelelő számpárok:

$(1; 39), (3; 37), (7; 33), (9; 31), (11; 29), (13; 27), (17; 23), (19; 21), (21; 19),$
 $(23; 17), (27; 13), (29; 11), (31; 9), (33; 7), (37; 3)$ és $(39; 1)$.

Tehát 16 megfelelő számpár van.

5166 Ha $x = 0$, nem lehet, mert $2^5 = 32$ nem felel meg.

Ha $x \geq 1$, a bal oldal osztható 9-cel, tehát $\overline{259x}$ is osztható 9-cel, ez csak $x = 2$ esetén teljesül. Ez valóban megoldás, mert $2^5 \cdot 9^2 = 2592$.

5167 Legyen a 2^{2010} számjegyeinek száma x , az 5^{2010} számjegyeinek száma y , ami azt jelenti, hogy:
 $10^{x-1} < 2^{2010} < 10^x - 1$, illetve $10^{y-1} < 5^{2010} < 10^y - 1$.

Összeszorozva a két egyenlőtlenséget:

$$10^{x+y-2} < 2^{2010} \cdot 5^{2010} < (10^x - 1)(10^y - 1).$$

A jobb oldal:

$$(10^x - 1)(10^y - 1) = 10^{x+y} - 10^x - 10^y + 1 < 10^{x+y} - 1.$$

Tehát:

$$10^{x+y-2} < 10^{2010} < 10^{x+y} - 1,$$

az első tag $x + y - 1$ jegyű, a harmadik tag $x + y$ jegyű, amiből következik, hogy $x + y - 1 = 2010$, tehát $x + y = 2011$.

A számjegyek számának összege 2011.

5168 Akkor kapunk prímszámot, ha az egyik tényező 1, a másik pedig prím.

I. eset:

$$\begin{array}{llll} |n^3 - 63| = 1, & \text{ha} & n^3 - 63 = -1, & \text{akkor } n \text{ nem egész,} \\ & & \text{ha} & n^3 - 63 = 1, & \text{akkor } n = 4, & \text{de} & |n^2 - 65| = 49 \text{ nem prím.} \end{array}$$

II. eset:

$$\begin{array}{llll} |n^2 - 65| = 1, & \text{ha} & n^2 - 65 = 1, & \text{akkor } n \text{ nem egész,} \\ & & \text{ha} & n^2 - 65 = -1, & \text{akkor } n = 8, & \text{ekkor } |n^3 - 63| = 449 \text{ prím,} \\ & & & & n = -8, & \text{ekkor } |n^3 - 63| = 575 \text{ nem prím.} \end{array}$$

Tehát $n = 8$ esetén lesz a szorzat értéke prímszám.

5169 Használjuk fel, hogy

$$a^{2k+1} + b^{2k+1} = (a + b)(a^{2k} - a^{2k-1}b + a^{2k-2}b^2 + \dots + b^{2k}).$$

Állítsuk párokba az összeg tagjait:

$$1^{2011} + 2010^{2011}, 2^{2011} + 2009^{2011}, \dots \text{ és így tovább.}$$

Mivel az alapok összegével, 2011-gyel minden összeg, valamint a kimaradó, utolsó tag is osztható, ezért az állítás igaz.



Hatvány, gyök, logaritmus – megoldások

5170 a) $16^{-2} \cdot 128^3 = 2^{-8} \cdot 2^{21} = 2^{13}$; b) $\sqrt{1024} \cdot 64^{-\frac{1}{3}} = 2^5 \cdot 2^{-2} = 2^3$;

c) $\frac{32^3}{\sqrt[3]{512^5}} = \frac{2^{15}}{2^{15}} = 1 = 2^0$; d) $\frac{\sqrt[4]{256^{-3}} \cdot 4^{-1}}{\sqrt[3]{8^{-7}} \cdot 2^{-5}} = \frac{2^{-6} \cdot 2^{-2}}{2^{-7} \cdot 2^{-5}} = 2^4$.

5171 a) $2^{27} \cdot 5^5 \cdot 7^4$; b) $2^7 \cdot 7^{-2} \cdot 5^{-7}$; c) 3; d) $5^3 \cdot 3^8 \cdot 2^{-2}$.

5172 a) 2; b) 7^6 ; c) 1; d) $\frac{5}{2}$.

5173 a) $\frac{4+6}{2^4} \cdot \frac{2^6}{5} = 2^3 = 8$; b) 54; c) 3; d) 2;

e) 35.

5174 a) $24\sqrt[4]{a^{29}}$; b) $30\sqrt[3]{\frac{a^9}{b^8}}$; c) $30\sqrt[3]{\frac{2}{5}}$; d) 3.

5175 a) $\frac{3\sqrt{3}}{2}$; b) $21 + 9\sqrt{7}$; c) 10.

d) Egyszerűsítés, a nevezők gyöktelenítése, összevonás és a nevezetes azonosságok alkalmazása után:

$$[7(\sqrt{7} - \sqrt{6}) + 6(\sqrt{7} + \sqrt{6})] \cdot (13\sqrt{7} + \sqrt{6}) = 1177.$$

e) A d) feladathoz hasonlóan:

$$\left(\frac{13}{\sqrt{8} - \sqrt{7}} - \frac{6}{2(2\sqrt{2} + \sqrt{7})}\right) \cdot (5\sqrt{8} - 8\sqrt{7}) = 2(5\sqrt{8} + 8\sqrt{7}) \cdot (5\sqrt{8} - 8\sqrt{7}) = -496.$$

5176 a) $x > \frac{3}{4}$; b) $-\frac{1}{5} < x < \frac{2}{3}$; c) $x < -3$ vagy $\frac{5}{2} < x$;

d) $x > \frac{3}{7}, x \neq 1$; e) $3 < x < 7, x \neq 4$; f) $\{\}$.

5177 a) $\log_{25}\left(\frac{1}{5}\right) = -\frac{1}{2} < 3^{-\log_3 7} = \frac{1}{7} < \log_6 \sqrt[3]{6} = \frac{1}{3} < 4^{-\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}$;

b) $\sqrt[5]{-32} = -2 < 5^{1-\log_5 8} = \frac{5}{8} < 9^{\sin \frac{\pi}{6}} = 3 < \log_3 81 = 4$;

c) $\log_{11}\left(\frac{\sqrt{11}}{\sqrt[4]{11}}\right) = \frac{1}{4} < \left(\operatorname{tg} \frac{\pi}{3}\right)^{-2} = \frac{1}{3} < 13^{\log_8 1} = 1 < 100^{\lg 2} = 4$.

5178 a) $-\frac{4}{3}$; b) -12; c) $-\frac{24}{5}$; d) -2; e) -2; f) $-\frac{1}{2}$;

g) -6; h) $\frac{5}{2}$; i) $\frac{4}{3}$; j) -3; k) -10; l) 9;



m) 0; n) $-\frac{1}{42}$; o) -3; p) $-\frac{2}{7}$; q) $-\frac{3}{40}$; r) $-\frac{1}{4}$;
 s) $-\frac{7}{6}$; t) $\frac{5}{12}$; u) 0.

5179 a) $x = \sqrt{8}$; b) $x = 64$; c) $x = \frac{1}{3}$; d) $x = 3^{-5}$;
 e) $x = 3^{-5}$; f) 2^{-36} ; g) 5; h) $\frac{1}{\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{5}}{5} = \sqrt{\frac{1}{5}}$;
 i) $2^{-5} = \frac{1}{32}$; j) 3; k) $2^{-\frac{1}{4}} = \frac{1}{\sqrt[4]{2}}$; l) 3.

5180 a) $2^{-11} \cdot 5^{-5} \cdot a^{28} \cdot b^{-9}$; b) $a^{\frac{83}{24}}$.

5181 a) 3; b) $\sqrt{(\sqrt{57} + \sqrt{48}) \cdot (\sqrt{57} - \sqrt{48})} = \sqrt{9} = 3$;
 c) 2; d) $10\sqrt{2} + 14$;
 e) $\sqrt{27} - \sqrt{2} + \sqrt{27} + \sqrt{2} + 2\sqrt{(\sqrt{27} - \sqrt{2}) \cdot (\sqrt{27} + \sqrt{2})} = 2\sqrt{27} + 2\sqrt{25} = 6\sqrt{3} + 10$;
 f) 7;
 g) $(9\sqrt{3} - 15\sqrt{2} + 10\sqrt{2} + 16\sqrt{3}) \cdot (15\sqrt{3} + 14\sqrt{2} + 12\sqrt{3} - 9\sqrt{2} - 2\sqrt{3}) =$
 $= (25\sqrt{3} - 5\sqrt{2}) \cdot (25\sqrt{3} + 5\sqrt{2}) = 625 \cdot 3 - 25 \cdot 2 = 1825$;
 h) $8\sqrt{3x} + 20\sqrt{3x} - 10\sqrt{3x} - 4\sqrt{3x} = 14\sqrt{3x}$;
 i) $(7\sqrt{5} + 7\sqrt{5} + 7\sqrt{7} - 5\sqrt{5}) \cdot (9\sqrt{5} - 7\sqrt{7}) = (9\sqrt{5} + 7\sqrt{7}) \cdot (9\sqrt{5} - 7\sqrt{7}) = 81 \cdot 5 - 49 \cdot 7 = 62$;
 j) $(4\sqrt[4]{5} - 3\sqrt[4]{5} - 2\sqrt[4]{2} + 3\sqrt[4]{2}) \cdot (5\sqrt[4]{5} - 4\sqrt[4]{5} - 2\sqrt[4]{2} + \sqrt[4]{2}) \cdot (\sqrt{2} + \sqrt{5}) =$
 $= (\sqrt[4]{5} + \sqrt[4]{2}) \cdot (\sqrt[4]{5} - \sqrt[4]{2}) \cdot (\sqrt{2} + \sqrt{5}) = (\sqrt[4]{25} - \sqrt[4]{4}) \cdot (\sqrt{2} + \sqrt{5}) = (\sqrt{5} - \sqrt{2}) \cdot (\sqrt{5} + \sqrt{2}) = 3$;
 k) $(3\sqrt[3]{3} - 4\sqrt[3]{5} + 4\sqrt[3]{3} - 3\sqrt[3]{5}) \cdot (\sqrt[3]{9} + \sqrt[3]{15} + \sqrt[3]{25}) = (7\sqrt[3]{3} - 7\sqrt[3]{5}) \cdot (\sqrt[3]{9} + \sqrt[3]{15} + \sqrt[3]{25}) =$
 $= 7 \cdot (\sqrt[3]{3} - \sqrt[3]{5}) \cdot (\sqrt[3]{3^2} + \sqrt[3]{3 \cdot 5} + \sqrt[3]{5^2})$;
 $a^3 - b^3$ azonossággal: $7(3 - 5) = 7(-2) = -14$.

5182 a) $\sqrt{(1 + \sqrt{5})^2} + \sqrt{(1 - \sqrt{5})^2} = |1 + \sqrt{5}| + |1 - \sqrt{5}| = 2\sqrt{5}$;
 b) $\sqrt{(1 + \sqrt{3})^2} - \sqrt{(1 - \sqrt{3})^2} = |1 + \sqrt{3}| - |1 - \sqrt{3}| = 2$.

5183 a) Igaz. b) Igaz. c) Hamis. d) Hamis.

5184 a) $\log_{64}(\log_2 16 \cdot \log_5 25) = \log_{64}(4 \cdot 2) = \frac{1}{2}$; b) $\lg(25^{\log_5 2} \cdot 4^{\log_2 5}) = \lg(4 \cdot 25) = 2$;
 c) $\log_9(4^{\log_{16} 25} - 7^{\log_{49} 16}) = \log_9(5 - 4) = 0$;
 d) $(\log_{20} 4 + \log_{20} 5)^{\log_4 27} = (\log_{20} 20)^{\log_4 27} = 1^{\log_4 27} = 1$.



5185 a) 135;

b) 30;

c) 20;

d) $\frac{9}{4}$;

e) $16^{\log_4 2} = (4^{\log_4 2})^2 = 2^2 = 4$;

f) $2^{3-\log_2 3} = \frac{2^3}{2^{\log_2 3}} = \frac{8}{3}$;

g) $5^{3-\log_5 4} = \frac{5^3}{5^{\log_5 4}} = \frac{125}{4}$;

h) $10^{1-\lg 3} = \frac{10}{10^{\lg 3}} = \frac{10}{3}$;

i) $16^{\log_4 5} = (4^2)^{\log_4 5} = (4^{\log_4 5})^2 = 5^2 = 25$;

j) $\sqrt[4]{7^{\log_{49} 2}} = \sqrt[4]{\left[\left(\sqrt{7}\right)^4\right]^{\log_{49} 2}} = \sqrt[4]{49^{\log_{49} 2}} = \sqrt[4]{2}$;

k) $16^{\log_2 3} = (2^4)^{\log_2 3} = (2^{\log_2 3})^4 = 3^4 = 81$;

l) $64^{\log_{\sqrt{2}} 2} = (\sqrt{2}^{12})^{\log_{\sqrt{2}} 2} = (\sqrt{2}^{\log_{\sqrt{2}} 2})^{12} = 2^{12} = 4096$;

m) $\left(\frac{1}{8}\right)^{\log_2 5} = (2^{-3})^{\log_2 5} = (2^{\log_2 5})^{-3} = 5^{-3} = \frac{1}{125}$;

n) $\frac{1}{10^{\lg 2}} + 2^2 \cdot 2^{\log_4 9} = \frac{1}{2} + 4\sqrt{4^{\log_4 9}} = \frac{1}{2} + 4\sqrt{9} = \frac{1}{2} + 12 = \frac{25}{2}$;

o) $\frac{(2^3)^{\log_4 3}}{(2^3)^{\log_2 3}} = \frac{(2^{\log_4 3})^3}{(2^{\log_2 3})^3} = \frac{(\sqrt{4^{\log_4 3}})^3}{3^3} = \frac{\sqrt{3}^3}{27} = \frac{3\sqrt{3}}{27} = \frac{\sqrt{3}}{9}$;

p) $\frac{8^{\log_{64} 9}}{8^{\log_{\sqrt{8}} 5}} = \frac{\sqrt{64^{\log_{64} 9}}}{(\sqrt{8}^{\log_{\sqrt{8}} 5})^2} = \frac{\sqrt{9}}{5^2} = \frac{3}{25}$;

q) $\sqrt{10^{6+\lg 36}} = \sqrt{10^6} \cdot \sqrt{10^{\lg 36}} = 10^3 \cdot \sqrt{36} = 6000$;

r) $19 \cdot 19^{\frac{1}{2} \log_{19} 36} = 19 \cdot (19^{\log_{19} 36})^{\frac{1}{2}} = 19 \cdot 36^{\frac{1}{2}} = 19\sqrt{36} = 114$;

s) $\sqrt[3]{8} \cdot \sqrt[3]{10^3} = 20$;

t) $(5^2)^{\log_5 2} \cdot 25 = (5^{\log_5 2})^2 \cdot 25 = 4 \cdot 25 = 100$;

u) Az értelmezési tartományon: $\frac{\sqrt[3]{p^9}}{\sqrt[3]{p^{\log_p 8}}} = \frac{p^3}{2}$;

v) $\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}^{\log_2 5}} = \frac{\sqrt{2}}{(2^{\log_2 5})^{\frac{1}{2}}} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{5}} = \sqrt{\frac{2}{5}}$;

w) $\frac{1}{10^{\lg 2}} + \sqrt{9^{\log_9 16}} - (3^{\log_3 2})^2 = \frac{1}{2} + (9^{\log_9 16})^{\frac{1}{2}} - 2^2 = \frac{1}{2} + \sqrt{16} - 4 = \frac{1}{2}$.

5186 a) $(16^{\log_2 3})^{15} = 81^{15} = 3^{60} = \underline{9^{30}} \quad \square \quad 4^{15} \cdot 5^{30} = \underline{10^{30}}$;

b) $(\log_8 2)^{60} = \left(\frac{1}{3}\right)^{60} = \underline{3^{-60}} \quad \square \quad 32^{-12 \cdot \log_2 3} = 2^{-60 \cdot \log_2 3} = \underline{3^{-60}}$;

c) $7 \cdot (\lg 2 - \lg 5) = 7 \cdot \lg \left(\frac{2}{5}\right) = \lg \left(\frac{2^7}{5^7}\right) \quad \square \quad \lg 128 + \lg 5^{-5} = \lg (2^7 \cdot 5^{-5}) = \lg \left(\frac{2^7}{5^5}\right)$;



$$d) \sqrt{48} = 4\sqrt{3} = 2\sqrt{3} + 2\sqrt{3} = \sqrt{12} + 2\sqrt{3} \quad \square \quad -\frac{5}{\sqrt{12} - \sqrt{17}} = \sqrt{17} + \sqrt{12} = \sqrt{17} + 2\sqrt{3};$$

$$e) \text{ a bal oldal: } \frac{60}{3\sqrt{2} - \sqrt{3}} = \frac{60 \cdot (3\sqrt{2} + \sqrt{3})}{18 - 3} = 12\sqrt{2} + 4\sqrt{3} = 7\sqrt{2} + 5\sqrt{2} + 4\sqrt{3},$$

$$\text{a jobb oldal: } \frac{50}{2\sqrt{3} - \sqrt{2}} = \frac{50 \cdot (2\sqrt{3} + \sqrt{2})}{12 - 2} = 10\sqrt{3} + 5\sqrt{2} = 6\sqrt{3} + 5\sqrt{2} + 4\sqrt{3}, \text{ ez a nagyobb;}$$

$$f) \frac{1}{2^{10}} + \frac{1}{3^5 \cdot 2^9} = \frac{245}{2^{10} \cdot 3^5} = \frac{490}{2^{11} \cdot 3^5} \quad \square \quad \frac{1}{3^4 \cdot 2^3} - \frac{1}{2^{11} \cdot 3^4} = \frac{255}{2^{11} \cdot 3^4} = \frac{765}{2^{11} \cdot 3^5};$$

$$g) \frac{10^{-6} \cdot 10^{10}}{10^3 \cdot 10^4} = \frac{10^{-16}}{10^{-1}} = 10^{-15} \quad \square \quad \frac{1}{\frac{1}{10^{-3} \cdot 10^{-20}}} = 10^{-23}.$$

$$5187 \quad a) 3,5 \cdot 10^{-1}; \quad b) 2,79 \cdot 10^3.$$

$$5188 \quad a) \frac{\sqrt{a}(2\sqrt{b} + \sqrt{a})}{(2\sqrt{b} - \sqrt{a})(2\sqrt{b} + \sqrt{a})} \cdot \frac{3(2\sqrt{b} - \sqrt{a})}{2\sqrt{a}} = \frac{3}{2}; \quad b) \frac{5}{5(\sqrt{x} + 3\sqrt{y})} \cdot \frac{(\sqrt{x} + 3\sqrt{y})(\sqrt{x} - 3\sqrt{y})}{10(\sqrt{x} - 3\sqrt{y})} = \frac{1}{10};$$

$$c) \frac{(\sqrt{x} - 5)(\sqrt{x} + 6)}{(\sqrt{x} + 5)(\sqrt{x} - 5)} : \frac{2\sqrt{x} + 12}{\sqrt{x} + 5} = \frac{\sqrt{x} + 6}{\sqrt{x} + 5} \cdot \frac{\sqrt{x} + 5}{2(\sqrt{x} + 6)} = \frac{1}{2}.$$

5189 a) A teljes lakosság éves energiaszükséglete $8,5 \cdot 10^{15}$ J, ennek 1%-a: $8,5 \cdot 10^{13}$ J. Egy turbina 365 nap alatt $40000 \cdot 9 \cdot 3600 \cdot 365 = 4,73 \cdot 10^{11}$ J energiát ad. A két érték hányadosa: 179,7, tehát 180 szél-turbina megépítésére van szükség.

b) A teljes lakosság éves energiaszükséglete $8,5 \cdot 10^{15}$ J, ennek 82%-a: $6,97 \cdot 10^{15}$ J.

Mivel egy 1 m^2 területű napkollektor $1800 \cdot 0,70 = 1260 \text{ W}$ teljesítményt nyújt, ezért 365 nap alatt $1260 \cdot 11 \cdot 3600 \cdot 365 = 1,82 \cdot 10^{10}$ J energiát ad. A két érték hányadosa: $3,83 \cdot 10^5 \text{ m}^2$, tehát ekkora területű napkollektorokra van szükség. ($3,83 \cdot 10^5 \text{ m}^2 = 0,383 \text{ km}^2$.)

5190 Az $1000000 = 100000 \cdot 1,06^x$ egyenlet megoldása: $x = \frac{1}{\lg 1,06} \approx 39,5$. A gyermek 40 éves korára éri el a betét az 1000000 forintot.

5191 Átírva 10-es alapú logaritmusra:

$$\frac{\lg 3}{\lg 2} \cdot \frac{\lg 4}{\lg 3} \cdot \frac{\lg 5}{\lg 4} \cdot \dots \cdot \frac{\lg(n+1)}{\lg n} = 7,$$

egyszerűsítések után: $\frac{\lg(n+1)}{\lg 2} = 7$, amiből $\lg(n+1) = \lg 2^7$, tehát $n = 127$.

5192 Írjuk át a gyököket törtkitevős hatványra, majd alkalmazzuk a logaritmus azonosságait:

$$\begin{aligned} \log_{\frac{1}{5}} \log_5 \sqrt[n]{\sqrt[n-1]{\dots \sqrt[n-2]{\sqrt[n-3]{\dots \sqrt[n-4]{\sqrt[n-5]{\dots \sqrt[n-6]{\sqrt[n-7]{\dots \sqrt[n-8]{\sqrt[n-9]{\sqrt[n-10]{\sqrt[n-11]{\sqrt[n-12]{\sqrt[n-13]{\sqrt[n-14]{\sqrt[n-15]{\sqrt[n-16]{\sqrt[n-17]{\sqrt[n-18]{\sqrt[n-19]{\sqrt[n-20]{\sqrt[n-21]{\sqrt[n-22]{\sqrt[n-23]{\sqrt[n-24]{\sqrt[n-25]{\sqrt[n-26]{\sqrt[n-27]{\sqrt[n-28]{\sqrt[n-29]{\sqrt[n-30]{\sqrt[n-31]{\sqrt[n-32]{\sqrt[n-33]{\sqrt[n-34]{\sqrt[n-35]{\sqrt[n-36]{\sqrt[n-37]{\sqrt[n-38]{\sqrt[n-39]{\sqrt[n-40]{\sqrt[n-41]{\sqrt[n-42]{\sqrt[n-43]{\sqrt[n-44]{\sqrt[n-45]{\sqrt[n-46]{\sqrt[n-47]{\sqrt[n-48]{\sqrt[n-49]{\sqrt[n-50]{\sqrt[n-51]{\sqrt[n-52]{\sqrt[n-53]{\sqrt[n-54]{\sqrt[n-55]{\sqrt[n-56]{\sqrt[n-57]{\sqrt[n-58]{\sqrt[n-59]{\sqrt[n-60]{\sqrt[n-61]{\sqrt[n-62]{\sqrt[n-63]{\sqrt[n-64]{\sqrt[n-65]{\sqrt[n-66]{\sqrt[n-67]{\sqrt[n-68]{\sqrt[n-69]{\sqrt[n-70]{\sqrt[n-71]{\sqrt[n-72]{\sqrt[n-73]{\sqrt[n-74]{\sqrt[n-75]{\sqrt[n-76]{\sqrt[n-77]{\sqrt[n-78]{\sqrt[n-79]{\sqrt[n-80]{\sqrt[n-81]{\sqrt[n-82]{\sqrt[n-83]{\sqrt[n-84]{\sqrt[n-85]{\sqrt[n-86]{\sqrt[n-87]{\sqrt[n-88]{\sqrt[n-89]{\sqrt[n-90]{\sqrt[n-91]{\sqrt[n-92]{\sqrt[n-93]{\sqrt[n-94]{\sqrt[n-95]{\sqrt[n-96]{\sqrt[n-97]{\sqrt[n-98]{\sqrt[n-99]{\sqrt[n-100]{\sqrt[n-101]{\sqrt[n-102]{\sqrt[n-103]{\sqrt[n-104]{\sqrt[n-105]{\sqrt[n-106]{\sqrt[n-107]{\sqrt[n-108]{\sqrt[n-109]{\sqrt[n-110]{\sqrt[n-111]{\sqrt[n-112]{\sqrt[n-113]{\sqrt[n-114]{\sqrt[n-115]{\sqrt[n-116]{\sqrt[n-117]{\sqrt[n-118]{\sqrt[n-119]{\sqrt[n-120]{\sqrt[n-121]{\sqrt[n-122]{\sqrt[n-123]{\sqrt[n-124]{\sqrt[n-125]{\sqrt[n-126]{\sqrt[n-127]{\sqrt[n-128]{\sqrt[n-129]{\sqrt[n-130]{\sqrt[n-131]{\sqrt[n-132]{\sqrt[n-133]{\sqrt[n-134]{\sqrt[n-135]{\sqrt[n-136]{\sqrt[n-137]{\sqrt[n-138]{\sqrt[n-139]{\sqrt[n-140]{\sqrt[n-141]{\sqrt[n-142]{\sqrt[n-143]{\sqrt[n-144]{\sqrt[n-145]{\sqrt[n-146]{\sqrt[n-147]{\sqrt[n-148]{\sqrt[n-149]{\sqrt[n-150]{\sqrt[n-151]{\sqrt[n-152]{\sqrt[n-153]{\sqrt[n-154]{\sqrt[n-155]{\sqrt[n-156]{\sqrt[n-157]{\sqrt[n-158]{\sqrt[n-159]{\sqrt[n-160]{\sqrt[n-161]{\sqrt[n-162]{\sqrt[n-163]{\sqrt[n-164]{\sqrt[n-165]{\sqrt[n-166]{\sqrt[n-167]{\sqrt[n-168]{\sqrt[n-169]{\sqrt[n-170]{\sqrt[n-171]{\sqrt[n-172]{\sqrt[n-173]{\sqrt[n-174]{\sqrt[n-175]{\sqrt[n-176]{\sqrt[n-177]{\sqrt[n-178]{\sqrt[n-179]{\sqrt[n-180]{\sqrt[n-181]{\sqrt[n-182]{\sqrt[n-183]{\sqrt[n-184]{\sqrt[n-185]{\sqrt[n-186]{\sqrt[n-187]{\sqrt[n-188]{\sqrt[n-189]{\sqrt[n-190]{\sqrt[n-191]{\sqrt[n-192]{\sqrt[n-193]{\sqrt[n-194]{\sqrt[n-195]{\sqrt[n-196]{\sqrt[n-197]{\sqrt[n-198]{\sqrt[n-199]{\sqrt[n-200]{\sqrt[n-201]{\sqrt[n-202]{\sqrt[n-203]{\sqrt[n-204]{\sqrt[n-205]{\sqrt[n-206]{\sqrt[n-207]{\sqrt[n-208]{\sqrt[n-209]{\sqrt[n-210]{\sqrt[n-211]{\sqrt[n-212]{\sqrt[n-213]{\sqrt[n-214]{\sqrt[n-215]{\sqrt[n-216]{\sqrt[n-217]{\sqrt[n-218]{\sqrt[n-219]{\sqrt[n-220]{\sqrt[n-221]{\sqrt[n-222]{\sqrt[n-223]{\sqrt[n-224]{\sqrt[n-225]{\sqrt[n-226]{\sqrt[n-227]{\sqrt[n-228]{\sqrt[n-229]{\sqrt[n-230]{\sqrt[n-231]{\sqrt[n-232]{\sqrt[n-233]{\sqrt[n-234]{\sqrt[n-235]{\sqrt[n-236]{\sqrt[n-237]{\sqrt[n-238]{\sqrt[n-239]{\sqrt[n-240]{\sqrt[n-241]{\sqrt[n-242]{\sqrt[n-243]{\sqrt[n-244]{\sqrt[n-245]{\sqrt[n-246]{\sqrt[n-247]{\sqrt[n-248]{\sqrt[n-249]{\sqrt[n-250]{\sqrt[n-251]{\sqrt[n-252]{\sqrt[n-253]{\sqrt[n-254]{\sqrt[n-255]{\sqrt[n-256]{\sqrt[n-257]{\sqrt[n-258]{\sqrt[n-259]{\sqrt[n-260]{\sqrt[n-261]{\sqrt[n-262]{\sqrt[n-263]{\sqrt[n-264]{\sqrt[n-265]{\sqrt[n-266]{\sqrt[n-267]{\sqrt[n-268]{\sqrt[n-269]{\sqrt[n-270]{\sqrt[n-271]{\sqrt[n-272]{\sqrt[n-273]{\sqrt[n-274]{\sqrt[n-275]{\sqrt[n-276]{\sqrt[n-277]{\sqrt[n-278]{\sqrt[n-279]{\sqrt[n-280]{\sqrt[n-281]{\sqrt[n-282]{\sqrt[n-283]{\sqrt[n-284]{\sqrt[n-285]{\sqrt[n-286]{\sqrt[n-287]{\sqrt[n-288]{\sqrt[n-289]{\sqrt[n-290]{\sqrt[n-291]{\sqrt[n-292]{\sqrt[n-293]{\sqrt[n-294]{\sqrt[n-295]{\sqrt[n-296]{\sqrt[n-297]{\sqrt[n-298]{\sqrt[n-299]{\sqrt[n-300]{\sqrt[n-301]{\sqrt[n-302]{\sqrt[n-303]{\sqrt[n-304]{\sqrt[n-305]{\sqrt[n-306]{\sqrt[n-307]{\sqrt[n-308]{\sqrt[n-309]{\sqrt[n-310]{\sqrt[n-311]{\sqrt[n-312]{\sqrt[n-313]{\sqrt[n-314]{\sqrt[n-315]{\sqrt[n-316]{\sqrt[n-317]{\sqrt[n-318]{\sqrt[n-319]{\sqrt[n-320]{\sqrt[n-321]{\sqrt[n-322]{\sqrt[n-323]{\sqrt[n-324]{\sqrt[n-325]{\sqrt[n-326]{\sqrt[n-327]{\sqrt[n-328]{\sqrt[n-329]{\sqrt[n-330]{\sqrt[n-331]{\sqrt[n-332]{\sqrt[n-333]{\sqrt[n-334]{\sqrt[n-335]{\sqrt[n-336]{\sqrt[n-337]{\sqrt[n-338]{\sqrt[n-339]{\sqrt[n-340]{\sqrt[n-341]{\sqrt[n-342]{\sqrt[n-343]{\sqrt[n-344]{\sqrt[n-345]{\sqrt[n-346]{\sqrt[n-347]{\sqrt[n-348]{\sqrt[n-349]{\sqrt[n-350]{\sqrt[n-351]{\sqrt[n-352]{\sqrt[n-353]{\sqrt[n-354]{\sqrt[n-355]{\sqrt[n-356]{\sqrt[n-357]{\sqrt[n-358]{\sqrt[n-359]{\sqrt[n-360]{\sqrt[n-361]{\sqrt[n-362]{\sqrt[n-363]{\sqrt[n-364]{\sqrt[n-365]{\sqrt[n-366]{\sqrt[n-367]{\sqrt[n-368]{\sqrt[n-369]{\sqrt[n-370]{\sqrt[n-371]{\sqrt[n-372]{\sqrt[n-373]{\sqrt[n-374]{\sqrt[n-375]{\sqrt[n-376]{\sqrt[n-377]{\sqrt[n-378]{\sqrt[n-379]{\sqrt[n-380]{\sqrt[n-381]{\sqrt[n-382]{\sqrt[n-383]{\sqrt[n-384]{\sqrt[n-385]{\sqrt[n-386]{\sqrt[n-387]{\sqrt[n-388]{\sqrt[n-389]{\sqrt[n-390]{\sqrt[n-391]{\sqrt[n-392]{\sqrt[n-393]{\sqrt[n-394]{\sqrt[n-395]{\sqrt[n-396]{\sqrt[n-397]{\sqrt[n-398]{\sqrt[n-399]{\sqrt[n-400]{\sqrt[n-401]{\sqrt[n-402]{\sqrt[n-403]{\sqrt[n-404]{\sqrt[n-405]{\sqrt[n-406]{\sqrt[n-407]{\sqrt[n-408]{\sqrt[n-409]{\sqrt[n-410]{\sqrt[n-411]{\sqrt[n-412]{\sqrt[n-413]{\sqrt[n-414]{\sqrt[n-415]{\sqrt[n-416]{\sqrt[n-417]{\sqrt[n-418]{\sqrt[n-419]{\sqrt[n-420]{\sqrt[n-421]{\sqrt[n-422]{\sqrt[n-423]{\sqrt[n-424]{\sqrt[n-425]{\sqrt[n-426]{\sqrt[n-427]{\sqrt[n-428]{\sqrt[n-429]{\sqrt[n-430]{\sqrt[n-431]{\sqrt[n-432]{\sqrt[n-433]{\sqrt[n-434]{\sqrt[n-435]{\sqrt[n-436]{\sqrt[n-437]{\sqrt[n-438]{\sqrt[n-439]{\sqrt[n-440]{\sqrt[n-441]{\sqrt[n-442]{\sqrt[n-443]{\sqrt[n-444]{\sqrt[n-445]{\sqrt[n-446]{\sqrt[n-447]{\sqrt[n-448]{\sqrt[n-449]{\sqrt[n-450]{\sqrt[n-451]{\sqrt[n-452]{\sqrt[n-453]{\sqrt[n-454]{\sqrt[n-455]{\sqrt[n-456]{\sqrt[n-457]{\sqrt[n-458]{\sqrt[n-459]{\sqrt[n-460]{\sqrt[n-461]{\sqrt[n-462]{\sqrt[n-463]{\sqrt[n-464]{\sqrt[n-465]{\sqrt[n-466]{\sqrt[n-467]{\sqrt[n-468]{\sqrt[n-469]{\sqrt[n-470]{\sqrt[n-471]{\sqrt[n-472]{\sqrt[n-473]{\sqrt[n-474]{\sqrt[n-475]{\sqrt[n-476]{\sqrt[n-477]{\sqrt[n-478]{\sqrt[n-479]{\sqrt[n-480]{\sqrt[n-481]{\sqrt[n-482]{\sqrt[n-483]{\sqrt[n-484]{\sqrt[n-485]{\sqrt[n-486]{\sqrt[n-487]{\sqrt[n-488]{\sqrt[n-489]{\sqrt[n-490]{\sqrt[n-491]{\sqrt[n-492]{\sqrt[n-493]{\sqrt[n-494]{\sqrt[n-495]{\sqrt[n-496]{\sqrt[n-497]{\sqrt[n-498]{\sqrt[n-499]{\sqrt[n-500]{\sqrt[n-501]{\sqrt[n-502]{\sqrt[n-503]{\sqrt[n-504]{\sqrt[n-505]{\sqrt[n-506]{\sqrt[n-507]{\sqrt[n-508]{\sqrt[n-509]{\sqrt[n-510]{\sqrt[n-511]{\sqrt[n-512]{\sqrt[n-513]{\sqrt[n-514]{\sqrt[n-515]{\sqrt[n-516]{\sqrt[n-517]{\sqrt[n-518]{\sqrt[n-519]{\sqrt[n-520]{\sqrt[n-521]{\sqrt[n-522]{\sqrt[n-523]{\sqrt[n-524]{\sqrt[n-525]{\sqrt[n-526]{\sqrt[n-527]{\sqrt[n-528]{\sqrt[n-529]{\sqrt[n-530]{\sqrt[n-531]{\sqrt[n-532]{\sqrt[n-533]{\sqrt[n-534]{\sqrt[n-535]{\sqrt[n-536]{\sqrt[n-537]{\sqrt[n-538]{\sqrt[n-539]{\sqrt[n-540]{\sqrt[n-541]{\sqrt[n-542]{\sqrt[n-543]{\sqrt[n-544]{\sqrt[n-545]{\sqrt[n-546]{\sqrt[n-547]{\sqrt[n-548]{\sqrt[n-549]{\sqrt[n-550]{\sqrt[n-551]{\sqrt[n-552]{\sqrt[n-553]{\sqrt[n-554]{\sqrt[n-555]{\sqrt[n-556]{\sqrt[n-557]{\sqrt[n-558]{\sqrt[n-559]{\sqrt[n-560]{\sqrt[n-561]{\sqrt[n-562]{\sqrt[n-563]{\sqrt[n-564]{\sqrt[n-565]{\sqrt[n-566]{\sqrt[n-567]{\sqrt[n-568]{\sqrt[n-569]{\sqrt[n-570]{\sqrt[n-571]{\sqrt[n-572]{\sqrt[n-573]{\sqrt[n-574]{\sqrt[n-575]{\sqrt[n-576]{\sqrt[n-577]{\sqrt[n-578]{\sqrt[n-579]{\sqrt[n-580]{\sqrt[n-581]{\sqrt[n-582]{\sqrt[n-583]{\sqrt[n-584]{\sqrt[n-585]{\sqrt[n-586]{\sqrt[n-587]{\sqrt[n-588]{\sqrt[n-589]{\sqrt[n-590]{\sqrt[n-591]{\sqrt[n-592]{\sqrt[n-593]{\sqrt[n-594]{\sqrt[n-595]{\sqrt[n-596]{\sqrt[n-597]{\sqrt[n-598]{\sqrt[n-599]{\sqrt[n-600]{\sqrt[n-601]{\sqrt[n-602]{\sqrt[n-603]{\sqrt[n-604]{\sqrt[n-605]{\sqrt[n-606]{\sqrt[n-607]{\sqrt[n-608]{\sqrt[n-609]{\sqrt[n-610]{\sqrt[n-611]{\sqrt[n-612]{\sqrt[n-613]{\sqrt[n-614]{\sqrt[n-615]{\sqrt[n-616]{\sqrt[n-617]{\sqrt[n-618]{\sqrt[n-619]{\sqrt[n-620]{\sqrt[n-621]{\sqrt[n-622]{\sqrt[n-623]{\sqrt[n-624]{\sqrt[n-625]{\sqrt[n-626]{\sqrt[n-627]{\sqrt[n-628]{\sqrt[n-629]{\sqrt[n-630]{\sqrt[n-631]{\sqrt[n-632]{\sqrt[n-633]{\sqrt[n-634]{\sqrt[n-635]{\sqrt[n-636]{\sqrt[n-637]{\sqrt[n-638]{\sqrt[n-639]{\sqrt[n-640]{\sqrt[n-641]{\sqrt[n-642]{\sqrt[n-643]{\sqrt[n-644]{\sqrt[n-645]{\sqrt[n-646]{\sqrt[n-647]{\sqrt[n-648]{\sqrt[n-649]{\sqrt[n-650]{\sqrt[n-651]{\sqrt[n-652]{\sqrt[n-653]{\sqrt[n-654]{\sqrt[n-655]{\sqrt[n-656]{\sqrt[n-657]{\sqrt[n-658]{\sqrt[n-659]{\sqrt[n-660]{\sqrt[n-661]{\sqrt[n-662]{\sqrt[n-663]{\sqrt[n-664]{\sqrt[n-665]{\sqrt[n-666]{\sqrt[n-667]{\sqrt[n-668]{\sqrt[n-669]{\sqrt[n-670]{\sqrt[n-671]{\sqrt[n-672]{\sqrt[n-673]{\sqrt[n-674]{\sqrt[n-675]{\sqrt[n-676]{\sqrt[n-677]{\sqrt[n-678]{\sqrt[n-679]{\sqrt[n-680]{\sqrt[n-681]{\sqrt[n-682]{\sqrt[n-683]{\sqrt[n-684]{\sqrt[n-685]{\sqrt[n-686]{\sqrt[n-687]{\sqrt[n-688]{\sqrt[n-689]{\sqrt[n-690]{\sqrt[n-691]{\sqrt[n-692]{\sqrt[n-693]{\sqrt[n-694]{\sqrt[n-695]{\sqrt[n-696]{\sqrt[n-697]{\sqrt[n-698]{\sqrt[n-699]{\sqrt[n-700]{\sqrt[n-701]{\sqrt[n-702]{\sqrt[n-703]{\sqrt[n-704]{\sqrt[n-705]{\sqrt[n-706]{\sqrt[n-707]{\sqrt[n-708]{\sqrt[n-709]{\sqrt[n-710]{\sqrt[n-711]{\sqrt[n-712]{\sqrt[n-713]{\sqrt[n-714]{\sqrt[n-715]{\sqrt[n-716]{\sqrt[n-717]{\sqrt[n-718]{\sqrt[n-719]{\sqrt[n-720]{\sqrt[n-721]{\sqrt[n-722]{\sqrt[n-723]{\sqrt[n-724]{\sqrt[n-725]{\sqrt[n-726]{\sqrt[n-727]{\sqrt[n-728]{\sqrt[n-729]{\sqrt[n-730]{\sqrt[n-731]{\sqrt[n-732]{\sqrt[n-733]{\sqrt[n-734]{\sqrt[n-735]{\sqrt[n-736]{\sqrt[n-737]{\sqrt[n-738]{\sqrt[n-739]{\sqrt[n-740]{\sqrt[n-741]{\sqrt[n-742]{\sqrt[n-743]{\sqrt[n-744]{\sqrt[n-745]{\sqrt[n-746]{\sqrt[n-747]{\sqrt[n-748]{\sqrt[n-749]{\sqrt[n-750]{\sqrt[n-751]{\sqrt[n-752]{\sqrt[n-753]{\sqrt[n-754]{\sqrt[n-755]{\sqrt[n-756]{\sqrt[n-757]{\sqrt[n-758]{\sqrt[n-759]{\sqrt[n-760]{\sqrt[n-761]{\sqrt[n-762]{\sqrt[n-763]{\sqrt[n-764]{\sqrt[n-765]{\sqrt[n-766]{\sqrt[n-767]{\sqrt[n-768]{\sqrt[n-769]{\sqrt[n-770]{\sqrt[n-771]{\sqrt[n-772]{\sqrt[n-773]{\sqrt[n-774]{\sqrt[n-775]{\sqrt[n-776]{\sqrt[n-777]{\sqrt[n-778]{\sqrt[n-779]{\sqrt[n-780]{\sqrt[n-781]{\sqrt[n-782]{\sqrt[n-783]{\sqrt[n-784]{\sqrt[n-785]{\sqrt[n-786]{\sqrt[n-787]{\sqrt[n-788]{\sqrt[n-789]{\sqrt[n-790]{\sqrt[n-791]{\sqrt[n-792]{\sqrt[n-793]{\sqrt[n-794]{\sqrt[n-795]{\sqrt[n-796]{\sqrt[n-797]{\sqrt[n-798]{\sqrt[n-799]{\sqrt[n-800]{\sqrt[n-801]{\sqrt[n-802]{\sqrt[n-803]{\sqrt[n-804]{\sqrt[n-805]{\sqrt[n-806]{\sqrt[n-807]{\sqrt[n-808]{\sqrt[n-809]{\sqrt[n-810]{\sqrt[n-811]{\sqrt[n-812]{\sqrt[n-813]{\sqrt[n-814]{\sqrt[n-815]{\sqrt[n-816]{\sqrt[n-817]{\sqrt[n-818]{\sqrt[n-819]{\sqrt[n-820]{\sqrt[n-821]{\sqrt[n-822]{\sqrt[n-823]{\sqrt[n-824]{\sqrt[n-825]{\sqrt[n-826]{\sqrt[n-827]{\sqrt[n-828]{\sqrt[n-829]{\sqrt[n-830]{\sqrt[n-831]{\sqrt[n-832]{\sqrt[n-833]{\sqrt[n-834]{\sqrt[n-835]{\sqrt[n-836]{\sqrt[n-837]{\sqrt[n-838]{\sqrt[n-839]{\sqrt[n-840]{\sqrt[n-841]{\sqrt[n-842]{\sqrt[n-843]{\sqrt[n-844]{\sqrt[n-845]{\sqrt[n-846]{\sqrt[n-847]{\sqrt[n-848]{\sqrt[n-849]{\sqrt[n-850]{\sqrt[n-851]{\sqrt[n-852]{\sqrt[n-853]{\sqrt[n-854]{\sqrt[n-855]{\sqrt[n-856]{\sqrt[n-857]{\sqrt[n-858]{\sqrt[n-859]{\sqrt[n-860]{\sqrt[n-861]{\sqrt[n-862]{\sqrt[n-863]{\sqrt[n-864]{\sqrt[n-865]{\sqrt[n-866]{\sqrt[n-867]{\sqrt[n-868]{\sqrt[n-869]{\sqrt[n-870]{\sqrt[n-871]{\sqrt[n-872]{\sqrt[n-873]{\sqrt[n-874]{\sqrt[n-875]{\sqrt[n-876]{\sqrt[n-877]{\sqrt[n-878]{\sqrt[n-879]{\sqrt[n-880]{\sqrt[n-881]{\sqrt[n-882]{\sqrt[n-883]{\sqrt[n-884]{\sqrt[n-885]{\sqrt[n-886]{\sqrt[n-887]{\sqrt[n-888]{\sqrt[n-889]{\sqrt[n-890]{\sqrt[n-891]{\sqrt[n-892]{\sqrt[n-893]{\sqrt[n-894]{\sqrt[n-895]{\sqrt[n-896]{\sqrt[n-897]{\sqrt[n-898]{\sqrt[n-899]{\sqrt[n-900]{\sqrt[n-901]{\sqrt[n-902]{\sqrt[n-903]{\sqrt[n-904]{\sqrt[n-905]{\sqrt[n-906]{\sqrt[n-907]{\sqrt[n-908]{\sqrt[n-909]{\sqrt[n-910]{\sqrt[n-911]{\sqrt[n-912]{\sqrt[n-913]{\sqrt[n-914]{\sqrt[n-915]{\sqrt[n-916]{\sqrt[n-917]{\sqrt[n-918]{\sqrt[n-919]{\sqrt[n-920]{\sqrt[n-921]{\sqrt[n-922]{\sqrt[n-923]{\sqrt[n-924]{\sqrt[n-925]{\sqrt[n-926]{\sqrt[n-927]{\sqrt[n-928]{\sqrt[n-929]{\sqrt[n-930]{\sqrt[n-931]{\sqrt[n-932]{\sqrt[n-933]{\sqrt[n-934]{\sqrt[n-935]{\sqrt[n-936]{\sqrt[n-937]{\sqrt[n-938]{\sqrt[n-939]{\sqrt[n-940]{\sqrt[n-941]{\sqrt[n-942]{\sqrt[n-943]{\sqrt[n-944]{\sqrt[n-945]{\sqrt[n-946]{\sqrt[n-947]{\sqrt[n-948]{\sqrt[n-949]{\sqrt[n-950]{\sqrt[n-951]{\sqrt[n-952]{\sqrt[n-953]{\sqrt[n-954]{\sqrt[n-955]{\sqrt[n-956]{\sqrt[n-957]{\sqrt[n-958]{\sqrt[n-959]{\sqrt[n-960]{\sqrt[n-961]{\sqrt[n-962]{\sqrt[n-963]{\sqrt[n-964]{\sqrt[n-965]{\sqrt[n-966]{\sqrt[n-967]{\sqrt[n-968]{\sqrt[n-969]{\sqrt[n-970]{\sqrt[n-971]{\sqrt[n-972]{\sqrt[n-973]{\sqrt[n-974]{\sqrt[n-975]{\sqrt[n-976]{\sqrt[n-977]{\sqrt[n-978]{\sqrt[n-979]{\sqrt[n-980]{\sqrt[n-981]{\sqrt[n-982]{\sqrt[n-983]{\sqrt[n-984]{\sqrt[n-985]{\sqrt[n-986]{\sqrt[n-987]{\sqrt[n-988]{\sqrt[n-989]{\sqrt[n-990]{\sqrt[n-991]{\sqrt[n-992]{\sqrt[n-993]{\sqrt[n-994]{\sqrt[n-995]{\sqrt[n-996]{\sqrt[n-997]{\sqrt[n-998]{\sqrt[n-999]{\sqrt[n-1000]}}} \end{aligned}$$



Műveletek racionális kifejezésekkel – megoldások

5193 a) $f(x) = -30x - 34$, behelyettesítve: $f\left(-\frac{7}{3}\right) = 36$;

b) $f(x) = -24x + 120$, behelyettesítve: $f\left(-\frac{7}{3}\right) = 176$;

c) $f(x) = 102x + 5$, behelyettesítve: $f\left(-\frac{7}{3}\right) = -233$.

5194 a) Igaz, mert $16a^2 - 24ab + 9b^2 = (4a - 3b)^2$.

b) Nem, mert $4a - 3b = -5$ is lehet.

5195 a) $(7 - 5a)(7 + 5a)$;

c) $(c - 12)^2$;

e) $5(e - 6)^2$;

b) $b(10b + 9)(10b - 9)$;

d) $(20 - d)^2$;

f) $f(7 - 4f)^2$.

5196 a) $(6p^2 + q^2)^2$;

c) $-(p + 1)^2$;

e) $3a(b + 1)^2$;

g) $(9m + z)(-m - 9z)$;

i) $-2m^3z^3(z + 2m)$;

k) $(m - k)(5a + 1)$.

b) $(p - q)^2$ vagy $(q - p)^2$;

d) $-(a + 3)^2$;

f) $(a - 2b)^3$;

h) $(m + z - p)(m + z + p)$;

j) $(b - m)(a + k)$;

5197 a) $(a - 3)(a + 7)$;

c) $(4c - 1)(5c - 2)$;

b) $(2b + 5)(b + 3)$;

d) $d(6d + 7)(7d + 6)$.

5198 Használjuk a gyöktényezős összefüggést: $a(x - x_1)(x - x_2)$.

a) $\frac{2\left(a + \frac{3}{2}\right) \cdot (a + 2)}{-2\left(a + \frac{3}{2}\right) \cdot (a - 4)} = \frac{a + 2}{4 - a}$;

b) $\frac{(b - 7) \cdot (b - 2)}{6(b + 1) \cdot (b - 2)} = \frac{b - 7}{6(b + 1)}$.

5199 a) Értelmezés: $a \neq 0$, egyszerűsítés után: $a - 4$;

b) Értelmezés: $b \neq 2$, egyszerűsítés után: $2b$;

c) Értelmezés: $c \neq 4$, egyszerűsítés után: c^3 ;

d) Értelmezés: $d \neq -7$, egyszerűsítés után: $d - 7$;

e) Értelmezés: $e \neq 12$ és $e \neq -12$, egyszerűsítés után: $\frac{1}{e + 12}$;

f) Értelmezés: $f \neq 10$, egyszerűsítés után: $\frac{f}{f - 10}$;

g) Értelmezés: $g \neq -6$, egyszerűsítés után: $\frac{g - 6}{g + 6}$.

5200 $x^2 + \frac{1}{x^2} = \left(x + \frac{1}{x}\right)^2 - 2x \cdot \frac{1}{x} = 47$.



5201

	Értelmezési tartomány	A művelet eredménye
a)	$a \in \mathbb{R}, a \neq -\frac{1}{3}, a \neq \frac{1}{3}$	$\frac{a}{3a-1}$
b)	$b \in \mathbb{R}, b \neq -\frac{3}{2}, b \neq 0, b \neq \frac{3}{2}$	$\frac{2b+3}{5b}$
c)	$c \in \mathbb{R}, c \neq -5, c \neq 0, c \neq 5$	1
d)	$d \in \mathbb{R}, d \neq -2, d \neq 0$	$d-2$
e)	$e \in \mathbb{R}, e \neq -3, e \neq -2, e \neq -\frac{3}{2}, e \neq 0, e \neq \frac{4}{3}$	$\frac{(e-1) \cdot (e+2)}{e^2 \cdot (e+3)}$
f)	$f \in \mathbb{R}, f \neq -\frac{1}{2}, f \neq 4$	$3 \cdot \left(\frac{2f+1}{f-4} \right)^2$
g)	$g \in \mathbb{R}, g \neq 3, g \neq -3, g \neq 0, g \neq 5, g \neq -5$	$\frac{g^2}{(g+3)(g-5)}$
h)	$g, h \in \mathbb{R}, g, h \neq 0, h \neq -g$	$\frac{g-h}{2}$
i)	$i \in \mathbb{R}, i \neq -3, i \neq -\frac{3}{4}$	$\frac{2(i+3)}{3(i^2-3i+9)}$
j)	$i, j \in \mathbb{R}, i \neq -j$	$\frac{5(i-j)}{4(i+j)}$

5202

	Értelmezési tartomány	A művelet eredménye
a)	$x \in \mathbb{R}, x \neq -\frac{3}{2}, x \neq \frac{3}{2}$	$\frac{6}{9-4x^2}$
b)	$x \in \mathbb{R}, x \neq -2, x \neq 2$	$\frac{8x}{4-x^2}$
c)	$a \in \mathbb{R}, a \neq \frac{1}{3}$	$\frac{1}{6}$
d)	$b \in \mathbb{R}, b \neq -\frac{5}{2}$	$\frac{b}{10b+25}$
e)	$c \in \mathbb{R}, c \neq -6, c \neq 6$	$\frac{2}{c-6}$



	Értelmezési tartomány	A művelet eredménye
f)	$d \in \mathbb{R}, d \neq -10, d \neq 10$	-1
g)	$e \in \mathbb{R}, e \neq -3, e \neq 3$	$\frac{5\left(e + \frac{16}{5}\right)(e - 3)}{2(e + 3)(e - 3)} = \frac{5e + 16}{2e + 6}$
h)	$f \in \mathbb{R}, f \neq -3$	$\frac{-5}{(f + 3)^2}$
i)	$g \in \mathbb{R}, g \neq -5, g \neq 2$	$\frac{1}{2 - g}$
j)	$j \in \mathbb{R}, j \neq -2, j \neq 2$	$\frac{j^2 - 20j + 8}{(2 - j)^2 \cdot (2 + j)}$

5203 a) $\frac{9a^2 - 4b^2}{30a + 20b} = \frac{(3a + 2b)(3a - 2b)}{10(3a + 2b)} = \frac{1}{2};$

b) $\frac{15a^3}{9a^5 - 12a^4b + 4a^3b^2} = \frac{15a^3}{a^3 \cdot (9a^2 - 12 \cdot ab + 4b^2)} = \frac{15a^3}{a^3 \cdot (3a - 2b)^2} = \frac{3}{5}.$

5204 a) $\frac{16 - 2x}{(2 - x)(2 + x)} = -\frac{6}{21} = -\frac{2}{7};$

b) $\frac{6x - 2}{5x - 2} = \frac{28}{23}.$

5205 Ha $a + b + c = 0$, akkor $c = -a - b$. Írjuk ezt be a kifejezésbe:

$$\begin{aligned} a^3 + a^2 \cdot (-a - b) - ab(-a - b) + b^2 \cdot (-a - b) + b^3 &= \\ = a^3 - a^3 - a^2b + a^2b + ab^2 - ab^2 - b^3 + b^3 &= 0. \end{aligned}$$

5206 A feltételből: $x^2z + y^2z = y^2x + z^2x$, átrendezve: $xz(x - z) = y^2 \cdot (x - z)$, mivel $x \neq z$, ezért $xz = y^2$, ami annyit jelent, hogy $\frac{x}{y} = \frac{y}{z}$.

5207 Alakítsuk át a kifejezést:

$$\left(\frac{k}{3} - \frac{9}{k^2}\right) : \left(\frac{1}{3} + \frac{3}{k^2} + \frac{1}{k}\right) = \frac{k^3 - 27}{3k^2} : \frac{k^2 + 9 + 3k}{3k^2} = \frac{k^3 - 27}{k^2 + 3k + 9} = \frac{(k - 3)(k^2 + 3k + 9)}{k^2 + 3k + 9} = k - 3,$$

ezért ha $k \in \mathbb{Z}^+ \Rightarrow (k - 3) \in \mathbb{Z}$.

Egyenletek, egyenlőtlenségek – megoldások

5208 a) $x = 26;$ b) $x = 65;$ c) $x = \frac{27}{11};$ d) nincs megoldás;
e) $x = \frac{6}{25};$ f) $x = \frac{3}{8};$ g) $-22;$ h) $\frac{25}{12};$



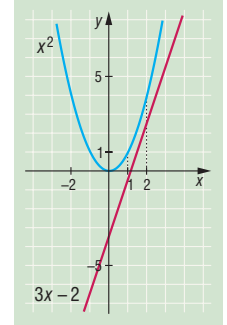
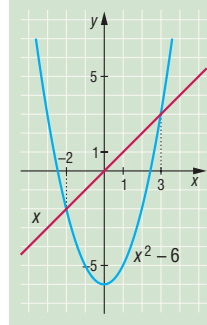
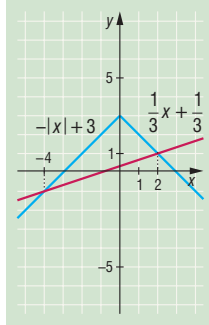
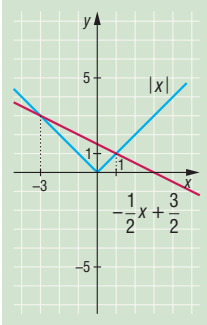
i) $x_1 = 0$ vagy $x_2 = -1$ vagy $x_3 = \frac{2}{3}$ vagy $x_4 = 4$;

j) $x = \frac{16}{25}$;

k) $x_1 = -4$ vagy $x_2 = -2$;

l) $x \neq 15$; $x_1 = 0$ vagy $x_2 = -7$ vagy $x_3 = \frac{1}{2}$.

5209 a) $x_1 = -3$, $x_2 = 1$; b) $x_1 = -4$, $x_2 = 2$; c) $x_1 = -2$, $x_2 = 3$; d) $x_1 = 1$, $x_2 = 2$.



5210 a) $x_1 = -3$, $x_2 = 4$; b) $x_1 = 4$, $x_2 = \frac{6}{5}$; c) $x_1 = \frac{68}{21}$, $x_2 = \frac{46}{21}$.

5211 a) $x_1 = \frac{5}{2}$, $x_2 = -\frac{5}{7}$;

b) az egyenlet alaphalmaza: $x \in \mathbb{R} \setminus \{0\}$; $x_1 = \frac{4}{3}$, $x_2 = -1$;

c) $x_1 = \frac{11}{10}$, $x_2 = -\frac{3}{2}$;

d) $x_1 = \frac{1}{3}$, $x_2 = -\frac{7}{5}$;

e) az egyenlet alaphalmaza: $x \in \mathbb{R} \setminus \{5\}$; $x_1 = 7$, $x_2 = 3$;

f) az egyenlet alaphalmaza: $x \in \mathbb{R} \setminus \{-6\}$; $x_1 = 0$, $x_2 = -4$;

g) az egyenlet alaphalmaza: $x \in \mathbb{R} \setminus \{-3\}$; $x_1 = 2$, $x_2 = -6$;

h) $x_1 = 0$, $x_2 = 9$;

i) $x_1 = 0$, $x_2 = \frac{1}{4}$;

j) $x_1 = 5$, $x_2 = -5$;

k) $x_1 = 0$, $x_2 = -10$;

l) $x_1 = 2$, $x_2 = -4$;

m) az egyenlet alaphalmaza: $x \in \mathbb{R} \setminus \{3\}$; azonosság;

n) az egyenlet alaphalmaza: $x \in \mathbb{R} \setminus \{-5\}$; $x = 5$;

o) az egyenlet alaphalmaza: $x \in \mathbb{R} \setminus \{-4\}$; $x_1 = 0$, $x_2 = 1$.

5212 a) Például: $x^2 - 2x - 15 = 0$;

b) például: $15x^2 + 7x - 2 = 0$;

c) a két gyök 2 és 8, tehát például: $x^2 - 10x + 16 = 0$;

d) a másik gyök: $x_2 = 3 + \sqrt{7}$, tehát például: $x^2 - 6x + 2 = 0$.



5213

	Az egyenlet			Az egyenlet	
	alaphalmaz	megoldása		alaphalmaz	megoldása
a)	$x \geq \frac{3}{5}$	$x = \frac{7}{5}$	b)	$x \leq \frac{8}{3}$	$x = -\frac{8}{3}$
c)	$x < 0$ vagy $x \geq \frac{1}{2}$	$x = -\frac{1}{7}$	d)	\emptyset	nincs
e)	$x \geq \frac{5}{7}$	$x = 4$	f)	$x \geq \frac{1}{2}$	nincs
g)	$x \in \mathbb{R}$	$x_1 = 6, x_2 = -6$	h)	$x \geq \frac{3}{8}$	$x = \frac{5}{8}$
i)	$x \in \mathbb{R}$	$x = -4$	j)	\emptyset	nincs
k)	$x \leq 20$	$x = 20$	l)	$x \in \mathbb{R}$	$x = -2$ és $y = -\frac{2}{3}$
m)	$y \geq 1$	$x = \frac{5}{3}$	n)	$-5 \leq x \leq 5$	$x = 4$

5214

- a) $x = 5$; b) $x = \frac{11}{4}$; c) $x = \frac{18}{13}$; d) 26; e) $x = \frac{2}{5}$; f) $x = 3$;
g) $x = 1$; h) $x = \frac{9}{2}$; i) $x = \frac{16}{5}$; j) $x = -3$; k) $x = -\frac{1}{6}$; l) $x = 4$;
m) $x = \frac{7}{2}$.

5215

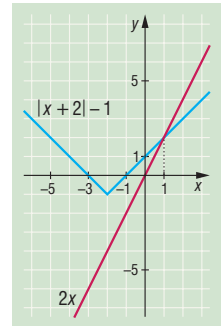
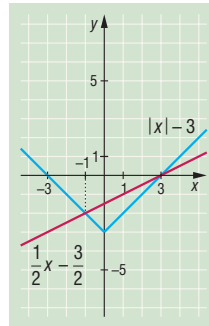
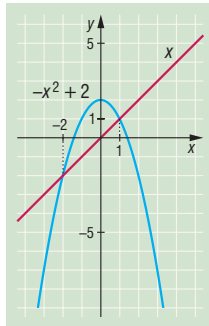
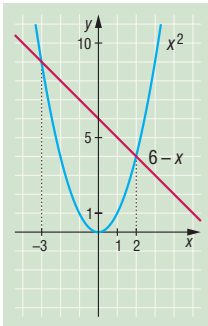
	Az egyenlet		
	alaphalmaz	kapott gyök(ök)	megoldása
a)	$x > -\frac{1}{2}$	$x = 40$	$x = 40$
b)	$x > -\frac{1}{4}$	$x = -\frac{1}{5}$	$x = -\frac{1}{5}$
c)	\emptyset	nincs	nincs
d)	$x > 4$	$x > 4$	$x > 4$
e)	$x > \frac{1}{2}, x \neq 1$	$x = 3$	$x = 3$



	Az egyenlet		
	alaphalmaz	kapott gyök(ök)	megoldása
f)	$x > 2, \quad x \neq 3$	$x_1 = 0, \quad x_2 = 5$	$x = 5$
g)	$x > \frac{2}{3}$	$x_1 = 2, \quad x_2 = 1$	$x_1 = 2, \quad x_2 = 1$
h)	$x > 4$	$x_1 = 7, \quad x_2 = -1$	$x = 7$
i)	$x > \frac{2}{7}$	$x = 6$	$x = 6$

5216 a) $x_1 = \frac{4\pi}{3}, \quad x_2 = \frac{5\pi}{3};$ b) $x_1 = \frac{2\pi}{3}, \quad x_2 = \frac{4\pi}{3};$ c) $x_1 = \frac{\pi}{4}, \quad x_2 = \frac{5\pi}{4};$
d) $x_1 = \frac{\pi}{6}, \quad x_2 = \frac{7\pi}{6};$ e) $x_1 = \frac{\pi}{32}, \quad x_2 = \frac{3\pi}{32};$ f) $x_1 = \frac{\pi}{6}, \quad x_2 = \frac{7\pi}{30}.$

5217 a) $x \leq -3$ vagy $2 \leq x;$ b) $-2 \leq x \leq 1;$ c) $-1 < x < 3;$ d) $x \leq 1.$



5218 a) $[-2; \infty[;$ b) $]-\infty; -\frac{11}{9}];$ c) $]\frac{19}{4}; \infty[;$
d) $]-\infty; -\frac{13}{8}[;$ e) $]-\infty; \frac{1}{6}[;$ f) $]-\frac{7}{13}; \infty[;$
g) $] -1; 4[;$ h) $]-\infty; -\frac{8}{7}] \cup [\frac{10}{7}; \infty[.$

5219 a) $x \geq \frac{11}{3};$ b) $x > -\frac{2}{5};$ c) $x \leq \frac{17}{8};$
d) $x < -\frac{3}{2};$ e) $x \leq \frac{5}{2};$ f) $x > \frac{2}{3};$
g) $-\frac{3}{2} < x < \frac{3}{2};$ h) $x \geq -2;$ i) $x < 1.$



5220	Az egyenlőtlenség			Az egyenlőtlenség	
	alaphalmaz	megoldása		alaphalmaz	megoldása
a)	$x > 0$	$x \geq 10\,000$	b)	$x > 0$	$x > \frac{1}{5}$
c)	$x > 0$	$0 < x \leq \sqrt{7}$	d)	$x < 10$	$x < 9,5$
e)	$x < -5$ vagy $x > 5$	$x \geq \sqrt{26}$ vagy $x \leq -\sqrt{26}$	f)	$x > \frac{3}{5}$	$x \geq 6$
g)	$x > \frac{1}{5}$	$\frac{1}{5} < x < \frac{6}{5}$	h)	$x > \frac{1}{5}$	$\frac{1}{5} < x \leq \frac{6}{5}$
i)	$x < -3$ vagy $x > 3$	$-2 < x < -\sqrt{3}$ vagy $\sqrt{3} < x < 2$			

- 5221 a) Eredetileg 36 darabot vitt ki a piacra.
b) 5 darabot adott Mari néaninek.

5222 A gondolt szám legyen x . Ekkor a kapott számok: $8 + x$, $5 + x$, $3 + x$. A gondolt szám az 1.

5223 A $3x + 5x = 200$ egyenlet alapján a számok: 75 és 125.

5224 A $7(x - 6) = 4x - 6$ egyenlet alapján a fiú 12 éves, az apa pedig 48.

5225 A táblázat segítségével a következő egyenletrendszerhez jutunk:

$$\begin{cases} x - 4 = 6(y - 4) \\ x + 5 = 3(y + 5) \end{cases},$$

amiből kapjuk, hogy $x = 40$ és $y = 10$.

Tehát Szonja most 10 éves, az anyukája pedig 40.

Időpont	Anya	Szonja
4 éve	$x - 4$	$y - 4$
most	x	y
5 év múlva	$x + 5$	$y + 5$

5226 a) 4 évvel ezelőtt volt Móricka anyukája 4-szer annyi idős, mint ő (mert ekkor ő 8, anyukája pedig 32 éves volt).

b) 12 év múlva lesz Móricka anyukája 2-szer annyi idős, mint a fia. Ekkor életkoruk 24 és 48 év lesz.

5227 Ha a számjegyek x és $10 - x$, a $10x + (10 - x) - 72 = 10(10 - x) + x$ egyenlet alapján a keresett szám 91.

5228 A gondolt szám a 63.

5229 A $31x + 12 = 32(x - 1) - 4$ egyenlet megoldásából: 48 sort jelölt ki, és 1500 facsemetét fog elültetni.

5230 Ha a számok $x + 100$ és x , akkor a $4 = \frac{x + 100 - 4}{x}$ egyenlet alapján a két szám 132 és 32.

5231 48 nap alatt végez 5 munkás napi 3 óra munkával.

5232 Még 5 órát kell Andrásnak egyedül dolgoznia.

5233 2 g szükséges a 92%-os kénsavból.



5234 a) 17 órakor találkoznak.

b) Bálint 8 km-t, Gábor 4 km-t tett meg a találkozásukig.

5235 a) Mivel a tehervonat 5 órakor indult, és 4 óra 48 percet töltött úton, 9 óra 48 perckor érte utol az IC, mert az 8 órakor indult, de csak 1 óra 48 percet töltött úton.

b) 144 km-t tettek meg találkozásukig.

5236 Ha tegnap x km-t futott: $x - 7 = \frac{x + 3}{3}$, amiből adódik, hogy tegnap 12 km-t, ma 15 km-t futott.

5237 a) Az $\frac{x}{5} + \frac{x}{8} = 1$ egyenlet megoldása: $x = \frac{40}{13}$. Körülbelül 9 óra 5 perckor végeznek.

b) Az $\frac{1,5}{8} + \frac{x}{5} = 1$ egyenlet megoldása: $x = \frac{32,5}{8}$. Körülbelül 10 óra 4 perckor végez az újabb gép a takarítással.

c) Az $\frac{2}{5} + \frac{x}{8} = 1$ egyenlet megoldása: $x = 4,8$. Pontosan 10 óra 48 perckor végeznek.

5238 a) 40 km.

b) A kerékpárosoknak elég délután fél háromkor elindulni.

5239 a) Az $52x = 28(x + 3)$ egyenlet megoldásából: 3,5 liter alkoholra van szükség. (⇒)

b) Az $52 \cdot 3 = (x + 3) \cdot 30$ egyenlet megoldásából: 2,2 liter tiszta víz kell.

c) Az $52x = 3 \cdot 28$ egyenlet megoldásából: 1,62 liter alkohol és 1,38 liter víz összekeverése lesz megfelelő.

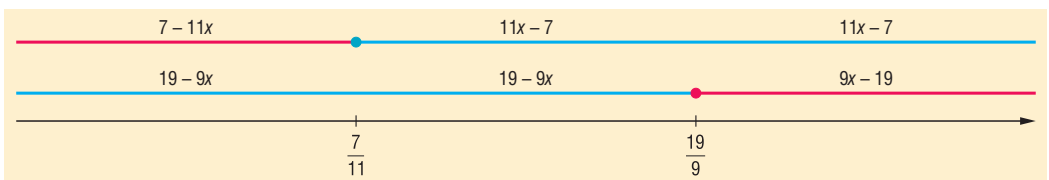
	%	Liter	Σ
Alkohol	52	x	$52x$
Víz	0	3	0
Keverék	28	$x + 3$	$28(x + 3)$

5240 Csak az lehet, hogy az alap $3x$, a szár $7x$, ekkor a terület $17x = 221$. Innen a háromszög alapja 39 cm, a szára 91 cm.

5241 a) Az abszolút érték értelmezése alapján:

$$|11x - 7| = \begin{cases} 11x - 7, & \text{ha } 11x - 7 \geq 0, \text{ azaz } x \geq \frac{7}{11}, \\ 7 - 11x, & \text{ha } 11x - 7 < 0, \text{ azaz } x < \frac{7}{11}; \end{cases}$$

$$|19 - 9x| = \begin{cases} 19 - 9x, & \text{ha } 19 - 9x \geq 0, \text{ azaz } \frac{19}{9} \geq x, \\ 9x - 19, & \text{ha } 19 - 9x < 0, \text{ azaz } \frac{19}{9} \leq x. \end{cases}$$





Ha $x < \frac{7}{11}$, akkor $7 - 11x = 19 - 9x \Rightarrow x = -6$;

Ha $\frac{7}{11} \leq x < \frac{19}{9}$, akkor $11x - 7 = 19 - 9x \Rightarrow x = 1,3$;

Ha $x \geq \frac{19}{9}$, akkor $11x - 7 = 9x - 19 \Rightarrow x = -6$, ami nem felel meg a feltételnek.

Az egyenlet megoldása: $x_1 = -6$, $x_2 = 1,3$.

	A vizsgált tartomány	Az egyenlet	
		alakja, gyöke	megoldása
b)	$x < -\frac{26}{3}$	$14 - 3x = -3x - 26$, nincs gyök	nincs
	$-\frac{26}{3} \leq x < \frac{14}{3}$	$14 - 3x = 3x + 26 \Rightarrow x = -2$	$x = -2$
	$x \geq \frac{14}{3}$	$3x - 14 = 3x + 26$, nincs gyök	nincs
c)	$x \geq -\frac{13}{5}$	$5x + 13 = \frac{x + 65}{5} \Rightarrow x = 0$	$x_1 = 0$
	$x < -\frac{13}{5}$	$-5x - 13 = \frac{x + 65}{5} \Rightarrow x = -5$	$x_2 = -5$
d)	$x \geq \frac{3}{2}$	$2x - 3 = -9 - 8x \Rightarrow x = -0,6$	nincs
	$x < \frac{3}{2}$	$-2x + 3 = -9 - 8x \Rightarrow x = -2$	$x = -2$
e)	$x \geq \frac{11}{4}$	$4x - 11 = 2x - 7 \Rightarrow x = 2$	nincs
	$x < \frac{11}{4}$	$-4x + 11 = 2x - 7 \Rightarrow x = 3$	nincs
f)	$x < -\frac{1}{3}$	$-x + 2 - 3x - 1 = 5 \Rightarrow x = -1$	$x_1 = -1$
	$-\frac{1}{3} \leq x < 2$	$-x + 2 + 3x + 1 = 5 \Rightarrow x = 1$	$x_2 = 1$
	$2 \leq x$	$x - 2 + 3x + 1 = 5 \Rightarrow x = 1,5$	nincs



	A vizsgált tartomány	Az egyenlet	
		alakja, gyöke	megoldása
g)	$x < -2$	$-x - 2 + 5 - x = 10 \Rightarrow x = -3,5$	$x_1 = -3,5$
	$-2 \leq x < 5$	$x + 2 + 5 - x = 10$, nincs gyök	nincs
	$x \geq 5$	$x + 2 + x - 5 = 10 \Rightarrow x = 6,5$	$x_2 = 6,5$
h)	$x < 3$	$3 - x - (4 - x) = 2x + 1 \Rightarrow x = -1$	$x = -1$
	$3 \leq x < 4$	$x - 3 - (4 - x) = 2x + 1$, nincs gyök	nincs
	$x \geq 4$	$x - 3 - (x - 4) = 2x + 1 \Rightarrow x = 0$	nincs
i)	$x \geq 0$	$5x + 13 = \frac{x + 65}{5} \Rightarrow x = 0$	$x = 0$
	$x < 0$	$5x + 13 = \frac{-x + 65}{5} \Rightarrow x = 0$	nincs
j)	$x \geq 0$	$5x + 13 = \frac{x + 89}{5} \Rightarrow x = 1$	$x = 1$
	$x < 0$	$5x + 13 = \frac{-x + 89}{5} \Rightarrow x = \frac{12}{13}$	nincs
k)	$x < 0$	$3(5 - x) + (-x) = 25 \Rightarrow x = -2,5$	$x_1 = -2,5$
	$0 \leq x < 5$	$3(5 - x) + x = 25 \Rightarrow x = -5$	nincs
	$x \geq 5$	$3(x - 5) + x = 25 \Rightarrow x = 10$	$x_2 = 10$
l)	$ x - 1 - 6 = 5$	$ x - 1 = 11 \Rightarrow x = 12$ vagy $x = -10$	$x_1 = 12, x_2 = -10$
	$ x - 1 - 6 = -5$	$ x - 1 = 1 \Rightarrow x = 2$ vagy $x = 0$	$x_3 = 2, x_4 = 0$



- 5242** a) Behelyettesítve x értékét, a $2a^2 - 16a + 24 = 0$ egyenletet kapjuk, amelynek megoldásai: $a_1 = 2, a_2 = 6$.
- b) Az egyenlet diszkriminánsa: $D = 9a^2 - 4(2a^2 - a - 1) = a^2 + 4a + 4 = (a + 2)^2 \geq 0$. Tehát minden valós paraméter érték esetén lesz valós megoldása az egyenletnek.

- 5243** a) Egy oldalra rendezve és kiemelve: $(x + 1)[2(2x + 1)(2x + 3) - (x + 2)(x + 3)] = 0$.

Ebből $(x + 1)(7x^2 + 11x) = 0$, megoldásai: $x_1 = -1, x_2 = 0, x_3 = -\frac{11}{7}$.

- b) Az egyenlet alaphalmaza: $x \leq -8$ vagy $x \geq 4$.

Megoldások: $x_1 = -8, x_2 = 4$, illetve az $x^2 - 3x - 10 = 0$ egyenletből: $x_3 = 5$ (az $x_4 = -2$ nem felel meg a feltételeknek).

- c) Az $x - 2 = a$ jelölést bevezetve az $a^2 - 5a + 6 = 0$ egyenlethez jutunk, melynek gyökei: $a_1 = 3, a_2 = 2$. Ebből: $x_1 = 5, x_2 = 4$.

- d) A c) feladathoz hasonlóan az $x^2 + x = a$ jelölést bevezetve: $a^2 - 2a - 24 = 0$. Ennek gyökei: $a_1 = 6, a_2 = -4$. Ebből:

$$\text{vagy } x^2 + x - 6 = 0 \Rightarrow x_1 = 2, x_2 = -3,$$

$$\text{vagy } x^2 + x + 4 = 0, \text{ nincs megoldás.}$$

- e) Az $x^2 + x + 1 = a$ jelölést bevezetve: $a(a + 1) - 30 = 0 \Rightarrow a^2 + a - 30 = 0$. Az egyenlet gyökei: $a_1 = 5, a_2 = -6$, amiből:

$$\text{vagy } x^2 + x - 4 = 0 \Rightarrow x_{1,2} = \frac{-1 \pm \sqrt{17}}{2},$$

$$\text{vagy } x^2 + x + 7 = 0, \text{ nincs megoldás.}$$

- 5244** a) Az $\frac{n(n-3)}{2} = 252$ egyenlet megoldásai: $n_1 = 24, n_2 = -21$. A sokszögnek 24 oldala van.

- b) Az $\frac{n(n-3)}{2} = n + 250$ egyenlet megoldásai: $n_1 = 25, n_2 = -20$. A sokszögnek 25 oldala van.

- c) Az $\frac{n(n-1)}{2} = 465$ egyenlet megoldásai: $n_1 = 31, n_2 = -30$. A sokszögnek 31 oldala van.

	A vizsgált tartomány	Az egyenlet	
		átrendezésének módja, gyöke	megoldása
a)	$x \geq -\frac{3}{2}$	négyzetre emelés után: $x_1 = 3, x_2 = -1$	$x = 3$
b)	$x \leq \frac{4}{5}$	négyzetre emelés után: $x_1 = -1, x_2 = \frac{4}{9}$	$x = \frac{4}{9}$
c)	$x \geq \frac{4}{13}$	négyzetre emelés után: $x_1 = 8, x_2 = 1$	$x_1 = 8, x_2 = 1$
d)	$x \geq -\frac{9}{7}$	négyzetre emelés után: $x_1 = 0, x_2 = 4,75$	$x = 4,75$
e)	$x \geq \frac{7}{4}$	négyzetre emelés után: $x_1 = 4, x_2 = 2$	nincs



	A vizsgált tartomány	Az egyenlet	
		átrendezésének módja, gyöke	megoldása
f)	$x \geq -\frac{1}{8}$	négyzetre emelés után: $x_1 = 0, x_2 = 3$	$x = 0$
g)	$x > 3$	beszorzás és négyzetre emelés után: $x_1 = 4, x_2 = 12$	$x = 12$
h)	$x \leq -3$ vagy $x \geq \frac{1}{2}$	négyzetre emelés után: $x_1 = 1, x_2 = -4$	$x = 1$
i)	$x \in \mathbb{R}$	a gyökkvonások elvégzése után: $ x - 3 + x + 4 = 11$, amiből $x_1 = -6, x_2 = 5$	$x_1 = -6, x_2 = 5$
j)	$x \geq 4$	két négyzetre emelés után: $x_1 = 5, x_2 = -\frac{13}{3}$	$x = 5$
k)	$x \geq 0$	átszorozva és rendezve: $x_1 = \frac{1}{4}, x_2 = -1$	nincs
l)	$x > 3$	beszorzás és rendezés után: $x_1 = 7, x_2 = -1$	$x = 7$
m)	$x \geq 0$	a $\sqrt{x} = a$ új változó bevezetésével: $x = 16$	$x = 16$
n)	$-5 < x \leq 4$	átszorozás és négyzetre emelés után: $x_1 = 3, x_2 = -4$	$x_1 = 3, x_2 = -4$

5246 a) $x = 0$;

b) $x = 4$;

c) $x_1 = \frac{3}{2}, x_2 = -4$;

d) $x_1 = -\frac{1}{4}, x_2 = 3$;

e) $x_1 = 0, x_2 = -2$;

f) $x_1 = 2, x_2 = -4$;

g) $x = \frac{1}{2}$;

h) $x_1 = 4, x_2 = \frac{3}{2}$;

i) $x = \frac{1}{6}$;

j) $x = \frac{1}{3}$;

k) $x = 1$;

l) alaphalmaz: $x \geq 0$; $x_1 = 0, x_2 \approx 0,4$;

m) alaphalmaz: $x \geq 0$; $x_1 = \frac{1}{16}, x_2 = 0$;

n) $x = \frac{7}{2}$;

o) alaphalmaz: $x \geq -1$; $x = -\frac{8}{9}$;

p) $x = 2$.



- 5247 a) Az egyenlet alaphalmaza: $x > \frac{7}{5}$. Az $\frac{5x-7}{3x+9} = 9$ egyenlet gyöke: $x = -4$, ez nem megoldás.
- b) Az egyenlet alaphalmaza: $x > \frac{1}{2}$. A $\frac{3x^2+8}{2x-1} = 5x+6$ egyenlet gyökei: $x_1 = 1$, $x_2 = -2$. Csak az $x = 1$ megoldása az eredeti egyenletnek.
- c) Az egyenlet alaphalmaza: $x > \frac{3}{2}$. A $(2x+3)^2 = (4x+1)(2x-3)$ egyenlet gyökei: $x_1 = 6$, $x_2 = -\frac{1}{2}$. Csak az $x = 6$ megoldása az eredeti egyenletnek.
- d) Az egyenlet alaphalmaza: $\frac{11}{3} < x < 14$. A $14-x = \frac{(2x-4)^2}{3x-11}$ egyenlet gyökei: $x_1 = 5$, $x_2 = \frac{34}{7}$. Mindkettő megoldása az eredeti egyenletnek.
- e) Az egyenlet alaphalmaza: $x > \frac{14}{9}$. A $(9x-14)(3x+10) = 100$ egyenlet gyökei: $x_1 = \frac{20}{9}$, $x_2 = -4$. Csak az $x = \frac{20}{9}$ megoldása az eredeti egyenletnek.
- f) Az egyenlet alaphalmaza: $x > -\frac{8}{23}$. A $\frac{23x+8}{(4x+4)^2} = \frac{1}{4}$ egyenlet gyökei: $x_1 = 4$, $x_2 = -\frac{1}{4}$. Mindkettő megoldása az eredeti egyenletnek.
- g) Az egyenlet alaphalmaza: $x > 0$. A $\lg x$ -re másodfokú egyenletből $\lg x_1 = 3$, $\lg x_2 = -1$, a megoldások: $x_1 = 1000$, $x_2 = 0,1$.
- h) Az egyenlet alaphalmaza: $x > 0$, $x \neq 0,1$, $x \neq 10^5$. A $\lg x$ -re másodfokú egyenletből $\lg x_1 = 3$, $\lg x_2 = 2$, a megoldások: $x_1 = 1000$, $x_2 = 100$.
- i) Az egyenlet alaphalmaza: $x > -1$; $x \neq 0$. A logaritmus definíciója alapján $2x^2 + 1 = (x+1)^2$, aminek gyökei: $x_1 = 2$, $x_2 = 0$. Csak az $x = 2$ megoldás.
- j) Az egyenlet alaphalmaza: $x > \frac{1}{2}$, $x \neq 1$. A logaritmus azonosságait felhasználva kapjuk a $6x^2 - 23x - 35 = 0$ egyenletet, amelynek gyökei: $x_1 = 5$, $x_2 = -\frac{7}{6}$. Csak az $x = 5$ megoldás.
- k) Az egyenlet alaphalmaza: $x > 2$. A megoldás $x = 4$.
- l) Az egyenlet alaphalmaza: $x > 0$, $x \neq 1$. A megoldás $x = 2$.
- m) Az egyenlet alaphalmaza: $x > -2$. A megoldás $x = 1$.
- n) Az egyenlet alaphalmaza: $x > 4$. A megoldás $x = 8$.

- 5248 a) Az első egyenlet gyökei: $x_1 = 8$, $x_2 = 2$; a második egyenleté: $x_1 = 8$, $x_2 = -3$. Mindkét egyenletnek megoldása: $x = 8$.
- b) Az első egyenlet értelmezési tartománya: $x > 0$, gyökei: $x_1 = \frac{3}{2}$, $x_2 = -\frac{3}{2}$, de csak az első felel meg. A második egyenlet gyökei: $x_1 = \frac{3}{2}$, $x_2 = \frac{1}{2}$. Mindkét egyenlet megoldása: $x = \frac{3}{2}$.

- 5249 a) $x_1 = \pi$, $x_2 = -\frac{\pi}{2}$; b) $x_1 = 0$, $x_2 = \frac{2\pi}{3}$;
- c) $x_1 = \frac{5\pi}{12}$, $x_2 = -\frac{7\pi}{12}$; d) $x_1 = \frac{2\pi}{3}$, $x_2 = \frac{\pi}{6}$, $x_3 = -\frac{\pi}{3}$, $x_4 = -\frac{5\pi}{6}$;



$$e) x_1 = \frac{\pi}{12}, \quad x_2 = -\frac{\pi}{4}, \quad x_3 = \frac{3\pi}{4};$$

$$f) x_1 = \frac{\pi}{2}, \quad x_2 = \frac{\pi}{18};$$

$$g) x_1 = \frac{\pi}{3}, \quad x_2 = \frac{5\pi}{12};$$

$$h) x_1 = \frac{\pi}{3}, \quad x_2 = \frac{\pi}{9}.$$

5250 a) $x_1 = -\frac{5\pi}{3} + 2k\pi, \quad x_2 = \frac{2\pi}{9} + l \cdot \frac{2\pi}{3}, \quad k, l \in \mathbb{Z};$ b) $x_1 = \frac{\pi}{3} + k\pi, \quad x_2 = \frac{7\pi}{12} + l \cdot \frac{\pi}{2}, \quad k, l \in \mathbb{Z};$

$$c) x = \frac{7\pi}{12} + k \cdot \frac{\pi}{2}, \quad k \in \mathbb{Z};$$

$$d) x = \frac{11\pi}{12} + k\pi, \quad k \in \mathbb{Z};$$

$$e) x = \frac{7\pi}{12} + k \cdot \frac{\pi}{2}, \quad k \in \mathbb{Z};$$

$$f) x_1 = -\frac{\pi}{3} + k\pi, \quad x_2 = -\frac{2\pi}{3} + l\pi, \quad k, l \in \mathbb{Z};$$

$$g) x_1 = \frac{\pi}{2} + k\pi, \quad x_2 = 2l\pi, \quad k, l \in \mathbb{Z};$$

$$h) x = k \cdot \frac{\pi}{2}, \quad k \in \mathbb{Z}.$$

5251 a) A másodfokú egyenletből $\sin x = 1$, azaz $x_1 = \frac{\pi}{2} + 2k\pi, \quad k \in \mathbb{Z};$

vagy $\sin x = -\frac{1}{2}$, amiből $x_2 = \frac{7\pi}{6} + 2k\pi, \quad x_3 = -\frac{\pi}{6} + 2l\pi, \quad k, l \in \mathbb{Z}.$

b) A másodfokú egyenletből $\cos x = \sqrt{3}$, aminek nincs megoldása;

vagy $\cos x = \frac{\sqrt{3}}{2}$, amiből $x_1 = \frac{\pi}{6} + 2k\pi, \quad x_2 = -\frac{\pi}{6} + 2l\pi, \quad k, l \in \mathbb{Z}.$

c) Mivel $\sin^2 x = 1 - \cos^2 x$, a másodfokú egyenletből $\cos x = 1$, azaz $x_1 = 2k\pi, \quad k \in \mathbb{Z};$

vagy $\cos x = \frac{1}{2}$, amiből $x_2 = \frac{\pi}{3} + 2k\pi, \quad x_3 = -\frac{\pi}{3} + 2l\pi, \quad k, l \in \mathbb{Z}.$

d) Mivel $\cos^2 x = 1 - \sin^2 x$, a másodfokú egyenletből $\sin x = 4$, aminek nincs megoldása;

vagy $\sin x = \frac{1}{2}$, amiből $x_1 = \frac{\pi}{6} + 2k\pi, \quad x_2 = \frac{5\pi}{6} + 2l\pi, \quad k, l \in \mathbb{Z}.$

e) Az egyenlet alaphalmaza: $x \neq \frac{\pi}{2} + k\pi, \quad k \in \mathbb{Z}.$

Beszorzás és szorzattá alakítás után $\sin x = 0$, amiből $x_1 = k\pi, \quad k \in \mathbb{Z};$

vagy $\cos x = \frac{\sqrt{2}}{2}$, amiből $x_2 = \frac{\pi}{4} + 2k\pi, \quad x_3 = -\frac{\pi}{4} + 2l\pi, \quad k, l \in \mathbb{Z}.$

f) Az egyenlet alaphalmaza: $x \neq k\pi, \quad k \in \mathbb{Z}.$

Beszorzás és szorzattá alakítás után $\sin x = 0$, amiből $x_1 = \frac{\pi}{2} + k\pi, \quad k \in \mathbb{Z};$

vagy $\sin x = -\frac{\sqrt{3}}{2}$, amiből $x_2 = \frac{4\pi}{3} + 2k\pi, \quad x_3 = -\frac{\pi}{3} + 2l\pi, \quad k, l \in \mathbb{Z}.$

g) Az egyenlet alaphalmaza: $x \neq \frac{\pi}{2} + 2k\pi, \quad k \in \mathbb{Z}.$

Átszorzás és az $1 - \sin^2 x = \cos^2 x$ helyettesítés után $\cos^2 x - \cos x = 0$, amiből $\cos x \cdot (\cos x - 1) = 0$. Ez két esetben teljesül: ha $\cos x = 0$ vagy $\cos x = 1$.

Ha $\cos x = 0 \Rightarrow x = \frac{\pi}{2} + k\pi$, de az értelmezési tartomány miatt $x_1 = \frac{3\pi}{2} + 2k\pi, \quad k \in \mathbb{Z}.$

Ha $\cos x = 1 \Rightarrow x_2 = 2l\pi, \quad l \in \mathbb{Z}.$



h) A $\cos^3 x - \cos^2 x = 0$ egyenletből kiemeléssel kapjuk: $\cos^2 x \cdot (\cos x - 1) = 0$, ami teljesül,

$$\text{ha } \cos x = 0 \Rightarrow x_1 = \frac{\pi}{2} + k\pi, \quad k \in \mathbb{Z} \quad \text{vagy} \quad \cos x = 1 \Rightarrow x_2 = 2l\pi, \quad l \in \mathbb{Z}.$$

i) Ha $\cos x \neq 0$, leoszthatunk vele, így:

$$\frac{1}{3} = \frac{\sin^2 x}{\cos^2 x} \Rightarrow \frac{1}{3} = \tan^2 x \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{3} = |\tan x|,$$

$$\text{ami csak akkor teljesül, ha } x_1 = \frac{\pi}{6} + k\pi, \quad k \in \mathbb{Z} \quad \text{vagy} \quad x_2 = \frac{5\pi}{6} + l\pi, \quad l \in \mathbb{Z}.$$

Megjegyzés: Ha $\cos x = 0$, akkor $\sin x = 0$ -nak is teljesülni kellene, ez pedig nem lehetséges.

j) Kéttényezős szorzat akkor 0, ha valamelyik tényezője 0. Ekkor $\cos x = 0$ vagy $\tan x = 0$.

A $\tan x$ miatt az alaphalmaz: $x \neq \frac{\pi}{2} + k\pi, \quad k \in \mathbb{Z}$. Ha $\cos x = 0$, akkor $x = \frac{\pi}{2} + k\pi, \quad k \in \mathbb{Z}$, nem teljesülhet, ha $\tan x = 0$, akkor $x = l\pi, \quad l \in \mathbb{Z}$, ez jó megoldás.

k) Mivel $\cos x \neq 0$, mert ekkor $\sin x = 0$ kellene, hogy legyen, de ez nem lehetséges, ezért:

$$x \neq \frac{\pi}{2} + k\pi, \quad k \in \mathbb{Z}. \text{ Osszuk el az egyenletet } \cos^2 x \text{-szel: } \tan^2 x + 3 \cdot \tan x - 4 = 0 \text{ egyenletet kapjuk,}$$

$$\text{amiből } \tan x = 1 \Rightarrow x_1 = \frac{\pi}{4} + k\pi, \quad k \in \mathbb{Z}, \quad \text{vagy} \quad \tan x = -4 \Rightarrow x_2 \approx -1,33 + l\pi, \quad l \in \mathbb{Z}.$$

l) Az egyenlet alaphalmaza: $\tan x$ miatt $x \neq k\pi, \quad k \in \mathbb{Z}$.

A bal oldalon a $\tan^2 x$, a jobb oldalon pedig a 3 kiemelése után: $\tan^2 x(1 + \tan x) = 3(1 + \tan x)$.

Szorzáttá alakítás után: $(\tan^2 x - 3)(1 + \tan x) = 0$. Ha a szorzat első tagja 0, akkor:

$$\tan x = \pm\sqrt{3} \Rightarrow x_1 = \frac{\pi}{6} + k\pi, \quad k \in \mathbb{Z} \quad \text{és} \quad x_2 = \frac{5\pi}{6} + l\pi, \quad l \in \mathbb{Z};$$

ha a második tagja 0, akkor:

$$\tan x = -1 \Rightarrow x_3 = -\frac{\pi}{4} + n\pi, \quad n \in \mathbb{Z}.$$

5252 a) $x \in]3; +\infty[;$

b) $x \in \left]-\frac{1}{2}; \infty\right[;$

c) $x \in \left]-\frac{7}{2}; \frac{3}{5}\right[;$

d) $x \in \left]-\infty; -\frac{5}{6}\right] \cup \left]\frac{3}{8}; \infty\right[;$

e) $x \in \left]-\infty; \frac{3}{2}\right] \cup]3; \infty[;$

f) $x \in \left[-10; \frac{3}{2}\right[;$

g) $x \in \left]-\infty; -9\right[\cup \left]-\frac{1}{2}; \infty\right[;$

h) $x \in \left]-1; \frac{1}{3}\right[;$

5253 a) $x \in \left]-\infty; -\frac{2}{5}\right] \cup \left[\frac{4}{3}; \infty\right[;$

b) $x \in \left[\frac{6}{11}; \frac{4}{5}\right];$

c) $x \in \left]-\infty; \frac{16}{7}\right];$

d) $x \in \mathbb{R}.$



5254 a) $x \in]-\infty; -3[\cup]2; \infty[;$

b) $x \in \left]-\frac{5}{3}; \frac{3}{2}\right[;$

c) $x \in \left]-\infty; -\frac{1}{2}\right[\cup \left]\frac{7}{4}; \infty\right[;$

d) $x \in \left]-\infty; -1\right[\cup \left]\frac{1}{2}; 3\right[;$

e) $x \in \left]-4; 1\right[;$

f) $x \in \left]-2; -\frac{2}{3}\right[\cup \left]\frac{5}{2}; \infty\right[;$

g) $x \in \left[-\frac{5}{3}; -1\right[\cup]7; \infty[;$

h) $x \in [-2; 0[\cup [6; \infty[;$

i) $x \in \left]-\infty; -4\right[\cup \left]-4; 4\right[;$

j) $x \in \left]-\infty; -\frac{1}{3}\right[\cup [2; 3[\cup]5; \infty[;$

k) $x \in [-5; -3[\cup]4; 6[;$

l) $x \in \left]-\infty; -3\right[\cup \left]-\frac{1}{3}; \frac{2}{3}\right[\cup]5; \infty[;$

m) $x \in \left]-\infty; 1\right[\cup \left[\frac{7}{3}; 3\right[;$

n) $x \in \left]-\infty; -4\right[\cup [-1; 1[\cup [2; \infty[;$

o) $x \in \left]1; \frac{5}{3}\right[\cup]2; 3[;$

5255 a) Az egyenlőtlenség megoldása: $-\frac{1}{4} < x < \frac{11}{3}$, a keresett halmaz: $\{0; 1; 2; 3\}$.

b) Az egyenlőtlenség megoldása: $\frac{3}{4} \leq x \leq 8$, a keresett halmaz: $\{1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8\}$.

5256 A $100 < \frac{n(n-3)}{2} < 200$ egyenlőtlenség-rendszer első része: $0 < n^2 - 3n - 200$, ennek megoldása:

$n < -12,72$ vagy $n > 15,72$.

A második egyenlőtlenség: $n^2 - 3n - 400 < 0$, ennek megoldása: $-18,56 < n < 21,56$.

A pozitív számok halmazán az egyenlőtlenségek közös megoldása: $15,72 < n < 21,56$.

A lehetséges sokszögek és a keresett szögek nagysága:

Oldalszám	16	17	18	19	20	21
Szögek nagysága	157,5°	≈ 158,82°	160°	≈ 161,05°	162°	≈ 162,86°

5257 a) $x \in \left[\frac{9}{5}; \infty\right[;$

b) $x \in [-19; \infty[;$

c) $x \in \left]-\infty; -2\right[\cup \left[\frac{5}{2}; \infty\right[;$

d) $x \in \left[\frac{3+\lg 5}{7}; \infty\right[.$

e) Az egyenlőtlenség alaphalmaz: $x > \frac{3}{7}$. A megoldás: $\frac{3}{7} < x < \frac{8}{3}$.

f) Az egyenlőtlenség alaphalmaz: $x > 1$. A megoldás: $x > 1$.

g) Az egyenlőtlenség alaphalmaz: $x > \frac{4}{3}$. A megoldás: $\frac{4}{3} < x \leq 2$.

h) Az egyenlőtlenség alaphalmaz: $x > 2$. A megoldás: $x \geq 3$.



i) Az egyenlőtlenség alaphalmaza: $x > 4\frac{1}{4}$. A megoldás: $x > 6$.

j) Az egyenlőtlenség alaphalmaza: $x > 4$, $x \neq 5$. A megoldás: $x > 5$.

k) Megoldás: $-\frac{4}{3} < x < \frac{4}{3}$.

l) Az egyenlőtlenség alaphalmaza: $\frac{1}{3} < x < 3$. A megoldás: $\frac{1}{3} < x \leq 1$.

m) Megoldás: $x > -1$.

n) Megoldás: $0 < x < 1$.

5258 a) Az egyenlőtlenség megoldása $-\frac{1}{3} \leq x \leq 4$, az adott intervallumon: $2 \leq x \leq 4$.

b) Az egyenlőtlenség értelmezési tartománya: $x > \frac{7}{5}$. A logaritmus azonosságait felhasználva a $2x^2 - 17x + 21 < 0$ egyenlőtlenséget kapjuk, ennek megoldása: $\frac{3}{2} < x < 7$, ami benne van az értelmezési tartományban. Az adott intervallumon a megoldás: $2 \leq x \leq 5$.

5259 a) $x \in \left[\frac{7\pi}{6}; \frac{11\pi}{6}\right];$

b) $x \in \left[0; \frac{5\pi}{4}\right] \cup \left[\frac{7\pi}{4}; 2\pi\right];$

c) $x \in \left[0; \frac{\pi}{2}\right] \cup \left[\frac{2\pi}{3}; \frac{3\pi}{2}\right] \cup \left[\frac{5\pi}{3}; 2\pi\right];$

d) $x \in \left[0; \frac{19\pi}{24}\right] \cup \left[\frac{23\pi}{24}; \frac{43\pi}{24}\right] \cup \left[\frac{47\pi}{24}; 2\pi\right];$

5260 Minden feladatnál használjuk a Viète-formulákat.

a) Kérdés $x_1^2 + x_2^2$ értéke. Használjuk fel, hogy $x_1^2 + x_2^2 = (x_1 + x_2)^2 - 2x_1x_2$. Ekkor a Viète-formulákkal nyert $x_1 + x_2 = 11$ és $x_1x_2 = 3$ helyettesítése után $121 - 2 \cdot 3 = 115$ -öt kapunk eredményül.

b) $x_1 + x_2 = -\frac{b}{a} = \frac{5}{2}$ és $x_1x_2 = \frac{c}{a} = -\frac{3}{2}$. Az $x_1^2x_2 + x_1x_2^2$ szorzattá alakítása után helyettesítéssel kapjuk az eredményt:

$$x_1x_2(x_1 + x_2) = -\frac{3}{2} \cdot \frac{5}{2} = -\frac{15}{4}.$$

c) Kérdés $\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2}$ értéke. Ezt átalakítva kapjuk (lásd b) feladat):

$$\frac{x_2 + x_1}{x_1x_2} = \frac{5}{2} : \left(-\frac{3}{2}\right) = -\frac{5}{3}.$$

d) Alkalmasan válasszuk másik gyökként az első konjugáltját: $x_2 = \frac{3 + \sqrt{7}}{2}$. Ekkor:

$$x_1 + x_2 = -\frac{b}{a} = \frac{6}{2} \quad \text{és} \quad x_1x_2 = \frac{c}{a} = \frac{1}{2},$$

amiből leolvashatjuk, hogy $a = 2$, $b = -6$, $c = 1$.

Helyettesítés után a keresett másodfokú egyenlet: $2x^2 - 6x + 1 = 0$.



- 5261** a) Legyen $a = x^2 - 3x - 15$, az $a + 2 - \frac{15}{a} = 0$ egyenlet megoldásai: $a_1 = -5$, $a_2 = 3$.

Visszahelyettesítve az $x^2 - 3x - 10 = 0$ és $x^2 - 3x - 18 = 0$ egyenleteket kapjuk. Ezek megoldásai: $x_1 = 5$, $x_2 = -2$ és $x_3 = 6$, $x_4 = -3$.

- b) Csoportosítsuk a tagokat:

$$(x - 2 \cdot \sqrt{x-1}) + (2y - 2 \cdot \sqrt{2y-1}) + (3z - 2 \cdot \sqrt{3z-1}) = 0.$$

Mindegyik zárójelben egy-egy teljes négyzet áll:

$$(\sqrt{x-1} - 1)^2 + (\sqrt{2y-1} - 1)^2 + (\sqrt{3z-1} - 1)^2 = 0.$$

A bal oldal értékkészlete miatt a megoldás: $x = 2$, $y = 1$, $z = \frac{2}{3}$.

- c) Értelmezés: $-1 \leq x \leq 1$, $x \neq 0$. A jobb oldal ilyen x -ek esetén: $13 \leq 14 - \sqrt{1-x^2} \leq 14$.

A bal oldal $7\left(x + \frac{1}{x}\right)$, csak akkor van megoldás, ha $x > 0$. Ekkor viszont $7\left(x + \frac{1}{x}\right) \geq 14$.

Csak akkor van megoldás, ha mindkét oldal 14-gyel egyenlő, tehát $x = 1$.

- d) Értelmezés: $x < 3$ vagy $x > 5$. Vezessünk be új változót, legyen $y = \log_3(x^2 - 8x + 15)$. Ekkor az egyenlet: $y^2 - (\log_3 35 + 1)y + \log_3 35 = 0$, megoldásai: $y_1 = 1$, $y_2 = \log_3 35$. Ezekből $x_1 = 2$, $x_2 = 6$ és $x_3 = -2$, $x_4 = 10$. Mindegyik megoldása az egyenletnek.

- 5262** Ha $x = 1$, akkor $y = 1$. Ha $x = 2$, nincs megoldás. Ha $x = 3$, akkor $y = 3$. Ha $x = 4$, nincs megoldás. Ha $x \geq 5$, akkor $x!$ nullára végződik, tehát az $1! + 2! + 3! + \dots + x!$ összeg 3-ra végződik, ami nem lehet egy négyzetszám utolsó jegye.

Tehát a megoldás: $x = 1$, $y = 1$ és $x = 3$, $y = 3$.

Egyenletrendszerek – megoldások

- 5263** A keresett számok: 33; 8; 14. Segítségül:

5264 a) $x = -2$, $y = -7$;

b) $x = 5$, $y = \frac{1}{3}$;

c) $x = \frac{2}{5}$, $y = -3$;

d) $x = \frac{5}{2}$, $y = -\frac{7}{3}$;

e) $x = -\frac{1}{5}$, $y = -\frac{9}{5}$;

f) $x = \frac{1}{2}$, $y = \frac{1}{2}$;

g) $x = \frac{1}{3}$, $y = -\frac{1}{2}$;

h) $x = 0$, $y = \frac{5}{3}$;

i) $x_1 = 4$, $y_1 = 8$, $x_2 = 8$, $y_2 = 4$;

j) $x_1 = -1$, $y_1 = -2$, $x_2 = \frac{11}{5}$, $y_2 = -\frac{2}{5}$;

k) $x = 1$, $y = 2$;

l) $x_1 = 2$, $y_1 = -1$, $x_2 = -\frac{1}{2}$, $y_2 = 4$;

m) $x = 4$, $y = \frac{1}{2}$;

n) $x = 10$, $y = 100$;

o) $x = 4$, $y = 8$.



- 5265 Ha a meggy ára x , a cseresznye ára y , akkor a
$$\begin{cases} 3x + 5y = 1980 \\ 5x + 3y = 1860 \end{cases}$$
 egyenletrendszert kell megoldanunk: $x = 210$, $y = 270$.

Tehát a meggy ára 210 Ft/kg, a cseresznye ára 270 Ft/kg.

- 5266 A következő egyenletrendszert írhatjuk fel:

$$\begin{cases} x = y + 40 \\ \frac{1}{5} \cdot (x + y) = 40 \end{cases}$$

Ennek megoldásából a személyautó sebessége $120 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, a kamioné $80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

- 5267 Az
$$\begin{cases} y = 19x + 5 \\ y + 30 = 21x + 9 \end{cases}$$
 egyenletrendszert megoldva: $x = 13$, $y = 252$.

Tehát a 252-t és a 282-t osztottuk, és a hányados mindkét esetben 13.

- 5268 a) Az első egyenletet szorzattá alakítjuk:

$$(x + y)(x - y) + (x - y) = 20 \Rightarrow (x - y)(x + y + 1) = 20 \Rightarrow x - y = 4.$$

Ezt megoldva az $x + y = 4$ egyenlettel, adódik a megoldás: $x = 4$ és $y = 0$.

b) $x_1 = \frac{1}{2}$, $y_1 = -3$ és $x_2 = -1$, $y_2 = \frac{3}{2}$.

c) $x_1 = 17$, $y_1 = 2$ és $x_2 = -39,4$, $y_2 = -35,6$.

- d) A második egyenletet 2-vel szorozva, majd hozzáadva az első egyenlethez:

$$(x + y)^2 = 9, \text{ amiből } |x + y| = 3.$$

Ebből a következő egyenletrendszerekhez jutunk:

$$\begin{cases} x + y = 3 \\ xy = 2 \end{cases} \quad \text{és} \quad \begin{cases} x + y = -3 \\ xy = 2 \end{cases}$$

Az első egyenletrendszerből: $x_1 = 1$, $y_1 = 2$ és $x_2 = 2$, $y_2 = 1$; a második egyenletrendszerből: $x_3 = -2$, $y_3 = -1$ és $x_4 = -1$, $y_4 = -2$.

e) $x_1 = 3$, $y_1 = 12$, $x_2 = -3$, $y_2 = -12$, $x_3 = 6\sqrt{2}$, $y_3 = 3\sqrt{2}$, $x_4 = -6\sqrt{2}$, $y_4 = -3\sqrt{2}$.

- f) Helyettesítsük az $y - 4 = a$ és $x + 1 = b$ változókat. Az így kapott

$$\begin{cases} \frac{a}{b} = 3 \\ ab = 12 \end{cases}$$

egyenletrendszer megoldásai: $a_1 = 6$, $b_1 = 2$ és $a_2 = -6$, $b_2 = -2$. Ebből a megoldásokra adódik: $x_1 = 1$, $y_1 = 10$ és $x_2 = -3$, $y_2 = -2$.

g) $x_1 = 7$, $y_1 = -5$, $x_2 = \frac{4}{3}$, $y_2 = -\frac{11}{9}$.

- h) Átalakítva az egyenleteket, azt kapjuk, hogy:

$$\begin{cases} xy(x - y) = -12 \\ xy + (x - y) = 4 \end{cases}$$



Vezessük be az $xy = a$ és $x - y = b$ változókat. Ekkor:

$$\left. \begin{aligned} ab &= -12 \\ a + b &= 4 \end{aligned} \right\},$$

ennek a megoldásai: $a_1 = 6$, $b_1 = -2$ és $a_2 = -2$, $b_2 = 6$. Ebből a megoldásokra adódik:

$$\begin{aligned} x_1 &= \sqrt{7} - 1, & y_1 &= \sqrt{7} + 1; & x_2 &= -1 - \sqrt{7}, & y_2 &= 1 - \sqrt{7}; \\ x_3 &= \sqrt{7} + 3, & y_3 &= \sqrt{7} - 3; & x_4 &= 3 - \sqrt{7}, & y_4 &= -3 - \sqrt{7}. \end{aligned}$$

5269 a) $x = 5$, $y = -1$.

b) $x = 3$, $y = 5$.

c) Az egyenletrendszer alaphalmaza: $x > -1$, $y > 3$. Gyökei: $x_1 = 2$, $y_1 = 7$; $x_2 = -3, 4$, $y_2 = -2$, de csak az első számpár a megoldás.

d) Az egyenletrendszer alaphalmaza: $x > 0$, $y > 0$. Megoldás: $x = 27$, $y = 512$.

e) Az egyenletrendszer alaphalmaza: $x > 0$, $y > 0$, $x + y > 1$. Megoldás: $x_1 = 1$, $y_1 = 2$; $x_2 = 2$, $y_2 = 1$.

f) Az egyenletrendszer alaphalmaza: $x > y$ és $x > -y$ és $x^2 + y^2 > 13$. Megoldás: $x = 8$, $y = 7$.

g) Az egyenletrendszer alaphalmaza: $3x > y$. Megoldás: $x_1 = \frac{2}{3}$, $y_1 = -8$; $x_2 = -3$, $y_2 = -19$.

h) Megoldás: $x = -2$, $y_1 = \frac{1}{400}$.

5270 Legyenek a befogók a és b . A következő egyenletrendszer írható fel:

$$\left. \begin{aligned} a^2 + b^2 &= 39^2 \\ \frac{ab}{2} &= 270 \end{aligned} \right\}.$$

Ennek pozitív megoldásai a befogók: 15 cm és 36 cm.

5271 Ha a négyzetek oldala x és y , akkor az $\left. \begin{aligned} x^2 + y^2 &= 724 \\ 3x + 3y + x - y &= 116 \end{aligned} \right\}$ egyenletrendszer írható fel.

A megoldások: $x_1 = 26,4$, $y_1 = 5,2$ és $x_2 = 20$, $y_2 = 18$, az első esetben nem érdemes földterületekről beszélni.

5272 a) Az egyenletrendszer megoldásai: $x_1 = 7$, $y_1 = 1$ és $x_2 = 3$, $y_2 = 4$.

A két pont: $A(7; 1)$, $B(3; 4)$, távolságuk 5 egység.

b) Az egyenletrendszer megoldásai: $x_1 = 4$, $y_1 = 1$ és $x_2 = 6$, $y_2 = -3$.

A két pont: $P(4; 1)$, $Q(6; -3)$, távolságuk $PQ = \sqrt{20}$ egység.

5273 A következő egyenletrendszert kell megoldani:

$$\left. \begin{aligned} x + y + z &= 2010 \\ x &= 9y + 9 \\ z &= 9y + 82 \end{aligned} \right\}.$$

A keresett számok: $x = 918$, $y = 101$ és $z = 991$.



5274 Összeadva a két egyenletet: $(x + y)^2 = 16$. Ha $x + y = 4$, akkor az $x(x + 6y) = 27$ egyenletbe helyettesítve az $5x^2 - 24x + 27 = 0$ egyenletet kapjuk, hogy $x_1 = 3$, $y_1 = 1$ és $x_2 = \frac{9}{5}$, $y_2 = \frac{11}{5}$.

Ha $x + y = -4$, akkor az $5x^2 + 24x + 27 = 0$ egyenlethez jutunk, amiből $x_1 = -3$, $y_1 = -1$ és $x_2 = -\frac{9}{5}$, $y_2 = -\frac{11}{5}$.

5275 Ha a fiúk száma x és a lábméretük átlaga y , akkor $xy + (x + 8)(y - 4) = 39,5(2x + 8)$, átrendezve és szorzattá alakítva:

$$2xy + 8y - 83x - 348 = 0,$$

$$2y(x + 4) - 83(x + 4) = 16,$$

$$(2y - 83)(x + 4) = 16.$$

Mivel az első tényező páratlan, csak a $2y - 83 = 1$, $x + 4 = 16$ ad megoldást: $x = 12$ és $y = 42$. Tehát 20 lány és 12 fiú jár az osztályba.

5276 Értelmezés: $y, z \neq 0$. Kivonva egymásból a két egyenletet: $-\frac{2}{y} + \frac{2x}{z} = 0$, amiből $z = xy$ ($x \neq 0$).

Visszahelyettesítve: $\frac{x-1}{y} + \frac{x+1}{xy} = 1$. Átalakítás és rendezés után $x^2 + 1 = xy$, amiből $y = x + \frac{1}{x}$.

Mivel az egész számok halmazán keressük, a megoldás: $x_1 = 1$ vagy $x_2 = -1$.

A megoldások: $(1; 2; 2)$ és $(-1; -2; 2)$.

5277 Értelmezés: $x, y, z \neq 0$. A harmadik egyenlet a közös nevezőre hozás után:

$$\frac{x^2 + xy + xz + yz}{xyz} = 0,$$

$$\frac{(x + y) \cdot (x + z)}{xyz} = 0.$$

Ez csak akkor lehetséges, ha a számláló 0, amiből két eset adódik.

I. eset: $x = -y$.

A második egyenletbe helyettesítve: $z^{2011} = 2^{2011}$, tehát $z = 2$. Az első egyenletbe mindkét eredményt beírva: $2y^4 + 2^4 = 178$, amiből $y_1 = 3$, $y_2 = -3$ és $x_1 = -3$, $x_2 = 3$.

II. eset: $x = -z$.

A fenti módszert alkalmazva ezúttal azt kapjuk, hogy $y = 2$. Ekkor a megoldások: $z_1 = 3$, $z_2 = -3$ és $x_1 = -3$, $x_2 = 3$.

Tehát az egyenletrendszer megoldásai a $(-3; 3; 2)$, $(3; -3; 2)$, $(-3; 2; 3)$, $(3; 2; -3)$ számhármások.



FÜGGVÉNYEK – ÖSSZEFOGLALÁS

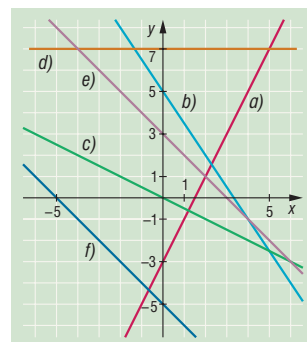
A függvény fogalma, grafikonja, egyszerű tulajdonságai – megoldások

5278 A függvények grafikonjai az ábrán láthatóak. (⇒)

Megjegyzés: Az e) feladatban előbb átalakítást végzünk:

$$x \mapsto \frac{6}{2} - \frac{2x}{2} \Rightarrow x \mapsto 3 - x \Rightarrow x \mapsto -x + 3.$$

- 5279** a) c;
b) d;
c) $e \parallel f$;
d) d.



5280 a) A lineáris egyenletek általános hozzárendelési szabálya: $x \mapsto mx + b$, vagy másként: $y = mx + b$. Behelyettesítve az $A(3; 1)$, $B(-1; 3)$ koordinátákat x, y helyére:

$$\left. \begin{array}{l} 1 = 3m + b \\ 3 = -m + b \end{array} \right\}, \text{ amiből } b = \frac{5}{2} \text{ és } m = -\frac{1}{2} \Rightarrow \text{a hozzárendelési szabály: } y = -\frac{1}{2}x + \frac{5}{2}.$$

b) Az a) feladathoz hasonlóan:

$$b = -2 \text{ és } m = \frac{3}{2} \Rightarrow y = \frac{3}{2}x - 2.$$

- c) $y = 3$; d) $y = -3x$; e) c; f) d; g) b; h) a, d.

5281 a) $x \mapsto 5x + 2$; b) $x = -\frac{3}{4}x + \frac{3}{2}$; c) $x = -\frac{1}{4}x + 4$; d) $x \mapsto 5$.

5282 a) Értékkészlet: $y \in \mathbb{R}$, $y \in [2; 5]$.

Zérushely: nincs.

Monotonitás: $m > 0$, $m = \frac{1}{3}$, szigorúan monoton növekvő.

b) Értékkészlet: $y \in \mathbb{R}$, $y \in [-5; 4]$.

Zérushely: $x = 1$.

Monotonitás: $m < 0$, $m = -1$ szigorúan monoton csökkenő.

c) Értékkészlet: $y = -3$.

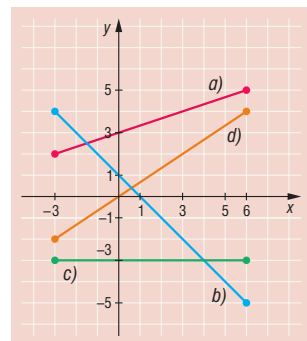
Zérushely: nincs.

Monotonitás: $m = 0$, konstans.

d) Értékkészlet: $y \in \mathbb{R}$, $y \in [-2; 4]$.

Zérushely: $x = 0$, egyenes arányosság függvény.

Monotonitás: $m > 0$ $\left(m = \frac{2}{3}\right)$, szigorúan monoton növekvő.





5283 a) $f(x) = -\frac{4}{3}x + 4$;

b) $\frac{8+12}{-4} = -5$;

c) $x = 3$, mert: $-\frac{4}{3} \cdot 3 + 4 = 0$.

5284 $f(x) = \frac{4}{3}x - 2$.

Az y tengelyt a $\frac{4}{3} \cdot 0 - 2 = -2$ -ből eredő $(0; -2)$ pontban;

az x tengelyt pedig a $\frac{4}{3}x - 2 = 0$ -ből eredő $\left(\frac{3}{2}; 0\right)$ pontban metszi a függvény. (\Rightarrow)

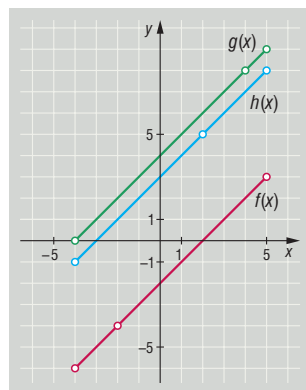
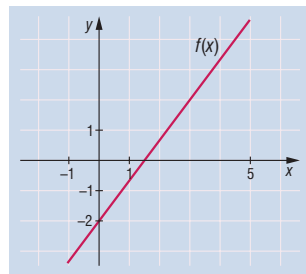
5285 A, D és E illeszkedik $f(x)$ -re;
 B, C, D és F illeszkedik $g(x)$ -re.

5286 $f(x) = x - 2$, ha $x \neq -2$;
 $g(x) = x + 4$, ha $x \neq 4$;
 $h(x) = x + 3$, ha $x \neq 2$.

$f(x) > 0$, ha $x \in]2; 5[$;

$g(x) > 0$, ha $x \in]-4; 4[\cup]4; 5[$;

$h(x) > 0$, ha $x \in]-3; 2[\cup]2; 5[$.



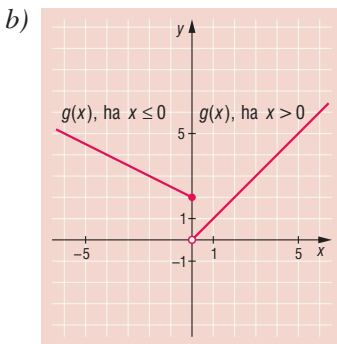
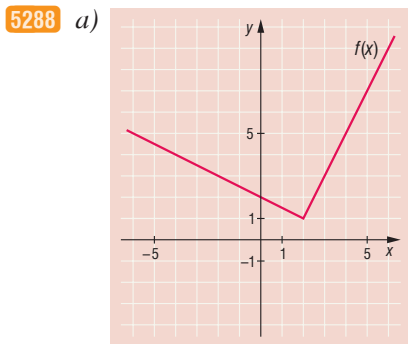
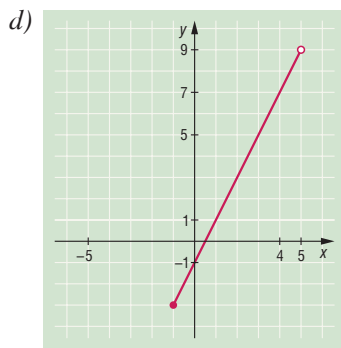
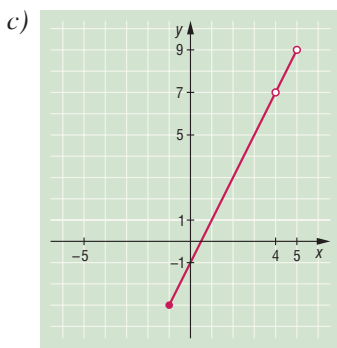
5287 a) $x \neq 4$.

Értelmezési tartomány:
 $x \in \mathbb{R} \setminus \{4\}$.

b) Értelmezési tartomány:
 $x \in \mathbb{R}$.

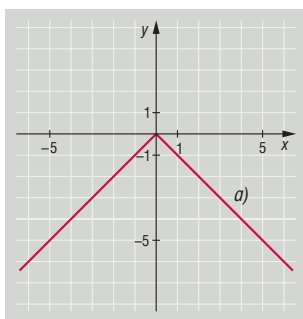
c) Értékkészlet ($y \in \mathbb{R}$):
 $y \in [-3; 7[\cup]7; 9[$.

d) Értékkészlet ($y \in \mathbb{R}$):
 $y \in [-3; 9[$.

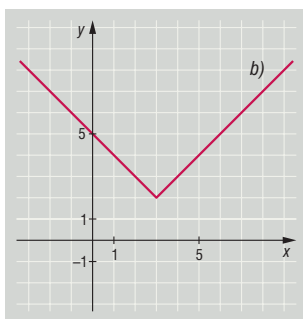




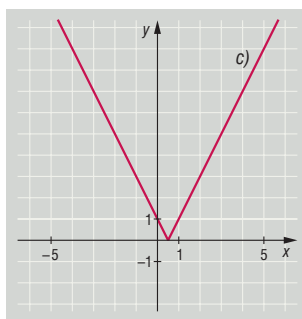
5289 a)



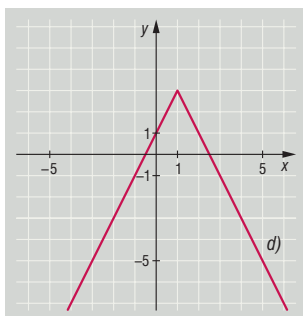
b)



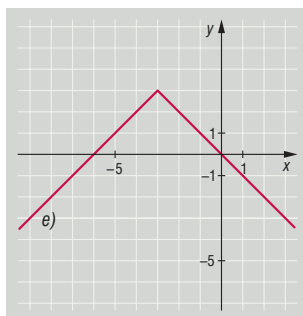
c)



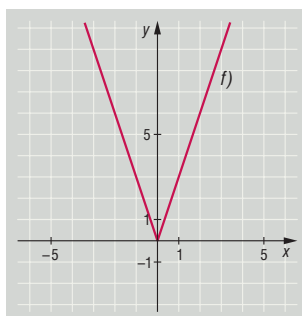
d)



e)



f)



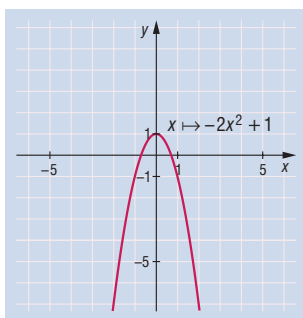
5290 a) $f: [-3; 5[\rightarrow \mathbb{R} \quad f: x \mapsto -|x - 2| + 2$;

b) $y \in [-3; 0[\cup]4; 5[$;

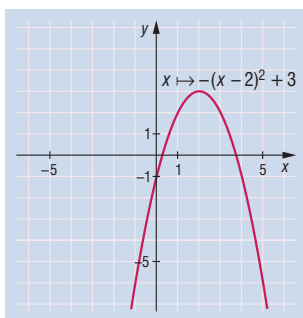
c) $x \in [-3; 2]$;

d) 2 zérushelye van $x_1 = 0$ és $x_2 = 4$ helyeken.

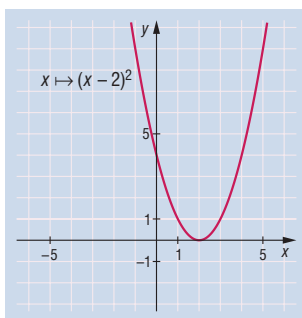
5291 a)



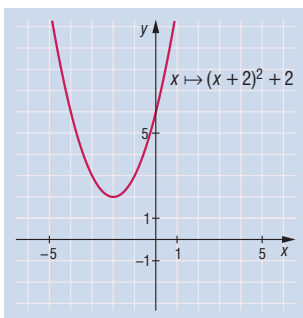
b)



c)



d)

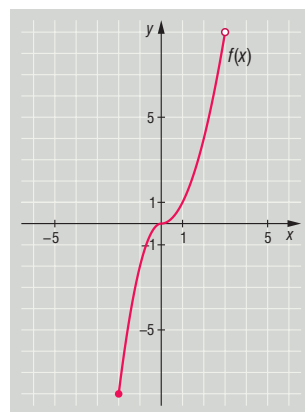




5292 Értékkészlet: $y \in [-8; 9]$.

Zérushely: $x = 0$.

Az értelmezési tartományon szigorúan monoton növekvő.



5293 a) $f(x) = -1$ akkor, ha

$$-1 = (x-4)^2 - 2 \Rightarrow 1 = (x-4)^2,$$

amiből $x_1 = 5$, $x_2 = 3$.

Tehát $f(5) = -1$ és $f(3) = -1$.

$g(x) = -1$ akkor, ha

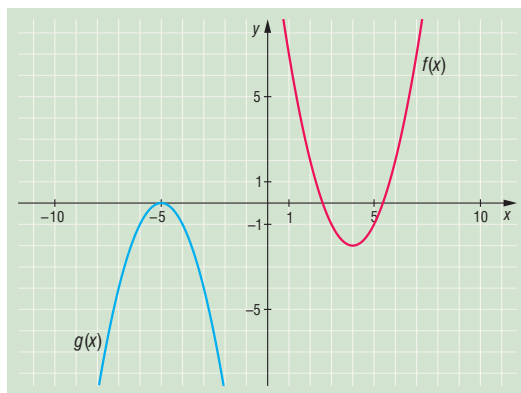
$$-1 = -(x+5)^2 \Rightarrow x_1 = -4, x_2 = -6.$$

Tehát $g(-4) = -1$ és $g(-6) = -1$.

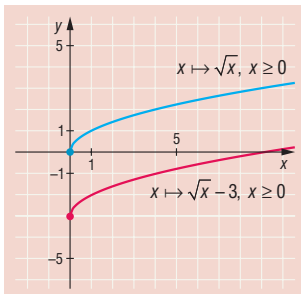
b) A, C és D illeszkedik $f(x)$ -re;

B és E illeszkedik $g(x)$ -re;

F egyik említett függvényre sem illeszkedik.

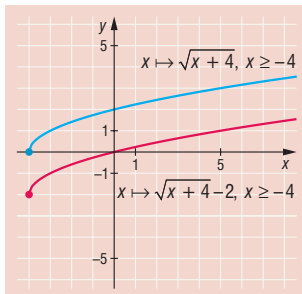


5294 a)



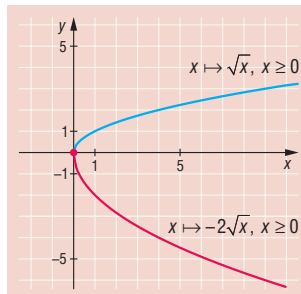
Ért. tartomány: $x \geq 0$.

b)



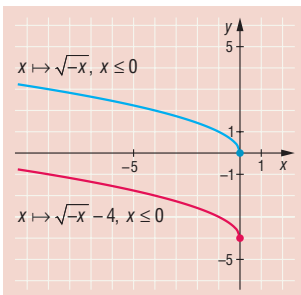
Ért. tartomány: $x \geq -4$.

c)



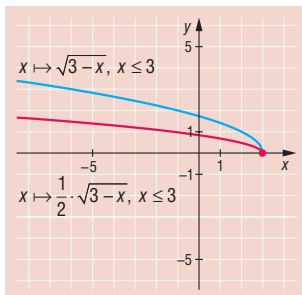
Ért. tartomány: $x \geq 0$.

d)



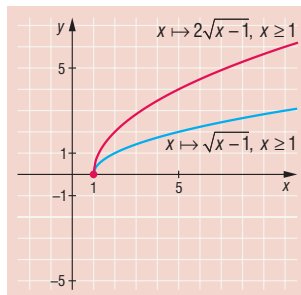
Ért. tartomány: $x \leq 0$.

e)

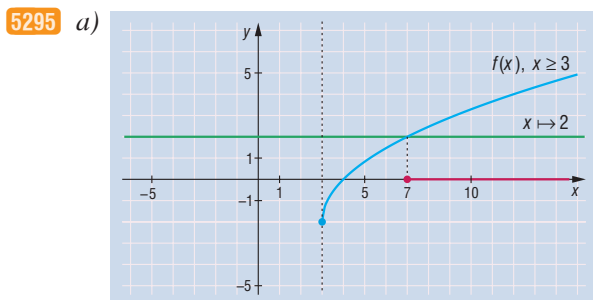


Ért. tartomány: $x \leq 3$.

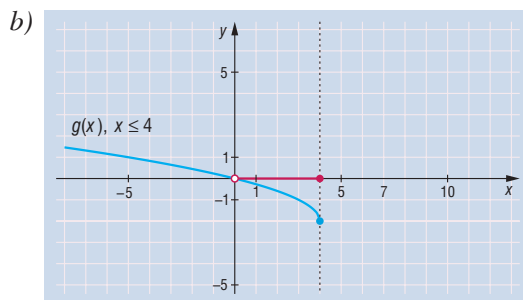
f)



Ért. tartomány: $x \geq 1$.

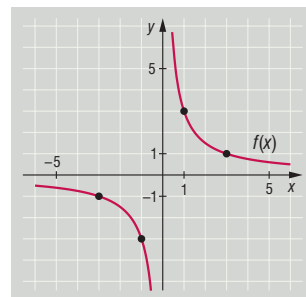


$$f(x) \geq 2 \Rightarrow x \in [7; \infty).$$



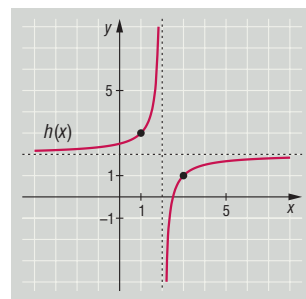
$$g(x) < 0 \Rightarrow x \in]0; 4].$$

5296 a) $f(x) = 3 \cdot \frac{1}{x}$ ($x \neq 0$); igen, fordított arányosság.



b) $g(x) = \frac{5}{2} - x$; lineáris függvény.

c) $h(x) = -\frac{1}{x-2} + 2$ ($x \neq 2$); igen, fordított arányosság.



d) $i(x) = \frac{(x+3)(x-3)}{x+3}$; ha $x \neq -3 \Rightarrow i(x) = x-3$; lineáris függvény ($x \neq -3$).

e) $j(x) = \frac{2(x-2)}{3(x-2)}$; ha $x \neq 2 \Rightarrow j(x) = \frac{2}{3}$; lineáris függvény, konstans ($x \neq 2$).

5297 a) (4); maximum helye: $x = 2$; maximum értéke: $y = 3$;

b) (4); minimum helye: $x = -1$; minimum értéke: $y = -1$;

c) (3); minimum helye: $x = 2$; minimum értéke: $y = 0$.

5298 a) $(-3; 2)$, $(-6; 4)$, $(0; 0)$;

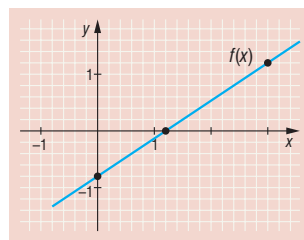
b) $(2; 6)$, $(0; 0)$, $(4; 4)$;

c) $(7; 6)$, $(0; 1)$, $(21; 16)$;

d) $(12; 3)$, $(4; 1)$, $(39; 6)$.

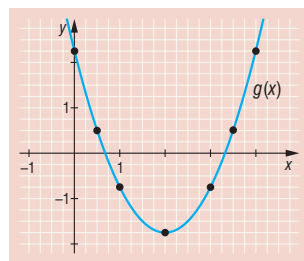


5299 a) $A\left(\frac{1}{5}; -\frac{2}{3}\right), \quad B\left(-\frac{6}{5}; -\frac{8}{5}\right), \quad C\left(\frac{6}{5}; 0\right);$



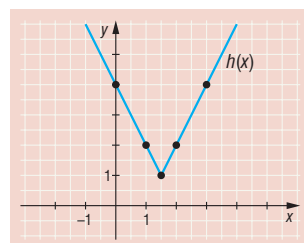
b) $A_1\left(\frac{7}{2}; \frac{1}{2}\right), \quad B_1\left(4; \frac{9}{4}\right), \quad C\left(-1; \frac{29}{4}\right),$

$A_2\left(\frac{1}{2}; \frac{1}{2}\right), \quad B_2\left(0; \frac{9}{4}\right);$

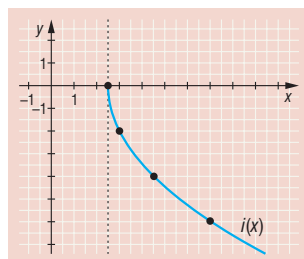


c) $A\left(-\frac{1}{2}; 5\right), \quad B_1\left(-\frac{1}{2}; 5\right), \quad C\left(\frac{3}{2}; 1\right),$

$B_2\left(\frac{7}{2}; 5\right);$



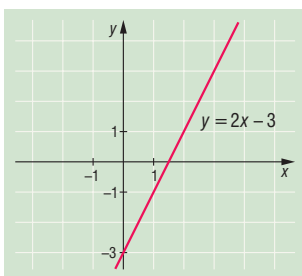
d) $A\left(\frac{1}{2}; \text{nincs megoldás}\right), \quad B(7; -6), \quad C\left(\frac{9}{2}; -4\right).$



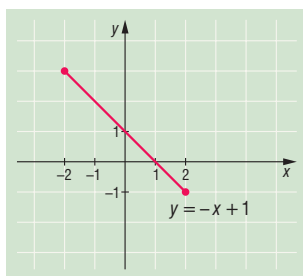
5300 a) g; b) i; c) h; d) f.

5301 a) g; b) f; c) h; d) i.

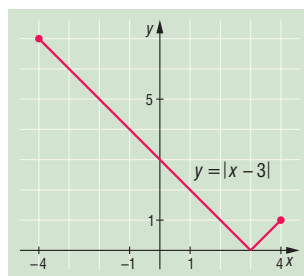
5302 a)

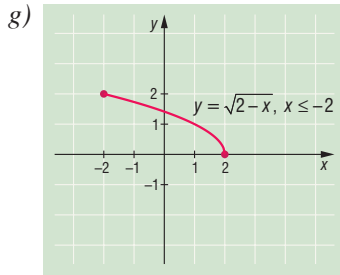
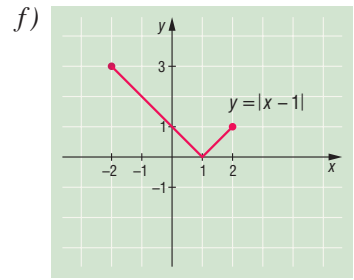
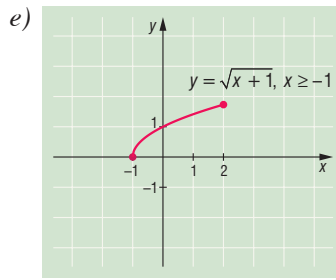
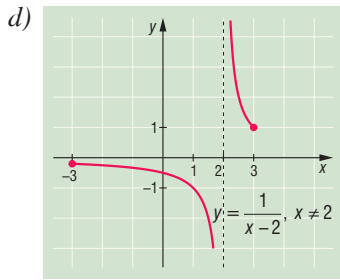


b)

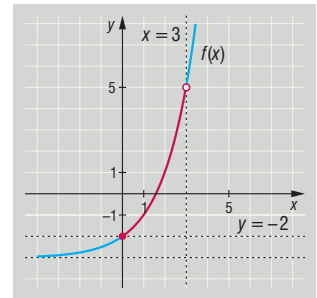


c)





5303 Megoldás: $0 \leq x < 3$; $-2 \leq y < 5$.



5304 a) Mivel:

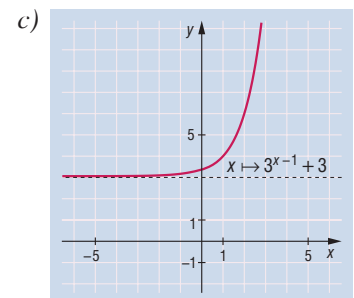
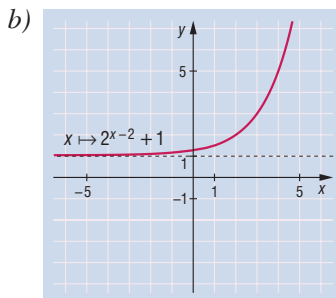
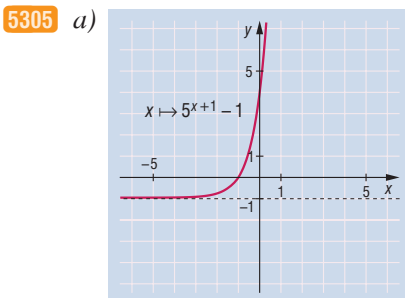
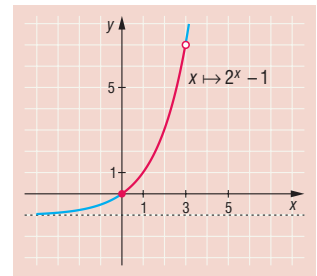
$$x = 3, y = 7 \Rightarrow y = a^x - 1 \Rightarrow 7 = a^3 - 1 \Rightarrow a = 2,$$

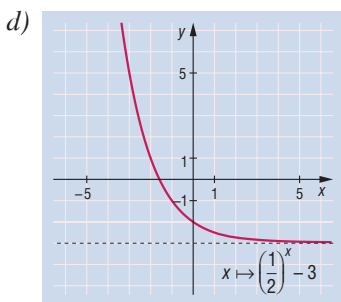
a függvény hozzárendelési szabálya:

$$x \mapsto 2^x - 1.$$

b) Értékkészlet: $y \in [0; 7[$.

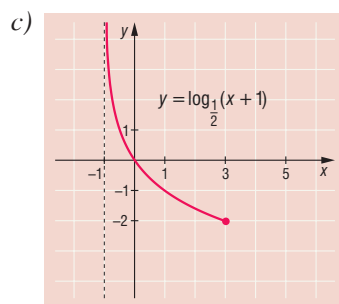
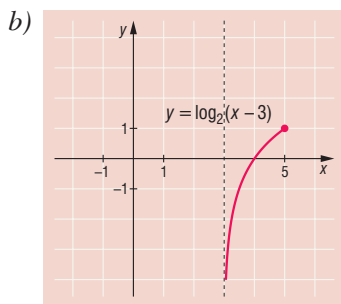
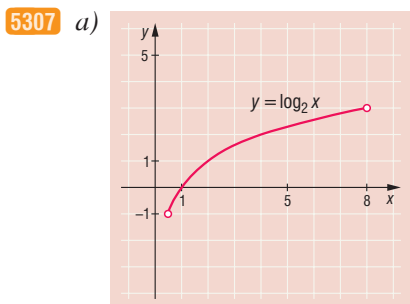
c) Értékkészlet: $y \in [1; 7]$.



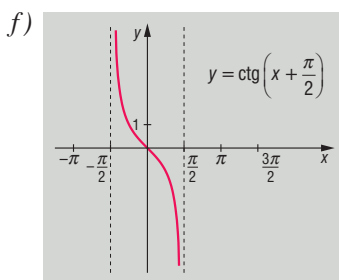
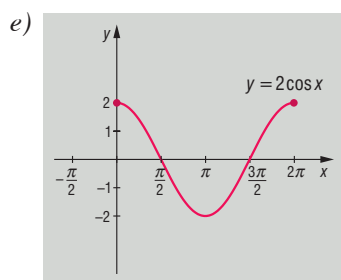
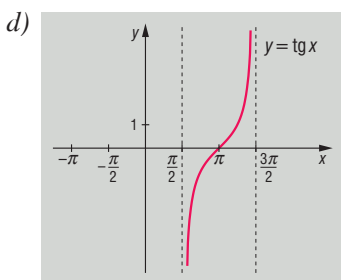
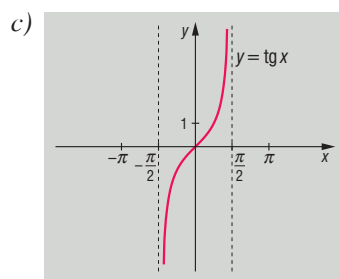
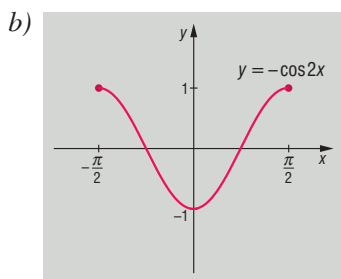
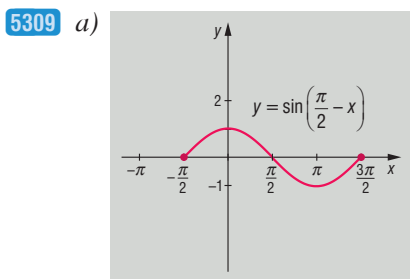


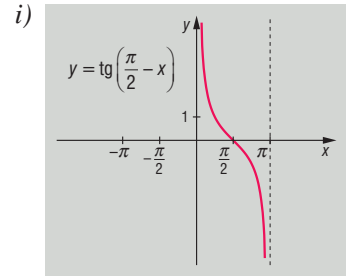
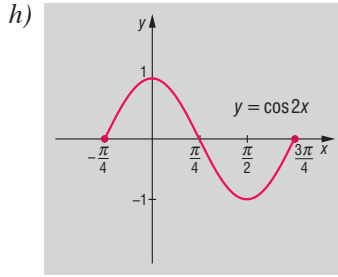
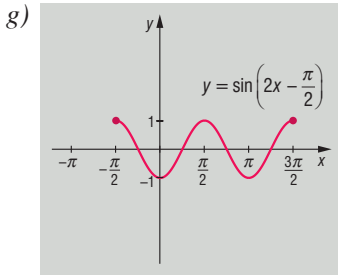
5306 a) Behelyettesítve a $(9; 2)$ pontpárt az $y = \log_a x$ hozzárendelésbe, mivel $a > 0$, ezért $a = 3$ adódik.
A keresett hozzárendelési szabály: $x \mapsto \log_3 x$.

b) $f(3) = 1$;
 $f(-1)$ nincs értelmezve;
 $f(1) = 0$.



5308 a) i ; b) h ; c) g ; d) f .



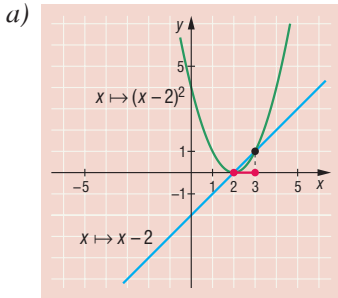


5310 $f: x \mapsto -\cos x, \quad x \in [-\pi; \pi];$

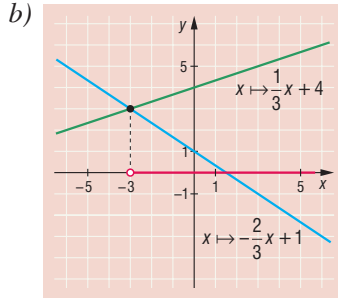
$g: x \mapsto -\sin x, \quad x \in [-\pi; \pi];$

$h: x \mapsto |2\sin x|, \quad x \in [-\pi; \pi].$

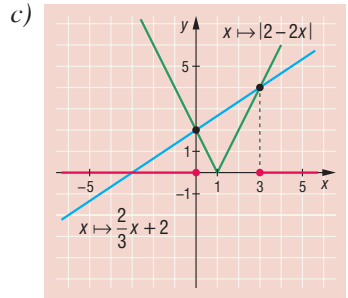
5311 Az a) feladat egyenlőtlenségének bal oldalát átalakíthatjuk: $3x - 6 - 2x + 4 = x - 2$.



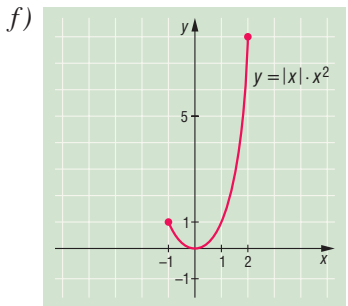
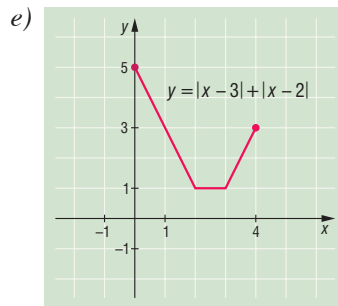
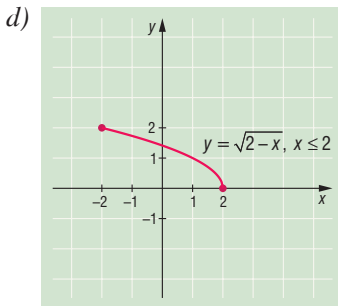
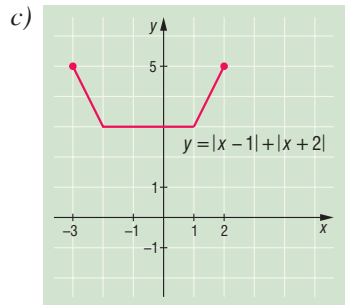
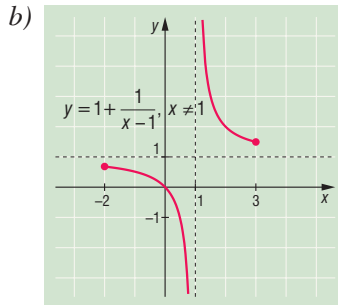
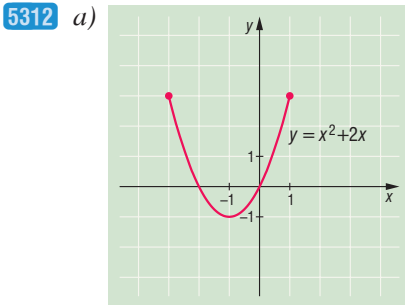
$x \in [2; 3];$

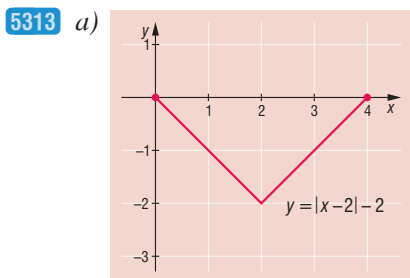


$x \in]-3; \infty[;$

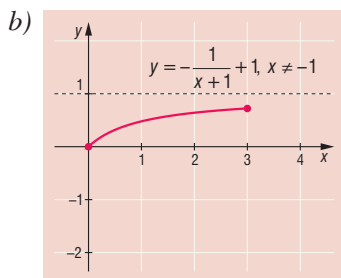


$c) \quad x \in]-\infty; 0] \cup [3; \infty[.$

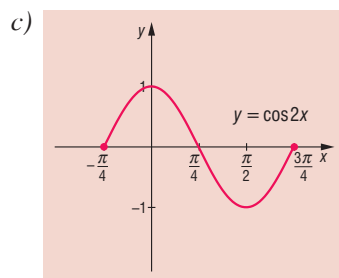




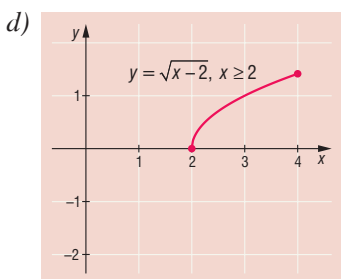
$$x_1 = 0, \quad x_2 = 4;$$



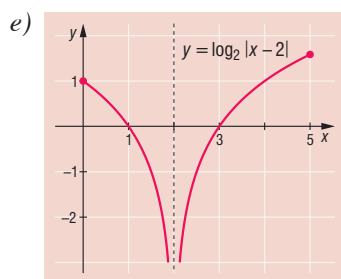
$$x = 0;$$



$$x_1 = -\frac{\pi}{4}, \quad x_2 = \frac{\pi}{4}, \quad x_3 = \frac{3\pi}{4};$$



$$x = 2;$$



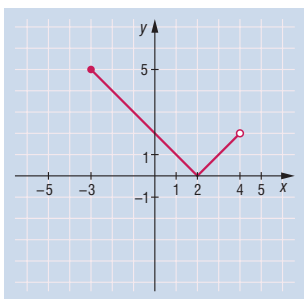
$$x_1 = 1, \quad x_2 = 3.$$

5314 a) f ; b) h ; c) g ; d) i .

5315 a) h ; b) f ; c) i ; d) g .

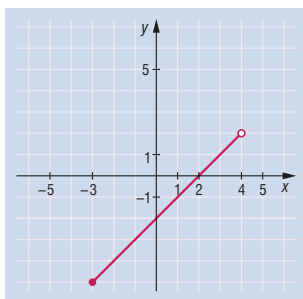
5316 Az a) feladat kifejezését átalakíthatjuk: $(\sqrt{x-2})^2 = |x-2|$.

a) Ért. tartomány: $x \in \mathbb{R}$.



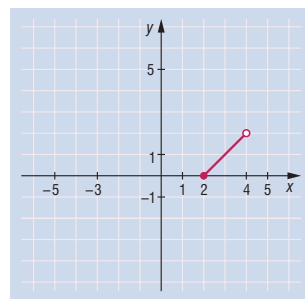
Értékkészlet: $y \in [0; 5]$.

b) Ért. tartomány: $x \in \mathbb{R}$.



Értékkészlet: $y \in [-5; 2[$.

c) Ért. tartomány: $x \geq 2, x \in \mathbb{R}$.

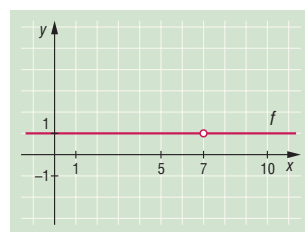


Értékkészlet: $y \in [0; 2[$.

5317 a) $x \neq 7$.

Értelmezési tartomány: $x \in \mathbb{R} \setminus \{7\}$.

Értékkészlet: $y = 1$.





b) $x \neq 7$.

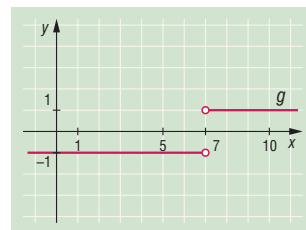
$$|x - 7| = \begin{cases} x - 7, & \text{ha } x \geq 7, \\ 7 - x, & \text{ha } x < 7, \end{cases}$$

ezért

$$g: \frac{|x - 7|}{x - 7} = \begin{cases} 1, & \text{ha } x > 7, \\ -1, & \text{ha } x < 7. \end{cases}$$

Értelmezési tartomány: $x \in \mathbb{R} \setminus \{7\}$.

Értékkészlet: $y = 1$ és $y = -1$.

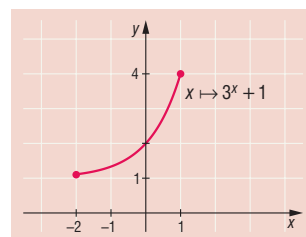


5318 a) Értelmezési tartomány: $x \in \mathbb{R}$.

b) Mivel $3^x - 1 \neq 0 \Rightarrow x \neq 0$. Értelmezési tartomány: $x \in \mathbb{R} \setminus \{0\}$.

c) Értékkészlet:

$$y \in \left[\frac{10}{9}; 4 \right].$$

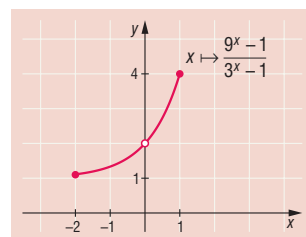


d) Értékkészlet:

$$y \in \left[\frac{10}{9}; 2 \right[\cup]2; 4].$$

Ez felírható a következő alakban is:

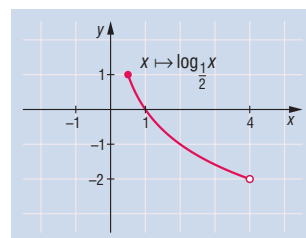
$$y \in \left[\frac{10}{9}; 4 \right] \setminus \{2\}.$$



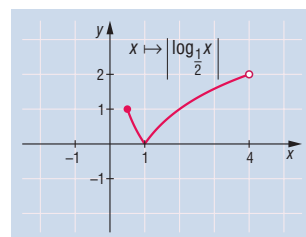
5319 a) Értelmezési tartomány: $x \in \mathbb{R}, x > 0$.

b) Értelmezési tartomány: $x \in \mathbb{R}, x > 0$.

c) Értékkészlet: $y \in]-2; 1]$.



d) Értékkészlet: $y \in [0; 2[$.



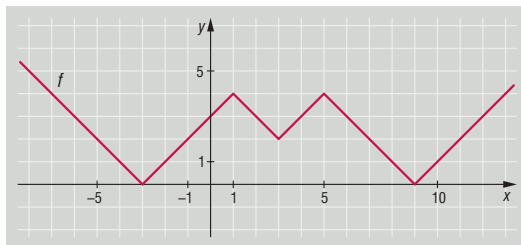


5320 a) Zérushelyek: $x_1 = -3$ és $x_2 = 9$.

b) $x = -4$, $x = -2$, $x = 8$, $x = 10$.

Másként jelölve:

$$f(-4) = 1, f(-2) = 1, f(8) = 1, f(10) = 1.$$



5321 a) $f: x \mapsto \sin x$, $g: x \mapsto \cos x$;

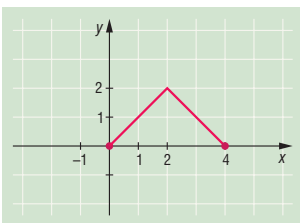
$$b) \frac{\frac{1}{2} + 0 + \frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{\sqrt{3} + 1}{2} \cdot \frac{2}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{3} + 1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{2};$$

$$c) \frac{1+1}{\frac{1}{2}} = 2 \cdot 2 = 4;$$

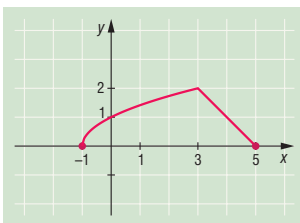
$$d) \frac{1 - \frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2};$$

$$e) \frac{\frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}} = \frac{2\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2}.$$

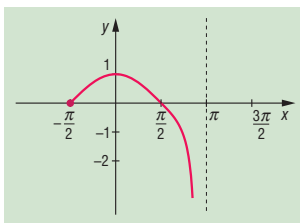
5322 a)



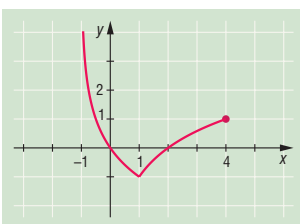
b)



c)



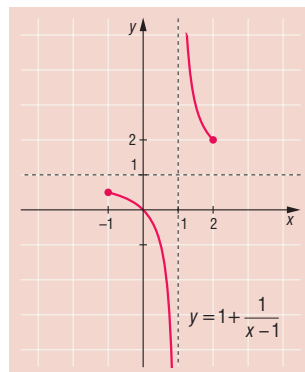
d)



5323 a) Az f függvény hozzárendelését írjuk így:

$$f(x) = \frac{x}{x-1} = 1 + \frac{1}{x-1},$$

így már könnyű ábrázolni a grafikonját.

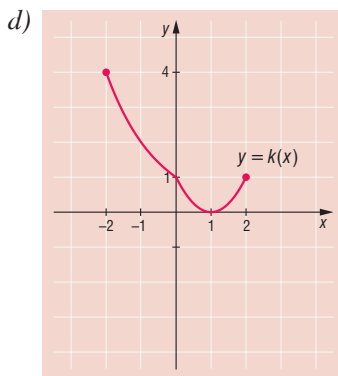
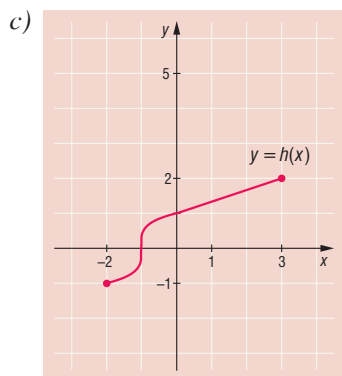
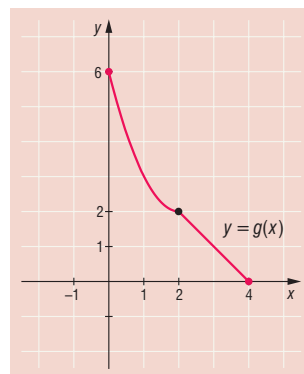




- b) A függvény grafikonját egy paraboladarab és egy egyenes szakasz egymáshoz fűzése adja.

A g függvény hozzárendelési szabályát így írhatjuk át:

$$g(x) = \begin{cases} (x-2)^2 + 2, & \text{ha } 0 \leq x \leq 2, \\ -x + 4, & \text{ha } 2 < x \leq 4. \end{cases}$$



- 5324 a) A függvény hozzárendelési szabálya:

$$f:]-3; 9] \rightarrow \mathbb{R}, f(x) = \begin{cases} -x - 1, & \text{ha } -3 < x \leq 0, \\ x^2 - 1, & \text{ha } 0 < x \leq 3, \\ \frac{1}{3}x + 7, & \text{ha } 3 < x \leq 9; \end{cases}$$

- b) Értékkészlet: $y \in [-1; 10]$;

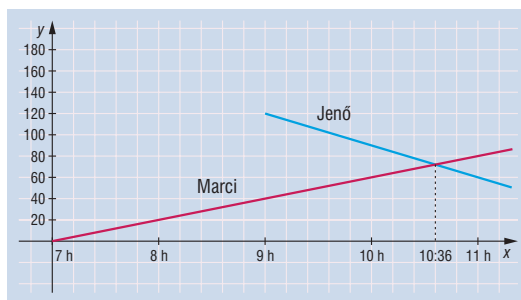
- c) $-3 < x \leq 2$, másként $x \in]-3; 2]$.

- 5325 a) Az út–idő grafikon az ábrán látható.

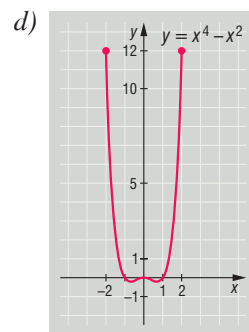
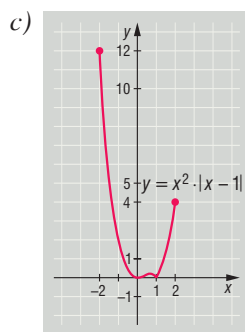
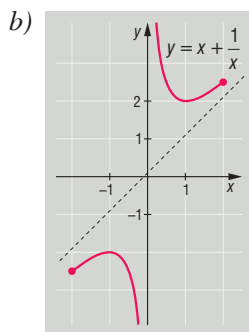
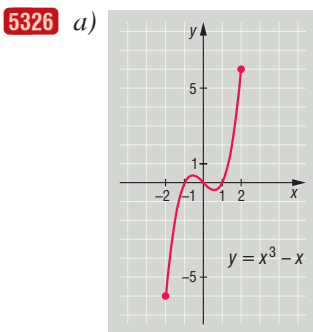
- b) Marci útja reggel 7 órától az $y = 20x$ függvényvel írható le. Jenő útja reggel 7 órától (ha ekkor indult volna) az $y = -30x + 180$ függvényvel jellemezhető. Ebből:

$$20x = -30x + 180 \Rightarrow x = \frac{18}{5} = 3\frac{3}{5}.$$

Reggel 7 órától számítva 3 óra 36 perc múlva találkoznak, azaz 10 óra 36 perckor.



- c) Marci 1 óra alatt 20 kilométert tesz meg, így mivel ő 3 óra 36 percet biciklizett 7 órától, egyenes arányossággal számolva 72 kilométert tett meg.
Jenő 9 órakor indult, ő 10 óra 36 perckorig csak 1 óra 36 percet töltött úton. Mivel 1 óra alatt 30 kilométert tesz meg, ezért 1 óra 36 perc alatt 48 kilométert tett meg.



5327 a) A közös értelmezési tartomány: $x > 1$. Az egyenlet bal oldalát alakítsuk át:

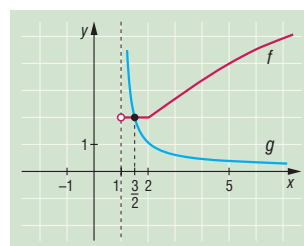
$$\begin{aligned} \sqrt{x - 2\sqrt{x-1}} + \sqrt{x + 2\sqrt{x-1}} &= \sqrt{(\sqrt{x-1} - 1)^2} + \sqrt{(\sqrt{x-1} + 1)^2} = \\ &= \sqrt{x-1} + 1 + |\sqrt{x-1} - 1| = \begin{cases} 2\sqrt{x-1}, & \text{ha } x \geq 2, \\ 2, & \text{ha } 1 \leq x \leq 2. \end{cases} \end{aligned}$$

Ezután ábrázoljuk egy koordináta-rendszerben a következő függvényeket:

$$f: x \mapsto \sqrt{x-1} + 1 + |\sqrt{x-1} - 1|, \quad 1 < x,$$

$$g: x \mapsto \frac{1}{x-1}, \quad 1 < x.$$

Az f és g függvény értéke csak az $x = \frac{3}{2}$ helyen egyenlő, itt mindkét függvény értéke 2.



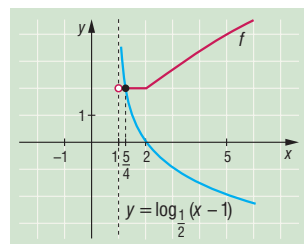
b) Ábrázoljuk egy koordináta-rendszerben az a) feladatban szereplő f függvényt és a

$$h: x \mapsto \log_{0,5}(x-1), \quad x > 1$$

függvényt.

A h függvény $x > 1$ esetén csökken, az f függvény először konstans, majd 2-től nő, így legfeljebb egy közös pontja van a két grafikonnak.

Ez az $x = \frac{5}{4}$ -nél van, itt mindkét függvény értéke 2.



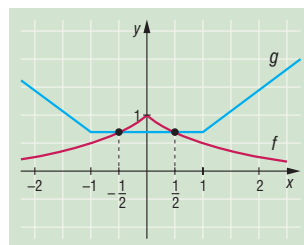
c) Ábrázoljuk egy koordináta-rendszerben az alábbi függvényeket:

$$f: x \mapsto 2^{-|x|},$$

$$g: x \mapsto \frac{1}{2\sqrt{2}} \cdot (|x+1| + |x-1|).$$

Mivel mindkét függvény páros, az ábra szimmetrikus az y tengelyre. $0 \leq x \leq 2$ -re f csökken, így itt legfeljebb egy közös pontja van a nem csökkenő g függvény grafikonjával.

Ez $x = \frac{1}{2}$ esetén teljesül. Az egyenlet gyökei tehát $-\frac{1}{2}$ és $\frac{1}{2}$.





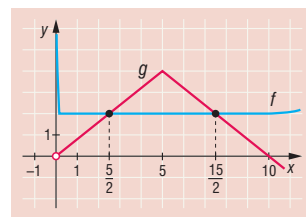
5328 Ábrázoljuk egy koordináta-rendszerben a következő függvényeket:

$$f(x) = |1 - \lg x| + |1 + \lg x|, \quad 0 < x,$$

$$g(x) = 4 \cdot \left(1 - \frac{|x-5|}{5}\right), \quad 0 < x.$$

A függvények tulajdonságaiból következik, hogy a két grafikonnak két metszéspontja van: $x = \frac{5}{2}$ és $x = \frac{15}{2}$ értéknél.

Mindkét helyen mindkét függvény értéke 2.

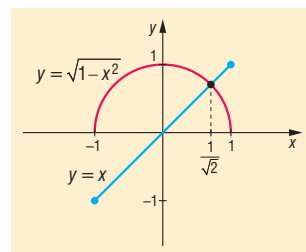


5329 Ábrázoljuk az alábbi függvényeket egy koordináta-rendszerben:

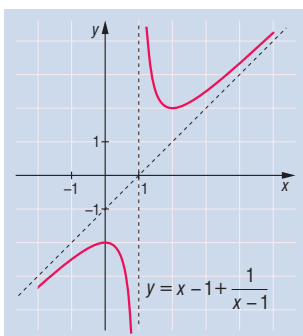
$$f(x) = \sqrt{1 - x^2}, \quad -1 \leq x \leq 1,$$

$$g(x) = x, \quad -1 \leq x \leq 1.$$

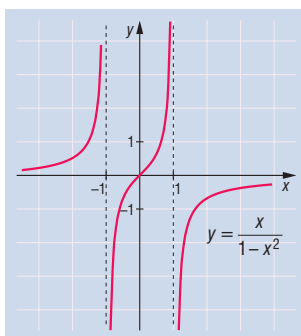
A két grafikon az $x = \frac{1}{\sqrt{2}}$ helyen metszi egymást, tehát az egyenlőtlenség $-1 \leq x \leq \frac{1}{\sqrt{2}}$ esetén teljesül.



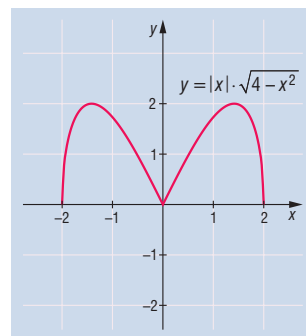
5330 a)



b)



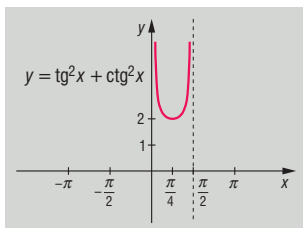
c)



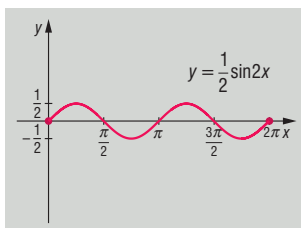
Megj.: A függvény páratlan.

Megj.: A függvény páros.

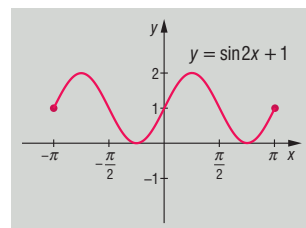
5331 a)



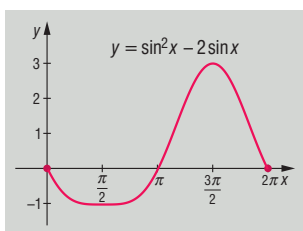
b)



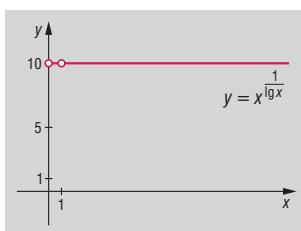
c)



d)



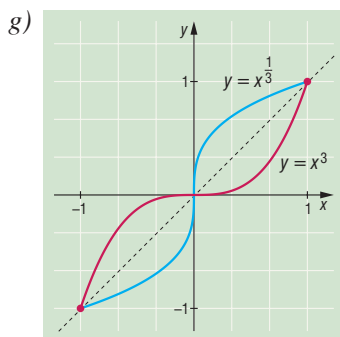
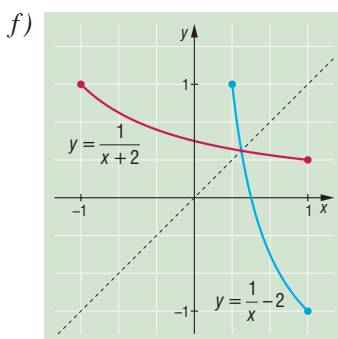
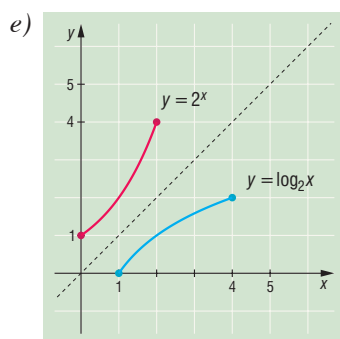
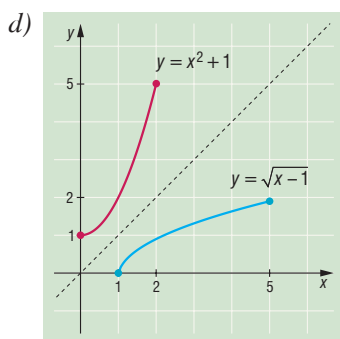
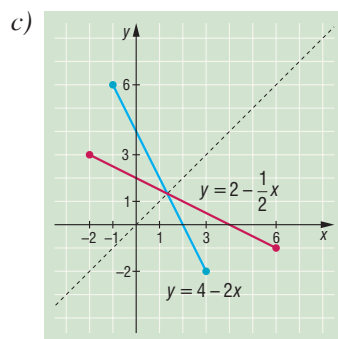
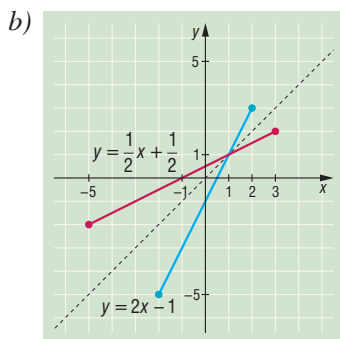
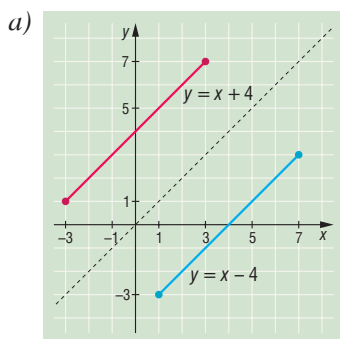
e)





Műveletek függvényekkel (kiegészítő anyag) – megoldások

5332 A függvény és inverzének grafikonja az $y = x$ egyenletű egyenesre nézve egymás tükörképei. A dolog természetéből következik, hogy a függvény és inverze esetén az értékkészlet és az értelmezési tartomány helyet cserél: a függvény értelmezési tartománya az inverz függvény érték-készlete, és a függvény értékkészlete az inverz függvény értelmezési tartománya.

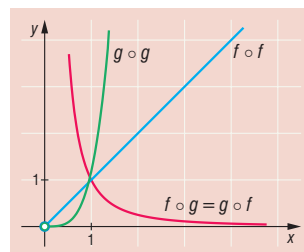


5333 $f \circ g: f(g(x)) = \frac{1}{x^2}, x > 0;$

$g \circ f: g(f(x)) = \left(\frac{1}{x}\right)^2 = \frac{1}{x^2}, x > 0,$

$f \circ f: f(f(x)) = \frac{1}{\frac{1}{x}} = x, x > 0;$

$g \circ g: g(g(x)) = (x^2)^2 = x^4, x > 0.$





5334 Az első három függvény a következő:

$$f_2(x) = f(f(x)) = \frac{1}{1 + \frac{1}{1+x}} = \frac{1+x}{2+x}, \quad x \geq 0;$$

$$f_3(x) = f_2(f(x)) = \frac{1 + \frac{1+x}{2+x}}{2 + \frac{1}{1+x}} = \frac{2+x}{3+2x}, \quad x \geq 0;$$

$$f_4(x) = f_3(f(x)) = \frac{2 + \frac{1+x}{2+x}}{3 + \frac{2}{1+x}} = \frac{3+2x}{5+3x}, \quad x \geq 0.$$

Teljes indukcióval igazoljuk, hogy ha $n \geq 2$, akkor $f_n(x) = \frac{f_n + f_{n-1} \cdot x}{f_{n+1} + f_n \cdot x}$, ahol f_n a Fibonacci-sorozat n -edik tagja.

Az állítás $n = 2$ -re igaz, tegyük fel, hogy n -re is igaz. Lássuk be, hogy ebből következik, hogy $n + 1$ -re is igaz:

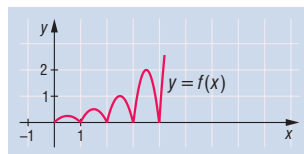
$$f_{n+1}(x) = f_n(f(x)) = \frac{f_n + f_{n-1} \cdot \frac{1}{1+x}}{f_{n+1} + f_n \cdot \frac{1}{1+x}} = \frac{f_n + f_{n-1} + f_n \cdot x}{f_{n+1} + f_n + f_{n+1} \cdot x} = \frac{f_{n+1} + f_n \cdot x}{f_{n+2} + f_{n+1} \cdot x},$$

azaz az állítás $n + 1$ -re is igaz.

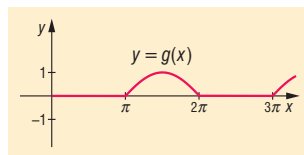
Megjegyzés: Közben felhasználtuk a Fibonacci-sorozat definícióját:

$$f_1 = f_2 = 1 \quad \text{és} \quad f_{n+2} = f_n + f_{n+1}.$$

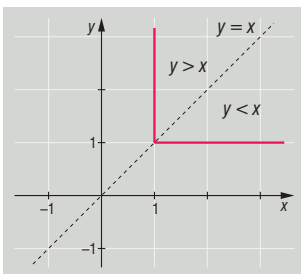
5335 A függvény definíciója alapján a vázlatos grafikon:



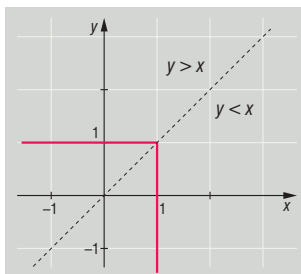
5336 A g függvényt a definíció alapján így rajzolhatjuk meg:



5337 a)



b)





5338 Oldjuk meg x -re a következő egyenletet:

$$\begin{aligned} y &= \log_2(x + \sqrt{x^2 + 1}), \\ 2^y &= x + \sqrt{x^2 + 1}, \\ 2^y - x &= \sqrt{x^2 + 1}, \\ 2^{2y} - 2 \cdot 2^y \cdot x + x^2 &= x^2 + 1, \\ x &= \frac{2^{2y} - 1}{2 \cdot 2^y} = \frac{2^y - 2^{-y}}{2}. \end{aligned}$$

Az inverz függvény tehát:

$$f^{-1}(x) = \frac{2^x - 2^{-x}}{2}, \quad x \in \mathbb{R}.$$

5339 Vázoljuk először egy koordináta-rendszerben az f és g függvények grafikonját.

Az 5338. feladat megoldásában követett módszert célszerű alkalmazni annak igazolására, hogy a két függvény egymás inverze. Oldjuk meg x -re az $y = x^2 - x + 1$ másodfokú egyenletet.

Mivel $x \geq \frac{1}{2}$, $y \geq \frac{3}{4}$, ezért:

$$x = \frac{1 \pm \sqrt{1 - 4 + 4y}}{2} = \frac{1}{2} \pm \sqrt{y - \frac{3}{4}},$$

és itt csak a $+$ előjel jó, tehát $x = \frac{1}{2} + \sqrt{y - \frac{3}{4}}$.

Az f inverze tehát a

$$g(x) = \frac{1}{2} + \sqrt{x - \frac{3}{4}}, \quad x \geq \frac{3}{4}$$

függvény. A lépések megfordíthatók, így g inverze f .

5340 Mivel a függvény és inverzének grafikonja az $y = x$ egyenletű egyenesre szimmetrikus, elég az $x^2 - x + 1 = x$ egyenletet megoldani, ebből $x = 1$. Ez jó gyök, mert $f(1) = g(1) = 1$.

5341 Oldjuk meg x -re az $y = \frac{1-x}{1+x}$ egyenletet:

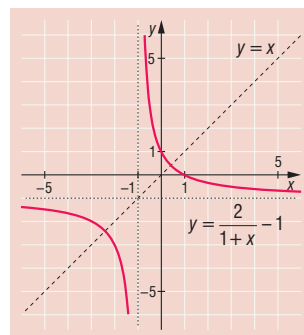
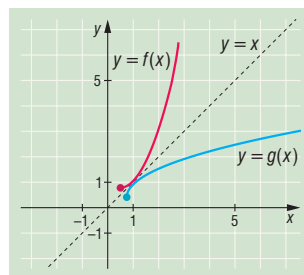
$$\begin{aligned} y + xy &= 1 - x, \\ x(1 + y) &= 1 - y, \\ x &= \frac{1 - y}{1 + y}, \quad y \neq -1. \end{aligned}$$

Az f inverze tehát az

$$f(x) = \frac{1 - x}{1 + x}, \quad x \in \mathbb{R} \setminus \{-1\}$$

függvény.

Az f grafikonja szimmetrikus az $y = x$ egyenletű egyenesre.





Függvénytulajdonságok – megoldások

5342 Legnagyobb érték: $y = 8$ az $x = 0$ helyen.

5343 $x \in \mathbb{R} \setminus \{-4; 4\}$, másként $x \in \mathbb{R}$, $x \neq -4$, $x \neq 4$.

5344 Bármilyen helyes megoldás jó, például: $[-4; 0]$, $[3; 9]$, $[5; 7]$ stb.

- 5345**
- a) Maximuma van az $x = 2$ helyen, értéke: $y = 3$.
 - b) Minimuma van az $x = 0$ helyen, értéke: $y = -5$.
 - c) Maximuma van az $x = -2$ helyen, értéke: $y = 0$.
 - d) Maximuma van az $x = 5$ helyen, értéke: $y = 0$.
 - e) Minimuma van az $x = 0$ helyen, értéke: $y = 4$.
 - f) Minimuma van az $x = 0$ helyen, értéke: $y = -3$.

5346 $3 = \sqrt{2 - x} \Rightarrow x = -7$.

5347 A pozitív osztók számát foglaljuk táblázatba:

Szám	1	2	3	4	5	6
Pozitív osztók száma	1	2	2	3	2	4

- a) Értékkészlet: $\{1; 2; 3; 4\}$.
- b) Minimuma van az $x = 1$ helyen, értéke: $y = 1$; maximuma van az $x = 6$ helyen, értéke: $y = 4$.
- c) Nincs zérushelye a függvénynek.

5348 a) Értékkészlete: $y \in [0; 2]$.

b) Értékkészlete: $y \in [-4; 0]$.

c) Értékkészlete: $y \in [0; 1]$.

d) Értékkészlete: $[1; 3]$.

5349 Például:

a) $x \mapsto x^2 + 4$, $x \mapsto |x - 3| + 7$, $x \mapsto \sqrt{3 - x} + 5$;

b) $x \mapsto -x^2 - 3$, $x \mapsto -|x - 2| - 5$, $x \mapsto -|x| - 1$;

c) $x \mapsto \sqrt{x - 5}$, $x \mapsto (x - 3)^2$, $x \mapsto |x + 7|$;

d) $x \mapsto (x - 2)^2 - 5$, $x \mapsto |x + 7| - 5$;

e) $x \mapsto -x^2 + 6$, $x \mapsto -|x - 1| + 6$.

5350 a) $\frac{x - 3}{x + 1} \geq 0$ és $x \neq -1$.

A hányados akkor 0, ha $x = 3$, akkor pozitív, ha $x - 3 > 0$ és $x + 1 > 0 \Rightarrow x > 3$ vagy $x - 3 < 0$ és $x + 1 < 0 \Rightarrow x < -1$.

Értelmezési tartomány: $x \in]-\infty; -1[\cup [3; \infty[$, $x \in \mathbb{R}$.

b) \sqrt{x} miatt: $x \geq 0$, valamint $4 - \sqrt{x} \neq 0 \Rightarrow x \neq 16$.

Értelmezési tartomány: $x \in [0; \infty[\setminus \{16\}$, $x \in \mathbb{R}$.

Zérushely: $\sqrt{x} - 3 = 0 \Rightarrow x = 9$.



c) $x - 2 > 0 \Rightarrow x > 2$. Értelmezési tartomány: $x \in]2; \infty[$, $x \in \mathbb{R}$.

Zérushely: $x = -2$.

d) $\sin x \neq 0 \Rightarrow x \neq k\pi$, $k \in \mathbb{Z}$. Értelmezési tartomány: $\{x \in \mathbb{R} \mid x \neq k\pi, k \in \mathbb{Z}\}$.

Zérushely: $x = -3$.

e) Értelmezési tartomány: $x \in \mathbb{R}$, $x \neq \frac{7}{2}$.

Zérushely: nincs, mert $\frac{2x-7}{4x-14} = \frac{2x-7}{2(2x-7)} = \frac{1}{2}$ konstans függvény.

f) $x > 0$ és $\lg x \neq 0 \Rightarrow x \neq 1$. Tehát az értelmezési tartomány: $x \in]0; \infty[\setminus \{1\}$.

Zérushely: $x = 9$.

g) Értelmezési tartomány: $x > 0$ és $x > -1$ miatt $x \in]0; \infty[$.

Zérushely: $x = 1$.

h) $x > 0$, $x \neq 1$, $4x - 1 > 0 \Rightarrow x > \frac{1}{4}$. Értelmezési tartomány: $x \in \left] \frac{1}{4}; \infty \right[\setminus \{1\}$.

Zérushely: $x = \frac{1}{2}$.

5351 a) Értelmezési tartomány: $x \in]-4; 4]$; ($x \in \mathbb{R}$).

Értékkészlet: $y \in [-2; 4]$.

b) Zérushely: $x_1 = -2$ és $x_2 = 1$.

c) Minimuma van a függvénynek az $x = 0$ helyen, értéke $y = -2$.

Maximuma van az $x = 3$ helyen, értéke $y = 4$.

d) $f > 0 \Rightarrow x \in]-4; -2[\cup]1; 4]$.

e) $f < 0 \Rightarrow x \in]-2; 1[$.

f) Szigorúan monoton csökkenő, ha $x \in]-4; 0] \cup [3; 4]$.

5352 Egy adott függvény x tengelymetszetét az $y = 0$ -val, az y tengelymetszetét az $x = 0$ behelyettesítésével kapjuk.

a) Az x tengelyt $\frac{5}{3}$ -nál, az y tengelyt -5 -nél metszi.

b) Az x tengelyt 3 -nál metszi, az y tengelyt nem metszi.

c) A függvény az origón halad át.

d) Az x tengelyt 1 -nél, az y tengelyt -1 -nél metszi.

e) Az x tengelyt az 1 helyen metszi, az y tengelyt nem metszi.

f) Az x tengelyt a -2 helyen, az y tengelyt -3 -nál metszi.

5353 Mivel a tört nevezője nem lehet 0 , ezért a

$$\sin x \neq 0 \Rightarrow x \neq k \cdot 180^\circ, k \in \mathbb{Z}.$$

A periódus 180° , mert a szinuszfüggvény a 0 értékét 180° -ként veszi fel; a $k \cdot 180^\circ$ -kal ($k \in \mathbb{Z}$) minden forgásszöget megadtunk (fokokban).



5354 a) $f\left(\frac{5\pi}{2}\right) = 1 \quad \square \quad g(2) = 1;$

b) $f\left(\frac{\pi}{6}\right) = \frac{1}{2} \quad \square \quad g\left(\frac{1}{8}\right) = -3;$

c) $f\left(-\frac{\pi}{3}\right) = \frac{-\sqrt{3}}{2} \quad \square \quad g\left(\frac{1}{4}\right) = -2;$

d) $f\left(-\frac{\pi}{6}\right) = -\frac{1}{2} \quad \square \quad g(4) = 2.$

5355 a) $x \mapsto x^2 - 2x$ zérushelyei $x_1 = 0, x_2 = 2$, mert $x^2 - 2x = 0 \Rightarrow x(x - 2) = 0$.
 $f(1, 3) = 1,3^2 - 2 \cdot 1,3 = 1,69 - 2,6 = -0,91$.

b) $g(x) = -|x| + 7$ maximum értéke: $y = 7$, amit az $x = 0$ helyen vesz fel. Jelölése: $g(0) = 7$.

c) Mivel a szinuszfüggvény korlátos, a $\sin x$ értékkészlete $y \in [-1; 1]$.

A -2 transzformáció az y tengely mentén 2 egységgel lefelé tolja el a $\sin x$ függvényt, ezért $\sin x - 2$ értékkészlete: $[-3; -1]$.

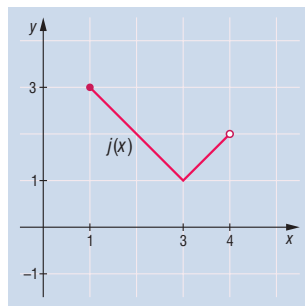
d) $\log_2(2x - 20) - 1 \geq 0 \Rightarrow x \geq 11$ esetén. (Értelmezési tartomány: $x > 10$.)

e) Átalakítás után:

$$j(x) = |x - 3| + 1.$$

A keresett függvényérték:

$$\frac{j(1) - j(3)}{j(2)} = \frac{3 - 1}{2} = 1.$$

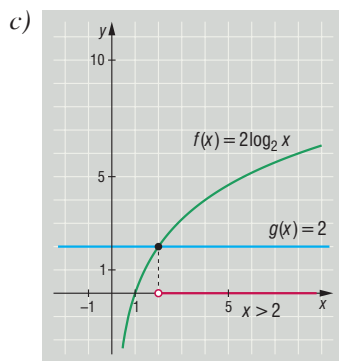
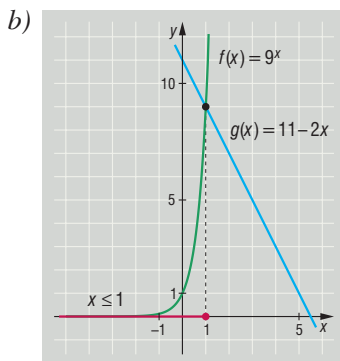
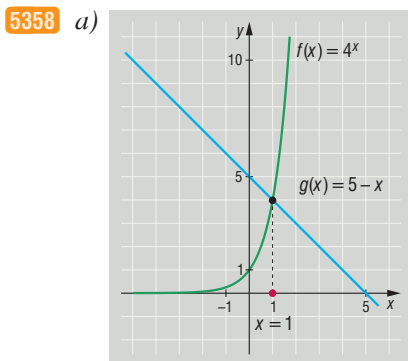


5356 $-x^2 + 18x - 17 > 0 \Rightarrow x^2 - 18x + 17 < 0 \Rightarrow 1 < x < 17$.

1 és 17 között 6 db prímszám van: 2; 3; 5; 7; 11; 13.

5357 A c) a helyes válasz, mert:

$$\log_{15}^2 3 - \log_{15}^2 5 = (\log_{15} 3 + \log_{15} 5)(\log_{15} 3 - \log_{15} 5) = \log_{15} 15 \cdot \log_{15} \frac{3}{5} = 1 \cdot \log_{15} \frac{3}{5}.$$



5359 a) $f(2) = 9 + 2 \cdot 3^4 = 9 + 162 = 171, \quad g(32) = 32 \cdot \log_2 32 = 32 \cdot 5 = 160$.
 $f(2) > g(32)$.

b) A diszkrimináns $0 \Rightarrow$ érinti x tengelyt a parabola (1 zérushely van).

$f(2010) = 2010$ miatt felfelé nyíló a parabola, s mert van pozitív értéke a parabolának, kizárólag a (4) lehet a megoldás.



5360 a) A logaritmus miatt:

$$4x^2 - 5x + 1 > 0 \Rightarrow x < \frac{1}{4} \text{ vagy } x > 1.$$

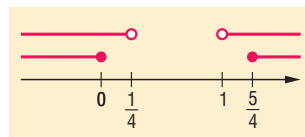
A négyzetgyök miatt:

$$\lg(4x^2 - 5x + 1) \geq 0 \Rightarrow 4x^2 - 5x + 1 \geq 1.$$

Ebből:

$$4x^2 - 5x \geq 0 \Rightarrow x(4x - 5) \geq 0 \Rightarrow x \leq 0 \text{ vagy } x \geq \frac{5}{4}.$$

$$\text{Értelmezési tartomány: } x \in \mathbb{R}, x \in]-\infty; 0] \cup \left[\frac{5}{4}; \infty\right[.$$



b) A logaritmus miatt:

$$x - 4 > 0 \Rightarrow x > 4.$$

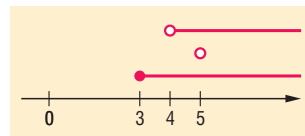
A tört miatt:

$$\lg(x - 4) \neq 0 \Rightarrow x \neq 5.$$

A négyzetgyök miatt:

$$x - 3 \geq 0 \Rightarrow x \geq 3.$$

$$\text{Értelmezési tartomány: } x \in \mathbb{R}, x \in]4; 5[\cup]5; \infty[.$$



5361 a) $x^3 - x = 0 \Rightarrow x(x^2 - 1) = x(x - 1)(x + 1) = 0$, tehát a zérushelyek: $x_1 = 0$, $x_2 = -1$ és $x_3 = 1$.

b) $(x - 2) \cdot \log_2 x = 0$, ha $x - 2 = 0$, azaz $x_1 = 2$, vagy $\log_2 x = 0$, azaz $x_2 = 1$.

c) $\frac{x^2 - 5x + 6}{x - 3} = \frac{(x - 2)(x - 3)}{x - 3} = 0$, ha $x = 2$.

d) $x^2 - 5 \cdot |x| + 6 = 0$, zérushelyek: $x_1 = 2$, $x_2 = 3$, $x_3 = -2$, $x_4 = -3$.

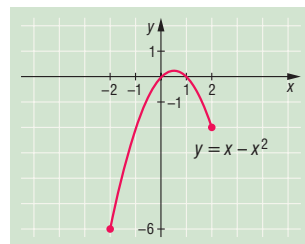
e) $\sqrt{4x - x^2} = 0$, $x_1 = 0$, $x_2 = 4$.

f) $\lg\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = 0$, $0 < x < \pi$, $x = \frac{\pi}{2}$.

g) $\frac{x^3 - x}{x - 1} = x(x + 1)$, $x_1 = 0$, $x_2 = -1$.

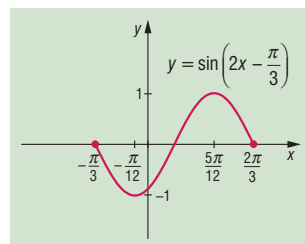
5362 a) Ábrázoljuk az $f(x) = x - x^2$, $-2 \leq x \leq 2$ függvényt:

A függvény képe egy parabola darabja, tengelypontja $\left(\frac{1}{2}; \frac{1}{4}\right)$ -ban van, lefelé „nyílik”. Így a függvény $[-2; 0,5]$ -ban nő, $[0,5; 2]$ -ban csökken. A 0,5 helyen maximuma van, a maximum értéke 0,25, a -2 helyen minimuma van, a minimum értéke -6.



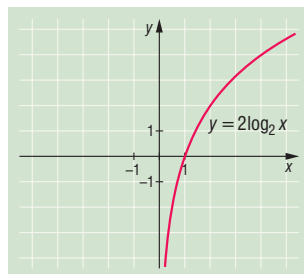
b) Ábrázoljuk a $g(x) = \sin\left(2x - \frac{\pi}{3}\right)$, $-\frac{\pi}{3} \leq x \leq \frac{\pi}{3}$ függvényt:

A függvény $\left[-\frac{\pi}{3}; -\frac{\pi}{12}\right]$ -ban, valamint $\left[\frac{5\pi}{12}; \frac{2\pi}{3}\right]$ -ban csökken, $\left[-\frac{\pi}{12}; \frac{5\pi}{12}\right]$ -ban nő. Maximuma van az $\frac{5\pi}{12}$ helyen, itt értéke 1, minimuma van a $-\frac{\pi}{12}$ helyen, itt értéke -1.

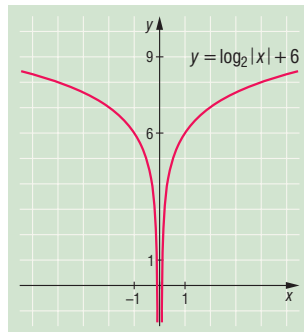




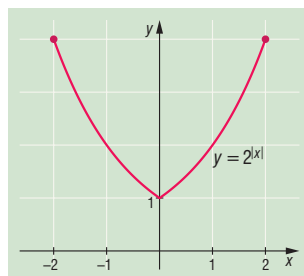
- c) A függvény a teljes értelmezési tartományában szigorúan nő, szélsőértéke nincs.



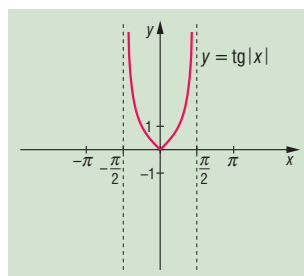
- d) A függvény $]-\infty; 0[$ -ban csökken, $]0; +\infty[$ -ban nő. Szélsőértéke nincs.



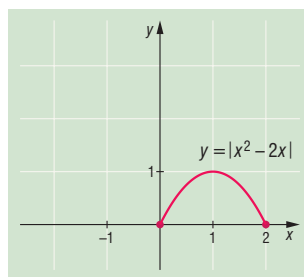
- e) A függvény $[-2; 0]$ -ban csökken, $[0; 2]$ -ban nő, az $x = 0$ helyen minimuma van, itt az értéke $y = 1$, az $x = -2$ és $x = 2$ helyen maximuma van, itt az értéke $y = 4$.



- f) A függvény $\left[-\frac{\pi}{2}; 0\right]$ -ban csökken, $\left[0; \frac{\pi}{2}\right]$ -ban nő. Az $x = 0$ helyen minimuma van, itt az értéke $y = 0$. Maximuma nincs a függvénynek.



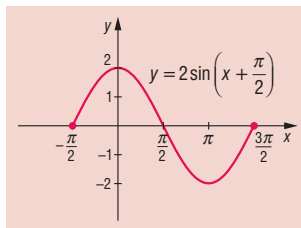
- g) A függvény $[0; 1]$ -ban nő, $[1; 2]$ -ban csökken, az $x = 1$ helyen maximuma van, itt az értéke $y = 1$, az $x = 0$ és $x = 2$ helyen minimuma van, értéke ezeken a helyeken $y = 0$.



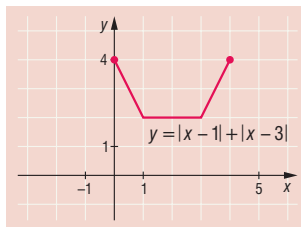


- 5363 a) páratlan függvény;
 c) se nem páros, se nem páratlan;
 e) páros függvény;
 g) páratlan függvény;
 b) páratlan függvény;
 d) páratlan függvény;
 f) páros függvény;
 h) a függvény se nem páros, se nem páratlan.

- 5364 a) A függvény legnagyobb értéke $f(0) = 2$,
 legkisebb értéke $f(\pi) = -2$.



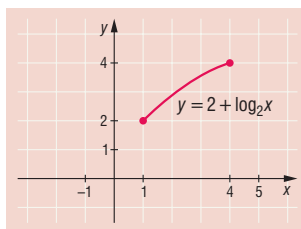
- b) A függvény legnagyobb értéke $f(0) = f(4) = 4$,
 legkisebb értéke $f(x) = 2$, ha $1 \leq x \leq 3$.



- c) A logaritmus azonosságát felhasználva $h(x)$ így írható:

$$h(x) = 2 + \log_2 x, \quad 1 \leq x \leq 4.$$

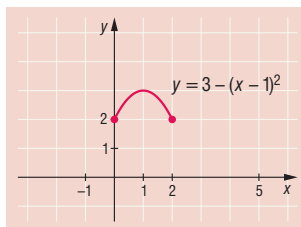
A függvény legnagyobb értéke $h(4) = 4$,
 legkisebb értéke $h(1) = 2$.



- d) A $k(x)$ így írható:

$$k(x) = 3 - (x - 1)^2, \quad 0 \leq x \leq 2.$$

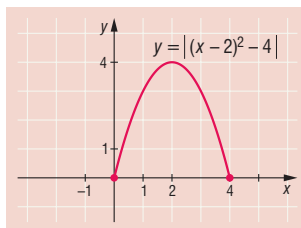
A függvény legnagyobb értéke $k(1) = 3$,
 legkisebb értéke $k(0) = k(2) = 2$.



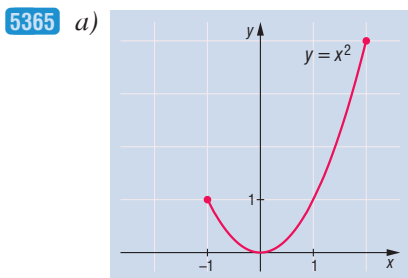
- e) A $j(x)$ így írható:

$$j(x) = |(x - 2)^2 - 4|.$$

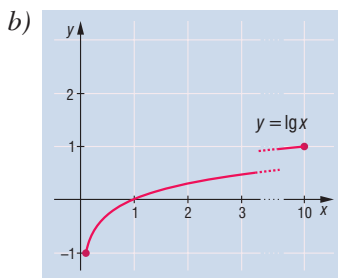
A függvény legnagyobb értéke $j(2) = 4$,
 legkisebb értéke $j(0) = j(4) = 0$.



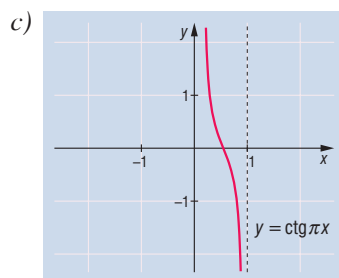
- f) A függvény szigorúan csökken az értelmezési tartományban, így legnagyobb értéke 0,
 legkisebb értéke -2 .
 g) A függvény $[0; 2]$ -ban csökken, legnagyobb értéke 0, legkisebb értéke -4 .
 h) A függvény legnagyobb értéke 1, legkisebb értéke 0.



$y \in [0; 4];$



$y \in [-1; 1];$



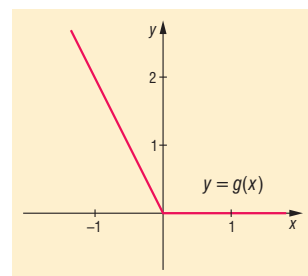
$y \in \mathbb{R}.$

5366 a) Az f definícióját így érdemes átalakítani: $f(x) = (x + 1)^2 + 4$. A függvény képe egy parabola, amelynek tengelypontja a $(-1; 4)$ pontban van, és „felfelé nyílik”, tehát $]-\infty; -1]$ -ban csökken, $[-1; +\infty[$ -ban nő.

b) A függvény definíciója így írható:

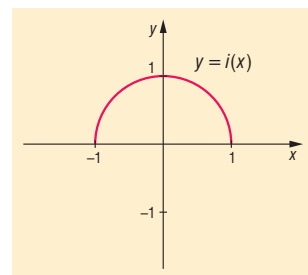
$$g(x) = |x| - x = \begin{cases} -2x, & \text{ha } x < 0, \\ 0, & \text{ha } x \geq 0. \end{cases}$$

A függvény $]-\infty; 0]$ -ban csökken, $[0; +\infty[$ -ban konstans, tágabb értelemben nevezhetjük növekvőnek és csökkenőnek is.



c) Az 1-nél nagyobb alapú exponenciális függvény a teljes értelmezési tartományában nő.

d) A függvény $[-1; 0]$ -ban nő, $[0; 1]$ -ban csökken.



5367 a) Az f függvény páratlan, mert a logaritmus azonosságait használva kapjuk, hogy:

$$f(-x) = \log_2 \frac{1+x}{1-x} = -\log_2 \frac{1-x}{1+x} = -f(x).$$

b) A g függvény páros, mert

$$g(-x) = \sqrt[3]{(1+x)^2} + \sqrt[3]{(1-x)^2} = g(x).$$

c) Azonos átalakításokat is végzünk:

$$h(-x) = \log_2 (\sqrt{1+x^2} - x) = \log_2 \frac{1}{\sqrt{1+x^2} + x} = -\log_2 (\sqrt{1+x^2} + x) = -h(x),$$

tehát a h függvény páratlan.

d) A függvény se nem páratlan, se nem páros, mert

$$i(-x) = x^3 - 2x + 1 \neq -i(x) \quad \text{és} \quad i(-x) \neq i(x).$$



- 5368 a) 4.; b) 1.; c) 1.; d) 4.;
e) 2.; f) 4.; g) 2.; h) 3.

- 5369 a) π ; b) 4π ; c) 2π ; d) $\frac{2\pi}{3}$;
e) $\frac{\pi}{2}$; f) $\frac{\pi}{3}$.

- 5370 a) Páros, periodikus 2π szerint. b) Páratlan, periodikus 2π szerint.
c) Páros, periodikus bármely pozitív valós szám szerint.
d) Páratlan, periodikus $\frac{\pi}{3}$ szerint. e) Nem páros, nem páratlan, nem periodikus.
f) Páratlan, nem periodikus. g) Páratlan, periodikus $\frac{2\pi}{3}$ szerint.
h) Páros, periodikus 4π szerint. i) Páros, nem periodikus.

- 5371 a) $f(x) = 10(x^2 - 2x + 1) = 10(x - 1)^2$.

Zérushely: $x = 1$ helyen.

Minimum helye: $x = 1$, értéke: $y = 0$.

- b) $g(x) = (x - 7)^2$.

Zérushely: $x = 7$ helyen.

Minimum helye: $x = 7$, értéke: $y = 0$.

$$c) h(x) = -(x^2 + 5x - 6) = -\left[\left(x + \frac{5}{2}\right)^2 - \frac{25}{4} - \frac{24}{4}\right] = -\left[\left(x + \frac{5}{2}\right)^2 - \frac{49}{4}\right] = -\left(x + \frac{5}{2}\right)^2 + \frac{49}{4}.$$

Zérushely: $x_1 = 1$ és $x_2 = -6$.

Maximum helye: $x = -\frac{5}{2}$, értéke: $\frac{49}{4}$.

$$d) i(x) = 3\left[x^2 - \frac{5}{3}x + \frac{1}{3}\right] = 3\left[\left(x - \frac{5}{6}\right)^2 - \frac{25}{36} + \frac{12}{36}\right] = 3\left[\left(x - \frac{5}{6}\right)^2 - \frac{13}{36}\right] = 3\left(x - \frac{5}{6}\right)^2 - \frac{13}{12}.$$

Zérushely: $x_1 = \frac{5 + \sqrt{13}}{6}$, $x_2 = \frac{5 - \sqrt{13}}{6}$.

Minimum helye: $x = \frac{5}{6}$, értéke: $-\frac{13}{12}$.

$$e) j(x) = 4\left[x^2 - \frac{1}{2}x - \frac{3}{2}\right] = 4\left[\left(x - \frac{1}{4}\right)^2 - \frac{1}{16} - \frac{24}{16}\right] = 4\left[\left(x - \frac{1}{4}\right)^2 - \frac{25}{16}\right] = 4\left(x - \frac{1}{4}\right)^2 - \frac{25}{4}.$$

Zérushely: $x_1 = -1$, $x_2 = \frac{3}{2}$.

Minimum helye: $x = \frac{1}{4}$ értéke: $-\frac{25}{4}$.



$$f) \quad k(x) = -5 \left[x^2 - \frac{16}{5}x + \frac{3}{5} \right] = -5 \left[\left(x - \frac{8}{5} \right)^2 - \frac{64}{25} + \frac{15}{25} \right] = -5 \left[\left(x - \frac{8}{5} \right)^2 - \frac{49}{25} \right] = -5 \left(x - \frac{8}{5} \right)^2 + \frac{49}{5}.$$

Zérushely: $x_1 = \frac{1}{5}, x_2 = 3.$

Maximum helye: $x = \frac{8}{5},$ értéke: $\frac{49}{5}.$

5372 a) Értelmezési tartomány: $x \in]-3; 11].$

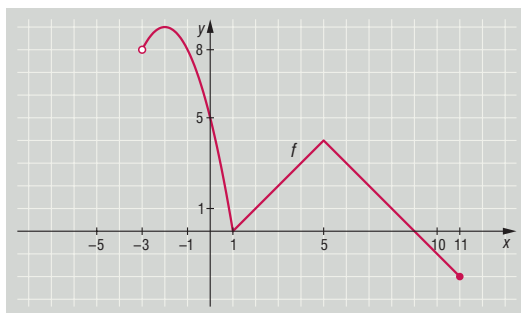
Értékkészlet: $y \in [-2; 9].$

Zérushely: $x_1 = 1$ és $x_2 = 9.$

Minimum helye: $x = 11,$ értéke: $y = -2.$

Maximum helye: $x = -2,$ értéke: $y = 9.$

A függvény szigorúan monoton növekvő a $]-3; -2]$ és $[1; 5]$ -on, szigorúan monoton csökkenő a $[-2; 1]$ és $[5; 11]$ -on.



b) $f(-1) = 8; f(1) = 0; f(3) = 2; f(-4)$ -nek nincs értelme, mert $x = -4,$ ami nem esik az értelmezési tartományba; $f(10) = -1.$

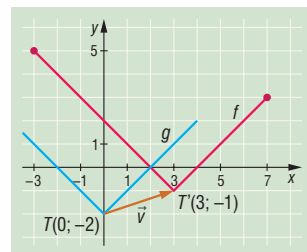
c) $f(x) < 0 \Rightarrow x \in]9; 11].$

5373 a) $f: x \mapsto |x - 3| - 1.$

b) Zérushelyek: f -nél: $x_1 = 2$ és $x_2 = 4,$
 g -nél: $x_1 = -2$ és $x_2 = 2.$

c) $y \in [-1; 5].$ Lásd ábra.

d) $x_1 = 2, x_2 = 3, x_3 = 4, x_4 = 5, x_5 = 6, x_6 = 7.$



5374 a) Hamis. b) Igaz. c) Hamis. d) Igaz. e) Igaz. f) Igaz.

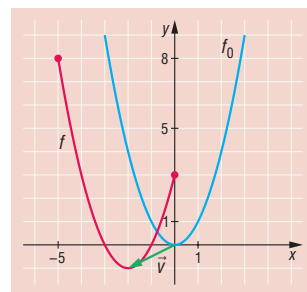
5375 Az f_0 -ból az f függvény grafikonját egy $\vec{v}(-2; -1)$ vektorral való eltolással kaptuk. Az eredeti függvény tengelypontja $T(0; 0),$ az f függvényé $T'(-2; -1).$

a) $y \in [-1; 8].$

b) Pozitív az adott függvény, ha $x \in [-5; -3[\cup]-1; 0].$

c) $f(-1) = 0, f(-2) = -1, f(-4) = 3.$

d) $f(-4) = 3$ és $f(0) = 3,$ vagyis a függvény az $x = -4$ és az $x = 0$ helyen veszi fel a 3 értéket.



5376 a) Értelmezési tartomány: $x > 0.$

Kétfétevezős szorzat akkor 0, ha (legalább) az egyik tényezője 0. Tehát:

$$\log_2 x = 1 \Rightarrow x = 2 \quad \text{vagy} \quad \log_2 x^2 = -6 \Rightarrow x^2 = \frac{1}{64} \Rightarrow x = \pm \frac{1}{8}.$$

Megoldás: $x_1 = 2$ és $x_2 = \frac{1}{8}.$



b) $\left| \cos\left(x - \frac{\pi}{6}\right) \right| = \frac{1}{2}$ esetén teljesül, vagyis:

$$\cos\left(x - \frac{\pi}{6}\right) = \frac{1}{2} \Leftrightarrow x_1 = \frac{\pi}{6} + 2k\pi, \quad k \in \mathbb{Z}, \quad x_2 = \frac{11\pi}{6} + 2l\pi, \quad l \in \mathbb{Z},$$

$$\cos\left(x - \frac{\pi}{6}\right) = -\frac{1}{2} \Leftrightarrow x_3 = \frac{5\pi}{6} + 2m\pi, \quad m \in \mathbb{Z}, \quad x_4 = \frac{3\pi}{2} + 2n\pi, \quad n \in \mathbb{Z}.$$

Eredmény: x_1 és x_4 egybeírva: $x = \frac{\pi}{2} + k\pi, \quad k \in \mathbb{Z}$; x_2 és x_3 egybeírva: $x = \frac{5\pi}{6} + l\pi, \quad l \in \mathbb{Z}$.

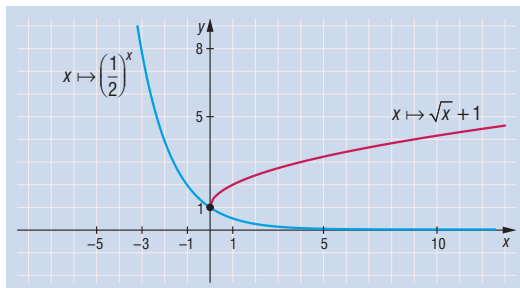
5377 a) Értelmezési tartomány: $x \geq 0$.

Átalakítva az egyenletet:

$$2^{-x} = \sqrt{x} + 1 \Rightarrow \left(\frac{1}{2}\right)^x = \sqrt{x} + 1.$$

Ábrázoljuk a két oldalt függvényként, majd olvassuk le az eredményt.

Megoldás: $x = 0$.



b) Értelmezési tartomány: $x > 0$.

Átalakítva az egyenletet, valamint felhasználva, hogy $a^{\log_a b} = b$:

$$\left(\frac{1}{2}\right)^{2 - \log_2 x} = 5,$$

$$2^{\log_2 x - 2} = 5,$$

$$\frac{2^{\log_2 x}}{4} = 5,$$

$$2^{\log_2 x} = 20,$$

$$x = 20.$$

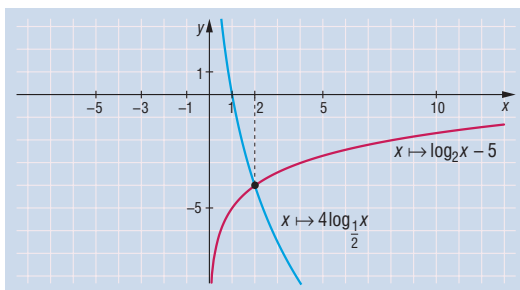
c) Értelmezési tartomány: $x > 0$.

Átalakítva az egyenletet:

$$4 \cdot \log_{\frac{1}{2}} x = \log_2 x - 5.$$

Ábrázoljuk a két oldalt függvényként.

Megoldás: $x = 2$.



5378 Értelmezési tartomány: $x + y > 0$. Átalakítva az első egyenletet:

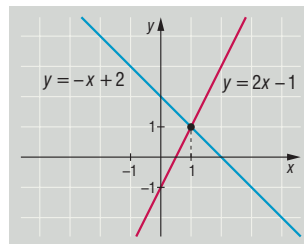
$$\lg[5(x + y)] = \lg 10 \Rightarrow 5x + 5y = 10 \Rightarrow x + y = 2.$$

Az első egyenletből: $y = -x + 2$.

A második egyenletből: $y = 2x - 1$.

Ábrázoljuk a két függvényt, és olvassuk le az eredményt:

$$x = 1, \quad y = 1, \quad (1; 1) \text{ számpár.}$$





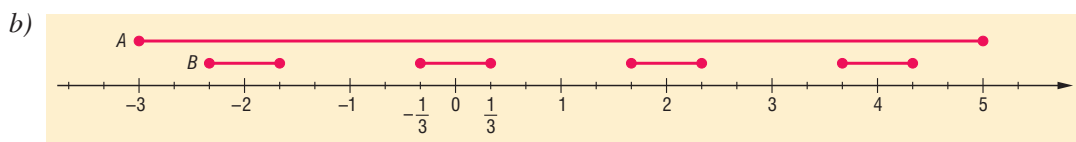
5379 A négyzetgyök miatt:

$$-x^2 + 2x + 15 \geq 0 \Rightarrow x^2 - 2x - 15 \leq 0 \Rightarrow \text{ha } -3 \leq x \leq 5.$$

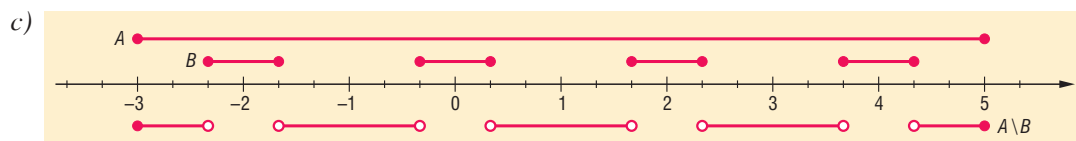
Szintén a négyzetgyök miatt:

$$2\cos \pi x - 1 \geq 0 \Rightarrow \cos \pi x \geq \frac{1}{2} \Rightarrow -\frac{\pi}{3} + 2k\pi \leq \pi x \leq \frac{\pi}{3} + 2k\pi, k \in \mathbb{Z} \Rightarrow -\frac{1}{3} + 2k \leq x \leq \frac{1}{3} + 2k.$$

a) A halmaz elemei: $-3 \leq x \leq 5$, B halmaz elemei: $-\frac{1}{3} + 2k \leq x \leq \frac{1}{3} + 2k, k \in \mathbb{Z}$.



$$A \cap B \text{ elemei: } -\frac{7}{3} \leq x \leq -\frac{5}{3} \cup -\frac{1}{3} \leq x \leq \frac{1}{3} \cup \frac{5}{3} \leq x \leq \frac{7}{3} \cup \frac{11}{3} \leq x \leq \frac{13}{3}.$$



$$A \setminus B \text{ elemei: } -3 \leq x < -\frac{7}{3} \cup -\frac{5}{3} < x < -\frac{1}{3} \cup \frac{1}{3} < x < \frac{5}{3} \cup \frac{7}{3} < x < \frac{11}{3} \cup \frac{13}{3} < x \leq 5.$$

5380 a) $g(x) = |\sqrt{(x-4)^2} - 2| = ||x-4| - 2|.$

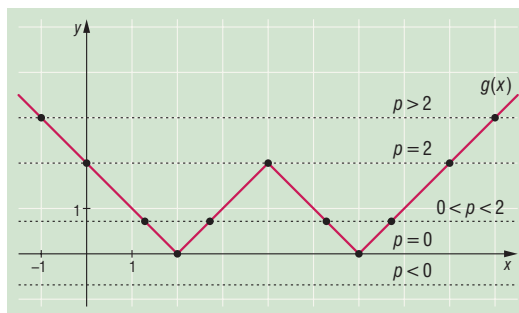
b) Ha $p < 0$, akkor a $g(x) = p$ egyenletnek nincs megoldása.

Ha $p = 0$, akkor 2 megoldás van.

Ha $0 < p < 2$, akkor 4 megoldás van.

Ha $p = 2$, akkor 3 megoldás létezik.

Ha $p > 2$, akkor 2 megoldás van.



5381 Az $x^2 + bx + c$ teljes négyzetté alakítását elvégezve:

$$\left(x + \frac{b}{2}\right)^2 - \frac{b^2}{4} + c.$$

Mivel a szélsőérték az $a = 1$ ($a > 0$) miatt kizárólag minimum lehet, ezért csak ezt kell vizsgálnunk. Így a felfelé nyíló parabola tengelypontja $C(-2; 4)$. Tehát az eredeti $x \mapsto x^2$ parabolát az x tengely mentén balra 2 egységgel és az y tengely mentén fel 4 egységgel toltuk el, ezért a teljes négyzet $y = (x+2)^2 + 4$ alakú:

$$\frac{b}{2} = 2 \Rightarrow b = 4, \quad \text{valamint} \quad -\frac{b^2}{4} + c = 4 \Rightarrow c = 8.$$

Tehát az adott f függvény hozzárendelési szabálya:

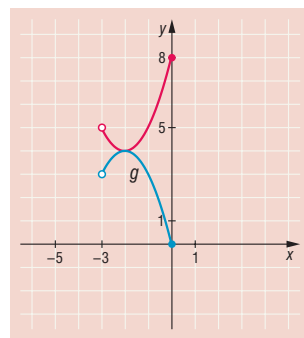
$$x \mapsto x^2 + 4x + 8, \quad \text{vagyis} \quad x \mapsto (x+2)^2 + 4.$$



a) Értékkészlet: $y \in [4; 8]$.

b) $g:]-3; 0] \rightarrow \mathbb{R}, x \mapsto -(x+2)^2 + 4$.

Ekkor az értékkészlet: $y \in [0; 4], y \in \mathbb{R}$ (ld. ábra: g).



5382 a) $f(x) = (x^4 + x^2) + (3x^3 - 4x), x \in \mathbb{R};$
 $f_1(x) = x^4 + x^2, x \in \mathbb{R},$ páros függvény;
 $f_2(x) = 3x^3 - 4x, x \in \mathbb{R},$ páratlan függvény;
 $f(x) = f_1(x) + f_2(x).$

b) $g(x) = x^2 + \sin x + x, x \in \mathbb{R};$
 $g_1(x) = x^2, x \in \mathbb{R},$ páros függvény;
 $g_2(x) = \sin x + x, x \in \mathbb{R},$ páratlan függvény;
 $g(x) = g_1(x) + g_2(x).$

c) $h(x) = 2^x + 2^{-x} + x^3, x \in \mathbb{R};$
 $h_1(x) = 2^x + 2^{-x}, x \in \mathbb{R},$ páros függvény;
 $h_2(x) = x^3, x \in \mathbb{R},$ páratlan függvény;
 $h(x) = h_1(x) + h_2(x).$

5383 Az f definícióját írjuk át így:

$$f(x) = \frac{x^2 + 1 + 1}{\sqrt{(x^2 + 1) \cdot 1}}, \quad x \in \mathbb{R}.$$

Mivel $x^2 + 1 \geq 1$ bármely $x \in \mathbb{R}$ -re, a számtani és mértani közép közti egyenlőtlenség alapján:

$$0 < \sqrt{(x^2 + 1) \cdot 1} \leq \frac{x^2 + 1 + 1}{2} \Rightarrow 2 \leq \frac{x^2 + 2}{\sqrt{x^2 + 1}}.$$

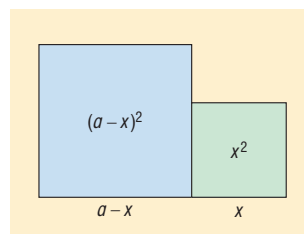
Az egyenlőség csak akkor lehet igaz, ha $x^2 + 1 = 1$, azaz $x = 0$. Az f függvény legkisebb értéke tehát 2, és ezt az $x = 0$ helyen veszi fel.

5384 Az ábra jelöléseit használjuk:

$$\frac{(a-x)^2 + x^2}{2} \geq \left(\frac{a-x+x}{2} \right)^2 = \frac{a^2}{4},$$

a számtani és négyzetes közép közti egyenlőtlenség alapján. Itt egyenlőség csak akkor van, ha a két szám egyenlő, azaz $a-x = x$, tehát $x = \frac{a}{2}$. Azt kaptuk, hogy a két részre rajzolt négyzetek területe

összege akkor a legkisebb, ha a részek egyenlők, tehát mindegyik $\frac{a}{2}$ hosszúságú. Ekkor a két terület összege $\frac{a^2}{2}$.





5385 Tegyük fel, hogy $x_1 < x_2$. Mutassuk meg, hogy ekkor $f(x_1) < f(x_2)$. Ez teljesül, mert

$$f(x_2) - f(x_1) = (x_2^3 - x_1^3) + 3(x_2 - x_1) > 0,$$

hiszen az összeg mindkét tagja pozitív.

5386 Legyen $1 \leq x_1 < x_2$, ekkor $0 < x_2 - x_1$. Mutassuk meg, hogy $g(x_1) > g(x_2)$. Tehát igazolni kell, hogy $g(x_1) - g(x_2) > 0$:

$$g(x_1) - g(x_2) = \frac{x_1}{1+x_1^2} - \frac{x_2}{1+x_2^2} = \frac{(x_2-x_1)(x_1x_2-1)}{(1+x_1^2)(1+x_2^2)}.$$

A nevező pozitív, a számlálóban mindkét tényező pozitív, tehát a tört értéke pozitív. Ezzel az állítást igazoltuk.

5387 Azonos átalakítással az f definícióját így írhatjuk:

$$f(x) = x^2 \cdot (x^4 - 6x^2 + 12) = x^2 \cdot ((x^2 - 3)^2 + 3) \geq 0.$$

Ez nyilván igaz, hiszen $x^2 \geq 0$, $(x^2 - 3)^2 \geq 0$, $(x^2 - 3)^2 + 3 > 0$. Az is látható, hogy $f(x) = 0$ csak akkor teljesül, ha $x = 0$. A függvény legkisebb értéke tehát 0, és ezt a 0 helyen veszi fel a függvény.

5388 A függvényt definiáló kifejezést alakítsuk át:

$$f(x) = \operatorname{tg} x + \operatorname{ctg} x = \frac{\sin x}{\cos x} + \frac{\cos x}{\sin x} = \frac{1}{\sin x \cdot \cos x} = \frac{2}{\sin 2x}, \quad 0 < x < \frac{\pi}{2}.$$

Mivel a számláló állandó, a nevező pedig $\left]0; \frac{\pi}{4}\right]$ -ban nő, $\left[\frac{\pi}{4}; \frac{\pi}{2}\right]$ -ban csökken, ezért $f(x)$ a $\left]0; \frac{\pi}{4}\right]$ -ban csökken, $\left[\frac{\pi}{4}; \frac{\pi}{2}\right]$ -ban nő.

5389 Itt is alakítsuk át a függvényt megadó kifejezést:

$$\begin{aligned} f(x) &= 3x^2 - 2(a+b+c) \cdot x + a^2 + b^2 + c^2 = \\ &= 3\left(x - \frac{a+b+c}{3}\right)^2 + a^2 + b^2 + c^2 - \left(\frac{a+b+c}{3}\right)^2. \end{aligned}$$

A kapott alakból világos, hogy a függvény a legkisebb értékét az $x = \frac{a+b+c}{3}$ helyen veszi fel.

5390 a) Mivel $\sin\left(x + \frac{\pi}{2}\right) = \cos x$, $\cos\left(x + \frac{\pi}{2}\right) = -\sin x$, $f\left(x + \frac{\pi}{2}\right) = f(x)$, ha $x \in \mathbb{R}$, az f függvény $\frac{\pi}{2}$ szerint periodikus.

b) Jól ismert azonosság, hogy $\cos(x + \pi) = -\cos x$, ezért $g(x + \pi) = g(x)$, ha $x \in \mathbb{R}$. A g függvény tehát π szerint periodikus.

5391 Tegyük fel, hogy p ($p > 0$) a periódusa az $f(x) = \cos x^2$, $x \in \mathbb{R}$ függvénynek. Azaz minden $x \in \mathbb{R}$ -re $\cos(x+p)^2 = \cos x^2$.

Ekkor viszont

$$(x+p)^2 - x^2 = 2k\pi, \quad k \in \mathbb{Z},$$

azaz

$$p(2x+p) = 2k\pi \quad \Rightarrow \quad x = \frac{1}{2} \cdot \frac{2k\pi}{p} - \frac{1}{2}p \quad \text{minden } x\text{-re,}$$

ami ellentmondás. A feltevés tehát ellentmondásra vezetett, az f függvény nem periodikus.



5392 A dobozt az ábrán látható módon akarjuk átkötni.

A szalag hossza (a csomózás nélkül): $4x + 6z + 6y$, a doboz térfogata $xyz = 12$.

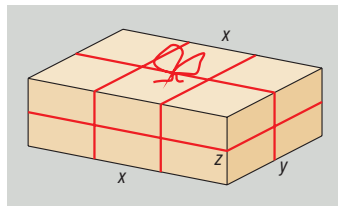
Ebből $x = \frac{12}{zy}$, nyilván $z, y > 0$. A szalag hossza tehát:

$$\frac{48}{zy} + 6z + 6y \geq 3 \cdot \sqrt[3]{\frac{48}{zy} \cdot 6z \cdot 6y} = 36$$

a számtani és mértani közép közti egyenlőtlenség szerint. Mivel az egyenlőség csak akkor teljesül,

ha $\frac{48}{zy} = 6z = 6y$, azaz $z = y$, és így $8 = z^3$, $z = 2$.

A doboz méreteit tehát úgy célszerű választani, hogy $x = 3$ dm, $y = z = 2$ dm legyen. Ekkor lesz szükség a legkevesebb szalagra, a csomózás nélkül 36 dm-re.



5393 A beírt téglalap oldalai legyenek x és y . Az ábra jelölései szerint az ABC_{\triangle} és az APQ_{\triangle} hasonló. Ennek alapján:

$$\frac{m-y}{x} = \frac{m}{a}, \quad \text{azaz} \quad y = m - \frac{m}{a}x = \frac{m}{a}(a-x).$$

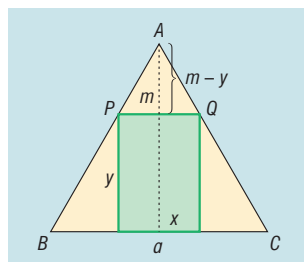
A téglalap területe:

$$xy = \frac{m}{a}x \cdot (a-x), \quad \text{ahol} \quad 0 < x < a.$$

A számtani és mértani közép közti egyenlőtlenség szerint:

$$\frac{m}{a}x \cdot (a-x) \leq \frac{m}{a} \left(\frac{x+a-x}{2} \right)^2 = \frac{ma}{4},$$

és itt az egyenlőség csak akkor igaz, ha $x = a-x$, azaz $x = \frac{a}{2}$, és ekkor $y = \frac{m}{2}$.



5394 Legyen a beírt henger alapkörének sugara x , magassága y .

A megfelelő háromszögek hasonlósága miatt:

$$\frac{m-y}{x} = \frac{m}{r}, \quad \text{amiből} \quad y = m - \frac{m}{r}x = \frac{m}{r}(r-x).$$

A henger térfogata:

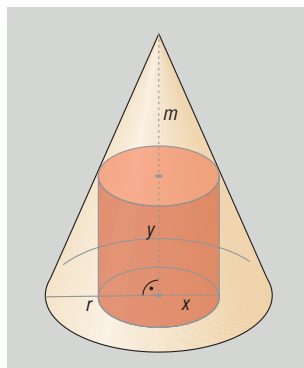
$$x^2 \cdot \pi \cdot y = \frac{m}{r} \pi \cdot x^2 \cdot (r-x), \quad \text{ahol} \quad 0 < x < r.$$

A térfogatot kissé más alakban írva alkalmazhatjuk a három számra vonatkozó számtani és mértani közép közti egyenlőtlenséget:

$$\frac{m\pi}{2r} \cdot x^2 \cdot (2r-2x) \leq \frac{m\pi}{2r} \cdot \left(\frac{x+x+2r-2x}{3} \right)^3 = \frac{m\pi \cdot 4r^2}{27},$$

és itt az egyenlőség csak akkor igaz, ha $x = 2r-2x$, azaz $x = \frac{2r}{3}$, $y = \frac{m}{3}$.

A maximális térfogatú hengert tehát akkor kapjuk, ha a magasságát a kúp magassága egyharmadának, az alapkör sugarát a kúp alapköre sugara kétharmadának választjuk. Ekkor a henger térfogata a kúp térfogatának négykilenced része.





5395 Mivel $0 \leq \sin^2 x \leq 1$, $\sin^4 x \leq \sin^2 x$, hasonlóan kapjuk, hogy $\cos^6 x \leq \cos^2 x$, tehát

$$f(x) = \sin^4 x + \cos^6 x \leq \sin^2 x + \cos^2 x = 1.$$

Az 1 értéket az f függvény akkor veheti fel, ha

I. eset: $\sin^4 x = 1$, azaz $\sin^2 x = 1$, tehát $|\sin x| = 1$, amiből $x_1 = \frac{\pi}{2}$, $x_2 = \frac{3\pi}{2}$, ekkor $\cos x = 0$;

II. eset: $\cos^6 x = 1$, ekkor $|\cos x| = 1$, amiből $x_3 = 0$, $x_4 = \pi$, $x_5 = 2\pi$.

5396 Írjuk át $f(x)$ -et a következő alakba:

$$f(x) = x - 1 + \frac{1}{x-3} = x - 3 + \frac{1}{x-3} + 2.$$

Mivel $x > 3$, $x - 3 > 0$, és ismert egyenlőtlenség, hogy egy pozitív szám és reciprokanak összege legalább 2, csak akkor 2, ha a szám 1. Ezért $f(x) \geq 4$, és $x - 3 = 1$, $x = 4$ esetén lesz az értéke 4.

5397 Az $f(x; y)$ definícióját írjuk át így:

$$f(x; y) = x^4 + y^4 + \frac{2}{x^2 \cdot y^2} = (x^2 - y^2)^2 + 2x^2 \cdot y^2 + \frac{2}{x^2 \cdot y^2} = (x^2 - y^2)^2 + 2\left(x^2 \cdot y^2 + \frac{1}{x^2 \cdot y^2}\right).$$

Az összeg első tagja nemnegatív, így értéke akkor a legkisebb, ha 0, azaz $x^2 = y^2$.

A második tag a kétszerese $\left(x^2 \cdot y^2 + \frac{1}{x^2 \cdot y^2}\right)$ -nek, ahol $x^2 \cdot y^2 > 0$, ez legalább 2, és csak akkor 2,

ha $x^2 \cdot y^2 = 1$. Így azt kaptuk, hogy $f(x; y) \geq 4$, és itt az egyenlőség csak akkor igaz, ha $x^2 = y^2$ és $x^2 \cdot y^2 = 1$. Ebből az egyenletrendszerből következik, hogy $x = y = 1$, mivel $x, y > 0$.

5398 Írjuk f definícióját a következő alakba:

$$f(x) = \frac{16x^4 + 3}{16x} = x^3 + \frac{3}{16x} = x^3 + \frac{1}{16x} + \frac{1}{16x} + \frac{1}{16x}.$$

A számtani és mértani közép közti egyenlőtlenséget most négy számra alkalmazzuk ($x > 0$), ezért:

$$f(x) \geq 4 \cdot \sqrt[4]{x^3 \cdot \frac{1}{16^3 \cdot x^3}} = \frac{1}{2},$$

és itt az egyenlőség csak akkor igaz, ha $x^3 = \frac{1}{16x}$, azaz $x = \frac{1}{2}$ $\left(\frac{1}{2} \leq f(x)\right)$.

Az f legkisebb értéke tehát $\frac{1}{2}$, és ezt az $\frac{1}{2}$ helyen veszi fel.

5399 Az f -et definiáló kifejezést most így célszerű átírni:

$$f(x) = \frac{729}{16} \cdot x^4 \cdot (1-x)^2 = \left(\frac{3}{2}\right)^6 \cdot x^4 \cdot (2-2x) \cdot (2-2x) \leq \left(\frac{3}{2}\right)^6 \cdot \left(\frac{x+x+x+x+2-2x+2-2x}{6}\right)^6.$$

Mivel $0 \leq x \leq 1$, $2-2x \geq 0$, most hat nemnegatív számra alkalmazzuk a számtani és mértani közép közti egyenlőtlenséget. Ennek alapján:

$$f(x) \leq \left(\frac{3}{2}\right)^6 \cdot \left(\frac{4}{6}\right)^6 = 1.$$

Az egyenlőség csak akkor igaz, ha $x = 2-2x$, azaz $x = \frac{2}{3}$. Az f legnagyobb értéke tehát 1, és ezt az $x = \frac{2}{3}$ helyen veszi fel.



5400 Mivel $\cos x, \sin x > 0$, ha $0 < x < \frac{\pi}{2}$, használjuk fel, hogy két pozitív szám harmonikus közepe nem nagyobb, mint a négyzetes közepük:

$$\frac{2}{\frac{1}{\cos x} + \frac{1}{\sin x}} \leq \sqrt{\frac{\sin^2 x + \cos^2 x}{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}.$$

Ebből következik, hogy:

$$2\sqrt{2} \leq \frac{1}{\cos x} + \frac{1}{\sin x},$$

$$8 \leq \left(\frac{1}{\cos x} + \frac{1}{\sin x} \right)^2.$$

Itt az egyenlőség akkor igaz, ha $\cos x = \sin x$, ami $0 < x < \frac{\pi}{2}$ esetén $x = \frac{\pi}{4}$ -re teljesül.

A függvény tehát csak 8-nál nagyobb egyenlő értéket vehet fel. Ugyanakkor tetszőlegesen nagy értéket is felvehet, mert ha $0 < x$, de közel van 0-hoz, akkor $\sin x > 0$, de kicsi, így a reciproka nagy lesz. A függvény értékkészlete a $[8; +\infty[$ intervallum.

5401 Először írjuk fel az f definícióját így:

$$f(x) = \sqrt{-x^2 + 4x + 12} - \sqrt{-x^2 + 2x + 3} =$$

$$= \sqrt{(x+2)(6-x)} - \sqrt{(x+1)(3-x)}.$$

Ebből látható, hogy az f függvény $-1 \leq x \leq 3$ esetén értelmezve van, és itt pozitív, mert

$$\sqrt{-x^2 + 4x + 12} > \sqrt{-x^2 + 2x + 3} \geq 0,$$

$$-x^2 + 4x + 12 > -x^2 + 2x + 3 \geq 0,$$

$$x \geq -4,5.$$

A lépések megfordíthatók. Az f^2 értéke így is előállítható:

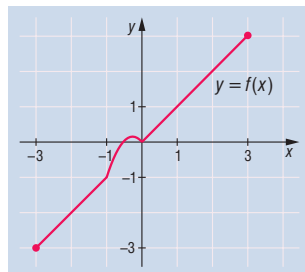
$$f^2(x) = \left(\sqrt{(x+2)(6-x)} - \sqrt{(x+1)(3-x)} \right)^2 =$$

$$= \left(\sqrt{(x+1)(6-x)} - \sqrt{(x+2)(3-x)} \right)^2 + 3.$$

Ebből látható, hogy $f^2(x) \geq 3$. Egyenlőség csak $x = 0$ esetén igaz. Tehát $f(x) \geq \sqrt{3}$, azaz f legkisebb értéke $\sqrt{3}$, és ezt $x = 0$ -nál veszi fel.

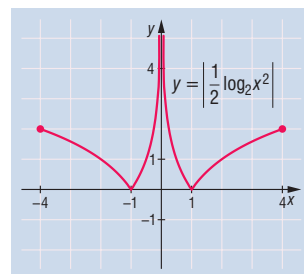
5402 a) Az f függvény definíciója így is írható:

$$f(x) = |x^2 + x| - x^2 = \begin{cases} x, & \text{ha } -3 \leq x \leq -1, 0 \leq x \leq 3, \\ -2x^2 - x, & \text{ha } -1 \leq x \leq 0. \end{cases}$$

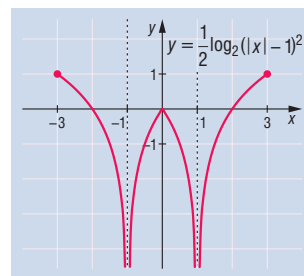




b) A függvény páros, ábrája szimmetrikus az y tengelyre.



c) Ez is páros függvény, grafikonja szimmetrikus az y tengelyre.



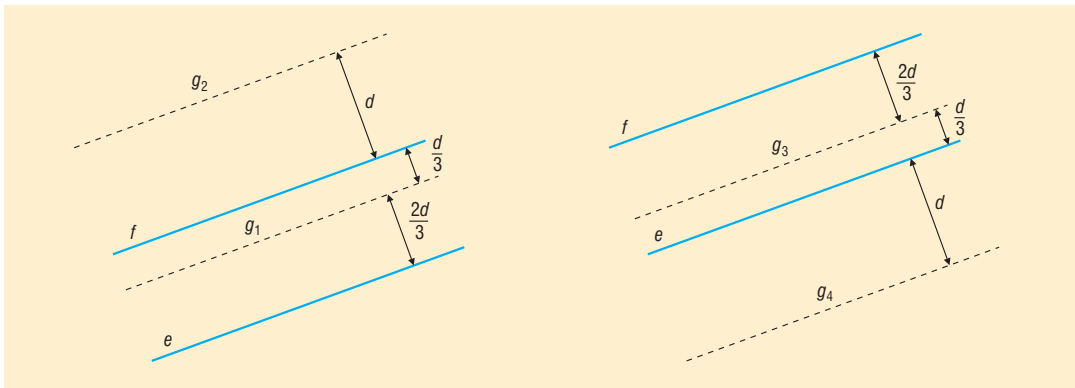


GEOMETRIA – ÖSSZEFOGLALÁS

Alapvető fogalmak – megoldások

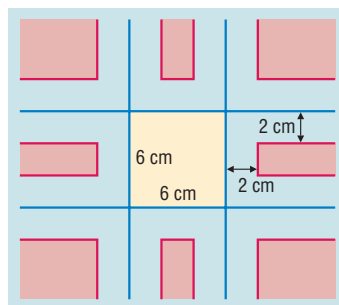
5403 Legyen a két út az e és az f egyenes. Azon pontok, amelyek e -től kétszer akkora távolságra vannak, mint f -től, lehetnek a két egyenes között, és lehetnek f által meghatározott azon félsíkban, amelyik nem tartalmazza e -t.

Ezek a pontok az ábrán látható e -vel és f -vel párhuzamos g_1 és g_2 egyenesek pontjai.

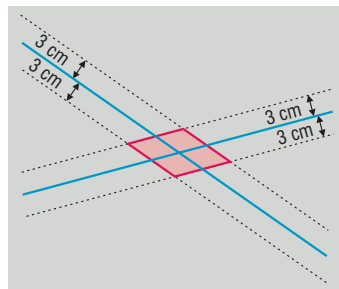


Hasonlóan azon pontok, amelyek f -től kétszer akkora távolságra vannak, mint e -től, az e -vel és f -vel párhuzamos g_3 és g_4 egyenesek pontjai.

5404 Az adott tulajdonságú pontok az ábrán pirossal jelölt pontok.



5405 Az adott tulajdonságú pontok az ábrán pirossal jelölt pontok.



5406 A 2010 pontot úgy kell megadni, hogy egy gömb felületén helyezkedjenek el.

5407 A térben ezek a pontok egy hengerpaláston, vagy az azt lezáró két félgömbön helyezkedhetnek el.



5408 a) A 10 pont a térben $\binom{10}{2}$ egyenest határoz meg.

b) A 10 pont a térben $\binom{10}{3}$ háromszöget határoz meg.

5409 Egy tetraéder lapjainak síkjai 15 részre osztják a teret.

5410 a) A szög nagysága: 100° .

b) A szög nagysága: 130° .

5411 a) A keresett szögek: 36° és 54° .

b) A keresett szögek: 60° és 30° .

5412 A 48° -os szögnek a szögfelezője a másik párhuzamos egyenest 24° -os szögben metszi.

5413 A szögek nagysága: 75° és 105° .

5414 A négy szögfelező egyenes téglalapot határoz meg.

5415 A visszavert fénysugár 40° -os szögben fordul el.

5416 Az oldalfelvező merőlegese metszéspontja éppen a 10 cm-es oldal felezőpontja, tehát a távolság 0.

5417 A BC oldal a metszéspontból 125° -os szögben látszik.

5418 A háromszög oldalainak hossza:

$$a = \frac{6}{\operatorname{tg} 35^\circ} + \frac{6}{\operatorname{tg} 40^\circ} \approx 15,72 \text{ cm},$$

$$b = \frac{6}{\operatorname{tg} 15^\circ} + \frac{6}{\operatorname{tg} 40^\circ} \approx 29,54 \text{ cm},$$

$$c = \frac{6}{\operatorname{tg} 15^\circ} + \frac{6}{\operatorname{tg} 35^\circ} \approx 30,96 \text{ cm}.$$

5419 A telek negyedik oldala 30 m.

5420 A négyzetes oszlop alaplapja a testátlójával $54,74^\circ$ -os szöget zár be.

5421 A szabályos négyoldalú gúla

a) alaplapja az oldalélel $79,98^\circ$;

b) alaplapja az oldallappal $82,87^\circ$;

c) két szemben levő oldallapja $14,26^\circ$ szöget zár be.

5422 A szabályos oktaéder csúcsainak száma hat, ezért a csúcsokon áthaladó egyenesek száma: $\binom{6}{2}$.

Az összes eset száma:

$$\binom{\binom{6}{2}}{2} = \binom{15}{2} = 105.$$

Az A csúcson áthaladó 5 egyenes közül kettőt $\binom{5}{2} = 10$ -féleképpen választhatunk. A kedvező esetek száma 10.

Így annak a valószínűsége, hogy mind a két kiválasztott egyenes áthalad az oktaéder A csúcsán:

$$\frac{10}{105} = \frac{2}{21} \approx 0,096.$$



5423 Egy a élű kocka nyolc csúcsa közül hármat $\binom{8}{3} = 56$ -féleképpen választhatunk ki.

Egy kocka csúcsai 56 háromszöget határoznak meg.

Ezek között a háromszögek között azok száma, amelyeknek minden oldala $a\sqrt{2}$ hosszúságú, a kocka csúcsainak számával egyezik meg, azaz 8 darab ilyen háromszög van. Területük összege:

$$8 \cdot \frac{(a\sqrt{2})^2 \cdot \sqrt{3}}{4} = 4a^2 \cdot \sqrt{3}.$$

Azon háromszögek száma, amelyeknek két oldala a , egy pedig $a\sqrt{2}$ hosszúságú, a lapok számának a négyszeresese, azaz 24. Területük összege:

$$24 \cdot \frac{a^2}{2} = 12a^2.$$

Azon háromszögek száma, amelyeknek oldalai a , $a\sqrt{2}$ és $a\sqrt{3}$ hosszúságúak, az élek számának a kétszerese, azaz 24. Területük összege:

$$24 \cdot \frac{a \cdot a\sqrt{2}}{2} = 12a^2 \cdot \sqrt{2}.$$

A háromszögek területeinek az összege:

$$\begin{aligned} 4a^2 \cdot \sqrt{3} + 12a^2 + 12a^2 \cdot \sqrt{2} &= 4a^2 \cdot (\sqrt{3} + 3 + 3\sqrt{2}) = \\ &= 400 \cdot (\sqrt{3} + 3 + 3\sqrt{2}) \approx 3589,88 \text{ cm}^2. \end{aligned}$$

5424 Jelölje a mellékelt ábrán a kút helyét K , a fa helyét F .

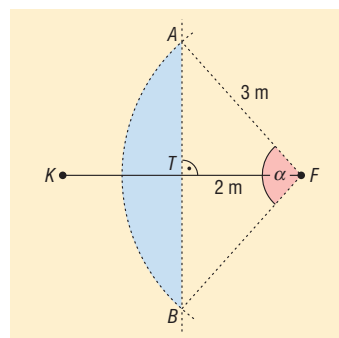
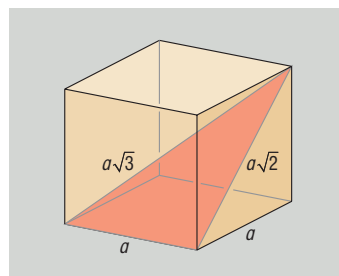
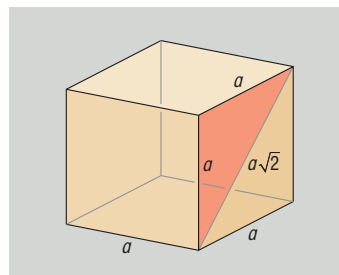
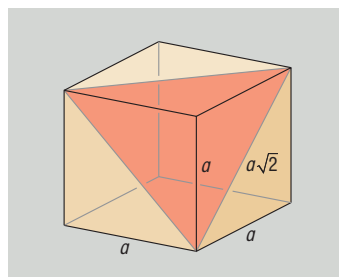
A virágágyás pontjai az F középpontú 3 méter sugarú körön belül azok a pontok, amelyek a KF szakasz felezőmerőlegesének K pontot tartalmazó félsíkjában vannak.

A virágágyás egy $r = 3$ m sugarú körszelet területe. A körszelet α középponti szögét a TFA derékszögű háromszögből számíthatjuk:

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{2}{3} \Rightarrow \alpha \approx 96,38^\circ.$$

A virágágyás területe úgy számolható, hogy az α középponti szögű körívk területéből kivonjuk az ABF háromszög területét:

$$T = r^2 \cdot \pi \cdot \frac{\alpha}{360^\circ} - \frac{r^2 \cdot \sin \alpha}{2} = 3^2 \cdot \pi \cdot \frac{96,38^\circ}{360^\circ} - \frac{3^2 \cdot \sin 96,38^\circ}{2} \approx 3,10 \text{ m}^2.$$





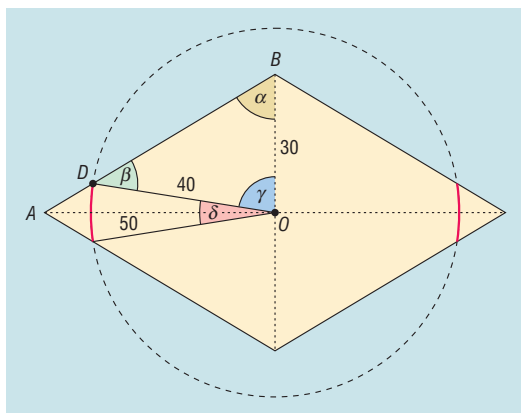
5425 A park középpontja legyen O , egy oldala AB . Az ABO derékszögű háromszög befogóinak hossza 30 m, illetve 50 m.

Mivel O ponttól a sétány 40 méterre halad, az O középpontú, 40 m sugarú kör az AB oldalt egy belső D pontban metszi, így a sétány két körív.

A körív hosszának kiszámításához szükség van az ív δ középponti szögére.

Az ábra jelölései alapján az α szöget az AOB derékszögű háromszögből számolhatjuk:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{50}{30} \Rightarrow \alpha \approx 59,04^\circ.$$



A BOD háromszögben ismert két oldal és a hosszabbikkal szemben levő szög. A szinusztétel alapján a β szög számolható:

$$\frac{\sin \beta}{\sin 59,04^\circ} = \frac{30}{40} \Rightarrow \sin \beta = \frac{30}{40} \cdot \sin 59,04^\circ \Rightarrow \beta \approx 40,03^\circ.$$

(A β tompaszög nem lehet, mert nem a leghosszabb oldallal szemközi szög.)

A BOD háromszög γ szöge:

$$180^\circ - 59,04^\circ - 40,03^\circ = 80,93^\circ.$$

Mivel a rombusz átlói merőlegesen metszik egymást:

$$\frac{\delta}{2} = 90^\circ - 80,93^\circ = 9,07^\circ \Rightarrow \delta = 18,14^\circ.$$

Az egyik sétány hossza:

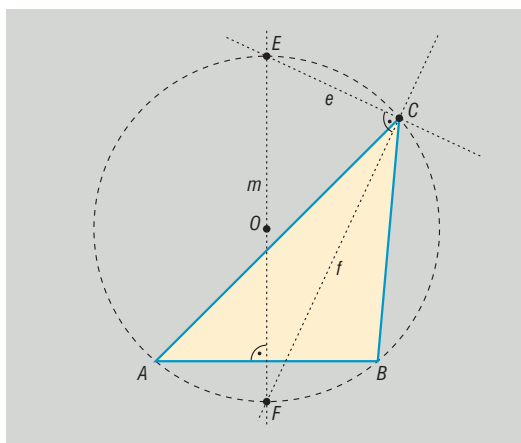
$$l = 2 \cdot r \cdot \pi \cdot \frac{\delta}{360^\circ} = 2 \cdot 40 \cdot \pi \cdot \frac{18,14^\circ}{360^\circ} \approx 12,66 \text{ m}.$$

A tengelyes szimmetria miatt a másik sétány hossza is 12,66 m.

5426 Az AC és BC oldalegyenesektől egyenlő távol lévő pontok halmaza a háromszög C csúcsánál lévő külső és belső szögfelezők. A külső szögfelező egyenese legyen e , a belső szögfelező egyenese f .

Az A és B csúcsoktól egyenlő távol lévő pontok halmaza az AB oldal m oldalefelező merőlegese.

a) Mivel $AC \neq BC$, a belső szögfelező nem eshet egybe az oldalefelező merőlegessel. Ez azt jelenti, hogy a két szögfelezőnek az oldalefelező merőlegessel egy-egy metszéspontja van, tehát két olyan pont van, amely a háromszög AC és BC oldalegyeneseitől, valamint az A és a B csúcsától is egyenlő távol van.



Az m -nek f -fel vett metszéspontja legyen F , e -vel vett metszéspontja E .

b) Ismert, hogy egy háromszög belső szögfelezője és a szemben lévő oldal felezőmerőlegese a háromszög köré írható körön metszik egymást, vagyis az F pont rajta van a háromszög köré írható körön.



A kör AB húrjának m felezőmerőlegesére illeszkedik a kör egyik átmérője.

Egy szögnek és mellékszögének felezője merőleges egymásra, tehát e merőleges f -re.

Ezek alapján az m , f és e egyenesek derékszögű háromszöget határoznak meg. Ennek a derékszögű háromszögnek a C -nél van derékszöge, amely az átfogó F csúcsával együtt rajta van az ABC háromszög köré írható körén.

A Thalész-tétel megfordítása értelmében a háromszög E csúcsa is pontja ennek a körnek, és az FE távolság az ABC háromszög köré írható körének átmérője.

A két metszéspont távolsága 20 cm.

- 5427** Az $ABCD$ téglalap oldalainak hossza $AB = 18$ m és $BC = 12$ m, és az átlók metszéspontja O .

A téglalap síkjában a szemben levő A és C csúcsoktól egyenlő távol lévő pontok halmaza az AC átló felezőmerőlegese. Ez az egyenes az AB oldalt egy P pontban metszi. Legyen $AP = PC = x$.

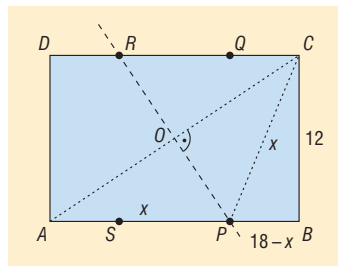
A PBC derékszögű háromszög átfogója x , egyik befogója $18 - x$, másik befogója 12. A háromszögben felírva a Pitagorasz-tételt:

$$x^2 = (18 - x)^2 + 12^2 \Rightarrow x = 13.$$

Az AB oldalon a B csúctól $18 - 13 = 5$ méter távolságra található egy, a feladat feltételeit kielégítő pont.

A tengelyes és középpontos szimmetria miatt a telek határán négy pont van (P , Q , R és S), amelyek a telek valamely két szemközti sarkától egyenlő távol vannak.

A négy pont közül kettő-kettő a telek hosszabbik oldalán helyezkedik el, a sarkoktól 5 m távolságra.



- 5428** A P pontnak a téglalap AB , BC , CD és AD oldalától vett távolsága rendre legyen a , b , c és d .

A téglalap csúcsainak P ponttól vett távolságai a Pitagorasz-tétellel a , b , c és d segítségével megadhatók:

$$10^2 = c^2 + d^2,$$

$$5^2 = a^2 + d^2,$$

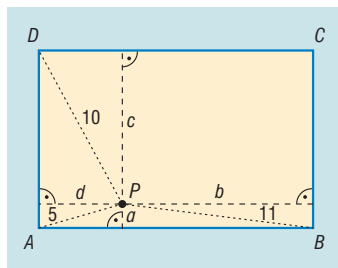
$$11^2 = a^2 + b^2.$$

A $PC = \sqrt{b^2 + c^2}$ távolságot kell meghatároznunk.

Az előbbi egyenletek közül az első és harmadikat adjuk össze, majd az összegből vonjuk ki a másodikat.

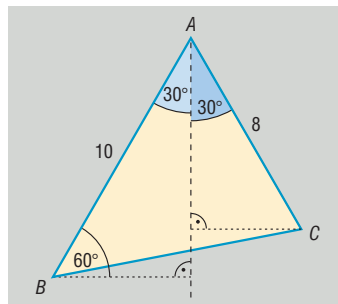
A $196 = b^2 + c^2$ összefüggéshez jutunk, ahonnan $PC = 14$ adódik.

A téglalap C csúcsa a P ponttól 14 cm távolságra van.



- 5429** a) A háromszög AB oldala, a háromszög A csúcsából kiinduló belső szögfelezője és a B csúcsból a belső szögfelezőre bocsátott merőleges egy fél szabályos háromszöget határoz meg. A fél szabályos háromszög rövidebbik befogója az AB átfogó fele, ami a B csúcsnak a szögfelezőtől vett távolsága, vagyis 5 cm.

Hasonlóan adódik, hogy C csúcsnak a szögfelezőtől vett távolsága 4 cm.





b) Az ABC háromszög harmadik oldala koszinusztétellel számolható:

$$BC^2 = 10^2 + 8^2 - 2 \cdot 10 \cdot 8 \cdot \cos 60^\circ \Rightarrow BC = 2\sqrt{21} \approx 9,17.$$

Egy háromszög belső szögfelezője a szemben levő oldalt a szomszédos oldalak arányában osztja. Tehát az A csúsból kiinduló belső szögfelező a BC oldalt

$$2\sqrt{21} \cdot \frac{10}{10+8} = \frac{10\sqrt{21}}{9} \approx 5,09 \text{ cm-es} \quad \text{és} \quad 2\sqrt{21} \cdot \frac{8}{10+8} = \frac{8\sqrt{21}}{9} \approx 4,07 \text{ cm-es}$$

részekre osztja.

5430 Az ABC háromszög belső szögfelezőinek metszéspontja a háromszög beírt körének O középpontja. A háromszög szögei α , β és γ , továbbá legyen $\alpha \geq \beta \geq \gamma$.

Egy háromszögben nagyobb szöggel szemben nagyobb oldal van.

A BOC háromszögben:

$$\frac{\beta}{2} \geq \frac{\gamma}{2} \Rightarrow OC \geq OB.$$

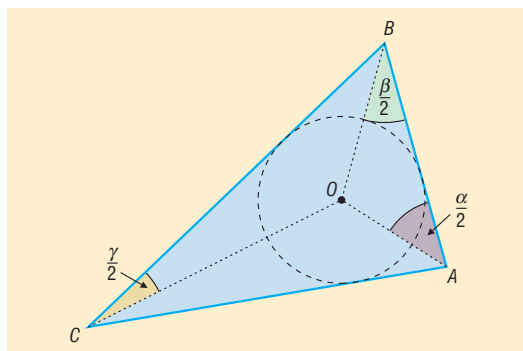
Az AOB háromszögben:

$$\frac{\alpha}{2} \geq \frac{\beta}{2} \Rightarrow OB \geq OA.$$

Tehát az O középponttól mért távolságokra fennáll:

$$OC \geq OB \geq OA.$$

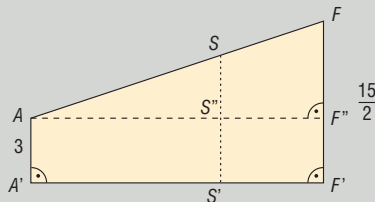
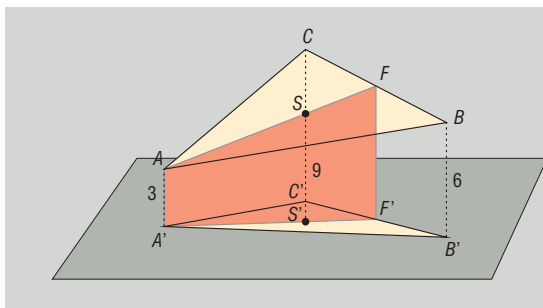
Egy háromszög beírt körének középpontja attól a csúcstól van a legtávolabb, amelyik csúcsnál a legkisebb szög van.



5431 A háromszög A , B és C csúcsainak a síkra eső merőleges vetülete legyen rendre A' , B' és C' . A háromszög BC oldalának felezőpontja F , a háromszög súlypontja S , és ezek merőleges vetületei F' és S' .

A $BB'C'C$ négyszög trapéz, amelynek középvonala FF' , így hossza az alapok számtani közepe:

$$FF' = \frac{6+9}{2} = \frac{15}{2}.$$



Az $AA'F'F$ négyszög szintén egy trapéz, az alapjainak hossza 3 cm és $\frac{15}{2}$ cm.

Egy háromszög súlypontja a súlyvonalnak a csúcstól távolabbi harmadolópontja. Tehát az $AA'F'F$ trapéz szárainak a hosszabbik alaphoz közelebbi harmadolópontjait összekötő szakasz hosszát



keressük. A trapézban húzzunk párhuzamost az A csúcson keresztül az AF' szárral. Ez a párhuzamos az SS' szakaszt S'' , az FF' szakaszt F'' pontokban metszi. Az $AS''S$ és $AF''F$ háromszögek hasonlóak, mivel szögeik páronként egyenlők. A megfelelő oldalak hosszának arányát felírva:

$$\frac{SS''}{FF''} = \frac{AS}{AF} \Rightarrow SS'' = \frac{AS}{AF} \cdot FF'' = \frac{2}{3} \cdot \left(\frac{15}{2} - 3\right) = 3 \Rightarrow SS' = SS'' + S''S' = 3 + 3 = 6.$$

A háromszög súlypontjának a síktól vett távolsága 6 cm.

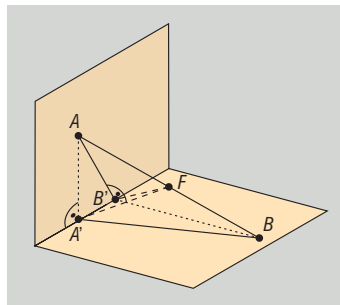
5432 Az A , illetve B pontoknak a két sík metszésvonalára eső merőleges vetülete legyen A' , illetve B' .

Mivel az AA' egyenes merőleges a B -t tartalmazó síkra, tehát merőleges a sík összes egyenesére, így AB -re is. Ez alapján az $AA'B$ háromszögnek az A' -nél lévő szöge derékszög. Thalész tételének megfordítása alapján a derékszögű csúcs rajta van AB Thalész-körén. Tehát az A' pontnak az AB szakasz F felezőpontjától vett távolsága:

$$\frac{AB}{2} = 10 \text{ cm.}$$

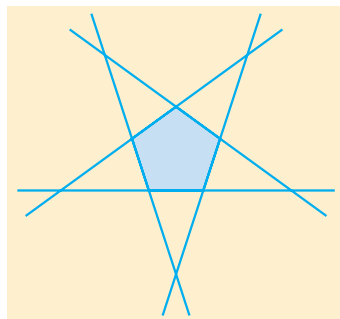
Hasonlóan a BB' merőleges az A -t tartalmazó síkra, tehát merőleges a sík összes egyenesére, így AB -re is. Tehát a $BB'A$ derékszögű háromszögben a B' csúcsnak az AB szakasz F felezőpontjától vett távolsága szintén

$$\frac{AB}{2} = 10 \text{ cm.}$$



5433 Egy szabályos ötszög oldalegyenesei a síkot $1 + 3 \cdot 5 = 16$ részre osztják.

Az ötszög alapú egyenes hasáb alap- és fedőlapjának síkjai párhuzamosak egymással, így a térben ez a két sík az oldallapok síkjaival $3 \cdot 16 = 48$ térrészt hoz létre.



5434 Az a oldalú szabályos tetraéder magasságának hossza $m = a\sqrt{\frac{2}{3}}$.

A szabályos tetraéder magasságai egyben a súlyvonalai is, amelyek negyedelve, a súlypontban metszik egymást. A szabályos tetraéder súlypontja a tetraéder minden csúcsától

$$\frac{3}{4} \cdot m = \frac{3}{4} \cdot a\sqrt{\frac{2}{3}} = a \cdot \frac{\sqrt{6}}{4}$$

távolságra van.

Mivel $a = 12$, ez a távolság: $3\sqrt{6}$ (cm).

Egy 12 cm élű szabályos tetraéder súlypontja a tetraéder minden csúcsától $3\sqrt{6}$ cm távolságra van.

5435 Egy időpillanatban a labda középpontjának a távolsága a pad élétől a labda aktuális sugarának hossza. A középpontnak a faltól vett távolsága ekkor szintén sugárnyi. Ezért a középpont egy olyan parabolaíven mozgott, amelynek vezéregyenese a fal egyenese, fókuszpontja a pad élének pontja.



- 5436** Az x oldalú ABC szabályos háromszög A , B és C csúcán áthaladó egyenesek legyenek rendre a , b és c úgy, hogy az a egyenes b és c között halad. Az A csúcsnak b és c egyenesre vonatkozó merőleges vetületei legyenek E és F , a B csúcsnak c egyenesre vonatkozó merőleges vetülete G .

Az AFC derékszögű háromszögből Pitagorasz tétele alapján:

$$FC = \sqrt{x^2 - 3^2}.$$

Ugyanígy az AEB , illetve a BGC háromszögből:

$$EB = \sqrt{x^2 - 1^2} \text{ és } CG = \sqrt{x^2 - 4^2}.$$

Mivel $EB = FC + CG$, x -re a következő összefüggést kapjuk:

$$\sqrt{x^2 - 1} = \sqrt{x^2 - 9} + \sqrt{x^2 - 16}.$$

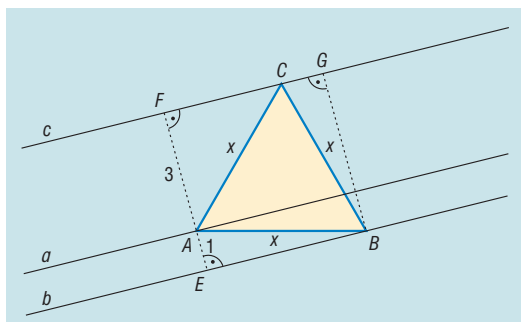
Négyzetre emelések és rendezések után:

$$0 = x^2 \cdot (3x^2 - 52).$$

Mivel x háromszög oldala, így csak pozitív érték lehet:

$$x = \sqrt{\frac{52}{3}} = \frac{\sqrt{156}}{3}.$$

A háromszög oldala $\frac{\sqrt{156}}{3} \approx 4,16$ cm.



- 5437** Egy a oldalú szabályos ABC háromszög P belső pontjának az oldalaktól vett távolsága legyen x , y és z .

A háromszög területe felírható az ABP , BCP , illetve ACP háromszögek területének összegeként és az $\frac{a \cdot a \cdot \sin 60^\circ}{2}$ összefüggéssel:

$$\frac{a \cdot x}{2} + \frac{a \cdot y}{2} + \frac{a \cdot z}{2} = \frac{a^2 \cdot \sqrt{3}}{4},$$

$$x + y + z = \frac{a\sqrt{3}}{2} = 9\sqrt{3} \text{ (cm)}.$$

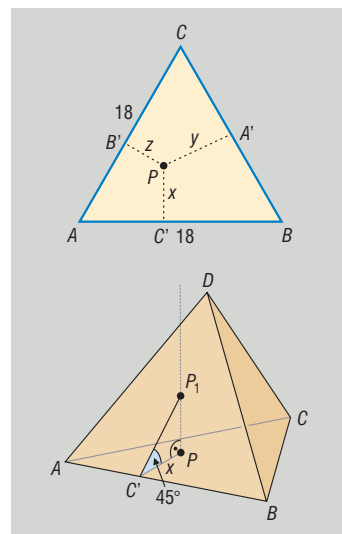
Az $ABCD$ szabályos háromoldalú gúla ABC alaplajának egy belső P pontjában az alaplajra állított merőlegesnek az ABD síkkal vett P_1 metszéspontjából állítsunk merőleget az AB alapélre. A merőleges talppontja legyen C' . A három merőleges egyenes tétele alapján $C'P$ egyenes is merőleges AB -re, tehát a $P_1C'P$ szög a gúla alaplajának és oldallajának bezárt szöge, vagyis 45° . A $P_1C'P$ derékszögű háromszögben:

$$\frac{PP_1}{PC'} = \tan 45^\circ \Rightarrow PP_1 = PC' \cdot \tan 45^\circ = PC' = x.$$

Hasonlóan: $PP_2 = y$ és $PP_3 = z$. A PP_1 , PP_2 és PP_3 szakaszok hosszának összege:

$$PP_1 + PP_2 + PP_3 = x + y + z = 9\sqrt{3}.$$

A PP_1 , PP_2 és PP_3 szakaszok hosszának összege $9\sqrt{3}$ cm.





Geometriai transzformációk – megoldások

5438 A kitöltött táblázat:

	Identikus transzformáció	Tengelyes tükrözés	Forgatás (mely nem identitás)	Eltolás (mely nem identitás)
Fixpontok	minden pont	a tengely pontjai	a forgatás középpontja	nincsen
Fixegyenesek	minden egyenes	a tengely	nincsen	nincsen
Invariáns egyenesek	minden egyenes	a tengely és a rá merőleges egyenese	$\alpha = k \cdot 180^\circ$ (k egész szám) esetén a centrumot tartalmazó egyenese, különben nincsen	az eltolás vektorával párhuzamos egyenese
Példa invariáns körre	minden kör	kör, melynek középpontja a tengelyre illeszkedik	a centrum középpontú körök	nincsen
Szögtartó	igen	igen	igen	igen
Távolságtartó	igen	igen	igen	igen
Egyenes és képe párhuzamos?	igen	nem feltétlenül	nem feltétlenül	igen
Körüljárasi irányt megtartja?	igen	nem	igen	igen

5439 Megfelelő egybevágósági transzformációk például:

1. A két kör középpontját összekötő szakasz felezőmerőlegesére vonatkozó tengelyes tükrözés.
2. A két kör középpontját összekötő szakasz F felezőpontjára vonatkozó középpontos tükrözés.
3. Az egyik kör középpontjából a másik kör középpontjába mutató vektorral történő eltolás.

5440 a) Hamis. b) Igaz. c) Hamis. d) Hamis.
e) Igaz. f) Hamis. g) Igaz. h) Igaz.

5441 a) A szabályos 13 oldalú sokszögnek 13 szimmetriatengelye van. Ezek között egyetlen olyan sincsen, amely tartalmazza a sokszög valamelyik átlóját.
b) A szabályos 14 oldalú sokszögnek 14 szimmetriatengelye van. Ezek között 7 olyan van, amelyek a sokszög valamelyik átlóját tartalmazza.

5442 A paralelogrammák közül a téglalapok és a rombuszok tengelyesen szimmetrikusak.

5443 A deltoidok közül a rombuszok középpontosan szimmetrikusak.

5444 a) Igen. Ha a trapéz téglalap, akkor bármelyik oldalegyenesére is tükrözzük, szintén téglalapot, így persze paralelogrammát kapunk.
b) Igen. A trapézt a rövidebb alap egyenesére tükrözve konkáv hatszöget kapunk.
c) Igen.
d) Igen.
e) Nem. Egy ilyen rombusznak csak két szimmetriatengelye van, a két átlót tartalmazó egyenes. Ezek viszont a rombuszt nem trapézokra, hanem háromszögekre bontják.

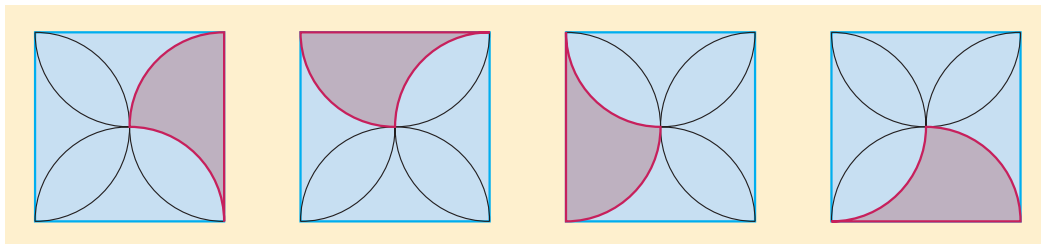


- 5445 a) Igen. Ha az egyik szár felezőpontjára tükrözzük, akkor paralelogrammát kapunk.
 b) Igen. Konkáv hatszöget kapunk, ha a rövidebb alap felezőpontjára tükrözzük.
 c) Igen. d) Igen. e) Igen.

5446 A kialakuló nyolcszögnek két, egymásra merőleges szimmetriatengelye van, ezek a téglalapnak is szimmetriatengelyei.

A nyolcszög középpontosan is szimmetrikus (ezért persze forgásszimmetriát is mutat), középpontja a téglalap középpontjával egybeesik.

5447 a) Az egyes forgatások a kiindulási alakzatot a következő helyzetbe viszik.



b) Az ábráról leolvasható, hogy a lila síkidom a négyzet területének 25%-a.

- 5448 a) Az x tengely mentén 2 egységgel történő eltolás, majd az x tengelyre vonatkozó tengelyes tükrözés, végül az y tengely mentén 1 egységgel történő eltolás.
 b) A hozzárendelési szabály: $x \mapsto |x + 2| - 1$.
 c) A hozzárendelési szabály: $x \mapsto -|x + 1| - 1$.

- 5449 a) Igaz. b) Hamis. c) Hamis. d) Hamis.
 e) Igaz. f) Igaz. g) Hamis.

5450 Az átfogó hossza 17 cm, a befogók hossza 2,6 cm és 16,8 cm ($\lambda = 0,2$).

- 5451 a) Belső hasonlósági középpontú kicsinyítés. (A pontot és a képét a hasonlósági középpont elválasztja, $|\lambda| < 1$.)
 b) Külső hasonlósági középpontú nagyítás. (A pontot és a képét a hasonlósági középpont nem választja el, $\lambda > 1$.)
 c) Belső hasonlósági középpontú nagyítás.

5452 Az eredeti ötszög legkisebb oldala 14 cm, ezért $\lambda = \frac{1}{2}$.

A kérdzett ötszög többi oldala: 15 cm, 14 cm, 10 cm, 21 cm.

- 5453 a) Igen, $\lambda = \frac{1}{3}$. b) Nem.

5454 $K_{\Delta} = 12$ cm, ezért $\lambda = 2$. A keresett háromszög oldalai: $a' = 8$ cm, $b' = 10$ cm, $c' = 6$ cm.

5455 A négyzetek oldalait jelölje a és a' .

- a) $a = 9$ cm, $a' = 18$ cm; b) $a = 12$ cm, $a' = 15$ cm.

5456 A hasonlósági arány és a felszínek aránya:

$$\frac{V'}{V} = \frac{27}{8} = \lambda^3 \Rightarrow \lambda = \frac{3}{2}, \text{ így } \frac{A'}{A} = \lambda^2 = \frac{9}{4}.$$



5457 A kitöltött táblázat:

a	b	c	d	x	y
3 cm	5 cm	4 cm	$\frac{20}{3} \approx 6,67$ cm	$\frac{45}{8} = 5,625$ cm	15 cm
$\frac{20}{9} \approx 2,22$ cm	4 cm	3,5 cm	6,3 cm	2,5 cm	7 cm
2 cm	4 cm	2,15 cm	4,3 cm	3 cm	9 cm
3,2 cm	5,6 cm	4 cm	7 cm	4 cm	11 cm

5458 Alkalmazzuk a párhuzamos szelők tételét:

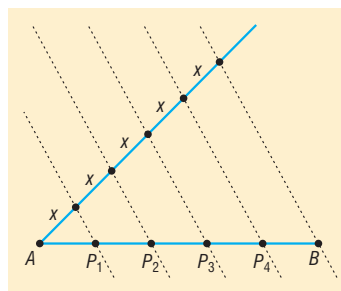
$$\frac{BP}{BE} = \frac{AD}{AE} \Rightarrow \frac{3x}{BE} = \frac{7x}{1,2 + BE}.$$

A keresett szakasz hossza: $BE = 0,9$ dm = 9 cm.

5459 Alkalmazzuk a szögfelezőtételt:

$$a_1 \approx 3,33 \text{ cm}, \quad a_2 \approx 2,67 \text{ cm}; \quad b_1 \approx 3 \text{ cm}, \quad b_2 \approx 5 \text{ cm}; \quad c_1 \approx 4,29 \text{ cm}, \quad c_2 \approx 5,71 \text{ cm}.$$

5460 Az AB szakaszt öt egyenlő részre kell osztani. A szerkesztés menete az ábrán nyomon követhető. A szabályos ötszög oldala az AP_1 szakasz hosszával egyezik meg.

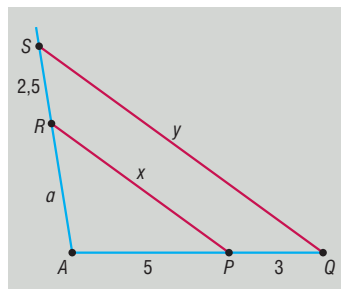


5461 a) A feladathoz készített ábra:

b) A 13-as úton az első útkereszteződés távolsága a település központjától:

$$\frac{a}{5} = \frac{2,5}{3}, \quad \text{ebből} \quad a \approx 4,17 \text{ km}.$$

c) A feltételek szerint $x = 7$ km. Ebből következik, hogy $\frac{y}{7} = \frac{8}{5}$, amiből $y = 11,2$ km. A két út között tehát 11,2 km a távolság a hosszabb összekötő úton.



5462 a) A kiegészítő háromszög egyenlő szárú, alapja 6 cm, szárainak hossza $\frac{14}{3} \approx 4,67$ cm.

b) A trapéz átlói 2 : 5 arányban osztják egymást.

5463 a) A tó területe a valóságban $0,14 \text{ km}^2$.

b) A tó területe a térképen $0,875 \text{ cm}^2$.

5464 A tejföl ára körülbelül 0,69 €.

5465 a) A négyzetek oldala 6 m, 10 m, illetve 14 m.

b) A kockák élének hossza 3 m, 9 m és 24 m.



5466 a) Az $EGHJKM$ hatszög tengelyesen szimmetrikus, tengelye az ABC háromszög t tengelyével esik egybe.

b) A CKJ háromszög hasonló a CAB háromszöghöz (szögeik megegyeznek), a hasonlóság aránya $\frac{1}{4}$, ezért:

$$KJ = \frac{1}{4} \cdot AB.$$

A szögek egyenlősége okán az MAE és HGB háromszögek is hasonlóak a CAB háromszöghöz, amiből:

$$ME = \frac{1}{4} \cdot BC \quad \text{és} \quad HG = \frac{1}{4} \cdot AC.$$

Az $EGHJKM$ hatszög kerülete:

$$\begin{aligned} K_{EGHJKM} &= MK + KJ + JH + HG + GE + EM = \\ &= \frac{3}{4} \cdot AB + \frac{3}{4} \cdot AC + \frac{3}{4} \cdot BC = \frac{3}{4} \cdot (AB + AC + BC). \end{aligned}$$

Ez utóbbi mutatja, hogy a hatszög kerülete az ABC háromszög kerületének $\frac{3}{4}$ -szerese.

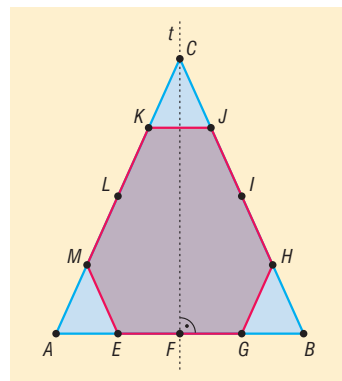
c) Mivel a hasonló síkidomok területének aránya a hasonlóság arányának négyzete, ezért:

$$T_{CKJ} = \frac{1}{16} \cdot T_{ABC}, \quad T_{MAE} = \frac{1}{16} \cdot T_{ABC} \quad \text{és} \quad T_{HGB} = \frac{1}{16} \cdot T_{ABC}.$$

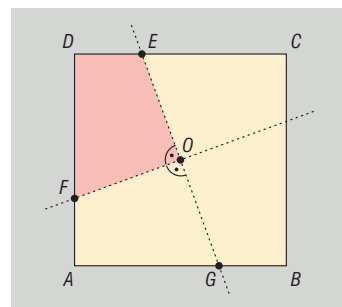
A kiszámolt területek összegét az ABC háromszög területéből kivonva azt kapjuk, hogy:

$$T_{EGHJKM} = \frac{13}{16} \cdot T_{ABC}.$$

A hatszög területe az ABC háromszög területének $\frac{13}{16}$ -szorosa.

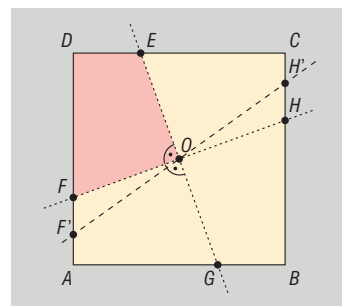


5467 a) Ha a két vágás merőleges egymásra és mindkettő átmegy a négyzet O középpontján, akkor az ábra az O középpontú $k \cdot 90^\circ$ -os (k egész szám) forgatásokra nézve invariáns, így például a $DFOE$ négyszöget az O pont körüli 90° -os forgatás az $AGOF$ négyszögbe viszi át, ezért a két négyszög területe megegyezik. Nyilvánvalóan a többi keletkező négyszög területe is ugyanakkora, mint a $DFOE$ négyszögé.



b) Tegyük fel, hogy az EG és FH egyenesek (melyeket az ábrán szaggatott vonalak jelölnek) egyenlő területű részekre bontják az $ABCD$ négyzetet. Ebből következik, hogy az $EDAG$ és $GBCE$ trapézok területe megegyezik (épp az $ABCD$ négyzet területének fele). Ha a négyzet oldala a , akkor a területek egyenlőségéből:

$$\begin{aligned} \frac{ED + AG}{2} \cdot a &= \frac{GB + CE}{2} \cdot a, \\ ED + AG &= GB + CE. \end{aligned}$$





Mivel az utolsó egyenlőségben szereplő négy szakasz hosszának összege $2a$, ezért:

$$ED + AG = GB + CE = a.$$

Azonban az is teljesül, hogy:

$$ED + EC = GB + AG = a,$$

így:

$$AG = EC \text{ és } ED = GB.$$

Ebből azonnal következik, hogy GB az ED (továbbá AG az EC) szakasz O pontra vonatkozó tükörképe, ezért EG szükségképpen áthalad a négyzet O középpontján. Hasonlóan bizonyítható az FH egyenesre is.

Már csak azt kell megmutatnunk, hogy az EG egyenes merőleges az FH egyenesre. Ha ez nem teljesülne, akkor az O pontban az EG egyenesre emelt merőleges az F -től különböző F' , illetve a H -től különböző H' pontokban metszené az $ABCD$ négyzet oldalait. Az $a)$ feladat eredménye alapján az $EDF'O$ négyszög területe az $ABCD$ négyzet területének negyedrésszével lenne egyenlő. Ekkor azonban az $EDFO$ négyszög területe szemlátomást nagyobb lenne (vagy ha F a DF' szakasz belső pontja, akkor kisebb), mint az $EDF'O$ négyszög területe, de azzal semmiképpen nem lehetne egyenlő, ezért az EG és FH egyenesek nem oszthatják egyenlő területű részekre az $ABCD$ négyzetet. Ez mutatja, hogy EG és FH valóban merőlegesek egymásra.

5468 $a)$ A tükörképek az ábra jelöléseinek megfelelően O_1 , O_2 és O_3 . A tükrözés távolságtartó, ezért a $BO_1CO_2AO_3$ hatszög minden oldala a BO , CO vagy az AO szakaszok valamelyikével egyenlő hosszúságú. Mivel a felsorolt szakaszok mindegyike az ABC háromszög köré írható kör egy-egy sugara, ezért a kapott hatszög minden oldala egyenlő hosszú.

$b)$ Az $a)$ feladat eredményei alapján a BO_1CO , CO_2AO és AO_3BO négyszögek oldalai megegyeznek, ezért mindegyik rombusz.

$c)$ Az $AOC\hat{\times}$ az ABC háromszög köré írható körben a B -t nem tartalmazó köríven nyugvó középponti szög, ezért a kerületi és középponti szögek tétele alapján:

$$AOC\hat{\times} = 2\beta = 140^\circ.$$

Ugyanígy megfontolások alapján:

$$BOC\hat{\times} = 2\alpha = 130^\circ \quad \text{és} \quad AOB\hat{\times} = 2\gamma = 90^\circ.$$

A tükrözés szögtartó tulajdonsága alapján:

$$BO_1C\hat{\times} = BOC\hat{\times} = 130^\circ, \quad AO_2C\hat{\times} = AOC\hat{\times} = 140^\circ \quad \text{és} \quad AO_3B\hat{\times} = AOB\hat{\times} = 90^\circ.$$

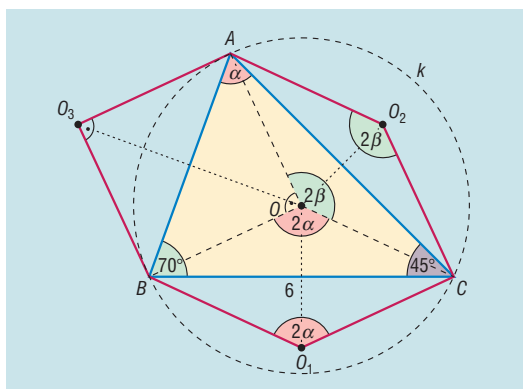
Az $OBC\hat{\times}$ tükörképe a BC egyenesre vonatkozóan az $O_1BC\hat{\times}$, továbbá az $OBA\hat{\times}$ tükörképe az AB egyenesre vonatkozóan az $O_3BA\hat{\times}$, ezért:

$$O_3BO_1\hat{\times} = O_3BA\hat{\times} + \beta + O_1BC\hat{\times} \quad \text{miatt} \quad O_3BO_1\hat{\times} = OBA\hat{\times} + \beta + OBC\hat{\times} = 2\beta = 140^\circ.$$

Ugyanígy:

$$O_1CO_2\hat{\times} = 2\gamma = 90^\circ \quad \text{és} \quad O_2AO_3\hat{\times} = 2\alpha = 130^\circ.$$

A kialakuló hatszög szemközti szögei megegyeznek, a különböző szögek nagysága 90° , 130° , illetve 140° .





- d) A kialakuló hatszög területe kétszerese az ABC háromszög területének. Az ABC háromszögben a szinusztétel alapján: $AC \approx 6,22$ cm.

Az ABC háromszög területe:

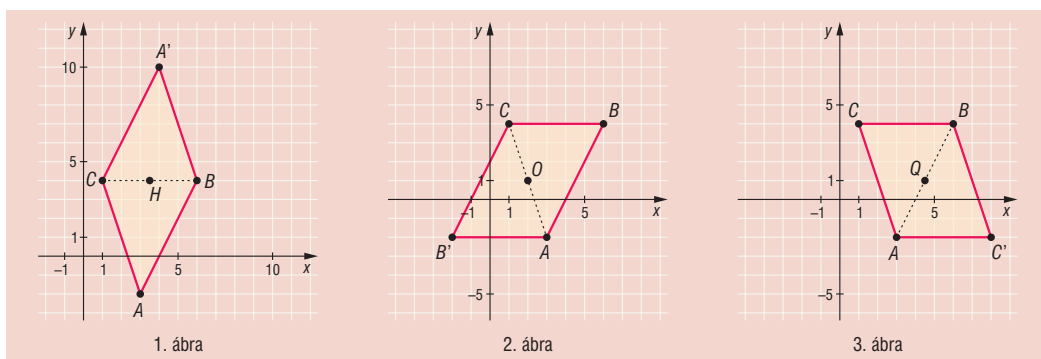
$$T_{ABC} = \frac{AC \cdot BC \cdot \sin 45^\circ}{2} \approx 13,19 \text{ cm}^2.$$

A kialakuló hatszög területe körülbelül $26,38 \text{ cm}^2$.

- 5469 a) A megadott pontokat paralelogrammává kell kiegészíteni. Ezt 3 különböző módon tehetjük meg attól függően, hogy az ABC háromszög melyik oldala lesz a paralelogramma átlója.

Ha a paralelogrammának BC az egyik átlója, akkor a BC szakasz $H(3,5; 4)$ felezőpontja a paralelogramma középpontja, ezért negyedik csúcsa az A pont H -ra vonatkozó tükörképe (1. ábra). Ebből következik, hogy a paralelogramma hiányzó csúcsa $A'(4; 10)$.

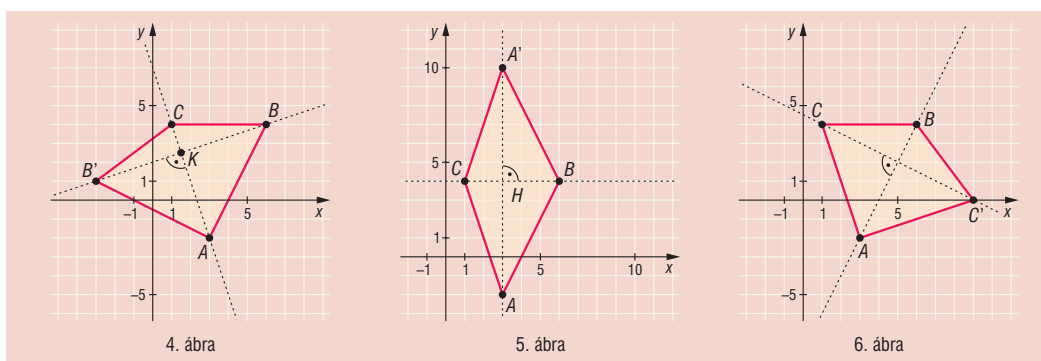
A 2. és a 3. ábra a másik két paralelogrammát mutatja. Ezek negyedik csúcsa $B'(-2; -2)$, illetve $C'(8; -2)$.



- b) A megadott pontokat összesen 6 különböző módon egészíthetjük ki tengelyesen szimmetrikus négyszöggé.

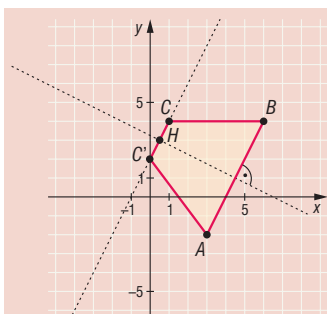
Deltoidot háromféleképpen kaphatunk attól függően, hogy az ABC háromszög melyik oldal-egyenese tartalmazza a deltoid szimmetriaátlóját. Ha az AC szakasz a deltoid szimmetriaátlója, akkor a hiányzó csúcs éppen a B pont AC egyenesre vonatkozó tükörképe (4. ábra). Az AC egyenes egyenlete $3x + y = 7$, a B ponton átmenő, AC -re merőleges egyenes egyenlete pedig $x - 3y = -6$. A két egyenes metszéspontja $K(1,5; 2,5)$. A deltoid negyedik csúcsa a B pont K -ra vonatkozó tükörképe, azaz $B'(-3; 1)$.

A másik két deltoidot az 5. és a 6. ábrák mutatják. A hiányzó csúcsok koordinátái $A'(3; 10)$ és $C'(9; 0)$.

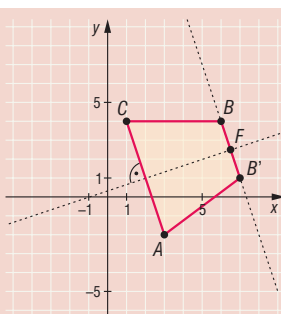




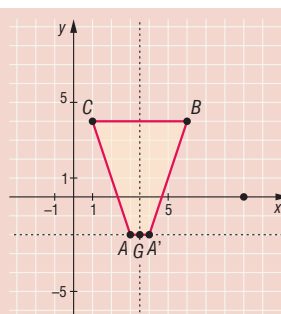
Húrtrapézokból szintén 3 található attól függően, hogy az ABC háromszög melyik oldala az egyik alapja. Ha az AB szakasz, akkor a trapéz szimmetriatengelye az AB szakasz felezőmerőlegese: $x + 2y = 6,5$. A másik alapot tartalmazó egyenes átmegy a C ponton és párhuzamos az AB szakasszal, ezért egyenlete $y = 2x + 2$. A kapott két egyenes metszéspontja, azaz a $H(0,5; 3)$ pont, a rövidebb alap felezőpontja (7. ábra). A húrtrapéz hiányzó csúcsa $C'(0; 2)$. A további húrtrapézokat a 8. és a 9. ábrák mutatják. Ezek hiányzó csúcsa $B'(7; 1)$ és $A'(4; -2)$.



7. ábra



8. ábra



9. ábra

- 5470 a) Az $ABDB'$ négyszög tengelyesen szimmetrikus, szimmetriatengelye az AD átlót tartalmazó egyenes.
 b) Mivel a szimmetriatengely tartalmazza a négyszög egyik átlóját, ezért az $ABDB'$ négyszög deltoid.
 c) Az első hajtogatás az ABC háromszög AD szögfelezője mentén történt.
 d) A feladathoz tartozó 1. ábra alapján:

$$AC = \sqrt{18^2 + 8^2} = 2 \cdot \sqrt{97} \approx 19,70 \text{ cm},$$

valamint

$$\text{tg } \angle ABC = \frac{18}{8} = 2,25 \Rightarrow \angle ABC \approx 66,04^\circ.$$

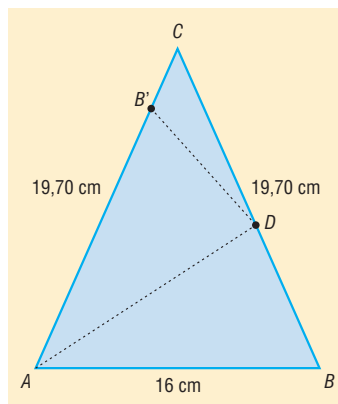
Az ABC háromszögben a szögfelezőtétel alapján:

$$\frac{BD}{DC} = \frac{16}{19,70} \Rightarrow BD \approx 8,83 \text{ cm}.$$

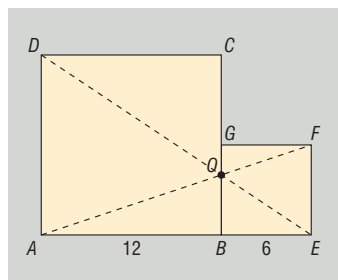
Az $ABDB'$ deltoid területe kétszer akkora, mint az ABD háromszög területe, ezért:

$$T_{ABDB'} = 2 \cdot \frac{AB \cdot BD \cdot \sin \angle ABD}{2} \approx 16 \cdot 8,83 \cdot \sin 66,04^\circ \approx 129,11 \text{ cm}^2.$$

A madártörzs területe körülbelül $129,11 \text{ cm}^2$.



- 5471 a) Az ABO és FGO háromszögek hasonlóak, mert mindkettő derékszögű, és az O csúcsnál lévő szögek csúcshögek.
 b) Mivel az $ABCD$ négyzet területe négyszer akkora, mint a $BEFG$ négyzet területe, továbbá hasonló síkidomok területének aránya a hasonlóság arányának négyzete, ezért az $ABCD$ négyzet oldala 12 cm. Ekkor az ABO és FGO háromszögek hasonlóságának aránya 2 : 1, ezért az O pont a BG szakasz G -hez közelebbi harmadolópontja. Ebből következik, hogy $OB = 4 \text{ cm}$, $OG = 2 \text{ cm}$ és $OC = 8 \text{ cm}$.





Az O pontnak a négyzetek további csúcsaitól mért távolságát Pitagorasz tételével számolhatjuk:

$$\begin{aligned} OA &= 4\sqrt{10} \approx 12,65 \text{ cm}, & OE &= 2\sqrt{13} \approx 7,21 \text{ cm}, \\ OF &= 2\sqrt{10} \approx 6,32 \text{ cm}, & OD &= 4\sqrt{13} \approx 14,42 \text{ cm}. \end{aligned}$$

- c) A kis négyzetet az O pontra vonatkozó $\lambda = -2$ arányú középpontos hasonlósággal lehet a nagy négyzetbe átvinni.

5472 a) Mivel ismert, hogy

$$\frac{OF}{OA} = \frac{OG}{OB} = \frac{1}{4},$$

ezért a párhuzamos szelők tételének megfordítása alapján $FG \parallel AB$ -vel. Hasonlóan:

$$\frac{OC}{OH} = \frac{OD}{OI} = \frac{1}{2},$$

ebből következik, hogy $HI \parallel CD$.

Az $ABCD$ trapézban $AB \parallel CD$, ezért FG és HI egymással párhuzamos szakaszokkal párhuzamos, amiből persze azonnal következik, hogy $FG \parallel HI$, így az $FGHI$ négyszög valóban trapéz.

Megjegyzés: A párhuzamos szelők tételének megfordítása helyett hivatkozhatunk az OFG és OAB , illetve az OCD és OHI háromszögek hasonlóságára is (egy szög közös, és a szöget közrefogó oldalak aránya egyenlő).

- b) Az OCD és OAB háromszögek hasonlók egymáshoz (szögeik páronként egyenlők), továbbá $AB = 2 \cdot CD$, ezért ha az OCD háromszög CD oldalához tartozó magasság m , akkor az OAB háromszög AB oldalához tartozó magasság $2m$ (ld. ábra).

Ebből adódóan az $ABCD$ trapéz területe:

$$T_{ABCD} = \frac{8+4}{2} \cdot (m+2m) = 18m.$$

A párhuzamos szelőszakaszok tételéből (vagy az OFG és OAB háromszögek hasonlóságából) adódik, hogy:

$$FG = \frac{1}{4} \cdot AB = 2 \text{ cm},$$

ezért az OFG háromszög FG oldalához tartozó magasság az OAB háromszög megfelelő magasságának (azaz $2m$ -nek) a negyede, vagyis $\frac{m}{2}$.

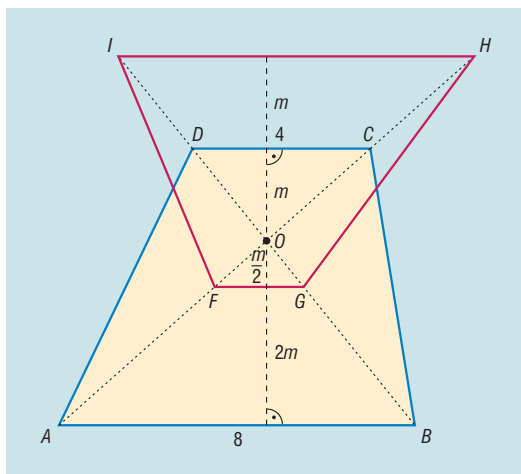
Hasonlóan igazolható, hogy $HI = 8$ cm, és az OHI háromszögben a HI oldalhoz $2m$ hosszú magasság tartozik.

Az $FGHI$ trapéz magassága:

$$\frac{m}{2} + 2m = \frac{5}{2}m,$$

területe pedig:

$$T_{FGHI} = \frac{8+2}{2} \cdot \frac{5}{2}m = \frac{25}{2}m.$$





Az $FGHI$ és $ABCD$ trapézok területének aránya:

$$\frac{T_{FGHI}}{T_{ABCD}} = \frac{\frac{25}{2}m}{18m} = \frac{25}{36}.$$

- c) Ha az $ABCD$ trapéz alapjai $AB = a$ és $CD = c$, akkor $FG = \frac{a}{4}$ és $HI = 2c$. Ha az OCD háromszög CD oldalához tartozó magassága ezúttal is m , akkor az OAB háromszög AB oldalához $\frac{a}{c} \cdot m$ hosszú magasság tartozik, ezért az $ABCD$ trapéz magassága $\left(1 + \frac{a}{c}\right) \cdot m$. Az $FGHI$ trapéz magassága:

$$2m + \frac{1}{4} \cdot \left(\frac{a}{c} \cdot m\right) = \frac{8c + a}{4c} \cdot m.$$

A két trapéz területének egyenlőségéből:

$$\frac{a + c}{2} \cdot \left(1 + \frac{a}{c}\right) \cdot m = \frac{\frac{a}{4} + 2c}{2} \cdot \frac{8c + a}{4c} \cdot m.$$

Az egyszerűsítések elvégzése, valamint mindkét oldal 4-gyel való szorzása után:

$$16(a + c)^2 = (a + 8c)^2.$$

Az alapok pozitívak, mindkét oldalból gyököt vonhatunk az abszolút érték megjelenése nélkül, így:

$$4(a + c) = a + 8c.$$

A zárójel felbontása után végül pedig $\frac{a}{c} = \frac{4}{3}$ adódik. Ahhoz, hogy a két trapéz területe megegyezzen, szükséges, hogy az $ABCD$ trapéz alapjainak aránya $\frac{4}{3}$ legyen. Beláthatjuk, hogy feltételünk elegendő is egyben.

- 5473** Ha a DP egyenes az AB egyenest a G pontban metszi és $BE = y$, akkor a párhuzamos szelőszakaszok tételét alkalmazva az AGD -re azt kapjuk, hogy:

$$\frac{y}{20} = \frac{4}{24},$$

$$y = \frac{10}{3} \approx 3,33 \text{ cm}.$$

Ekkor:

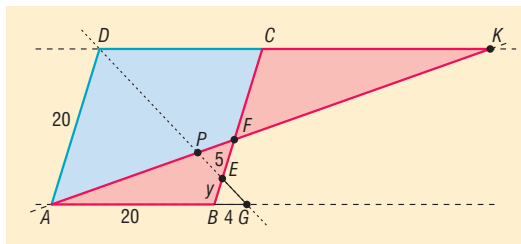
$$BF = BE + EF = \frac{10}{3} + 5 = \frac{25}{3} (\approx 8,33 \text{ cm}),$$

$$FC = 20 - BF = \frac{35}{3} (\approx 11,67 \text{ cm}).$$

Az ABF és KCF háromszögek hasonlók egymáshoz (szögeik páronként megegyeznek), ezért:

$$\frac{AB}{BF} = \frac{KC}{CF}, \quad \text{azaz} \quad \frac{20}{\frac{25}{3}} = \frac{KC}{\frac{35}{3}},$$

amiből $KC = 28 \text{ cm}$.





5474 a) Az ADE , CEF és FBG háromszögek mindegyike derékszögű és rendelkezik 60° -os szöggel csakúgy, mint az ACD háromszög. Ebből következik, hogy a felsorolt háromszögek mindegyike hasonló a többihez.

b) Az ADE derékszögű háromszög átfogója feleakkora, mint a hozzá hasonló ACD háromszögé, ezért hasonlóságuk aránya $\frac{1}{2}$, amiből:

$$T_{ADE} = \frac{1}{4} \cdot T_{ACD} = \frac{1}{8} \cdot T_{ABC}.$$

A két háromszög hasonlóságából az is következik, hogy:

$$AE = \frac{1}{2} \cdot AD = \frac{1}{4} \cdot AC,$$

tehát:

$$CE = \frac{3}{4} \cdot AC.$$

Ez azt is jelenti, hogy a CEF háromszög átfogója $\frac{3}{4}$ -szerese az ACD háromszög átfogójának.

Mivel a két háromszög hasonló egymáshoz, ezért:

$$T_{CEF} = \frac{9}{16} \cdot T_{ACD} = \frac{9}{32} \cdot T_{ABC}.$$

A két háromszög hasonlóságából továbbá:

$$CF = \frac{3}{4} \cdot AD = \frac{3}{8} \cdot CB,$$

ezért:

$$FB = \frac{5}{8} \cdot CB = \frac{5}{8} \cdot AC.$$

Ekkor viszont az ACD és FBG háromszögek hasonlóságának aránya $\frac{5}{8}$, amiből következik, hogy:

$$T_{FBG} = \frac{25}{64} \cdot T_{ACD} = \frac{25}{128} \cdot T_{ABC}.$$

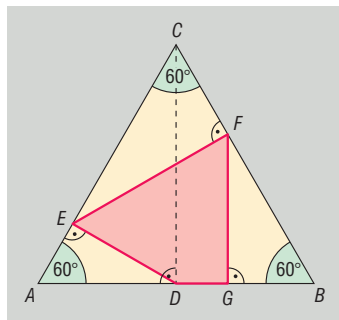
Az ABC háromszög csúcsainál „kimaradó” részek területösszege:

$$T_{ADE} + T_{CEF} + T_{FBG} = \left(\frac{1}{8} + \frac{9}{32} + \frac{25}{128} \right) \cdot T_{ABC} = \frac{77}{128} \cdot T_{ABC}.$$

A tervek szerint a tulipánnal teleültetett rész területe:

$$T_{DEFG} = \frac{51}{128} \cdot T_{ABC},$$

azaz a teljes virágágyásnak körülbelül 39,84%-a borul tulipánba.

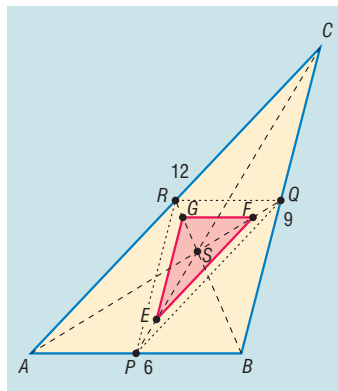




- 5475 a) Ha az ABC háromszög oldalfelező pontjait P , Q és R jelöli, akkor az ABS háromszög E súlypontja $2:1$ arányban osztja az SP szakaszt. Ugyanígy $2:1$ arányban osztja az F pont az SQ , illetve a G pont az SR szakaszokat. Mivel ekkor

$$\frac{SE}{SP} = \frac{SF}{SQ} = \frac{2}{3},$$

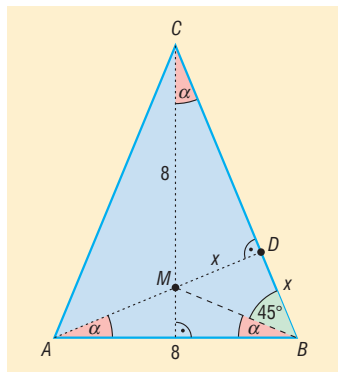
így a párhuzamos szelők tételének megfordítása alapján EF és PQ párhuzamos, és ugyanígy GF párhuzamos RQ -val, illetve GE párhuzamos RP -vel. Ebből azonnal következik, hogy az EFG háromszög szögei páronként megegyeznek a PQR háromszög szögeivel, így a két háromszög hasonló egymáshoz. Mivel a PQR háromszög oldalai a CAB háromszög középvonalai, így a két háromszög megfelelő oldalai páronként párhuzamosak, ezért hasonlóak egymáshoz. Ebből adódóan az EFG háromszög is hasonló a CAB háromszöghöz.



- b) Az EFG háromszög oldalai: $GF = 2$ cm, $GE = 3$ cm és $EF = 4$ cm.
 c) Az EFG háromszöget az S középpontú $\lambda_1 = \frac{3}{2}$ arányú középpontos hasonlósággal lehet a PQR háromszögbe átvinni. A PQR háromszöget szintén S középpontú, $\lambda_2 = -2$ arányú középpontos hasonlóság viszi át a CAB háromszögbe. Ebből adódóan az EFG háromszöget az S középpontú, $\lambda = -3$ arányú középpontos hasonlósággal lehet a CAB háromszögbe vinni.

- 5476 a) Mivel a DAB és a DCM szarai páronként merőlegesek egymásra, ezért merőleges szárú szögpárt alkotnak, így egyenlő nagyságúak (az ábrán α jelöli). Ebből következik, hogy az ABD és a CMD háromszögekben két-két szög megegyezik, így a két háromszög hasonló. Mivel mindkét háromszög átfogója 8 cm, ezért a két háromszög egybevágó egymással.

- b) Az ABD és a CMD háromszögek egybevágóságából következik, hogy az α szöggel szemközti befogók is megegyeznek, azaz $BD = MD = x$. Ez azt is jelenti, hogy az MBD derékszögű háromszög egyenlő szárú, azaz $MBD = 45^\circ$. Vegyük még észre, hogy az ABM háromszög AB oldalához tartozó magasságvonala megfelel az AB oldalt, ezért az ABM háromszög is egyenlő szárú, amiből adódik, hogy $ABM = \alpha$. Az ABD derékszögű háromszög hegyesszögeinek összegére:



$$\alpha + \alpha + 45^\circ = 90^\circ,$$

ahonnan $\alpha = 22,5^\circ$. Az ABC háromszög szögei ezért $67,5^\circ$, $67,5^\circ$ és 45° .

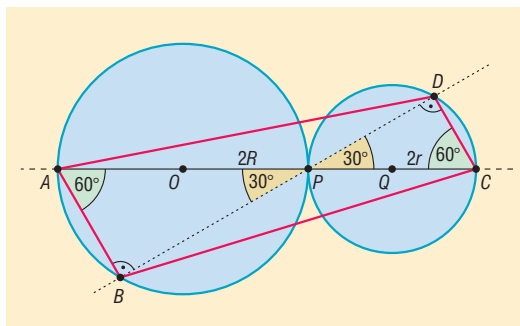
- 5477 a) Az $ABCD$ négyszög trapéz, melynek alapjai AB és CD . A forgatás miatt ugyanis:

$$\angle APB = \angle CPD = 30^\circ.$$

Thalész tétele alapján az APB és CPD háromszögek derékszögűek, ebből következik, hogy

$$\angle PAB = \angle PCD = 60^\circ,$$

amit úgy is értelmezhetünk, hogy AB és CD 60° -os szöget zárnak be ugyanazzal az egyenessel, ezért párhuzamosak. Az $ABCD$ négyszög tehát trapéz.





- b) Az APB és CPD derékszögű háromszögek egyik hegyesszöge 30° , ezért „félszabályos” háromszögek. Az ilyen háromszögeket a hosszabb befogót tartalmazó egyenesre vonatkozó tükrözéssel szabályos háromszöggé egészíthetjük ki. Ennek megfelelően:

$$AB = R, \quad DC = r, \quad m = BD = \sqrt{3} \cdot (R + r),$$

$$T_{ABCD} = \frac{AB + DC}{2} \cdot m = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot (R + r)^2.$$

- 5478** a) A középpontokat összekötő OQ egyenesen két olyan pont van, amelyekből közös érintő húzható a körökhöz. Ha az ábra jelöléseit követve a belső érintők metszéspontja P , akkor az OPF háromszög hasonló QPE háromszöghöz, hiszen mindkét háromszög derékszögű, továbbá a P csúcsnál csúcsszögek alakulnak ki. A megfelelő oldalaik arányára:

$$\frac{PO}{PQ} = \frac{OF}{QE}, \quad \text{azaz} \quad \frac{PO}{16 - PO} = \frac{3}{5},$$

amiből $PO = 6$ cm. A belső hasonlósági pont a kisebb kör középpontjától 6 cm távolságra található.

A közös külső érintőket az alábbi ábra mutatja. Az ROT és RQU háromszögek hasonlósága alapján:

$$\frac{RO}{RQ} = \frac{OT}{QU}, \quad \text{azaz} \quad \frac{RO}{16 + RO} = \frac{3}{5}.$$

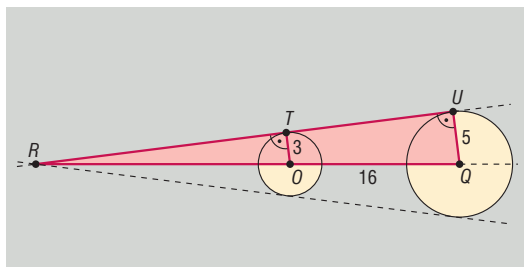
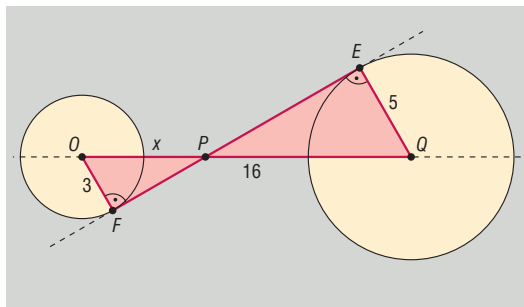
A kapott egyenletből $RO = 24$ cm. A két kör külső hasonlósági pontja a kisebb kör középpontjától 24 cm távolságra található.

- b) A közös belső érintőket tartalmazó ábra EF szakaszának hosszát kérdezi a feladat. Pitagorasz tételét alkalmazva a POF és PQE háromszögekben kapjuk, hogy:

$$PF = \sqrt{27} = 3\sqrt{3} \quad (\approx 5,20 \text{ cm}),$$

$$PE = \sqrt{75} = 5\sqrt{3} \quad (\approx 8,66 \text{ cm}).$$

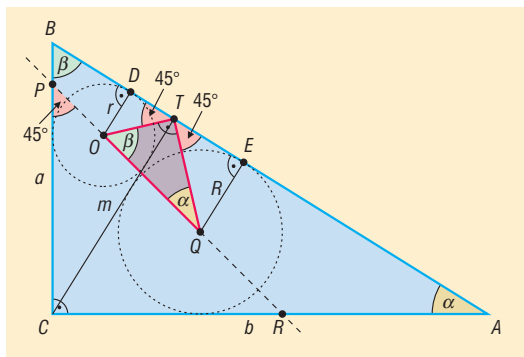
Az EF szakasz hossza $8\sqrt{3} \approx 13,86$ cm.



- 5479** a) A derékszögű háromszög átfogóhoz tartozó magassága a háromszöget két hasonló háromszögre bontja, amelyek az eredeti háromszöghöz is hasonlók. Ha $BC = a$ és $AC = b$, továbbá BCT háromszögbe írt kör sugara r , az ACT háromszögbe írt pedig R , akkor a részháromszögek hasonlósága alapján:

$$\frac{r}{R} = \frac{a}{b}. \quad (1)$$

A Q pont illeszkedik a derékszögű CTA szögfelezőjére, ezért $CTQ = 45^\circ$. Ehhez hasonlóan persze $CTO = 45^\circ$ is teljesül, ezért $QTO = 45^\circ + 45^\circ = 90^\circ$, így a QOT háromszög derékszögű.





Az OTD és QTE egyenlő szárú derékszögű háromszögek hasonlóak, ezért megfelelő oldalaik arányára:

$$\frac{r}{R} = \frac{OT}{QT}. \quad (2)$$

Az (1) és (2) egyenlőségek bal oldala megegyezik, ezért jobb oldalaik is egyenlők, így:

$$\frac{OT}{QT} = \frac{a}{b}.$$

Ez azt jelenti, hogy a QOT és ABC háromszögekben egy-egy szög, valamint a szöget közrefogó oldalak aránya megegyezik, és így a háromszögek valóban hasonlóak.

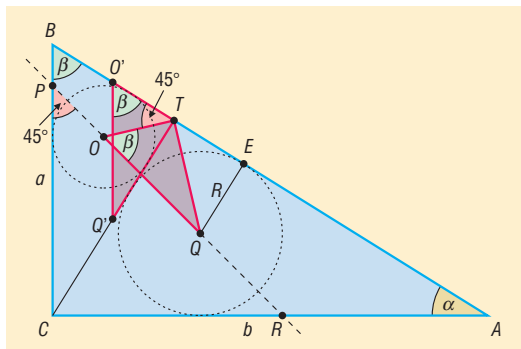
- b) Forgassuk el a QOT háromszöget a T pont körül -45° -kal. Ekkor a T pont helyben marad, $OTB\angle = 45^\circ$ miatt pedig az O pont képe illeszkedik a BC szakaszra.

Mivel

$$TOQ\angle = ABC\angle = \beta,$$

ezért az OQ szakasz elforgatott képe párhuzamos a BC szakasszal. Ekkor viszont az OQ egyenes az OQ szakasz elforgatott képével és a BC szakasszal ugyanazt a szöget, éppen a forgatás 45° -os szögét zárja be.

Összefoglalva, ha az OQ egyenes a BC szakaszt P -ben, az AC szakaszt pedig R -ben metszi, akkor $CPR\angle = 45^\circ$, ezért a PRC háromszög valóban egyenlő szárú derékszögű háromszög.



5480 Vizsgáljuk meg először az $ABEF$ négyszöget. Mivel $AEB\angle = AFB\angle = 90^\circ$, ezért az E és F pontok illeszkednek az AB átmérőjű Thalész-körre (k_1), vagyis az $ABEF$ négyszög húrnégyszög. Mivel a húrnégyszög belső szöge megegyezik a vele szemkölti szög külső szögével, ezért az ábra jelöléseit követve:

$$BAF\angle = OEF\angle = \alpha, \quad ABE\angle = OFE\angle = \beta.$$

Ha most megnézzük az ABO és EFO háromszögeket, akkor láthatjuk, hogy bennük a szögek páronként megegyeznek, ezért a háromszögek hasonlók egymáshoz. Pontosan ugyanígy igazolható, hogy a $CDGH$ húrnégyszögben:

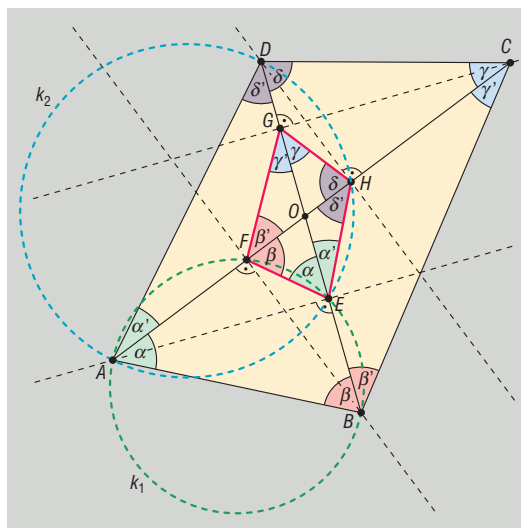
$$CDG\angle = GHO\angle = \delta, \quad DCH\angle = OGH\angle = \gamma,$$

így $GHO_\Delta \sim CDO_\Delta$.

Az ábra további húrnégyszögeket rejt. Ilyen például az $ADHE$ négyszög. Az ADE és ADH derékszögű háromszögek derékszögű csúcsai illeszkednek az AD szakasz Thalész-körére (k_2). Ekkor a $DAH\angle$ és a $DEH\angle$ egyaránt a Thalész-kör DH körívén nyugszanak, így a kerületi szögek tétele alapján $DAH\angle = DEH\angle = \alpha'$. Pontosan ugyanígy igazolható, hogy az ábrán azonos módon megjelölt további szögpárok is megegyeznek.

Az $ABCD$ és $EFGH$ négyszögeket páronként hasonló háromszögekre bonthatjuk: $EFO_\Delta \sim ABO_\Delta$; $FGO_\Delta \sim BCO_\Delta$; $GHO_\Delta \sim CDO_\Delta$; $HEO_\Delta \sim DAO_\Delta$.

Ezek alapján az $EFGH$ és $ABCD$ négyszögek valóban hasonlók egymáshoz.





Vektorok. Szögfüggvények – megoldások

5481 a) $\overrightarrow{HG} = \frac{1}{4} \cdot \overrightarrow{AB}$;

b) $\overrightarrow{IF} = \frac{3}{4} \cdot \overrightarrow{AB} - \frac{1}{3} \cdot \overrightarrow{AD}$;

c) $\overrightarrow{ED} = \frac{2}{3} \cdot \overrightarrow{AD} - \overrightarrow{AB}$;

d) $\overrightarrow{IF} = -\overrightarrow{AB} - \frac{1}{3} \cdot \overrightarrow{AD}$.

5482 a) $|\overrightarrow{AC}| = 10\sqrt{2}$ cm;

b) Az A csúcsból a CD oldal felezőpontjába mutató vektor hossza $5\sqrt{5}$ cm.

5483 Igaz állítás: C, D. Hamis állítás: A és B.

5484 Egy szabályos tízszög középpontjából a csúcsokba mutató vektorok összege nullvektor.

5485 Az E csúcsból a gúla magasságának talppontjába mutató vektor $\frac{\vec{a} + \vec{c}}{2}$.

5486 Az $\vec{a} - \vec{b}$ és az $\vec{a} + \vec{b}$ vektor derékszöget zár be.

5487 A $\vec{v} = \frac{2}{3} \cdot \overrightarrow{AB} + \overrightarrow{AD}$ vektor a végpontja a paralelogramma DC oldalának C-hez közelebbi harmadolópontja.

5488 A csónak $\sqrt{241} \approx 15,52 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel mozog.

5489 Az erők eredője $4\sqrt{19} \approx 17,44$ N.

5490 A két egységvektor által bezárt szög

a) 30° ; b) 120° ; c) 90° .

5491 A kifejezések pontos értéke:

a) $\frac{14\sqrt{3}}{3}$; b) 0; c) $\frac{1}{16}$.

5492 Az α konkáv szög többi szögfüggvényének értéke:

a) $\cos \alpha = \pm \frac{\sqrt{3}}{2}$, $\operatorname{tg} \alpha = \pm \frac{\sqrt{3}}{3}$, $\operatorname{ctg} \alpha = \pm \sqrt{3}$;

b) $\sin \alpha = -0,8$, $\operatorname{tg} \alpha = -\frac{4}{3}$, $\operatorname{ctg} \alpha = -\frac{3}{4}$;

c) $\sin \alpha = -\frac{5}{13}$, $\cos \alpha = -\frac{12}{13}$, $\operatorname{ctg} \alpha = \frac{12}{5}$;

d) $\sin \alpha = -\frac{1}{\sqrt{5}}$, $\cos \alpha = \frac{2}{\sqrt{5}}$, $\operatorname{tg} \alpha = -\frac{1}{2}$.

5493 A kifejezések növekvő sorrendje:

$$\sqrt{3} \cos 240^\circ = -\frac{\sqrt{3}}{2} < \lg(\cos 8\pi) = 0 < \operatorname{tg} 2010^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3} < \sin \frac{2\pi}{3} = \frac{\sqrt{3}}{2} < \frac{1}{\operatorname{ctg} 390^\circ - 1} = \frac{\sqrt{3} + 1}{2}.$$



5494 A kifejezések értelmezési tartománya:

a) $x \in \mathbb{R} \setminus \left\{ \frac{k\pi}{2} \right\}, k \in \mathbb{Z};$

b) $x \in \mathbb{R};$

c) $x \in \mathbb{R} \setminus \left\{ \frac{k\pi}{2} \right\}, k \in \mathbb{Z};$

d) $x = \frac{\pi}{2} + k\pi, k \in \mathbb{Z}.$

A kifejezések egyszerűbb alakja:

a) $\frac{1}{\sin x};$

b) $\cos x;$

c) 0;

d) 0.

5495 $\sin x = \pm \frac{\sqrt{3}}{3}.$

5496 a) $S_{100} = \frac{\sqrt{3}}{2};$

b) $S_{2010} = 0.$

5497 A Nap sugarai a Földre $55,56^\circ$ szögben esnek.

5498 A 828 m magas épületet $83,11^\circ$ szögben látjuk.

5499 a) Az emelkedő 4,37%-os.

b) A hegy 349 m magas.

5500 A két épület egymástól 34,87 m-re van.

5501 A létrával a maximális szerelési magasság 3,84 m, tehát fel tudja szerelni a mester a csillárt.

5502 A hordó 1,75-szor fordul meg a tengelye körül.

5503 A szögek szárai a szabályos háromszög szemközti oldalát két $9\sqrt{3} \cdot \operatorname{tg} 15^\circ \approx 4,18$ cm, továbbá két $9 - 9\sqrt{3} \cdot \operatorname{tg} 15^\circ \approx 4,82$ cm hosszú részekre osztják.

5504 A rombusz

a) tompaszöge $126,87^\circ;$

b) átlóinak hossza 8,95 cm és 17,88 cm.

5505 a) kerülete 79,22 cm;

b) területe $334,42 \text{ cm}^2;$

c) beírható körének sugara 8,44 cm.

5506 a) kerülete 122,46 cm;

b) területe $1131,38 \text{ cm}^2.$

5507 Ha egyenes mentén gyalogolunk, 0,66%-kal rövidebb utat tettünk volna meg.

5508 A háromszög 10 cm-es oldalával szemben levő szög $14,48^\circ.$

5509 Az asztronauták a Földet $2,28^\circ$ -os szögben látták.

5510 A hegy legalább 3149 m magas.

5511 A két kör közös

a) külső érintői $15,32^\circ;$

b) belső érintői $83,62^\circ$ szöget zárnak be.

5512 Mivel az $\frac{\vec{a}}{|\vec{a}|}$ vektor \vec{a} vektorral megegyező irányú egységvektor, és $\frac{\vec{b}}{|\vec{b}|}$ vektor \vec{b} vektorral megegyező irányú egységvektor, a két vektor rombuszt feszít ki. Mivel a rombusz átlója felezi a rombusz szögét, az $\frac{\vec{a}}{|\vec{a}|} + \frac{\vec{b}}{|\vec{b}|}$ vektor 15° -os szöget zár be \vec{a} vektorral.



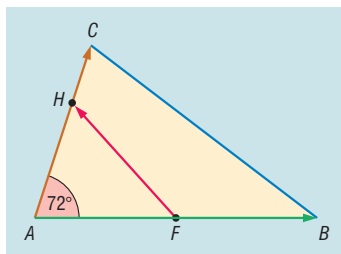
- 5513 Az ABC háromszög AB oldalának felezőpontja F , AC oldalának C -hez közelebbi harmadolópontja H .

$$\overrightarrow{FH} = \overrightarrow{AH} - \overrightarrow{AF} = \frac{2}{3} \cdot \overrightarrow{AC} - \frac{1}{2} \cdot \overrightarrow{AB}.$$

Az \overrightarrow{FH} vektor hossza koszinusztétellel az AFH háromszögben számolható:

$$FH^2 = AF^2 + AH^2 - 2 \cdot AF \cdot AH \cdot \cos 72^\circ \Rightarrow FH \approx 7,68.$$

Az AB oldal felezőpontjából az AC oldal C -hez közelebbi harmadolópontjába mutató vektor hossza 7,68 cm.



- 5514 a) A \vec{b} és \vec{c} vektorok által bezárt szög 60° . Tehát $\vec{b} \cdot \vec{c} = 1 \cdot 1 \cdot \cos 60^\circ = \frac{1}{2}$.

- b) Az $\vec{a} + \vec{b}$ vektor hossza kétszer akkora, mint az egységoldalú szabályos háromszög magassága,

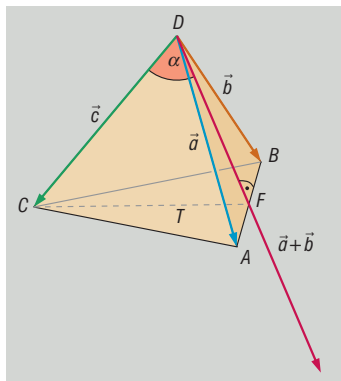
$$|\vec{a} + \vec{b}| = 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3}.$$

Az ábrán látható $ABCD$ szabályos tetraéderben az AB él felezőpontja F .

Az $\vec{a} + \vec{b}$ vektor \vec{c} vektorral bezárt szöge az $\alpha = \angle CDF$.

A CDF háromszög CD oldala egységnyi, a másik két oldala az egységnyi oldalú szabályos háromszög magassága:

$$CF = DF = \frac{\sqrt{3}}{2}.$$



Ennek az egyenlő szárú háromszögnek az alaphoz tartozó magasságát behúzva az α szögre felírható:

$$\cos \alpha = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{1}{\sqrt{3}}.$$

Így a művelet eredménye:

$$(\vec{a} + \vec{b}) \cdot \vec{c} = |\vec{a} + \vec{b}| \cdot |\vec{c}| \cdot \cos \alpha = \sqrt{3} \cdot 1 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = 1.$$

- c) Mivel egy szabályos tetraéder kitérő élei merőlegesek egymásra, az $\vec{a} - \vec{b}$ vektor merőleges a \vec{c} vektorra, tehát $(\vec{a} - \vec{b}) \cdot \vec{c} = 0$.

- 5515 a) A logaritmusfüggvény értelmezési tartománya miatt:

$$\sin x > 0 \Rightarrow 2k\pi < x < \pi + 2k\pi, \quad k \in \mathbb{Z}.$$

A tört nevezőjében nem állhat 0, ezért:

$$\cos x \neq 0 \Rightarrow x \in \mathbb{R} \setminus \left\{ \frac{\pi}{2} + l\pi \right\}, \quad l \in \mathbb{Z}.$$

A kifejezés értelmezési tartománya a két halmaz metszete:

$$x \in \left[2n\pi; \frac{\pi}{2} + 2n\pi \right[\cup \left[\frac{\pi}{2} + 2n\pi; \pi + 2n\pi \right], \quad n \in \mathbb{Z}.$$

A kifejezés egyszerűbb alakja: $\frac{2^{\log_2 \sin x}}{\cos x} = \frac{\sin x}{\cos x} = \operatorname{tg} x$.



b) A négyzetgyökjel alatt álló tört mindig pozitív értéket vesz fel. A tört nevezőjében nem állhat 0, ezért $x \neq 0$, és a ctg miatt $x \neq k\pi$, $k \in \mathbb{Z}$. A kifejezés értelmezési tartománya:

$$x \in \mathbb{R} \setminus \{k\pi\}, \quad k \in \mathbb{Z}.$$

A kifejezés egyszerűbb alakja:

$$\sqrt{\frac{1 + \operatorname{ctg}^2 x}{x^2}} = \sqrt{\frac{1 + \frac{\sin^2 x}{\cos^2 x}}{x^2}} = \sqrt{\frac{\cos^2 x + \sin^2 x}{\cos^2 x \cdot x^2}} = \frac{1}{|\cos x| \cdot |x|}.$$

5516 Mivel $\cos x$ nem 0, a kifejezés átírható a következő alakba:

$$\frac{2 \sin x + 3 \cos x}{5 \cos x - 2 \sin x} = \frac{2 \cdot \frac{\sin x}{\cos x} + 3}{5 - 2 \cdot \frac{\sin x}{\cos x}} = \frac{2 \operatorname{tg} x + 3}{5 - 2 \operatorname{tg} x}.$$

Mivel $\operatorname{tg} x = \frac{1}{\sqrt{3} - 1} = \frac{\sqrt{3} + 1}{2}$, a kifejezés tovább alakítható:

$$\frac{2 \operatorname{tg} x + 3}{5 - 2 \operatorname{tg} x} = \frac{2 \cdot \frac{\sqrt{3} + 1}{2} + 3}{5 - 2 \cdot \frac{\sqrt{3} + 1}{2}} = \frac{\sqrt{3} + 4}{4 - \sqrt{3}} = \frac{19 + 8\sqrt{3}}{13}.$$

A kifejezés értéke $\frac{19 + 8\sqrt{3}}{13}$.

5517 Az $\frac{1}{\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha + \operatorname{tg}^2 \alpha} = \frac{1}{9}$ összefüggés bal oldalát alakítva:

$$\frac{1}{\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha + \operatorname{tg}^2 \alpha} = \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} = \frac{1}{1 + \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha}} = \frac{\cos^2 \alpha}{\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = \cos^2 \alpha.$$

Ez alapján $\cos^2 \alpha = \frac{1}{9}$, amiből $\cos \alpha = \pm \frac{1}{3}$.

Ha α hegyesszög, akkor $\cos \alpha = \frac{1}{3}$, ez esetben:

$$a^2 = 10^2 + 22^2 - 2 \cdot 10 \cdot 22 \cdot \cos \alpha = 10^2 + 22^2 - 2 \cdot 10 \cdot 22 \cdot \frac{1}{3} \Rightarrow a \approx 20,91 \text{ cm}.$$

Ha α tompaszög, akkor $\cos \alpha = -\frac{1}{3}$, ez esetben:

$$a^2 = 10^2 + 22^2 - 2 \cdot 10 \cdot 22 \cdot \cos \alpha = 10^2 + 22^2 - 2 \cdot 10 \cdot 22 \cdot \left(-\frac{1}{3}\right) \Rightarrow a \approx 27,03 \text{ cm}.$$

A háromszög harmadik oldala 20,91 cm vagy 27,03 cm.

5518 Alakítsuk át a függvény hozzárendelési szabályát:

$$f(x) = -\cos^2 x + 2 \sin x - 1 = -(1 - \sin^2 x) + 2 \sin x - 1 = \sin^2 x + 2 \sin x - 2 = (\sin x + 1)^2 - 3.$$

Induljunk ki a szinuszfüggvény értékészletéből: $-1 \leq \sin x \leq 1$, vagyis $0 \leq \sin x + 1 \leq 2$.

A másodfokú függvény a nemnegatív valós számok halmazán szigorúan monoton növekvő, tehát $0 \leq (\sin x + 1)^2 \leq 4$, amiből $-3 \leq (\sin x + 1)^2 - 3 \leq 1$.

Az $f(x) = -\cos^2 x + 2 \sin x - 1$ függvény értékészlete a $[-3; 1]$ intervallum.



5519 Mivel a koszinuszfüggvény 2π szerint periodikus, így az $a_n = \cos n \cdot \frac{\pi}{6}$ sorozat tagjai is periodikusan ismétlődnek:

$$a_n = \cos n \cdot \frac{\pi}{6} = \cos \left(n \cdot \frac{\pi}{6} + 2k\pi \right) = \cos(n + 12k) \cdot \frac{\pi}{6} = a_{n+12k}, \quad n, k \in \mathbb{Z}.$$

A sorozat periódusa 12:

$$\begin{aligned} a_1 &= \cos \frac{\pi}{6} = \frac{\sqrt{3}}{2}; & a_2 &= \cos 2 \cdot \frac{\pi}{6} = \frac{1}{2}; & a_3 &= \cos 3 \cdot \frac{\pi}{6} = 0; & a_4 &= \cos 4 \cdot \frac{\pi}{6} = -\frac{1}{2}; \\ a_5 &= \cos 5 \cdot \frac{\pi}{6} = -\frac{\sqrt{3}}{2}; & a_6 &= \cos 6 \cdot \frac{\pi}{6} = -1; & a_7 &= \cos 7 \cdot \frac{\pi}{6} = -\frac{\sqrt{3}}{2}; & a_8 &= \cos 8 \cdot \frac{\pi}{6} = -\frac{1}{2}; \\ a_9 &= \cos 9 \cdot \frac{\pi}{6} = 0; & a_{10} &= \cos 10 \cdot \frac{\pi}{6} = \frac{1}{2}; & a_{11} &= \cos 11 \cdot \frac{\pi}{6} = \frac{\sqrt{3}}{2}; & a_{12} &= \cos 12 \cdot \frac{\pi}{6} = 1. \end{aligned}$$

Egy perióduson belül a 12 tag közül 4 irracionális.

Mivel $200 = 16 \cdot 12 + 8$, az irracionális tagok számát megkapjuk úgy, hogy vesszük a 16 periódus $4 \cdot 16$ számú irracionális tagját, és ehhez még hozzávesszük a soron következő $a_{193} = a_1$, $a_{197} = a_5$ és $a_{199} = a_7$ irracionális tagokat.

A sorozat első 200 tagja között tehát $4 \cdot 16 + 3 = 67$ irracionális szám van.

A 200 tag közül kettőt $\binom{200}{2}$ -féleképpen választhatunk ki. Az összes eset száma $\binom{200}{2}$. A kedvező esetek száma $\binom{67}{2}$.

Annak a valószínűsége, hogy mind a két kiválasztott szám irracionális lesz:

$$\frac{\binom{67}{2}}{\binom{200}{2}} = \frac{\frac{67 \cdot 66}{2}}{\frac{200 \cdot 199}{2}} = \frac{2211}{19900} \approx 0,11.$$

5520 a) Az inga két szélső helyzete közti elfordulás szöge egy 20 cm sugarú kör 8 cm hosszú húrjához tartozó φ középponti szög. Az ábra jelöléseit használva az ATO derékszögű háromszögből:

$$\sin \frac{\varphi}{2} = \frac{AT}{AO} = \frac{4}{20} \Rightarrow \varphi \approx 23,07^\circ.$$

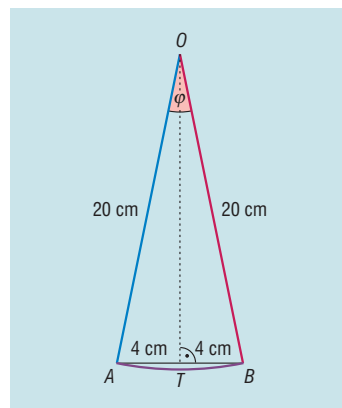
Az inga végpontja egy lengés alatt a kör AB ívhosszának megfelelő utat tesz meg:

$$i_{AB} = 2 \cdot 20 \cdot \pi \cdot \frac{\varphi}{360^\circ} = 40 \cdot \pi \cdot \frac{23,07^\circ}{360^\circ} \approx 8,05 \text{ cm}.$$

Huszonnégy óra alatt az inga végpontja

$$s = 24 \cdot 60 \cdot 50 \cdot i_{AB} = 579\,600 \text{ cm},$$

azaz megközelítőleg 5,8 km utat tesz meg.



b) A nagymutató 2 óra 20 perc alatt kétszer körbefordult, majd a 12 órás helyzetéhez képest még $360^\circ \cdot \frac{20}{60} = 120^\circ$ -ot fordult el.



A kismutató óránként 30° -ot fordul el, így a kismutató 2 óra 20 perc alatt $60^\circ + 30^\circ \cdot \frac{20}{60} = 70^\circ$ -os szöggel fordul el a 12 órás helyzetéhez képest.

A kis- és nagymutató 2 óra 20 perckor $120^\circ - 70^\circ = 50^\circ$ szöget zár be.

A két mutató végpontjának d távolságát koszinusztétellel határozhatjuk meg:

$$d^2 = 7^2 + 5^2 - 2 \cdot 7 \cdot 5 \cdot \cos 50^\circ \Rightarrow d \approx 5,39 \text{ cm.}$$

A két mutató végpontja 2 óra 20 perckor 5,39 cm távolságra van egymástól.

5521 Az ábrán látható $ABCD$ rombusz oldalainak felezőpontjai által meghatározott négyszög $EFGH$. Az ABC háromszögben EF középvonal, tehát $EF = \frac{AC}{2}$, és $EF \parallel AC$. Az ABC háromszög hasonlósága az EBF háromszöghöz, és a hasonlóság aránya $\frac{1}{2}$. Mivel hasonló síkidomok területének aránya a hasonlóság arányának a négyzete, ezért:

$$T_{EBF} = \frac{1}{4} \cdot T_{ABC}. \text{ Ugyanígyan megfontolással az } ADC \text{ háromszögben: } T_{HDG} = \frac{1}{4} \cdot T_{ADC}.$$

Ezek alapján:

$$T_{EBF} + T_{HDG} = \frac{1}{4} \cdot T_{ABC} + \frac{1}{4} \cdot T_{ADC} = \frac{1}{4} \cdot (T_{ABC} + T_{ADC}) = \frac{1}{4} \cdot T_{ABCD}.$$

Hasonlóan belátható, hogy $T_{EHA} + T_{FCG} = \frac{1}{4} \cdot T_{ABCD}$.

Ezzel bebizonyítottuk, hogy egy négyszög oldalfelezőpontjai által meghatározott négyszög területe fele az eredeti négyszög területének.

A rombusz oldalának hossza legyen a . Területe:

$$a^2 \cdot \sin 140^\circ = 2 \cdot 100 \Rightarrow a \approx 17,64.$$

A rombusz oldalának hossza 17,64 cm.

5522 Az egyenlő szárú háromszög alaphoz tartozó magassága m , szára b , az alapja pedig a hosszúságú. Ha a számtani sorozat differenciája d , akkor $m = a - d$ és $b = a + d$.

Az alaphoz tartozó magasság két egybevágó derékszögű háromszögre bontja az egyenlő szárú háromszöget.

Felírva a Pitagorasz-tételt:

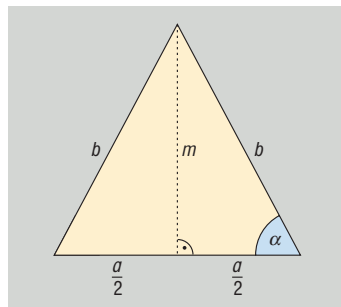
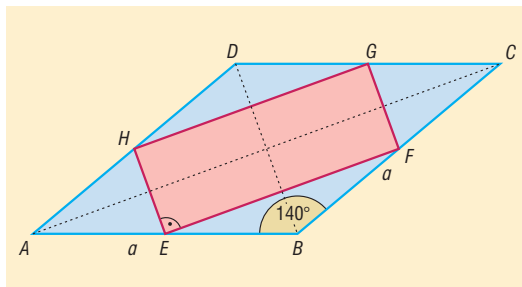
$$b^2 = m^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2, \\ (a + d)^2 = (a - d)^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2.$$

Mivel a nem lehet 0, az egyenletet rendezve az $a = 16d$ összefüggéshez jutunk.

A háromszög alapon fekvő α szögére felírható:

$$\sin \alpha = \frac{m}{b} = \frac{a - d}{a + d} = \frac{16d - d}{16d + d} = \frac{15}{17} \Rightarrow \alpha \approx 61,93^\circ.$$

A háromszög szögei $61,93^\circ$, $61,93^\circ$ és $56,14^\circ$.





5523 A szabályos sokszög beírt körének sugara legyen r , köré írt körének sugara R .

$$r^2 \cdot \pi = 108\pi \Rightarrow r = 6\sqrt{3},$$

$$R^2 \cdot \pi = 144\pi \Rightarrow R = 12.$$

A szabályos sokszög két szomszédos A és B csúcsát a sokszög O középpontjával összekötve olyan egyenlő szárú háromszöget kapunk, amelynek szára R , magassága r . A háromszög α szárszögére felírható:

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{r}{R} = \frac{6\sqrt{3}}{12} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \alpha = 60^\circ.$$

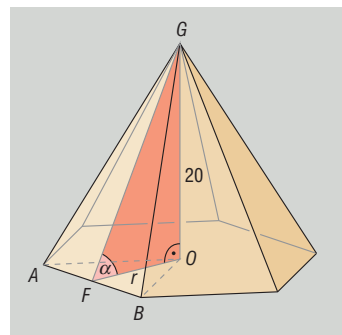
a) A szabályos sokszög $\frac{360^\circ}{60^\circ} = 6$ oldalú.

b) A szabályos hatszög oldala a köré írható körének sugara, azaz 12 cm.

c) Az ábrán látható egyenes gúla alaplapjának az oldallapjával bezárt α szöge az FOG derékszögű háromszögből:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{GO}{FO} = \frac{20}{6\sqrt{3}} \Rightarrow \alpha \approx 62,54^\circ.$$

A gúla alaplapja az oldallapjával $62,54^\circ$ -os szöget zár be.



5524 A feltétel szerint:

$$\overrightarrow{CF} = \frac{\vec{a}}{2}, \quad \overrightarrow{CE} = \frac{2\vec{b} + \vec{a}}{3}.$$

Mivel \overrightarrow{CM} és \overrightarrow{CE} vektorok egyirányúak, létezik olyan α valós szám, hogy:

$$\overrightarrow{CM} = \alpha \cdot \overrightarrow{CE} = \alpha \cdot \frac{2\vec{b} + \vec{a}}{3}.$$

A $\overrightarrow{BF} = \frac{\vec{a}}{2} - \vec{b}$, és mivel \overrightarrow{BM} és \overrightarrow{BF} vektorok egyirányúak, létezik olyan β valós szám, hogy:

$$\overrightarrow{BM} = \beta \cdot \overrightarrow{BF} = \beta \cdot \left(\frac{\vec{a}}{2} - \vec{b} \right).$$

Ugyanakkor igaz, hogy $\overrightarrow{BM} = \overrightarrow{CM} - \overrightarrow{CB}$, tehát:

$$\beta \cdot \left(\frac{\vec{a}}{2} - \vec{b} \right) = \alpha \cdot \frac{2\vec{b} + \vec{a}}{3} - \vec{b}, \quad \text{amiből átrendezés után} \quad \left(\frac{\beta}{2} - \frac{\alpha}{3} \right) \cdot \vec{a} = \left(\beta - 1 + \frac{2\alpha}{3} \right) \cdot \vec{b}.$$

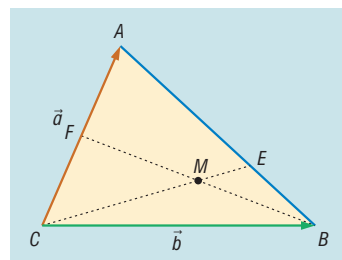
Mivel \vec{a} és \vec{b} nem párhuzamos vektorok, ez utóbbi egyenlőség csak akkor áll fenn, ha:

$$\frac{\beta}{2} - \frac{\alpha}{3} = 0 \quad \text{és} \quad \beta - 1 + \frac{2\alpha}{3} = 0.$$

Az egyenletrendszert megoldva $\beta = \frac{1}{2}$ és $\alpha = \frac{3}{4}$.

Tehát a \overrightarrow{CM} vektor az \vec{a} és \vec{b} vektorok segítségével kifejezve:

$$\overrightarrow{CM} = \alpha \cdot \frac{2\vec{b} + \vec{a}}{3} = \frac{2\vec{b} + \vec{a}}{4}.$$





5525 Az ABC szabályos háromszög oldalának hossza legyen a . Az A csúcsnak a BC oldal egyenesére vonatkozó tükröképe A' .

Legyen $\overrightarrow{AB} = \vec{b}$ és $\overrightarrow{AC} = \vec{c}$, valamint P a sík egy tetszőleges pontja. Ekkor:

$$\begin{aligned}\overrightarrow{PB} &= \vec{b} - \overrightarrow{AP}, & \overrightarrow{PC} &= \vec{c} - \overrightarrow{AP}, \\ \overrightarrow{PA} &= \overrightarrow{A'A} - \overrightarrow{A'P} = \vec{b} + \vec{c} - \overrightarrow{A'P}.\end{aligned}$$

Azokat a P pontokat keressük, amelyekre:

$$\begin{aligned}PA^2 &= PB^2 + PC^2 \Leftrightarrow (\overrightarrow{PA})^2 = (\overrightarrow{PB})^2 + (\overrightarrow{PC})^2 \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow (\vec{b} + \vec{c} - \overrightarrow{A'P})^2 = (\vec{b} - \overrightarrow{A'P})^2 + (\vec{c} - \overrightarrow{A'P})^2.\end{aligned}$$

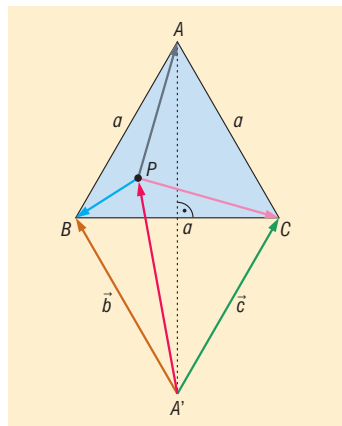
Felhasználva a skaláris szorzás disztributív tulajdonságát:

$$\begin{aligned}(\vec{b} + \vec{c} - \overrightarrow{A'P})^2 &= (\vec{b} - \overrightarrow{A'P})^2 + (\vec{c} - \overrightarrow{A'P})^2, \\ (\vec{b})^2 + (\vec{c})^2 + (\overrightarrow{A'P})^2 + 2\vec{b}\vec{c} - 2\vec{b} \cdot \overrightarrow{A'P} - 2\vec{c} \cdot \overrightarrow{A'P} &= (\vec{b})^2 - 2\vec{b} \cdot \overrightarrow{A'P} + (\overrightarrow{A'P})^2 + (\vec{c})^2 - 2\vec{c} \cdot \overrightarrow{A'P} + (\overrightarrow{A'P})^2, \\ 2\vec{b}\vec{c} &= (\overrightarrow{A'P})^2.\end{aligned}$$

A $2\vec{b} \cdot \vec{c}$ skaláris szorzat értéke:

$$2 \cdot \vec{b} \cdot \vec{c} = 2 \cdot |\vec{b}| \cdot |\vec{c}| \cdot \cos 60^\circ = 2 \cdot a \cdot a \cdot \frac{1}{2} = a^2.$$

Ez utóbbi eredményünk azt jelenti, hogy az adott tulajdonságú P pontok halmaza az A' pont köré írt a sugarú kör.



5526 A BC oldal felezőpontja legyen Z , az AE oldalé X és az AF oldalé Y .

Elég belátni, hogy a \overrightarrow{ZX} vektor a \overrightarrow{ZY} vektor $+60^\circ$ -os forgatottja.

Legyen AB oldal felezőpontja K , AC oldal felezőpontja L . Ekkor

$$\overrightarrow{ZX} = \overrightarrow{ZK} + \overrightarrow{KX}, \text{ illetve } \overrightarrow{ZY} = \overrightarrow{ZL} + \overrightarrow{LY}.$$

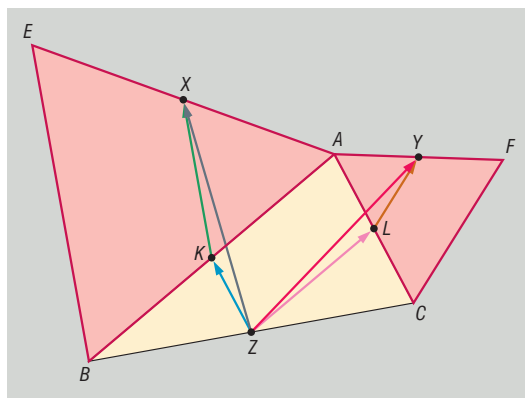
Mivel a KAX háromszög szabályos háromszög, \overrightarrow{KX} vektor \overrightarrow{KA} vektor $+60^\circ$ -os forgatottja.

Az ABC háromszög középvonala ZL , tehát $\overrightarrow{ZL} = \overrightarrow{KA}$, amiből adódik, hogy a \overrightarrow{KX} vektor a \overrightarrow{ZL} vektor $+60^\circ$ -os forgatottja.

Hasonlóan belátható, hogy \overrightarrow{ZK} vektor a \overrightarrow{LY} vektor $+60^\circ$ -os forgatottja.

Tehát a \overrightarrow{ZX} vektor \overrightarrow{ZK} és \overrightarrow{KX} összetevői a \overrightarrow{ZY} vektor \overrightarrow{LY} és \overrightarrow{ZL} összetevőinek $+60^\circ$ -os forgatottjai.

Ez azt jelenti, hogy a \overrightarrow{ZX} vektor a \overrightarrow{ZY} vektor $+60^\circ$ -os forgatottja.



5527 Alakítsuk át a kifejezést:

$$\begin{aligned}&\sqrt{\sin^4 x + 4\cos^2 x} + \sqrt{\cos^4 x + 4\sin^2 x} = \\ &= \sqrt{(1 - \cos^2 x)^2 + 4\cos^2 x} + \sqrt{(1 - \sin^2 x)^2 + 4\sin^2 x} = \\ &= \sqrt{(1 + \cos^2 x)^2} + \sqrt{(1 + \sin^2 x)^2} = 1 + \cos^2 x + 1 + \sin^2 x = 3.\end{aligned}$$



5528 Alkalmazzuk a megfelelő trigonometrikus összefüggéseket:

$$\begin{aligned} a) \quad 4 \cdot \sin\left(x + \frac{\pi}{3}\right) \cdot \sin\left(x - \frac{\pi}{3}\right) &= 4 \cdot \left(\frac{\cos\left[\left(x + \frac{\pi}{3}\right) - \left(x - \frac{\pi}{3}\right)\right] - \cos\left[\left(x + \frac{\pi}{3}\right) + \left(x - \frac{\pi}{3}\right)\right]}{2} \right) = \\ &= 4 \cdot \frac{\cos \frac{2\pi}{3} - \cos 2x}{2} = 2 \cdot \left(-\frac{1}{2} - \cos 2x \right) = -1 - 2 \cdot (1 - 2 \cdot \sin^2 x) = 4 \cdot \sin^2 x - 3; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b) \quad \operatorname{tg} 2x + \frac{1}{\cos 2x} &= \frac{\sin 2x + 1}{\cos 2x} = \frac{\sin^2 x + \cos^2 x + 2 \sin x \cdot \cos x}{\cos^2 x - \sin^2 x} = \frac{(\sin x + \cos x)^2}{(\cos x + \sin x) \cdot (\cos x - \sin x)} = \\ &= \frac{\cos x + \sin x}{\cos x - \sin x}. \end{aligned}$$

5529 Használjuk fel a két tag összegének négyzetére és köbére vonatkozó nevezetes azonosságot, valamint a $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$ összefüggést:

$$\sin^4 x + \cos^4 x = (\sin^2 x + \cos^2 x)^2 - 2 \sin^2 x \cdot \cos^2 x = 1 - 2 \sin^2 x \cdot \cos^2 x,$$

$$\begin{aligned} \sin^6 x + \cos^6 x &= (\sin^2 x + \cos^2 x)^3 - 3 \sin^4 x \cdot \cos^2 x - 3 \sin^2 x \cdot \cos^4 x = \\ &= (\sin^2 x + \cos^2 x)^3 - 3 \sin^2 x \cdot \cos^2 x \cdot (\sin^2 x + \cos^2 x) = 1 - 3 \sin^2 x \cdot \cos^2 x. \end{aligned}$$

Ez alapján a kifejezés átalakítható:

$$\begin{aligned} &(\sin^6 x + \cos^6 x) \cdot p^2 + (\sin^4 x + \cos^4 x) \cdot p - 4(\sin^4 x + \cos^4 x) = \\ &= (1 - 3 \sin^2 x \cdot \cos^2 x) \cdot p^2 + (1 - 2 \sin^2 x \cdot \cos^2 x) \cdot p - 4(1 - 2 \sin^2 x \cdot \cos^2 x) = \\ &= p^2 + p - 4 - (3p^2 + 2p - 8) \cdot (\sin^2 x \cdot \cos^2 x). \end{aligned}$$

Ez a kifejezés akkor lesz x -től független, ha $3p^2 + 2p - 8 = 0$.

Az egyenlet gyökei: $p_1 = -2$ és $p_2 = \frac{4}{3}$.

Ha a p paraméter értéke -2 vagy $\frac{4}{3}$, akkor a kifejezés értéke x -től független állandó.

5530 Az egyenlőség igazolásához elég belátni, hogy:

$$4 \cdot t \cdot \operatorname{ctg} \alpha + 4 \cdot t \cdot \operatorname{ctg} \beta + 4 \cdot t \cdot \operatorname{ctg} \gamma = a^2 + b^2 + c^2.$$

A kotangens szögfüggvény definícióját és a háromszög területére vonatkozó trigonometrikus összefüggéseket használva a bal oldal tovább alakítható:

$$\begin{aligned} &4t \cdot \operatorname{ctg} \alpha + 4t \cdot \operatorname{ctg} \beta + 4t \cdot \operatorname{ctg} \gamma = \\ &= 4 \cdot \frac{bc \cdot \sin \alpha}{2} \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} + 4 \cdot \frac{ac \cdot \sin \beta}{2} \cdot \frac{\cos \beta}{\sin \beta} + 4 \cdot \frac{ab \cdot \sin \gamma}{2} \cdot \frac{\cos \gamma}{\sin \gamma} = \\ &= 2bc \cdot \cos \alpha + 2ac \cdot \cos \beta + 2ab \cdot \cos \gamma. \end{aligned}$$

A koszinusztétel alapján:

$$\begin{aligned} &2bc \cdot \cos \alpha + 2ac \cdot \cos \beta + 2ab \cdot \cos \gamma = \\ &= (b^2 + c^2 - a^2) + (a^2 + c^2 - b^2) + (a^2 + b^2 - c^2) = a^2 + b^2 + c^2. \end{aligned}$$

Ezzel a bizonyítandó egyenlőséget beláttuk.



5531 Tekintsük a mellékelt ábra jelöléseit. A torony teteje legyen A , talppontja T , a felső $\frac{3}{5}$ része AB .

Tekintsünk egy a tornyot tartalmazó, a talaj síkjára merőleges síkot.

Vegyük AB szakasz azon látószögmögívet, amely érinti a talaj egyenesét.

Ha az AB szakasz az E és G érintési pontból α szög alatt látszik, akkor a látószögmögíven kívül lévő minden pontból α -nál kisebb szög alatt látszik.

Tehát az AB szakasz a talaj egyenesének E és G érintési pontjából látszik a legnagyobb szög alatt. Ennek a látószögmögívnak a sugara az AB szakasz F felezőpontjának T ponttól vett távolsága:

$$\frac{2}{5} \cdot 60 + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{5} \cdot 60 = 42 \text{ m.}$$

Az $ET = OF$ távolságot az OAF derékszögű háromszögből határozhatjuk meg:

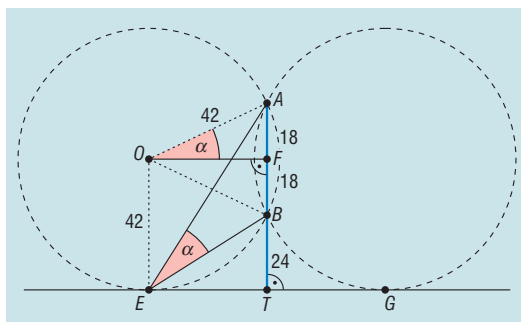
$$OF = ET = \sqrt{42^2 - 18^2} = 12\sqrt{10}.$$

A torony felső $\frac{3}{5}$ része a vízszintes síkon egy olyan kör kerületének pontjaiból látszik a legnagyobb szögben, amelynek sugara $12\sqrt{10} \approx 37,95$ m, és középpontja a torony talppontja.

Az α szög a kerületi és középponti szögek tétele alapján egyenlő az AOF szöggel, amely az AOF háromszögből számítható:

$$\sin \alpha = \frac{FA}{OA} = \frac{18}{42} \Rightarrow \alpha \approx 25,38^\circ.$$

A torony felső $\frac{3}{5}$ része a vízszintes síkon legfeljebb $25,38^\circ$ szög alatt látszik.



5532 Tekintsük a mellékelt szemantikus ábrát. A Föld középpontja legyen az O pont, a Fogadalmi templom tornyának a teteje az F , a kilátó a K pont.

A két város megközelítőleg azonos szélességi fokon van, az FOK szög nagysága: $20^\circ 09' - 18^\circ 42' = 1^\circ 27'$.

A kilátó és a templom tengerszint feletti magasságát is figyelembe véve $OK = 6367,136$ km és $OF = 6367,165$ km.

Azt kell megvizsgálni, hogy a Fogadalmi templom tornyának a teteje a kilátóhelyről nézve a látóhatár felett van-e.

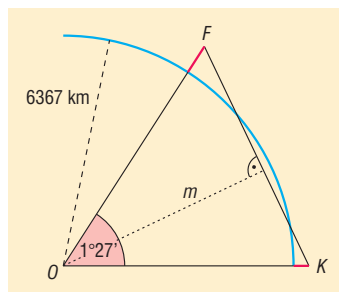
Ehhez arra a kérdésre kell válaszolnunk, hogy a Föld középpontjának a KF egyenestől mért m távolsága a Föld sugaránál kisebb vagy nagyobb.

Számítsuk ki a KOF háromszög KF oldalának hosszát koszinusztétellel: $KF \approx 161,13$ km.

A háromszög $KF = 161,13$ km hosszú oldalához tartozó m magasságának meghatározásához a háromszög területét írjuk fel kétféleképpen:

$$\frac{6367,136 \cdot 6367,165 \cdot \sin 1^\circ 27'}{2} = \frac{161,13 \cdot m}{2} \Rightarrow m \approx 6366,68 \text{ km.}$$

Mivel $m < 6367$ km, a KF egyenesnek a Föld O középpontjától való távolsága kisebb, mint a Föld sugara, tehát biztosan nem lehet látni a templom tornyát a kilátóhelyről.





Nevezetes síkidomok tulajdonságai – megoldások

5533 A háromszög-egyenlőtlenségből: $4 < c < 18$. Lehetséges értékek c -re: 5, 7, 11, 13, 17 (cm).

5534 90° , 45° és 45° .

5535 A két szögfelező $62,5^\circ$ -os szöget zár be egymással.

5536 A két magasságvonal 55° -os szöget zár be egymással.

5537 70° .

5538 Nem lehetnek. A középvonalak hossza nem elégíti ki a háromszög-egyenlőtlenséget.

5539 Az AB távolság lehetséges értékei: 9 km, 10 km, 11 km, 12 km és 13 km.

5540 a) Hamis. b) Igaz. c) Igaz. d) Hamis. e) Hamis. f) Igaz.
g) Hamis. h) Hamis. i) Igaz.

5541 Ha a kerületi szöget α , akkor a hozzá tartozó középponti szöget 2α jelöli, tehát $3\alpha = 22,5^\circ$. A keresett szögek:

$$\alpha = 7,5^\circ = \frac{\pi}{24} \text{ (rad)}, \quad 2\alpha = 15^\circ = \frac{\pi}{12} \text{ (rad)}.$$

5542 A háromszög belső szögei: 70° , 65° , 45° .

5543 a) $R = 8$ cm; b) $R = 6,5$ cm; c) $R \approx 4,58$ cm.

5544 a) derékszögű; b) tompaszögű; c) hegyesszögű; d) derékszögű.

5545 a) A másik befogó hossza körülbelül 71,69 cm, az átfogó 96,77 cm.

b) A körülírt kör sugara kb. 48,39 cm.

c) A beírt kör sugara kb. 19,96 cm.

d) Az AB oldalhoz tartozó súlyvonal 48,39 cm, a BC oldalhoz tartozó 78,71 cm, az AC oldalhoz tartozó 74,23 cm.

a	b	c	m	p	q
28	45	53	$\frac{1260}{53} \approx 23,77$	$\frac{784}{53} \approx 14,79$	$\frac{2025}{53} \approx 38,21$
$24\sqrt{5} \approx 53,67$	$12\sqrt{5} \approx 26,83$	60	24	48	12
25	$\frac{175}{24} \approx 7,29$	$\frac{625}{24} \approx 26,04$	7	24	$\frac{49}{24} \approx 2,04$
48 (vagy 55)	55 (vagy 48)	73	$\frac{2640}{73}$	$\frac{2304}{73}, \left(\frac{3025}{73}\right)$	$\frac{3025}{73}, \left(\frac{2304}{73}\right)$

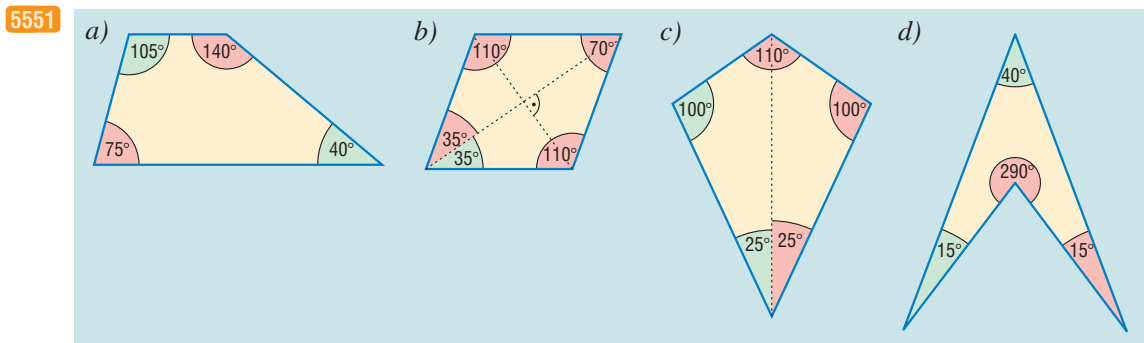
5547 Először alkalmazva a magasságtételt, ered, hogy az átfogó: $c = 10$ cm. Majd például befogótételekkel számolva: $a = 2\sqrt{5}$ cm, $b = 4\sqrt{5}$ cm.

5548 a) A szinusz-tétel alapján $\sin \alpha \approx 0,7329$. Két ilyen háromszög van. Az egyikben $\alpha \approx 47,13^\circ$, $\gamma \approx 112,87^\circ$ és $AB \approx 18,86$ cm. A másik háromszögben $\alpha \approx 132,87^\circ$, $\gamma \approx 27,13^\circ$ és $AB \approx 9,33$ cm.

b) A szinusz-tétel alapján $\sin \alpha \approx 1,0004$. Mivel $\sin \alpha \leq 1$ mindig teljesül, ezért nincsen ilyen háromszög. Ha valaki két tizedesjegyre kerekít, akkor $\sin \alpha \approx 1,00$, ezáltal α -ra 90° adódna. A hiba az, hogy a $\sin \alpha$ maximumát a közelítő érték lefelé kerekítése után kaptuk, így természetesen nem létezik ilyen háromszög.



- 5549 a) Az Andrásfalva és Csabaháza közti út hossza pontosan $\sqrt{3}$ -szorosa a Barnabásfalva és Csabaháza közti út hosszának.
 b) A két út 30° -os szöget zár be egymással.
- 5550 a) Igaz. b) Hamis. c) Hamis. d) Hamis. e) Hamis. f) Hamis.
 g) Igaz. h) Igaz. i) Hamis.



- 5552 A deltoid két oldalának hossza 61 cm, másik két oldala $\sqrt{521} \approx 22,83$ cm. A deltoid szögei $140,80^\circ$, $140,80^\circ$, $57,62^\circ$, $20,78^\circ$. A deltoid területe 880 cm^2 .
- 5553 A rombusz átlóinak hossza 8 cm és 12 cm, területe 48 cm^2 , különböző szögei $112,62^\circ$ és $67,38^\circ$.
- 5554 A paralelogramma területe 75 cm^2 . A középvonalak hossza 5,13 cm és 16,92 cm. A paralelogramma különböző szögei $59,78^\circ$ és $120,22^\circ$.
- 5555 a) Igen, a 27 oldalú sokszögek. b) Nincs ilyen sokszög.
- 5556 A sokszögnek 12 oldala van. A belső szögek összege 1800° , a külső szögek összege 360° .
- 5557 A szabályos sokszögnek 8 oldala, és így 8 szimmetriatengelye van. A sokszög belső szöge 135° .
- 5558 A sokszögnek 6 oldala van.
- 5559 A húrnégyszög szemközti szögeinek összege 180° . Mivel a deltoidnak biztosan van két egyenlő nagyságú szemközti szöge, ezért ezek csak 90° -osak lehetnek. Ha egy deltoid húrnégyszög, akkor a szimmetriaátlójával szemközti szögek 90° -osak. Ebből az is következik, hogy a négyszög köré írt kör középpontja a szimmetriaátló felezőpontja.
- 5560 a) A téglalapok; b) a rombuszok.
- 5561 Három ilyen deltoid van. Ezekben a másik két szög: 25° és 200° , 110° és 115° , illetve $112,5^\circ$ és $112,5^\circ$.
- 5562 A további belső szögek: 105° , 125° és 55° .
- 5563 Az érintőszakaszok hossza 16 cm. A két érintő hajlásszöge $73,74^\circ$.
- 5564 a) A húr a kör középpontjából $38,94^\circ$ -os szögben látszik. A szög mértéke radiánban 0,68.
 b) A húr a hosszabb körív pontjaiból $19,47^\circ$ ($0,34$ radián), a rövidebb körív pontjaiból pedig $160,53^\circ$ ($2,80$ radián) szög alatt látszik.
 c) A kisebb körcikk területe $12,23 \text{ cm}^2$, a nagyobbé $100,86 \text{ cm}^2$.
 d) A kisebb körív hossza 4,08 cm, a nagyobbé 33,62 cm.
 e) A kisebb körszelet területe $0,92 \text{ cm}^2$, a nagyobbé $112,18 \text{ cm}^2$.



5565 A háromszög S súlypontja $2 : 1$ arányban osztja fel a súlyvonalakat, amit az ábrán is bejelöltünk. A pirossal megjelölt háromszögekben a háromszög-egyenlőtlenség alapján:

$$\text{az } ADS \text{ háromszögben } \frac{2}{3}s_a + \frac{1}{3}s_c > \frac{c}{2},$$

$$\text{a } BES \text{ háromszögben } \frac{2}{3}s_b + \frac{1}{3}s_a > \frac{a}{2},$$

$$\text{a } CFS \text{ háromszögben } \frac{2}{3}s_c + \frac{1}{3}s_b > \frac{b}{2}.$$

A három egyenlőtlenség megfelelő oldalainak összege

$$s_a + s_b + s_c > \frac{1}{2} \cdot (a + b + c),$$

ez éppen a bizonyítandó egyenlőtlenség első fele.

Alkalmazzuk ismét a háromszög-egyenlőtlenséget, ezúttal:

$$\left. \begin{array}{l} \text{az } ADC \text{ háromszögben } b + \frac{c}{2} > s_c, \\ \text{az } ABE \text{ háromszögben } c + \frac{a}{2} > s_a, \\ \text{a } BCF \text{ háromszögben } a + \frac{b}{2} > s_b. \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{3}{2} \cdot (a + b + c) > s_a + s_b + s_c,$$

ami éppen a második bizonyítandó egyenlőtlenség.

5566 A háromszög két külső szögét $3x$, illetve $4x$ alakban kereshetjük. Három eset lehetséges.

- I. Ha a háromszög 65° -os szöge a $3x$ nagyságú szög mellékszöge, akkor $3x = 180^\circ - 65^\circ = 115^\circ$, ebből $x \approx 38,33^\circ$. A háromszög egy további külső szöge $4x \approx 153,33^\circ$, a mellette fekvő belső szög pedig $26,67^\circ$. A háromszög belső szögei 65° , $26,67^\circ$ és $88,33^\circ$.
- II. Ha a háromszög 65° -os szöge a $4x$ nagyságú külső szög mellékszöge, akkor $4x = 115^\circ$, $x = 28,75^\circ$. A háromszög egy további külső szöge $86,25^\circ$. A háromszög belső szögei 65° , $93,75^\circ$ és $21,25^\circ$.
- III. Ha az adott arányú külső szögek egyike sem mellékszöge a 65° -os szögnek, akkor a másik két belső szög $180^\circ - 3x$ és $180^\circ - 4x$, így a belső szögekre: $180^\circ - 3x + 180^\circ - 4x + 65^\circ = 180^\circ$. Az egyenlet megoldása $x = 35^\circ$, a háromszög belső szögei pedig 65° , 75° és 40° .

5567 a) Az ábra jelöléseit követve $AT = 5$ cm, $BT = 8$ cm, $BQ = 5$ cm. Az ABQ derékszögű háromszögben Pitagorasz tétele alapján:

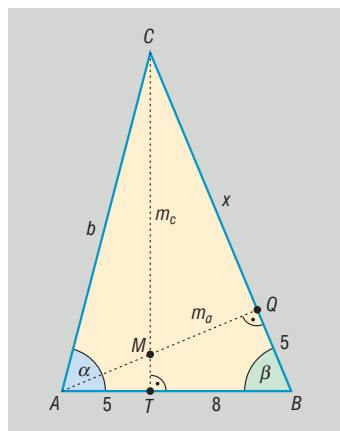
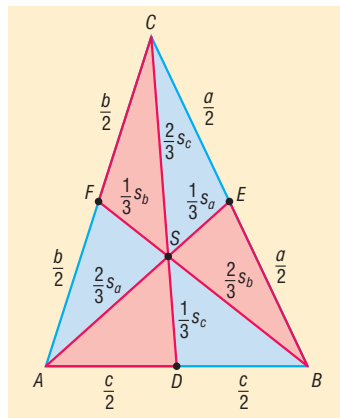
$$m_a^2 = 13^2 - 5^2 \Rightarrow m_a = 12 \text{ cm.}$$

Ha $CQ = x$, akkor a háromszög területét kétféleképpen felírva:

$$\frac{13 \cdot m_c}{2} = \frac{(x + 5) \cdot 12}{2} \Rightarrow m_c = \frac{12}{13} \cdot (x + 5).$$

Pitagorasz tételét alkalmazva, ezúttal a BCT háromszögben:

$$\begin{aligned} m_c^2 + 8^2 &= (x + 5)^2, \\ \frac{144}{169} \cdot (x + 5)^2 + 8^2 &= (x + 5)^2, \\ (x + 5)^2 &= \frac{169 \cdot 64}{25}. \end{aligned}$$





Felhasználva, hogy a bal oldalon álló hatvány alapja pozitív:

$$x + 5 = \frac{13 \cdot 8}{5} = 20,8 \text{ cm.}$$

A háromszög BC oldala 20,8 cm.

A háromszög AB oldalához tartozó magassága:

$$m_c = \frac{12}{13} \cdot (x + 5) = 19,2 \text{ cm.}$$

Az AC oldalt az ACT háromszögre felírt Pitagorasz-tétellel számolhatjuk: $b^2 = 5^2 + 19,2^2$.
A háromszög AC oldala 19,84 cm hosszúságú.

- b) A háromszög szögeit szögfüggvények segítségével célszerű kiszámolni. Az ACT háromszögben $\operatorname{tg} \alpha = \frac{19,2}{5}$, amiből $\alpha \approx 75,40^\circ$. A BCT háromszögben $\operatorname{tg} \beta = \frac{19,2}{8}$, tehát $\beta \approx 67,38^\circ$.

A háromszög szögei $75,40^\circ$, $67,38^\circ$ és $37,22^\circ$.

- 5568 a) Az ABC háromszög S súlypontja a súlyvonalakat a csúctól számítva 2:1 arányban osztja. Mivel a CT súlyvonal hossza $CT = \sqrt{55} \approx 7,42$ cm, ezért:

$$CS = \frac{2}{3} \cdot CT = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{55} \approx 4,94 \text{ cm.}$$

A súlypont a C csúctól 4,94 cm távolságra található.

- b) Az MAT és az MCE szögek szárai páronként merőlegesek egymásra, ezért a két szög ugyanakkora, az ábra jelöléseivel: $MAT = MCE = \alpha$. Ekkor viszont az MAT és BCT háromszögek szögei páronként megegyeznek, ezért a háromszögek hasonlóak. A megfelelő oldalaik arányára:

$$\frac{MT}{AT} = \frac{BT}{CT} \Rightarrow \frac{MT}{3} = \frac{3}{\sqrt{55}}.$$

Az MT távolságra $MT \approx 1,21$ cm adódik, ezért az ABC háromszög magasságpontja a C csúctól $7,42 - 1,21 = 6,21$ cm távolságra van.

- c) Az ABC háromszögbe írt kör Q középpontja illeszkedik a belső szögfelezőkre. Az ABC háromszög B csúcsánál lévő β szögre:

$$\cos \beta = \frac{BT}{BC} = \frac{3}{8} \Rightarrow \beta \approx 67,98^\circ.$$

Ha a háromszögbe írt kör sugara $QT = r$, akkor a QBT derékszögű háromszögben:

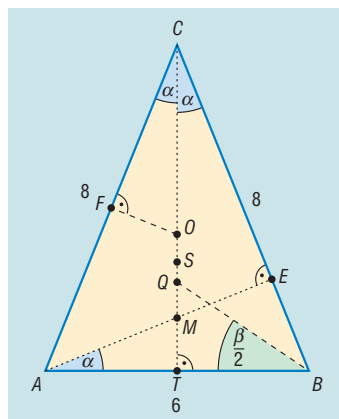
$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{r}{3}, \quad \text{így} \quad r \approx 2,02 \text{ cm.}$$

A Q pont a C csúctól $7,42 - 2,02 = 5,40$ cm távolságra van.

- d) A háromszög köré írt kör O középpontja illeszkedik az oldalfelező merőlegesekre. Ha az AC oldal felezőpontja F , akkor a COF háromszög derékszögű, és α hegyesszöge megegyezik a CAT háromszög megfelelő hegyesszögével. A két háromszög így hasonló, amiből:

$$\frac{CO}{CF} = \frac{CA}{CT} \Rightarrow \frac{CO}{4} = \frac{8}{\sqrt{55}} \Rightarrow CO \approx 4,31 \text{ cm.}$$

A körülírt kör középpontja 4,31 cm távolságra található a C csúctól.





- 5569** Az épület tetejét B , talppontját A , az első megfigyelési pontot D jelöli az ábrán. Ha a D ponttól számítva még 30 métert távolodunk az épülettől, akkor olyan C pontba jutunk, ahonnan a B ponthoz tartozó emelkedési szög (amely váltószöge a hozzá tartozó depressziós szögnek) 26° . Ha az épület magassága x , akkor az ADB és ACB derékszögű háromszögekből:

$$\operatorname{tg} 42^\circ = \frac{x}{AD} \quad \text{és} \quad \operatorname{tg} 26^\circ = \frac{x}{AD + 30}.$$

Mindkét egyenletből kifejezve AD -t, azt kapjuk, hogy:

$$\frac{x}{\operatorname{tg} 42^\circ} = \frac{x}{\operatorname{tg} 26^\circ} - 30.$$

A kapott egyenlet megoldása:

$$x = \frac{30 \cdot \operatorname{tg} 26^\circ \cdot \operatorname{tg} 42^\circ}{\operatorname{tg} 42^\circ - \operatorname{tg} 26^\circ} \approx 31,93 \text{ m.}$$

Az épület magassága 31,93 méter.

- 5570** Az ábrán a hegy csúcsát C , a felhő helyét F , a felhő tükörképét a tóban F' jelöli. A tó tükrenek szintje legyen az e egyenes, amely az FF' szakasz felezőmerőlegese.

Az FBC háromszögben:

$$\operatorname{tg} 28^\circ = \frac{x}{y}.$$

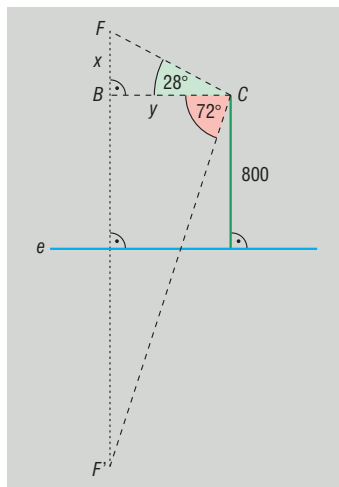
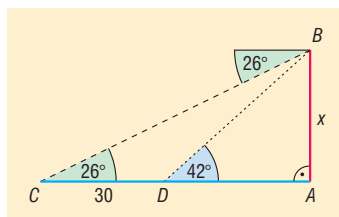
Az $F'BC$ háromszögben:

$$\operatorname{tg} 72^\circ = \frac{x + 1600}{y}.$$

Az egyenletrendszer megoldva:

$$x = \frac{1600 \cdot \operatorname{tg} 28^\circ}{\operatorname{tg} 72^\circ - \operatorname{tg} 28^\circ} \approx 334,15.$$

A felhő a hegycsúcs felett 334 méterre van.



- 5571** Tekintsük az ábra jelöléseit. A lejtős út elejét jelölje A , a végét B , az emlékoszlop tetejét az M pont.

Az ABM háromszögben ismert az AB oldal: $AB = 100$ m, és a rajta levő két szög:

$$\angle BAM = 4,2^\circ,$$

$$\angle ABM = 90^\circ - 18,3^\circ = 71,7^\circ.$$

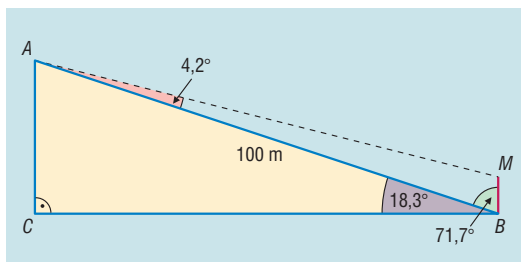
A háromszög harmadik szöge:

$$180^\circ - 4,2^\circ - 71,7^\circ = 104,1^\circ.$$

Az ABM háromszögben felírva a szinusztételt, az emlékoszlop MB magassága meghatározható:

$$\frac{MB}{100} = \frac{\sin 4,2^\circ}{\sin 104,1^\circ} \Rightarrow MB \approx 7,55 \text{ m.}$$

Az emlékoszlop 7,55 m magas.





- 5572 Az ABC háromszögben a koszinusztétel alapján:

$$35^2 = 25^2 + 30^2 - 2 \cdot 25 \cdot 30 \cdot \cos \alpha,$$

$$\cos \alpha = 0,2,$$

$$\alpha \approx 78,46^\circ.$$

Az élményfürdő az AB oldal F felezőpontjába kerül, ezért a feladat az ABC háromszög CF súlyvonalának hosszát kérdezi. Az ACF háromszögben ismét a koszinusztétel alapján:

$$CF^2 = 25^2 + 15^2 - 2 \cdot 25 \cdot 15 \cdot \cos 78,46^\circ,$$

$$CF \approx 26,5 \text{ km}.$$

A tervezett útszakasz hossza 26,5 km.

- 5573 a) A társaság útját az ábra mutatja. A B pontban a fordulás szöge az ABC háromszög külső szöge. Az ABC háromszögben a koszinusztétel alapján:

$$AC^2 = 70^2 + 40^2 - 2 \cdot 70 \cdot 40 \cdot \cos 150^\circ.$$

A műveletek elvégzése után $AC \approx 106,5$, azaz a társaság a kiinduló helyétől légvonalban 106,5 km távolságra került.

- b) Az ABC háromszögben ezúttal a szinusztétel alapján:

$$\frac{\sin BAC}{\sin 150^\circ} = \frac{40}{106,5} \Rightarrow \sin BAC \approx 0,1878.$$

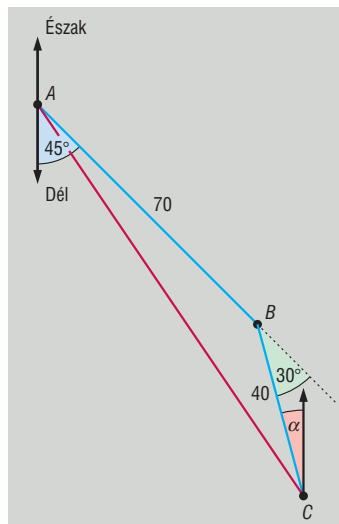
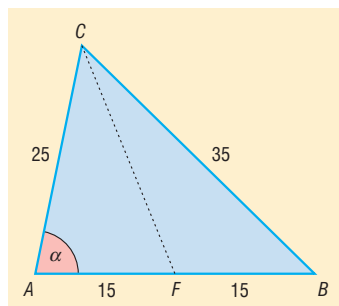
Mivel a BAC egészen biztosan hegyesszög, ezért:

$$BAC \approx 10,82^\circ.$$

A pihenőhelyet a kiindulási hellyel összekötő egyenes út

$$\alpha = 45^\circ - 10,82^\circ = 34,18^\circ\text{-os}$$

szöget zárna be az északi iránnyal.



- 5574 a) A 14 cm oldalú négyzetből kivágható legnagyobb kör sugara 7 cm. A szabályos tizenkétszög egy oldalához tartozó középponti szög 30° . Ebből következik, hogy az ábra jelölései alapján:

$$\sin 15^\circ = \frac{\frac{AB}{2}}{7} = \frac{AB}{14}, \quad \text{ahonnan} \quad AB \approx 3,62 \text{ cm}.$$

A legnagyobb kivágható szabályos tizenkétszög oldala 3,62 cm.

- b) A kör alakú kartonlap területe:

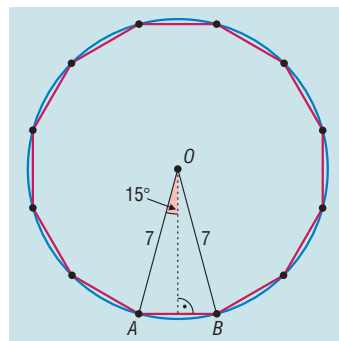
$$T_{\text{kör}} = 49\pi \approx 153,94 \text{ cm}^2.$$

A tizenkétszög területe az ABO háromszög területének 12-szerese, azaz:

$$T_{12} = 12 \cdot \frac{7 \cdot 7 \cdot \sin 30^\circ}{2} = 147 \text{ cm}^2.$$

Mivel $\frac{T_{12}}{T_{\text{kör}}} \approx 0,9549$, ezért a kör alakú kartonnak $100 - 95,49 = 4,51\%$ -a vész kárba.

- c) A négyzet területe 196 cm^2 , ezért $\frac{196 - 147}{196} = \frac{1}{4}$ -ed része, azaz 25% -a vész kárba.





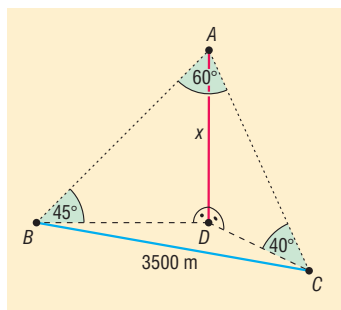
- 5575** Jelölje a hegy csúcsát A , az A pontnak az autótűt síkjára eső vetületét D , a településeket B és C . Ha a hegy magassága x , akkor az ABD derékszögű háromszögben $\sin 45^\circ = \frac{x}{AB}$, ebből $AB = x\sqrt{2}$. Az ACD derékszögű háromszögben $\sin 40^\circ = \frac{x}{AC}$, amiből pedig $AC = \frac{x}{\sin 40^\circ}$.

Végül az ABC háromszögben a koszinusztétel alapján:

$$BC^2 = (x\sqrt{2})^2 + \left(\frac{x}{\sin 40^\circ}\right)^2 - 2 \cdot (x\sqrt{2}) \cdot \frac{x}{\sin 40^\circ} \cdot \cos 60^\circ.$$

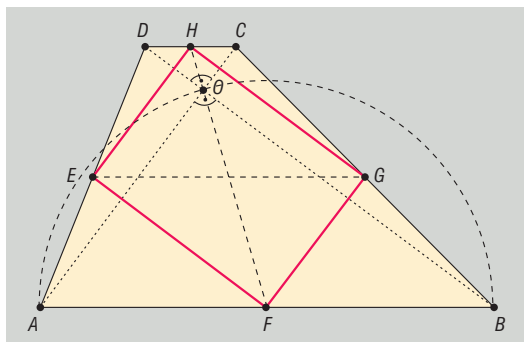
Felhasználva, hogy $BC = 3500$ m, a műveletek elvégzése után $x \approx 2349$ m adódik.

A hegy csúcsa az út síkja felett 2349 m magasságban van.



- 5576** a) A hosszabb alap 10 cm, a szárakat összekötő középvonal (az ábrán EG) hossza 6 cm.

b) Thalész tételének megfordítása alapján az O pont illeszkedik az AB szakasz fölé emelt Thalész-körre, ezért ha F az AB szakasz felezőpontja, akkor FO a kör sugara, azaz $FO = 5$ cm. Ugyanígy látható, hogy HO a CD alap felével egyenlő: $HO = 1$ cm. Az ABO és CDO derékszögű háromszögek hasonlóak, az O pontra vonatkozó középpontos hasonlósággal egymásba vihetők, amiből következik, hogy az F , O és H pontok egy egyenesre illeszkednek. Ebből adódóan az FH középvonal hossza: $FH = FO + HO = 6$ cm.



c) A középvonalak végpontjai az $EFGH$ paralelogrammát fogják közre. Mivel EF a BDA_Δ , GH pedig a BDC_Δ középvonala, ezért mindkét szakasz párhuzamos a BD átlóval. Hasonlóan igazolható, hogy az EH és FG szakaszok párhuzamosak az AC átlóval. A feltételek alapján a trapéz átlói merőlegesegek egymásra, ezért az $EFGH$ négyszög oldalai is, azaz $EFGH$ téglalap.

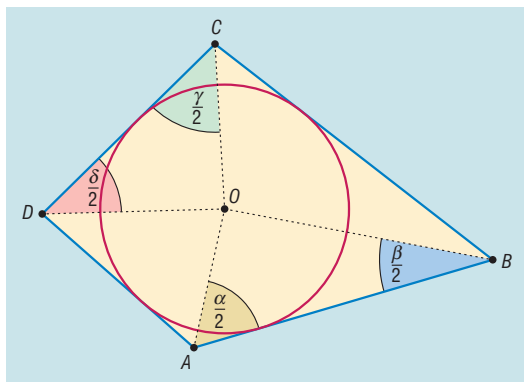
- 5577** a) A szögfelezők közös pontja a négyszög mind a négy oldalától ugyanakkora távolságra van, ezért a négyszögnek van beírt köre, vagyis érintőnégyszögről van szó.

b) Az $ABCD$ négyszög szögeit a szokásos módon jelöljük. Az ABO háromszögben:

$$\angle AOB = 180^\circ - \left(\frac{\alpha}{2} + \frac{\beta}{2}\right),$$

valamint a CDO háromszögben:

$$\angle COD = 180^\circ - \left(\frac{\gamma}{2} + \frac{\delta}{2}\right).$$



A két szöget összeadva, és felhasználva, hogy a négyszög belső szögeinek összege 360° :

$$\angle AOB + \angle COD = 360^\circ - \left(\frac{\alpha}{2} + \frac{\beta}{2} + \frac{\gamma}{2} + \frac{\delta}{2}\right) = 360^\circ - \frac{360^\circ}{2} = 180^\circ.$$

Megjegyzés: Az érintőnégyszögben természetesen $\angle BOC + \angle DOA = 180^\circ$ is teljesül.



- 5578 a) Az $OAQB$ négyszög minden oldala 3 cm, ezért a négyszög rombusz. Az ábra jelöléseit követve az OTB derékszögű háromszögben:

$$BT^2 = OB^2 - OT^2 = 3^2 - \left(\frac{5}{2}\right)^2 = \frac{11}{4},$$

$$\text{ebből } BT = \frac{\sqrt{11}}{2} \approx 1,66 \text{ cm.}$$

Az $OAQB$ rombusz területe:

$$\frac{5 \cdot 3,32}{2} = 8,29 \text{ cm}^2.$$

- b) Az OTB_{Δ} -ben $\cos \alpha = \frac{2,5}{3}$, amiből $\alpha = 33,56^\circ$. A körök közös része két olyan 3 cm sugarú kör-szelet egyesítéséből áll, amelyekhez $2\alpha = 67,12^\circ$ középponti szög tartozik. Az OA és OB sugarak által határolt körcikk területe:

$$t = \frac{3^2 \cdot \pi}{360^\circ} \cdot 2\alpha \approx 5,27 \text{ cm}^2.$$

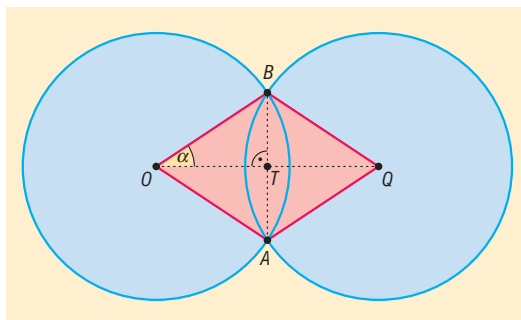
A megfelelő körszelet területe:

$$t - t_{OAB} \approx 5,27 - \frac{8,29}{2} = 1,125 \text{ cm}^2.$$

A két kör közös részének területe $2,25 \text{ cm}^2$.

A közös rész kerülete két egybevágó körív hosszából áll: $K \approx 2 \cdot \frac{2 \cdot 3 \cdot \pi}{360^\circ} \cdot 67,12^\circ \approx 7,03 \text{ cm}.$

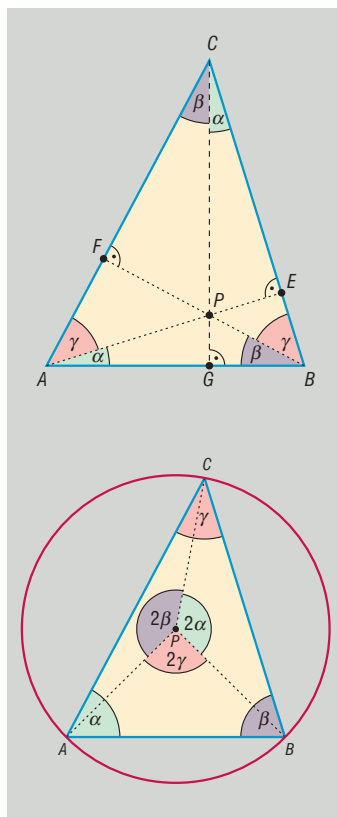
- c) A megfelelő látószög $180^\circ - \alpha \approx 146,44^\circ$.



- 5579 a) A feltételek szerint az ábrán azonos módon megjelölt szögek megegyeznek. Az ABC_{Δ} belső szögeinek összegére felírható: $2\alpha + 2\beta + 2\gamma = 180^\circ$, amiből $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$. Ha a P ponton és a háromszög egy-egy csúcsán átmenő egyenesek a háromszög oldalait az E, F és G pontokban metszik (ld. ábra), akkor például az ACG_{Δ} -ben az A és C csúcsoknál lévő szögek összege $\gamma + \alpha + \beta = 90^\circ$, ezért a háromszög derékszögű, és a CP egyenes merőleges AB -re. Ugyanígy látható, hogy AP merőleges BC -re, és BP merőleges AC -re. A P pont tehát az ABC_{Δ} magasságpontja. Fordítva: az ABC_{Δ} magasságpontja nyilván mindhárom feltételt kielégíti.

- b) Ha a P pont az ABC_{Δ} köré írt kör középpontja, akkor a kerületi és középponti szögek tétele értelmében a szögekre vonatkozó összes feltétel teljesül. Megmutatjuk, hogy a körülírt kör középpontján kívül más pont nem tehet eleget egyidejűleg mindhárom feltételnek.

Az első feltétel alapján ugyanis a P pont illeszkedik az AB szakasz 2γ szögű látószögmérvőjére (pontosabban a háromszög belsejébe eső körívre). A második feltétel szerint a P pont rajta van a BC szakasz 2α szögű látószögmérvőjén is. A két körívnek a B pont közös pontja, így ezen kívül már csak egy közös pontjuk lehet, ez pedig éppen a P pont. Ugyanakkor korábbi megjegyzésünk alapján a körülírt kör középpontja szintén rajta van mindkét körön, ezért P és a középpont szükegképpen megegyezik. Nyilvánvaló, hogy ekkor P a harmadik oldal megfelelő látószögmérvőjén is rajta van.



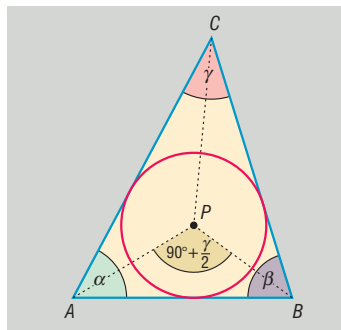


- c) A P pont egybeesik az ABC_{Δ} beírt körének középpontjával. Előbb megmutatjuk, hogy a beírt kör középpontja eleget tesz a feltételeknek. Valóban, ha P a beírt kör középpontja, akkor az ABP_{Δ} szögeinek összege

$$\frac{\alpha}{2} + \frac{\beta}{2} + APB \sphericalangle = 180^\circ \Rightarrow APB \sphericalangle = 90^\circ + \frac{\gamma}{2}.$$

A másik két feltétel teljesülése hasonló módszerrel igazolható.

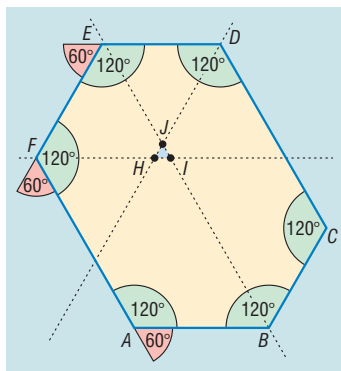
A b) feladatban ismertett módszer értelemszerű módosításával igazolható, hogy a beírt kör középpontján kívül más pont nem tehet egyidejűleg eleget mindhárom feltételnek.



- 5580** a) A hatszög minden szöge 120° , külső szögei 60° -osak, ezért az ábra jelölései alapján az ED és AB oldalegyenesek egymással $60^\circ + 60^\circ + 60^\circ = 180^\circ$ -os szöget zárnak be, ezért $ED \parallel AB$. Ugyanígy bizonyítható, hogy $EF \parallel BC$, és $FA \parallel CD$.

- b) Húzzunk párhuzamost az F ponton keresztül AB -vel (és így persze ED -vel is), a B ponton át FA -val (és CD -vel), végül a D ponton át EF -fel (és BC -vel). A keletkező egyenesek a HIJ_{Δ} -et fogják közre (ld. ábra). Ebben a háromszögben a H csúcsnál lévő belső szög szárai páronként ellentétes irányúak az $ABCDEF$ hatszög E csúcánál lévő, az ábrán megjelölt külső szög száraival, így a két szög váltószög. Ebből következik, hogy a HIJ_{Δ} H csúcánál 60° -os szög található. A háromszög J csúcánál található belső szög, valamint a hatszög F csúcánál lévő külső szög egyállású, ezért a HIJ_{Δ} J csúcánál is 60° -os szög van. Ebből már következik, hogy a HIJ_{Δ} szabályos. Látható, hogy az $ABCDEF$ hatszög az $ABIF$, $BCDJ$, $DEFH$ paralelogrammákra, valamint a HIJ szabályos háromszögre bontható.

- c) A paralelogramma szemközti oldalai egyenlők, ezért $FI = AB$ és $FH = ED$, amiből következik, hogy $HI = FI - FH = AB - ED$. Hasonlóan: $JI = BJ - BI = CD - AF$ és $JH = HD - JD = FE - BC$. Mivel a HIJ_{Δ} oldalai egyenlők, ezért $AB - ED = CD - AF = FE - BC$, így az $ABCDEF$ hatszög szemközti oldalai hosszának különbsége megegyezik.



- 5581** Az $E'F'C'$, $F'D'A$ és $D'E'B_{\Delta}$ -ekben a koszinusz-tétel alapján:

$$x^2 = \frac{9}{4}b^2 + \frac{1}{4}a^2 - 2 \cdot \frac{3}{2}b \cdot \frac{1}{2}a \cdot \cos(180^\circ - \gamma),$$

$$y^2 = \frac{9}{4}c^2 + \frac{1}{4}b^2 - 2 \cdot \frac{3}{2}c \cdot \frac{1}{2}b \cdot \cos(180^\circ - \alpha),$$

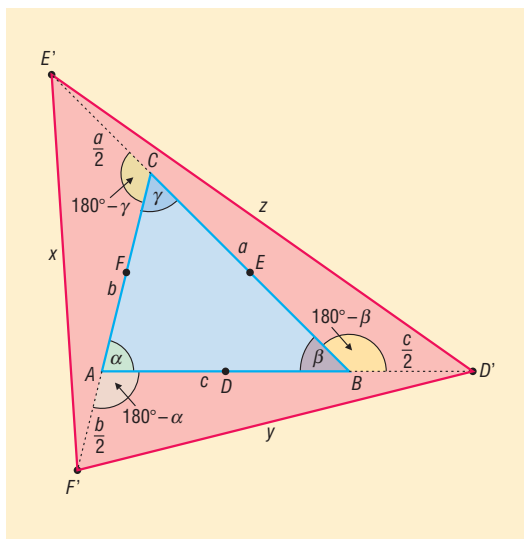
$$z^2 = \frac{9}{4}a^2 + \frac{1}{4}c^2 - 2 \cdot \frac{3}{2}a \cdot \frac{1}{2}c \cdot \cos(180^\circ - \beta).$$

Mivel $\cos(180^\circ - x) = -\cos x$, ezért:

$$x^2 = \frac{9}{4}b^2 + \frac{1}{4}a^2 + \frac{3}{2}ba \cdot \cos \gamma,$$

$$y^2 = \frac{9}{4}c^2 + \frac{1}{4}b^2 + \frac{3}{2}cb \cdot \cos \alpha,$$

$$z^2 = \frac{9}{4}a^2 + \frac{1}{4}c^2 + \frac{3}{2}ac \cdot \cos \beta.$$





Ha az ABC_{Δ} a megfelelő oldalra felírt koszinusztételből kifejezzük az utolsó tagokban szereplő szorzatokat, akkor kapjuk, hogy:

$$ba \cdot \cos \gamma = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2}, \quad cb \cdot \cos \alpha = \frac{c^2 + b^2 - a^2}{2}, \quad ac \cdot \cos \beta = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2}.$$

A kapott összefüggéseket visszahelyettesítve az x , y , z oldalak négyzetét tartalmazó sorokba:

$$x^2 = 3b^2 + a^2 - \frac{3}{4}c^2, \quad y^2 = 3c^2 + b^2 - \frac{3}{4}a^2, \quad z^2 = 3a^2 + c^2 - \frac{3}{4}b^2.$$

A megfelelő oldalak összege:

$$x^2 + y^2 + z^2 = \frac{13}{4} \cdot (a^2 + b^2 + c^2) \Rightarrow \frac{x^2 + y^2 + z^2}{a^2 + b^2 + c^2} = \frac{13}{4}.$$

- 5582** a) Az A csúcsból induló szögfelező a BC oldalt az F pontban metszi (ld. ábra). Az ABC_{Δ} területére:

$$T_{ABC} = T_{ABF} + T_{CAF},$$

$$\frac{b \cdot c \cdot \sin \alpha}{2} = \frac{c \cdot f_a \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}{2} + \frac{b \cdot f_a \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}{2}.$$

Mivel $\sin \alpha = 2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$, ezért $\sin \frac{\alpha}{2}$ -vel történő egyszerűsítés után:

$$bc \cdot 2 \cdot \cos \frac{\alpha}{2} = c \cdot f_a + b \cdot f_a, \quad \text{ebből} \quad f_a = \frac{2bc \cdot \cos \frac{\alpha}{2}}{b + c},$$

tehát éppen a bizonyítandó összefüggést kapjuk.

- b) Az a) feladat ábrájának jelöléseit követve a szögfelezőtétel alapján:

$$\frac{BF}{FC} = \frac{c}{b} \Rightarrow \frac{BF}{a - BF} = \frac{c}{b} \Rightarrow BF = \frac{ac}{b + c}.$$

Az ABF_{Δ} -ben a koszinusztétel alapján:

$$f_a^2 = c^2 + \left(\frac{ac}{b + c}\right)^2 - 2 \cdot c \cdot \frac{ac}{b + c} \cdot \cos ABF \sphericalangle.$$

A fenti összefüggésben szereplő $ABF \sphericalangle$ koszinuszát kifejezhetjük az ABC_{Δ} oldalai segítségével. Ennek érdekében a koszinusztételt ezúttal az ABC_{Δ} -ben is felírjuk:

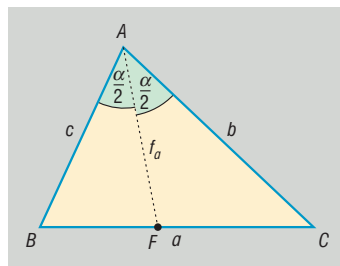
$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cdot \cos ABF \sphericalangle \Rightarrow \cos ABF \sphericalangle = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac}.$$

Ha a kapott összefüggést a szögfelező négyzetét tartalmazó egyenlőségbe visszahelyettesítjük, akkor:

$$f_a^2 = c^2 + \left(\frac{ac}{b + c}\right)^2 - 2c \cdot \frac{ac}{b + c} \cdot \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac}.$$

Az egyszerűsítések elvégzése és közös nevezőre hozás után:

$$f_a^2 = \frac{c^2 \cdot (b + c)^2 + a^2 c^2 - c \cdot (b + c) \cdot (a^2 + c^2 - b^2)}{(b + c)^2}.$$





A számlálóban végezzük el a kijelölt műveleteket:

$$f_a^2 = \frac{b^2c^2 + 2bc^3 + c^4 + a^2c^2 - a^2bc - a^2c^2 - c^3b - c^4 + b^3c + b^2c^2}{(b+c)^2} = \frac{2b^2c^2 + bc^3 - a^2bc + b^3c}{(b+c)^2}.$$

Vegyük észre, hogy a számlálóban bc kiemelhető, így kapjuk, hogy:

$$f_a^2 = \frac{bc \cdot (2bc + c^2 - a^2 + b^2)}{(b+c)^2} = \frac{bc \cdot ((b+c)^2 - a^2)}{(b+c)^2}.$$

Éppen ezt kellett igazolnunk.

5583 Az $EGCF$ négyszög húrnégyszög. Mivel az F pont az ADE háromszög köré írt kör egy pontja, ezért az $ADEF$ négyszög húrnégyszög, így követve az ábra jelöléseit:

$$\angle DEF = 180^\circ - \alpha.$$

Ugyanígy húrnégyszög a $BDEG$ négyszög is, így:

$$\angle DEG = 180^\circ - \beta.$$

Ekkor az $EGCF$ négyszögben az E csúcsnál lévő szög:

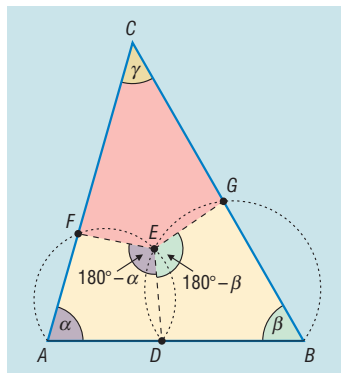
$$\angle FEG = 360^\circ - (180^\circ - \alpha) - (180^\circ - \beta) = \alpha + \beta.$$

Az $EGCF$ négyszög E és C csúcsainál lévő szögek összege:

$$\angle FEG + \angle FCG = \alpha + \beta + \gamma = 180^\circ,$$

hiszen éppen az ABC háromszög szögeinek összegét kapjuk.

A húrnégyszögek tételének megfordítása alapján az $EGCF$ négyszög valóban húrnégyszög.

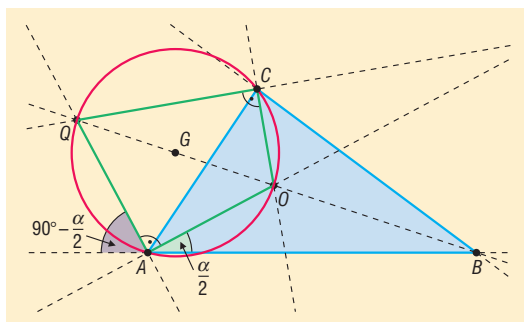


5584 a) A háromszögbe írt kör O középpontja illeszkedik az A és B csúcsokból induló szögfelezőre, ezért például:

$$\angle OAB = \frac{\alpha}{2}.$$

Az AC oldalhoz írható kör Q középpontja illeszkedik a B csúcsnál található belső szögfelezőjére, valamint az A és C csúcsoknál található külső szögek szögfelezőjére. Ezért a QA egyenes az AB oldalegyenessel

$90^\circ - \frac{\alpha}{2}$ szöget zár be. Ekkor viszont $\angle QAO = 90^\circ$.



Ugyanígy látható be, hogy az $AOCQ$ négyszög C csúcsánál is 90° -os szög van.

A húrnégyszögek tételének megfordítása alapján az $AOCQ$ négyszög húrnégyszög.

Megjegyzés: A háromszög egy belső szögének felezője mindig merőleges a szomszédos külső szög felezőjére.

b) Az $AOCQ$ négyszög köré írt kör egybeesik az OQ szakasz Thalész-körével, ezért G középpontja az OQ szakasz felezőpontja.



Koordináta-geometria – megoldások

5585 a) $(27; -14)$; b) $\vec{a} \cdot \vec{b} = -29$; c) $|\vec{a}| = 5$, $|\vec{b}| = \sqrt{53}$.

d) A két vektor hajlásszöge $142,82^\circ$.

e) $\frac{\vec{a}}{|\vec{a}|} = -\frac{3}{5}\mathbf{i} + \frac{4}{5}\mathbf{j}$, és $\frac{\vec{b}}{|\vec{b}|} = \frac{7}{\sqrt{53}}\mathbf{i} - \frac{2}{\sqrt{53}}\mathbf{j}$. Mindkét vektor hossza 1.

5586 A \vec{v} vektorral párhuzamos vektorok: \vec{a} , \vec{c} . A \vec{v} vektorra merőleges vektorok: \vec{b} , \vec{d} .

5587 a) $\vec{a} \cdot \vec{b} = 0$, a két vektor merőleges egymásra.

b) $\vec{a} \cdot \vec{b} = 13$, a két vektor hegyesszöget zár be egymással.

c) $\vec{a} \cdot \vec{b} = -2$, a két vektor tompaszöget zár be egymással.

5588 a) $AB = 4\sqrt{10} \approx 12,65$. A felezőpont $F(-1; 1)$, a harmadolópontok pedig $\left(-3; \frac{5}{3}\right)$ és $\left(1; \frac{1}{3}\right)$.

b) $AB = 2\sqrt{13} \approx 7,21$. A felezőpont $F(6; 2)$, a harmadolópontok pedig $\left(\frac{16}{3}; 1\right)$ és $\left(\frac{20}{3}; 3\right)$.

5589 a) Mivel $AB = 5\sqrt{2}$, $AC = BC = 5$, ezért a háromszög egyenlő szárú. Pitagorasz tételének megfordítása alapján a háromszög derékszögű, mivel $AC^2 + BC^2 = AB^2$.

b) A háromszög súlypontja $S\left(\frac{7}{3}; -\frac{1}{3}\right)$.

c) Az ABC háromszög köré írt kör egyenlete $\left(x - \frac{5}{2}\right)^2 + \left(y + \frac{3}{2}\right)^2 = \frac{25}{2}$.

5590 A keresett pont a háromszög súlypontja, melynek koordinátái $S(3; 2)$.

5591 a) A két falu távolsága 7,62 km.

b) A buszmegálló a $\left(-\frac{5}{3}; -1\right)$ koordinátájú pontban található.

c) Az összekötő út egyenlete $-3x + 7y = -2$.

d) Az út csak a C pontban található településen halad keresztül.

e) $23,20^\circ$ -ot.

5592 a) $x + 7y = 11$; b) $y + 2 = \sqrt{3}(x - 7)$; c) $3x + 4y = -17$; d) $2x + 5y = 11$;

e) $y = \frac{7}{3}x$; f) $x = -6$; g) $3x - 2y = 3$; h) $x + 4y = 18$.

5593 a) $x + y = 1$; b) $y = 3x - 1$; c) $y = 1$; d) $x - 5y = 13$.

5594 Két ilyen egyenes van. Ezek egyenlete $y = x - 3$, illetve $y = -x - 1$.

5595 a) $x + 5y = 22$, illetve $y = 5x + 20$; b) $y = 5$, illetve $x = -3$;
c) $x = -3$, illetve $y = 5$; d) $y = 4x + 17$, illetve $x + 4y = 17$.

5596 Az adott egyenletű egyenesre merőleges egyenesek: a és b . Az egyenessel csak a d egyenes párhuzamos.

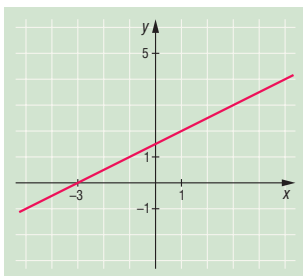


5597 a) $(-2; 0)$ és $(5; 0)$;

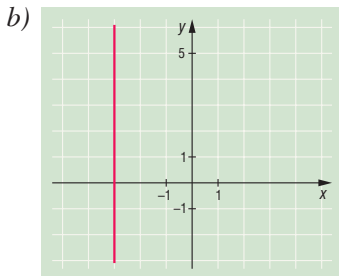
b) $(0; -10)$ és $(0; 1)$;

c) $(-4; -3)$ és $(7; -6)$.

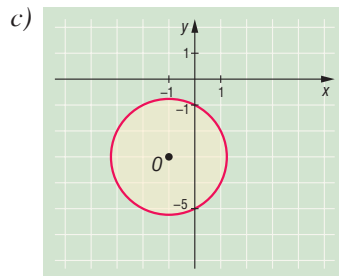
5598 a)



$\vec{v}(2; 1)$, $\vec{n}(1; -2)$,
 $m = \frac{1}{2}$, $\alpha \approx 26,57^\circ$;

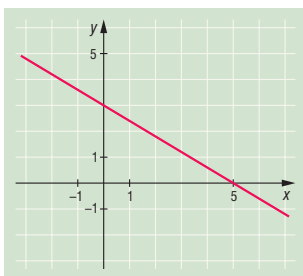


$\vec{v}(0; 1)$, $\vec{n}(1; 0)$,
nincs meredekség, $\alpha = 90^\circ$;



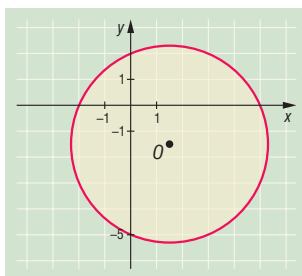
$O(-1; -3)$, $r = \sqrt{5}$;

d)



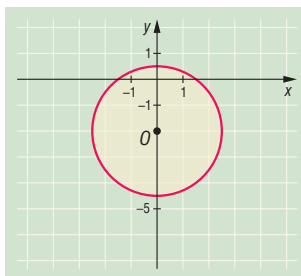
$\vec{v}(5; -3)$, $\vec{n}(3; 5)$,
 $m = -\frac{3}{5}$, $\alpha \approx -30,96^\circ$;

e)



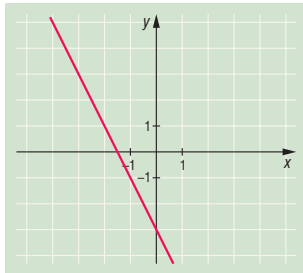
$O\left(\frac{3}{2}; -\frac{3}{2}\right)$, $r = \sqrt{\frac{29}{2}}$;

f)



$O(0; -2)$, $r = \frac{5}{2}$;

g)



$\vec{v}(1; -2)$, $\vec{n}(2; 1)$,
 $m = -2$, $\alpha \approx -63,43^\circ$.

5599 a) $(x + 5)^2 + (y - 2)^2 = 9$;

b) $(x - 3)^2 + (y + 7)^2 = 82$;

c) $(x - 2)^2 + (y + 2)^2 = \frac{41}{4}$;

d) $(x - 3)^2 + (y + 2)^2 = 52$;

e) $x^2 + (y + 2)^2 = 10$.

5600 a) Az AC és BD átlók felezőpontja egybeesik az origóval, ezért az $ABCD$ négyszög paralelogramma. Az $\overrightarrow{AB}(5; 1)$ és az $\overrightarrow{AD}(-1; 5)$ vektorok skaláris szorzata $\overrightarrow{AB} \cdot \overrightarrow{AD} = 5 \cdot (-1) + 1 \cdot 5 = 0$, ezért a négyszög AB és AD oldalai merőlegesek egymásra, így az $ABCD$ négyszög téglalap. Végül $AB = AD = \sqrt{26}$, így a négyszög valóban négyzet.

b) $(2; 3)$.

c) $5x + y = 0$; $x - 5y = 0$; $2x + 3y = 0$; $-3x + 2y = 0$.



d) A beírt kör egyenlete $x^2 + y^2 = \frac{13}{2}$, a négyzet köré írható kör egyenlete $x^2 + y^2 = 13$.

e) Az adott egyenes áthalad a négyzet középpontján, így annak területét megfelezi. Ebből következően mindkét keletkező trapéz területe 13 egység.

5601 a) A test egy körbefordulás alkalmával $10\pi \approx 31,42$ egység utat tesz meg.

b) A test C pont kivételével az összes többi ponton áthalad.

c) A test a kört az E pontban érintő egyenesen haladna tovább. Ennek egyenlete $4x - 3y = -16$.

5602 Meghatározzuk mindkét egyenes iránytangensét:

$$4x + ky = 30 \text{ esetén } \vec{n}(4; k) \Rightarrow \vec{v}(k; -4) \Rightarrow m = -\frac{4}{k},$$

$$kx + 16y = 28 \text{ esetén } \vec{n}(k; 16) \Rightarrow \vec{v}(16; -k) \Rightarrow m = -\frac{k}{16}.$$

Két párhuzamos egyenes iránytangense megegyezik:

$$-\frac{4}{k} = -\frac{k}{16} \Rightarrow k = \pm 8.$$

5603 Meghatározzuk mindkét egyenes iránytangensét:

$$mx - y = 2 \text{ esetén } \vec{n}(m; -1) \Rightarrow \vec{v}(1; m) \Rightarrow m = \frac{m}{1},$$

$$5x - 7y = 12 \text{ esetén } \vec{n}(5; -7) \Rightarrow \vec{v}(7; 5) \Rightarrow m = \frac{5}{7}.$$

Két merőleges egyenes iránytangensének szorzata -1 :

$$m \cdot \frac{5}{7} = -1 \Rightarrow m = -\frac{7}{5}.$$

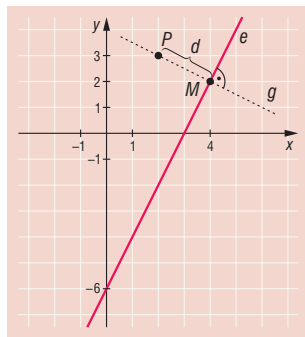
5604 Az ábra jelöléseit használva P pontból merőlegest állítunk az adott e : $2x - y = 6$ egyenesre. Ennek az egyenesnek az egyenlete:

$$g: x + 2y = 8.$$

A két egyenes metszéspontja $M(4; 2)$ pont. M és az adott $P(2; 3)$ pont távolsága a kérdés:

$$|\overline{PM}| = \sqrt{(4-2)^2 + (2-3)^2} = \sqrt{5}.$$

A pont és az adott egyenes távolsága $\sqrt{5}$ egység.



5605 a) Az egyenesek egyenletéből álló egyenletrendszer megoldása után kapjuk, hogy a két egyenes az $A(4; -2)$ pontban metszi egymást.

b) Az a egyenes egy normálvektora $\vec{n}_a(-2; 3)$, a b egyenesé $\vec{n}_b(4; 5)$.

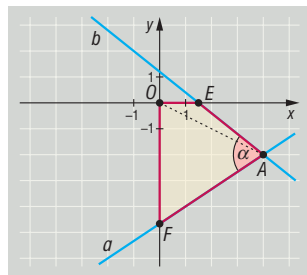
A két vektor hossza $|\vec{n}_a| = \sqrt{13}$ és $|\vec{n}_b| = \sqrt{41}$, skaláris szorzatuk $\vec{n}_a \cdot \vec{n}_b = 7$. Ha a két egyenes által bezárt szög α , akkor:

$$\cos \alpha = \frac{7}{\sqrt{13} \cdot \sqrt{41}}, \text{ amiből } \alpha \approx 72,3^\circ.$$

A két egyenes $72,3^\circ$ -os szöveget zár be egymással.



- c) Az a egyenes az y tengelyt az $F\left(0; -\frac{14}{3}\right)$ pontban, a b egyenes az x tengelyt az $E\left(\frac{3}{2}; 0\right)$ pontban metszi. Ha az origót O jelöli, akkor a feladat az $OEOF$ négyszög területét kérdezi. Az OEA háromszög OE oldala $\frac{3}{2}$, az ehhez tartozó magasság 2, ezért:
- $$T_{OEA} = \frac{\frac{3}{2} \cdot 2}{2} = \frac{3}{2}.$$

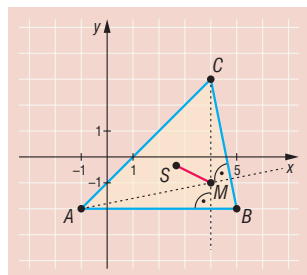


Az OFA háromszögben $OF = \frac{14}{3}$, az ehhez tartozó magasság 4, ezért $T_{OFA} = \frac{28}{3}$.

Az $OFAF$ négyszög területe:

$$T_{OFAF} = \frac{3}{2} + \frac{28}{3} = \frac{65}{6}.$$

- 5606** Az ABC_{Δ} súlypontja $S\left(\frac{8}{3}; -\frac{1}{3}\right)$. Az M magasságpont koordinátáit két magasságvonál metszéspontjaként kereshetjük. Mivel az AB oldal párhuzamos az x tengellyel, ezért a hozzá tartozó magasságvonál egyenlete $x = 4$. A BC oldalhoz tartozó magasságvonál egy normálvektora $\overrightarrow{CB}(1; -5)$, egy pontja pedig A , ezért egyenlete $x - 5y = 9$. A két magasságvonál metszéspontja $M(4; -1)$.



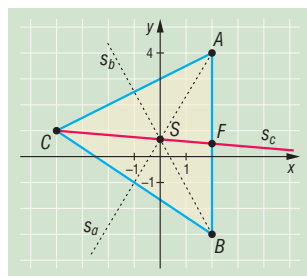
A súlypont és a magasságpont távolsága:

$$SM = \sqrt{\left(4 - \frac{8}{3}\right)^2 + \left(-1 + \frac{1}{3}\right)^2} = \sqrt{\frac{20}{9}} = \frac{2\sqrt{5}}{3} \quad (\approx 1,49).$$

- 5607** a) Vegyük észre, hogy a megadott csúcs koordinátái kielégítik az s_a egyenes egyenletét, ezért az csak a háromszög A csúcsa lehet, így $A(2; 4)$. A háromszög S súlypontjának koordinátáit a súlyvonalak egyenletéből álló

$$\begin{cases} s_a: -5x + 3y = 2 \\ s_b: 11x + 6y = 4 \end{cases}$$

egyenletrendszer megoldása adja. Az egyenletrendszer megoldása $x = 0$, $y = \frac{2}{3}$, ezért a háromszög S súlypontja $S\left(0; \frac{2}{3}\right)$.



Mivel az F felezőpont nem illeszkedik az s_a súlyvonalra, ezért biztosan valamelyik A csúcsot is tartalmazó oldal felezőpontja. Az A pont F pontra vonatkozó tükörképének koordinátái $(2; -3)$, erről látható, hogy illeszkedik az s_b súlyvonalra, ezért csak a B pont lehet, tehát $B(2; -3)$.

Ha a C csúcs koordinátái $C(c_1; c_2)$, akkor a súlypont koordinátáira:

$$\frac{2 + 2 + c_1}{3} = 0 \quad \text{és} \quad \frac{4 + (-3) + c_2}{3} = \frac{2}{3},$$

amiből $C(-4; 1)$.

A háromszög csúcsai tehát $A(2; 4)$, $B(2; -3)$, $C(-4; 1)$.

- b) A harmadik súlyvonal egyenlete $s_c: x + 12y = 8$.



5608 a) Az AC egyenes egyenlete $y = 2x - 5$.

b) A deltoid tulajdonságai alapján a hiányzó B csúcs illeszkedik a D ponton átmenő, AC egyenesre merőleges egyenesre, továbbá az átlók O metszéspontja éppen a BD átló felezőpontja.

A D pontból az AC egyenesre állított merőleges egyenes egyenlete $x + 2y = 5$. Az O pont koordinátáit az

$$\begin{cases} 2x - 5 = y \\ x + 2y = 5 \end{cases}$$

egyenletrendszer megoldása adja. Az egyenletrendszer megoldása után $O(3; 1)$ adódik. Korábbi megjegyzésünk alapján az O pont a BD szakasz felezőpontja, ezért ha $B(x; y)$, akkor:

$$\frac{x + (-3)}{2} = 3 \quad \text{és} \quad \frac{y + 4}{2} = 1,$$

ahonnan $B(9; -2)$.

c) A deltoid területe az átlók szorzatának fele, azaz:

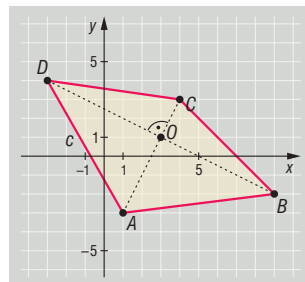
$$T_{ABCD} = \frac{AC \cdot BD}{2}.$$

Mivel

$$AC = \sqrt{45} = 3\sqrt{5} \quad \text{és} \quad BD = \sqrt{180} = 6\sqrt{5},$$

ezért:

$$T_{ABCD} = \frac{3\sqrt{5} \cdot 6\sqrt{5}}{2} = 45 \text{ területegység.}$$



5609 A helyesen kitöltött táblázat:

Állítás	Igaz	Hamis
Az $ABCD$ négyszög trapéz.	X	
Az $ABCD$ négyszög húrnégyszög.	X	
Az $ABCD$ négyszög érintőnégyszög.	X	
Az $ABCD$ négyszögnek minden szöge kisebb, mint 120° .		X
A négyszög átlói a $\left(-3; \frac{3}{2}\right)$ pontban metszik egymást.		X
Az átlók metszéspontja az AC átló C -hez közelebbi negyedelőpontja.		X

- Az $ABCD$ négyszög trapéz, mert $\overrightarrow{AB}(8; 0)$ és $\overrightarrow{DC}(2; 0)$, vagyis $\overrightarrow{AB} = 4 \cdot \overrightarrow{DC}$. Mivel ez azt is jelenti, hogy a két vektor párhuzamos egymással, ezért a négyszög valóban trapéz, amelyben AB és CD az alapok.
- Az $ABCD$ négyszög húrnégyszög, hiszen $AD = BC = 5$, ezért a trapéz szárai egyenlő hosszúak (és nem paralelogramma), így húrtrapézzal van szó.
- Az $ABCD$ négyszög érintőnégyszög.

Mivel

$$AD + BC = 5 + 5 = 10, \quad \text{valamint} \quad AB + CD = 8 + 2 = 10,$$

ezért a négyszög szemközti oldalainak összege megegyezik. Az érintőnégyszögek tételének megfordítása alapján $ABCD$ valóban érintőnégyszög.



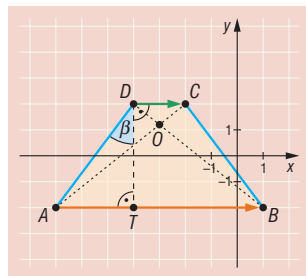
- Az $ABCD$ négyszögnek van 120° -nál nagyobb szöge. Ha a trapéz D csúcsából induló magasságának talppontja T , akkor az ATD derékszögű háromszögben:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{AT}{TD} = \frac{3}{4} \Rightarrow \beta \approx 36,87^\circ$$

Az $ABCD$ trapéz D csúcsánál lévő szög:

$$\angle ADC = \beta + 90^\circ \geq 36,87^\circ + 90^\circ = 126,87^\circ,$$

valóban 120° -nál nagyobb. Megjegyezzük, hogy a kerekítés miatt használtunk egyenlőtlenséget.



- A négyszög átlói nem a $\left(-3; \frac{3}{2}\right)$ pontban metszik egymást. Az ABO_Δ és a COD_Δ hasonló, hasonlóságuk aránya a trapéz alapjainak aránya, azaz $\lambda = \frac{1}{4}$.

Ebből következik, hogy a trapéz átlói 1:4 arányban osztják egymást, azaz az átlók metszéspontja éppen a CA szakasz C -hez közelebbi ötödőlőpontja.

Az osztópont koordinátáira vonatkozó összefüggés alapján:

$$O\left(\frac{1 \cdot (-7) + 4 \cdot (-2)}{5}; \frac{1 \cdot (-2) + 4 \cdot 2}{5}\right), \text{ azaz } O\left(-3; \frac{6}{5}\right).$$

A kapott pont nem egyezik meg a $\left(-3; \frac{3}{2}\right)$ ponttal.

- Az elmondottakból következik, hogy az O pont nem negyedelőpontja az AC átlónak.

- 5610** a) Az AC és BC egyenesek egyenletéből álló egyenletrendszer megoldása után kapjuk, hogy $C(1; 3)$. Az AC és AB egyenesek metszéspontja $A(1; -3)$. Végül a BC és AB egyenesek közös pontja $B(6; -1)$.

Az ABC_Δ csúcsainak ismeretében a távolságok már könnyen kiszámolhatók:

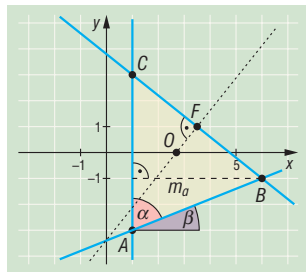
$$AC = 6 \text{ km}, \quad AB = \sqrt{29} \approx 5,4 \text{ km}, \quad BC = \sqrt{41} \approx 6,4 \text{ km}.$$

- b) A feladat az ABC_Δ A csúcsánál található α szöget kérdezi. Az AB egyenes egyenletéből leolvasható az egyenes meredeksége: $m_{AB} = \frac{2}{5}$, azaz az ábra jelölései alapján $\operatorname{tg} \beta = \frac{2}{5}$.

Az AB egyenes irányszöge ebből következően $\beta = 21,8^\circ$.

Mivel a háromszög AC oldalegyenese az x tengellyel 90° -os szöget zár be, ezért $\alpha = 90^\circ - \beta \approx 68,2^\circ$.

Az A településen találkozó utak $68,2^\circ$ -os szögben metszik egymást.



- c) Az ABC_Δ területét legkönnyebb a b oldal, valamint a hozzá tartozó magasság segítségével kiszámolni. Mivel $b = 6 \text{ km}$ és $m_b = 5 \text{ km}$, ezért a három útszakasz által közrefogott terület 15 km^2 .

- d) A keresett pont az ABC_Δ köré írható kör O középpontja. Az O pont koordinátáit az oldalfelező merőlegesek metszéspontjaként számolhatjuk ki.

Az AC oldalfelező merőlegese egybeesik az x tengellyel, ezért egyenlete $y = 0$.



A BC oldal felezőpontja $F\left(\frac{7}{2}; 1\right)$. Az oldalfelező merőleges egy normálvektora $\overrightarrow{BC}(-5; 4)$, így egyenlete:

$$-5x + 4y = -\frac{27}{2}.$$

A megfelelő egyenletrendszer megoldása után $O\left(\frac{27}{10}; 0\right)$.

A szeméttelp helyét az $O\left(\frac{27}{10}; 0\right)$ pont jelöli ki a koordináta-rendszerben.

5611 Az elsőként adott kör egyenlete:

$$(x + 2)^2 + (y + 3)^2 = 32,$$

ezért középpontja az $O_1(-2; -3)$ pont, sugara $r_1 = \sqrt{32} = 4\sqrt{2}$.

A másodikként adott kör egyenlete:

$$(x - 4)^2 + (y - 3)^2 = 8,$$

ezért középpontja az $O_2(4; 3)$ pont, sugara $r_2 = \sqrt{8} = 2\sqrt{2}$.

Mivel a két kör középpontjának távolságára $O_1O_2 = \sqrt{72} = 6\sqrt{2}$ teljesül, ezért $O_1O_2 = r_1 + r_2$, amiből következik, hogy a két kör érinti egymást.

A két kör E érintési pontja az O_1O_2 szakaszt a sugarak arányában osztja, azaz:

$$\frac{O_1E}{EO_2} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{4\sqrt{2}}{2\sqrt{2}} = 2.$$

Ez azt jelenti, hogy az E pont az O_1O_2 szakasz O_2 -höz közelebbi harmadolópontja, ezért:

$$E\left(\frac{1 \cdot (-2) + 2 \cdot 4}{3}; \frac{1 \cdot (-3) + 2 \cdot 3}{3}\right).$$

A két kör közös pontja az $E(2; 1)$ pont.

5612 a) Az egyenes egyenletéből $y = x + 1$, amit a kör egyenletébe visszahelyettesítve:

$$x^2 + (x + 1)^2 - 2x - 2(x + 1) = 11.$$

A műveletek elvégzése után: $2x^2 - 2x - 12 = 0$. Az egyenlet megoldásai: $x_1 = 3$ és $x_2 = -2$.

A metszéspontok $A(3; 4)$ és $B(-2; -1)$.

b) A k kör egyenlete $(x + 1)^2 + (y + 4)^2 = 25$, az e egyenesé $x + 7y = -4$.

Az egyenes egyenletéből $x + 1 = -3 - 7y$, amit a kör egyenletébe helyettesítve:

$$(-3 - 7y)^2 + (y + 4)^2 = 25.$$

A műveletek elvégzése után: $50y^2 + 50y = 0$. Az egyenlet megoldása után kapjuk a metszéspontok koordinátáit: $A(-4; 0)$ és $B(3; -1)$.

5613 a) A kör egyenletét átalakítva:

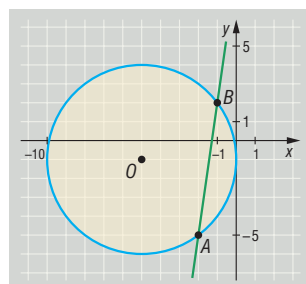
$$(x + 5)^2 + (y + 1)^2 = 25,$$

ezért középpontja az $O(-5; -1)$ pont, sugara $r = 5$.

b) A metszéspontok koordinátáit az

$$\begin{cases} (x + 5)^2 + (y + 1)^2 = 25 \\ 7x + 9 = y \end{cases}$$

egyenletrendszer megoldásai adják.





Az y értékét az első egyenletbe visszahelyettesítve, majd a műveleteket elvégezve a következő egyenlethez jutunk:

$$(x+5)^2 + (7x+10)^2 = 25,$$

$$x^2 + 3x + 2 = 0.$$

Az egyenlet megoldásai: $x_1 = -1$ és $x_2 = -2$. Az egyenes a kört az $A(-2; -5)$ és a $B(-1; 2)$ pontokban metszi.

- c) A kör sugara merőleges az érintési ponthoz tartozó sugarra. Ebből következik, hogy az A pontbeli érintőnek az $\overrightarrow{OA}(3; -4)$ vektor egy normálvektora, így az érintő egyenes egyenlete:

$$3x - 4y = 14.$$

A B pontbeli érintő egy normálvektora az $\overrightarrow{OB}(4; 3)$ vektor, egyenlete pedig $4x - 3y = 2$.

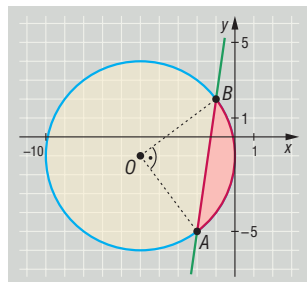
- d) Az AB húr hossza $AB = \sqrt{50} = 5\sqrt{2}$. Az OAB_{Δ} -ben:

$$OA^2 + OB^2 = 5^2 + 5^2 = 50, \text{ ezért } OA^2 + OB^2 = AB^2.$$

Pitagorasz tételének megfordítása alapján az OAB_{Δ} derékszögű. Megjegyezzük, hogy ezt onnan is láthatjuk, hogy $\overrightarrow{OA} \cdot \overrightarrow{OB} = 0$, ezért a két vektor merőleges egymásra.

Ennek megfelelően a kérdéses körszelet területe egy negyedkör és egy derékszögű háromszög területének különbsége, azaz:

$$T_{\text{körszelet}} = \frac{5^2 \cdot \pi}{4} - \frac{5 \cdot 5}{2} = \frac{25}{4} \cdot (\pi - 2) \approx 7,13.$$



- 5614 a) A c kör egyenletét átalakítva $(x-1)^2 + (y+3)^2 = 10$, amiből a kör középpontja $O(1; -3)$, sugara $r = \sqrt{10}$. Ha az O pontot a megadott vektorral eltoljuk, akkor a $Q(5; 1)$ pontot kapjuk, és mivel az eltolás a kör sugarát nem változtatja meg, ezért a k kör egyenlete $(x-5)^2 + (y-1)^2 = 10$. A két kör metszéspontjait a körök egyenletéből álló

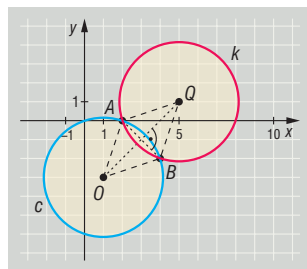
$$\begin{cases} (x-1)^2 + (y+3)^2 = 10 \\ (x-5)^2 + (y-1)^2 = 10 \end{cases}$$

egyenletrendszer megoldásai adják. A megfelelő oldalak különbsége $8x + 8y - 16 = 0$, amiből $y = 2 - x$. Az egyenletrendszer megoldásai: $x_1 = 2, y_1 = 0$ és $x_2 = 4, y_2 = -2$.

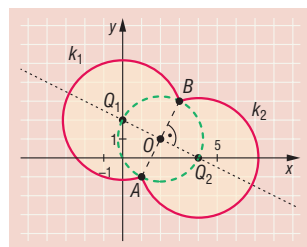
A két kör közös pontjai $A(2; 0)$ és $B(4; -2)$.

- b) Az $AOBQ$ négyszög minden oldala $r = \sqrt{10}$, ezért a négyszög rombusz. Az átlók hossza $OQ = 4\sqrt{2}$ és $AB = 2\sqrt{2}$. Az $AOBQ$ rombusz területe az átlók szorzatának a fele, azaz:

$$T = \frac{4\sqrt{2} \cdot 2\sqrt{2}}{2} = 8.$$



- 5615 A látószöggörvőkre vonatkozó tétel alapján az ilyen tulajdonságú pontok halmaza két, az AB szakaszra nézve szimmetrikusan elhelyezkedő körív (melyeket az ábrán pirossal jelöltünk). Ha a látókörvék pontjaiból az AB szakasz 45° -os szög alatt látszik, akkor a középponti és kerületi szögek tétele alapján a látókörvék középpontjából az AB szakasz 90° -os szög alatt látszik. Ezért a keresett körvék középpontja illeszkedik az AB szakasz Thalész-körére, valamint természetesen a szakaszfelező merőlegesére is.





A körívek középpontjának koordinátáit (az ábrán Q_1 és Q_2) a két említett alakzat metszéspontjaként számolhatjuk ki.

Az AB szakasz felezőpontja (egyben Thalész-körének középpontja) $O(2; 1)$. A szakaszfelező merőleges egyenlete $x + 2y = 4$.

A megfelelő Thalész-kör egyenlete $OA = \sqrt{5}$ miatt $(x - 2)^2 + (y - 1)^2 = 5$. A szakaszfelező merőleges egyenletéből $x = 4 - 2y$, amit a Thalész-kör egyenletébe helyettesítve, majd az első tagból 4-et kiemelve adódik, hogy:

$$\begin{aligned}(2 - 2y)^2 + (y - 1)^2 &= 5, \\ 4 \cdot (1 - y)^2 + (y - 1)^2 &= 5, \\ 5 \cdot (y - 1)^2 &= 5.\end{aligned}$$

A kapott egyenlőség csak úgy teljesülhet, ha $y = 2$ vagy $y = 0$. A két látószögműkörív középpontja tehát $Q_1(0; 2)$ és $Q_2(4; 0)$.

A látószögműkörívek sugara ugyanakkora: $r = Q_1A = Q_2A = \sqrt{10}$, egyenletük:

$$k_1: x^2 + (y - 2)^2 = 10, \quad k_2: (x - 4)^2 + y^2 = 10.$$

A feladat feltételeinek a k_1 körvonalnak azok a pontjai felelnek meg, amelyek az AB egyenes „felett” vannak. Mivel az AB egyenes egyenlete $y = 2x - 3$, ezért a k_1 körnek azok a pontjai tartoznak a látószögműkörívhez, amelyek koordinátáira $y > 2x - 3$ teljesül.

A k_2 körnek azok a pontjai felelnek meg, amelyek az AB egyenes „alatt” vannak, azaz amelyek koordinátáira $y < 2x - 3$ teljesül.

Megjegyzés: A piros látószögműkörívek kiegészítő köríveiből az AB szakasz 135° -os szög alatt látszik.

5616 Ha egy P pontból az AB szakasz 60° -os szög alatt látszik, akkor P illeszkedik az AB szakaszhoz tartozó 60° -os látószögműkörívek valamelyikére.

Ha a C pont az AB szakasz végpontjaival szabályos háromszöget alkot, akkor a C pontból az AB szakasz biztosan 60° -os szög alatt látszik.

E két megállapításból következik, hogy az AB szakasz 60° -os látószögműkörívei megegyeznek a szabályos ABC_Δ köré íráható körök megfelelő köríveivel. Két olyan pont van, amelyek az A és B pontokkal szabályos háromszöget fognak közre. Mindkettő illeszkedik az y tengelyre, továbbá a két pont egymás tükörképe az x tengelyre vonatkozóan. Az y tengely pozitív felére illeszkedő megfelelő pont második koordinátája éppen a szabályos háromszög magasságával egyenlő.

Mivel $AB = 2\sqrt{3}$, amiből a háromszög magassága $m = \frac{AB \cdot \sqrt{3}}{2} = 3$, ezért a megfelelő szabályos

háromszög harmadik csúcsa $C(0; 3)$. Az y tengely negatív felére illeszkedő csúcs koordinátái $C'(0; -3)$ (ld. ábra).

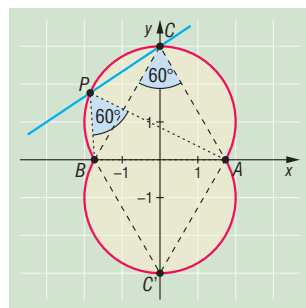
A szabályos háromszög köré íráható kör középpontja egybeesik súlypontjával, sugara pedig a magasság $\frac{2}{3}$ része, ezért az ABC_Δ köré íráható kör középpontja $O(0; 1)$, sugara 2, egyenlete:

$$k_1: x^2 + (y - 1)^2 = 4.$$

Hasonlóan az ABC'_Δ köré írt kör egyenlete:

$$k_2: x^2 + (y + 1)^2 = 4.$$

Az AB szakasz 60° -os látószögműkörívei: a k_1 kör x tengely „feletti” íve, illetve a k_2 kör x tengely „alatti” íve.





Világos, hogy ez utóbbi nem metszi az adott $-2x + 3y = 9$ egyenletű egyenest, ezért az egyenes azon pontjai, amelyekből az AB szakasz 60° -os szög alatt látszik, csakis a k_1 körön lehetnek. Az ilyen tulajdonságú pontok koordinátáit ennek megfelelően az

$$\begin{cases} x^2 + (y-1)^2 = 4 \\ -2x + 3y = 9 \end{cases}$$

egyenletrendszer megoldásai adják: $x_1 = 0$, $y_1 = 3$ és $x_2 = -\frac{24}{13}$, $y_2 = \frac{23}{13}$.

Két olyan pont van az adott egyenletű egyenesen, amelyekből az AB szakasz 60° -os szög alatt látszik, ezek koordinátái: $C(0; 3)$ és $P\left(-\frac{24}{13}; \frac{23}{13}\right)$.

5617 a) A k kör egyenlete $(x-2)^2 + (y+2)^2 = 1$, tehát a kör középpontja $O(2; -2)$, sugara pedig 1.

Az érintők egyenletét $y = mx - 4$, illetve a kényelmesebb $mx - y - 4 = 0$ alakban kereshetjük. Mindkét érintő $r = 1$ egység távolságra halad a kör O középpontjától, ezért a pont és egyenes távolságára vonatkozó formula alapján:

$$\left| \frac{2m + 2 - 4}{\sqrt{m^2 + 1}} \right| = 1, \quad \text{azaz} \quad \left| \frac{2m - 2}{\sqrt{m^2 + 1}} \right| = 1.$$

Ha mindkét oldalt négyzetre emeljük, akkor:

$$\frac{(2m-2)^2}{m^2+1} = 1, \quad \text{ebből} \quad 3m^2 - 8m + 3 = 0.$$

Az egyenlet megoldásai: $m_1 = \frac{4+\sqrt{7}}{3}$ és $m_2 = \frac{4-\sqrt{7}}{3}$.

A P pontból a k körhöz húzható érintők egyenlete:

$$y = \frac{4+\sqrt{7}}{3} \cdot x - 4 \quad \text{és} \quad y = \frac{4-\sqrt{7}}{3} \cdot x - 4.$$

b) A feltételek alapján a c kör sugara 3. A két kört és közös érintőiket az ábra mutatja. Ha az egyik érintő érintési pontjait E és F , a c kör középpontját pedig Q jelöli, akkor a POE_Δ és PQF_Δ hasonló, megfelelő oldalak arányára pedig:

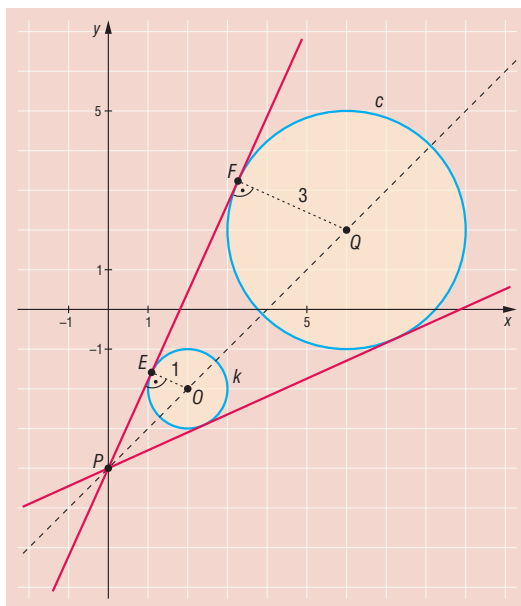
$$\frac{PO}{PQ} = \frac{1}{3}.$$

A kapott egyenlőségéből leolvasható, hogy az O pont éppen a PQ szakasz P -hez közelebbi harmadolópontja, ezért ha $Q(x; y)$, akkor az osztópont koordinátáira vonatkozó összefüggés alapján:

$$\frac{2 \cdot 0 + 1 \cdot x}{3} = 2 \quad \text{és} \quad \frac{2 \cdot (-4) + 1 \cdot y}{3} = -2.$$

Az egyenletek megoldása után a Q pontra $Q(6; 2)$ adódik. A c kör egyenlete:

$$(x-6)^2 + (y-2)^2 = 9.$$





- c) A két kört és a közös belső érintőket az ábra mutatja. Ha az ábra jelöléseit követve a kialakuló érintési pontokat ezúttal is E és F jelöli, akkor a POE_{\triangle} és PQF_{\triangle} ismét hasonló, a megfelelő oldalaik arányára ezúttal is:

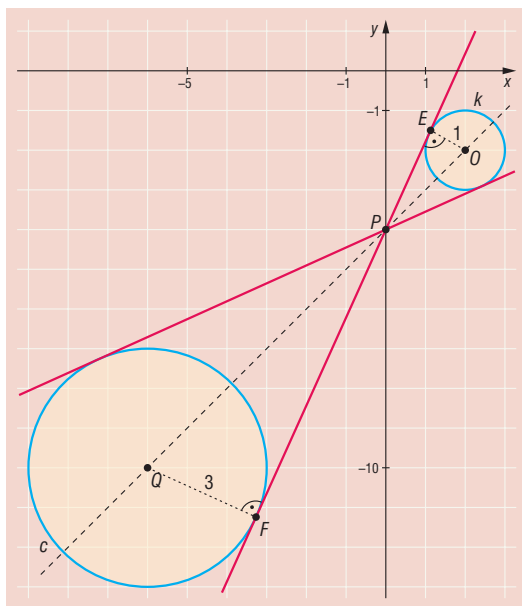
$$\frac{PO}{PQ} = \frac{1}{3}.$$

Ezúttal azonban a P pont elválasztja az O és Q pontokat, ezért P az OQ szakasz O -hoz közelebbi negyedelőpontja. Ha a Q pont koordinátái ismét $Q(x; y)$, akkor:

$$\frac{1 \cdot x + 3 \cdot 2}{4} = 0 \quad \text{és} \quad \frac{1 \cdot y + 3 \cdot (-2)}{4} = -4.$$

Az egyenletek megoldása után a Q pontra $Q(-6; -10)$ adódik. A c kör egyenlete:

$$(x + 6)^2 + (y + 10)^2 = 9.$$



- 5618** a) A parabola egyenletét átalakítva $y = (x - 3)^2 - 2$. Az egyenletből leolvasható, hogy a parabola tengelypontja a $C(3; -2)$ pont, paramétere $p = \frac{1}{2}$, fókuszpontjának koordinátái $F\left(3; -\frac{7}{4}\right)$.

- b) A parabola vezéregyenesének egyenlete $v: y = -\frac{9}{4}x$.

- c) Az A pont illeszkedik a parabolára, ezért az érintő meredeksége az $f: x \mapsto x^2 - 6x + 7$ függvény deriváltjának $x_0 = 1$ helyen vett helyettesítési értéke. Mivel $f'(x) = 2x - 6$, ezért az érintő meredeksége -4 , egyenlete: $y - 2 = -4(x - 1)$, vagy átrendezve: $y = -4x + 6$.

- d) Az origó körül $+90^\circ$ -kal elforgatott parabola tengelypontját úgy kapjuk, hogy a C pontot $+90^\circ$ -kal elforgatjuk az origó körül. A elforgatott parabola tengelypontja $C'(2; 3)$. A kapott parabola paramétere nem változik, tengelye viszont az x tengellyel párhuzamos („balra nyílik”), ezért egyenlete: $x - 2 = -(y - 3)^2$, vagy átrendezve: $x = -y^2 + 6y - 7$.

Az origó körül -90° -kal elforgatott parabola tengelypontja $C''(2; 3)$. A kapott parabola (mely „jobbra nyílik”) egyenlete: $x + 2 = (y + 3)^2$, vagy átrendezve: $x = y^2 + 6y + 7$.

- 5619** a) A mozgó test pályájának egyenletét $y = m(x - 1) - 6$ alakban kereshetjük. A feltételek szerint az egyenes a parabola egyik érintője, ezért az

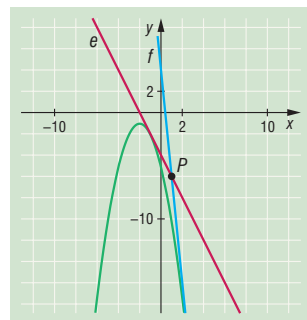
$$\begin{cases} y = -x^2 - 4x - 5 \\ y = m \cdot (x - 1) - 6 \end{cases}$$

egyenletrendszer diszkriminánsa 0. Az y változót kiküszöbölve $m(x - 1) - 6 = -x^2 - 4x - 5$, majd rendezve kapjuk, hogy:

$$x^2 + (4 + m)x - (1 + m) = 0.$$

A kapott egyenlet diszkriminánsa $(4 + m)^2 + 4(1 + m) = 0$. A műveletek elvégzése után az $m^2 + 12m + 20 = 0$ egyenlethez jutunk, amelynek megoldásai: $m_1 = -2$ és $m_2 = -10$. Eredményeink alapján két olyan egyenes van, amelyeken a test mozoghat. Ezeket az ábrán pirossal, illetve kékkel jelöltük, egyenletük pedig:

$$e: y = -2x - 4, \quad \text{illetve} \quad f: y = -10x + 4.$$



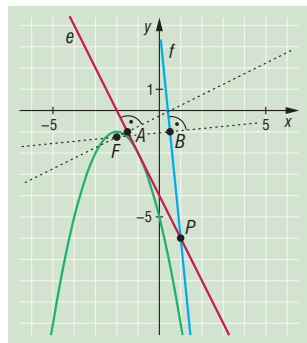


b) A parabola egyenletét átalakítva $y = -(x+2)^2 - 1$, amiből látható, hogy a fókuszpont $F\left(-2; -\frac{5}{4}\right)$.

Amikor a P pont a legközelebb volt az F fókuszponthoz, akkor rajta volt az F -ből a megfelelő érintőre emelt merőlegesen.

Az F pontból az e érintőre emelt merőleges egyenes egyenlete $y = \frac{1}{2}x - \frac{1}{4}$. A merőleges az érintőből az $A\left(-\frac{3}{2}; -1\right)$ pontot metszi ki, ezért ha a test az e érintőn mozog, akkor az A pontban volt a fókuszponthoz a legközelebb.

Az F pontból az f érintőre emelt merőleges egyenes egyenlete $y = \frac{1}{10}x - \frac{21}{20}$. A merőleges az f érintőből a $B\left(\frac{1}{2}; -1\right)$ pontot metszi ki, ezért amennyiben a test az f érintőn mozog, akkor a B pontban volt a fókuszponthoz a legközelebb.



5620 Ha az ábrának megfelelően az e egyenes meredekségét m jelöli, akkor egyenlete: $y - 1 = m(x - 1)$. Mivel az f egyenes meredeksége $m - 3$, ezért egyenlete: $y - 1 = (m - 3)(x + 1)$. A két egyenes metszéspontjának koordinátáit az

$$\begin{cases} y - 1 = m \cdot (x - 1) \\ y - 1 = (m - 3) \cdot (x + 1) \end{cases}$$

egyenletrendszer megoldása adja. Mivel a két egyenlet bal oldalán ugyanaz a kifejezés áll, ezért a jobb oldalak is megegyeznek, így $m(x - 1) = (m - 3)(x + 1)$.

A műveletek elvégzése, valamint rendezés után: $x = \frac{2m - 3}{3}$.

A kapott értéket az első egyenletbe visszaírva, majd y értékét kifejezve kapjuk, hogy

$$y = \frac{2m^2 - 6m + 3}{3},$$

ezért az e és f egyenesek P metszéspontjának koordinátái:

$$P\left(\frac{2m - 3}{3}; \frac{2m^2 - 6m + 3}{3}\right).$$

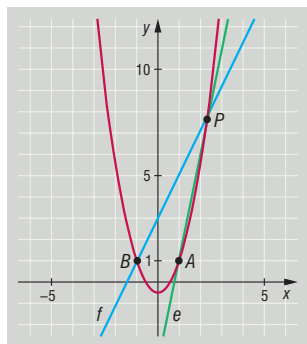
A P pont első koordinátájából a meredekséget kifejezve $m = \frac{3x + 3}{2}$, tehát a P pont második koordinátája:

$$y = \frac{2 \cdot \left(\frac{3x + 3}{2}\right)^2 - 6 \cdot \frac{3x + 3}{2} + 3}{3}.$$

A műveletek elvégzése után $y = \frac{3}{2}x^2 - \frac{1}{2}$ adódik.

Eredményünk alapján az e és f egyenesek P metszéspontja illeszkedik az $y = \frac{3}{2}x^2 - \frac{1}{2}$ egyenletű parabolára.

Számításaink „megfordíthatók”, ezért a parabola minden pontja egy-egy e , illetve f egyenes metszéspontja.





12.6. ÉRETTSÉGI GYAKORLÓ FELADATSOROK

KÖZÉPSZINTŰ FELADATSOROK

1. Feladatsor I. rész – megoldások

1. $x(x + 2)$.
2. A háromszög köré írható kör sugara 2,6 cm.
3. Körtéből 9 kg-ot, almából 18 kg-ot, banánból pedig 54 kg-ot adott el.
4. A hűtőszekrény 52,5 literes.
5. A bank 3000 Ft kamatadót vont le.
6. 4867.
7. $x \mapsto -(x - 2)^2 + 3$.
8. $(x - 1)^2 + (y - 1)^2 = 10$.
9. $\frac{70}{200} = 0,35$.
10. A nagyváros lakossága 4 év eltelte után haladja meg a 210 000 főt.
11. a) Nem. b) Igen. c) Igen.
12. $\alpha = 2$ radián vagy $\alpha \approx 114,59^\circ$.

1. Feladatsor II. rész / A – megoldások

13. a) A $\cos^2 x = 1 - \sin^2 x$ behelyettesítéssel $\sin x$ -re másodfokú egyenletet kapunk:

$$\sin^2 x = 1 - \sin^2 x + 5 \sin x + 2, \quad \text{ahonnan} \quad \sin x = 3 \quad \text{vagy} \quad \sin x = -\frac{1}{2}.$$

Mivel $-1 \leq \sin x \leq 1$ minden x -re teljesül, ezért a $\sin x = 3$ egyenletnek nincsen megoldása.

A $\sin x = -\frac{1}{2}$ egyenlet megoldásai: $x_1 = \frac{7\pi}{6} + 2k\pi$ és $x_2 = -\frac{\pi}{6} + 2k\pi$, $k \in \mathbb{Z}$.

A kapott megoldások kielégítik az egyenletet.

- b) Látható, hogy az egyenlet értelmezési tartománya a valós számok halmaza. Mivel egy szorzat pontosan akkor 0, ha valamelyik tényezője 0, ezért egyenlőség csak akkor teljesülhet, ha

$$\sqrt{x^2 + 5} = 3, \quad \text{illetve} \quad \sqrt{x^2 + 5} = -\frac{1}{2}.$$

A második egyenlet azonban egyetlen x -re sem teljesül, mivel a bal oldalon egy nemnegatív, míg a jobb oldalon egy negatív szám áll. Ebből adódóan

$$\sqrt{x^2 + 5} = 3 \Rightarrow x^2 = 4, \quad \text{ennek megoldásai:} \quad x_1 = 2 \quad \text{és} \quad x_2 = -2.$$

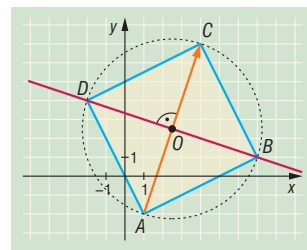
Ellenőrzéssel meggyőződhetünk arról, hogy mindkét szám megoldása az egyenletnek.



14. a) A négyzet középpontja az AC szakasz O felezőpontja, melynek koordinátái az A és C pontok ismeretében könnyen számolhatók: $O\left(\frac{5}{2}; \frac{5}{2}\right)$.

A BD átlót tartalmazó egyenes merőleges az $\overrightarrow{AC}(3; 9)$ vektorra, továbbá tartalmazza az O pontot, így normálvektoros egyenlete:

$$3x + 9y = 3 \cdot \frac{5}{2} + 9 \cdot \frac{5}{2} \Rightarrow x + 3y = 10.$$



- b) A négyzet hiányzó csúcsai illeszkednek a BD egyenesre, valamint az O középpontú,

$$OA = \sqrt{\left(\frac{5}{2} - 1\right)^2 + \left(\frac{5}{2} - 2\right)^2} = \sqrt{\frac{90}{4}} \text{ sugarú körre.}$$

A négyzet köré írt kör egyenlete:

$$\left(x - \frac{5}{2}\right)^2 + \left(y - \frac{5}{2}\right)^2 = \frac{45}{2}.$$

A BD egyenes egyenletéből $x = 10 - 3y$, amit a kör egyenletébe helyettesítve:

$$\left(\frac{15}{2} - 3y\right)^2 + \left(y - \frac{5}{2}\right)^2 = \frac{45}{2} \Rightarrow y^2 - 5y + 4 = 0.$$

A fenti egyenlet megoldásai: $y_1 = 4$ és $y_2 = 1$, ebből pedig $x_1 = -2$ és $x_2 = 7$.

A négyzet hiányzó csúcsainak koordinátái $B(7; 1)$ és $D(-2; 4)$.

15. a) A szépirodalmi könyvek számát $7x$, az albumok számát $5x$ alakban kereshetjük.

A feltételek alapján a műszaki könyvek száma $1,8 \cdot (5x) = 9x$.

Ha a 15 könyvből minden polcra ugyanannyit helyezünk, akkor a polcokon rendre $7x + 5$, $5x + 5$, illetve $9x + 5$ könyv lesz, továbbá például $(7x + 5) : (5x + 5) = 4 : 3$.

A felírt arányból $x = 5$. Eszerint Kristófnak összesen 35 szépirodalmi könyve, 25 albuma és 45 műszaki könyve van.

Az ellenőrzés mutatja, hogy ekkor műszaki könyvből valóban 1,8-szer annyi van, mint albumból, továbbá ha minden polcra 5 könyvet helyezünk, akkor a könyvek számának aránya $4 : 3 : 5$ lesz.

- b) Kristóf $\binom{25}{3} = 2300$ -féleképpen tud három albumot kölcsönadni Károlynak.

- c) Ha Kristóf valóban megveszi a 15 kiszemelt könyvet, akkor összesen 120 könyvet tárol majd a polcokon.

1. Feladatsor II. rész /B – megoldások

16. a) Az 5 doboz $5! = 120$ -féleképpen helyezhető egymás mellé.

- b) Az első gyermek 5-féle, a második 4-féle, a harmadik 3-féle színű lufit kaphat. Az esetek száma $5 \cdot 4 \cdot 3 = 60$.

- c) Az árus az első órában összesen 14 lufit adott el. A lufik átlagára euróban:

$$\frac{3 \cdot 1 + 3 \cdot 1,2 + 2 \cdot 1,4 + 4 \cdot 1,5 + 2 \cdot 2}{14} = \frac{19,4}{14} \approx 1,39.$$

Az árus átlagosan 139 centért adta a lufikat az első órában.



- d) A lufikból 19,4 € az árus bevétele. A lufi beszerzési ára 0,4 €, ez 14 lufi esetén 5,6 €, ezért a lufis haszna 13,8 €. Ez körülbelül 246,4%-os haszonnak felel meg.
- e) Az eladott 14 lufi között vannak olyanok, amelyeket nem tudunk megkülönböztetni (az azonos színűek), így a lufik ismétléses permutációjáról van szó. Az esetek száma:

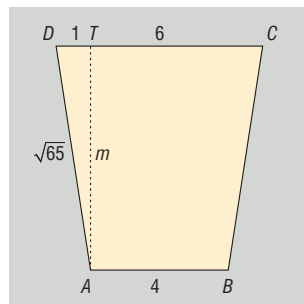
$$\frac{14!}{3! \cdot 3! \cdot 2! \cdot 4! \cdot 2!} = 25225200.$$

17. a) A gyertya tengelymetszetét az ábra mutatja. A csonka kúp m magasságát az ATD derékszögű háromszögből Pitagorasz tételével számolhatjuk: $m = 8$ cm.

Mivel a csonka kúp alapkörének sugara 2 cm, fedőkörének sugara pedig 3 cm, ezért térfogata:

$$V = \frac{8\pi}{3} \cdot (2^2 + 2 \cdot 3 + 3^2) \approx 159,17.$$

A gyertya térfogata $159,17 \text{ cm}^3$.

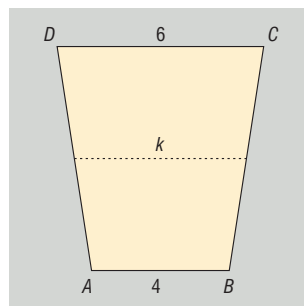


- b) Ha a gyertyát az alapokkal párhuzamos síkkal két részre vágjuk, akkor két csonka kúp alakú rész keletkezik, ahol mindkét keletkező trapéz magassága 4 cm, k éppen az $ABCD$ trapéz középvonala, így hossza a két alap számtani közepe, azaz $k = 5$ cm.

Ha V_1 a kisebb, V_2 a nagyobb rész térfogatát jelöli, akkor arányukra:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{4\pi}{3} \cdot \left(2^2 + 2 \cdot \frac{5}{2} + \left(\frac{5}{2}\right)^2\right)}{\frac{4\pi}{3} \cdot \left(\left(\frac{5}{2}\right)^2 + \frac{5}{2} \cdot 3 + 3^2\right)} = \frac{61}{91} \approx 0,67.$$

A keletkező két rész térfogatának aránya $\frac{61}{91}$.



18. a) A 15 szintes lépcső egyes szintjeit alkotó kockák száma felülről lefelé haladva számtani sorozatot alkot, amelynek első tagja 1, különbsége 2. Ebből következik, hogy a legalsó, 15. szinten található kockák száma $1 + 14 \cdot 2 = 29$.

- b) Az n szintből álló lépcső legfelső szintjén 1, legalsó szintjén pedig $1 + 2(n - 1) = 2n - 1$ kocka található, ezért megépítéséhez összesen

$$S_n = 1 + 3 + \dots + 2n - 1$$

kocka szükséges. Az S összegben éppen az első n páratlan szám összege áll, amit a számtani sorozat összegképletének alkalmazásával számíthatunk ki:

$$S = \frac{1 + 2n - 1}{2} \cdot n = n^2.$$

Az n szintből álló lépcső megépítéséhez n^2 darab kocka szükséges. Mivel Aladárnak 150 darab építőkockája van, ezért a legnagyobb olyan n egész számot keressük, amelyre $n^2 \leq 150$ teljesül, azaz $n \approx 12,25$, vagyis Aladár építőkockáiból maximum 12 szintes lépcsőt építhet.

- c) Aladár a következő számú építőkockákat használhatja fel a lépcsők építéséhez: 1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81, 100, 121, 144. Ha Aladár épít egy kétszintes, egy ötszintes, továbbá egy tizenegy szintes lépcsőt, akkor mind a 150 kockát felhasználja, így egy sem marad felhasználatlan.



2. Feladatsor I. rész – megoldások

1. $5,325 \cdot 10^{-18}$.
2. Összesen 6 dolgozó volt már mindkét városban.
3. c).
4. $\binom{4}{2} \cdot \binom{3}{2} = 6 \cdot 3 = 18$ utazó csapat alakítható ki.
5. $f(-3) = -3$, $f(0) = 0$, $f(3) = 0$.
6. A 4 ismert szám összege 177, amihez ha még 70-et adunk, akkor 247-et kapunk. Ehhez az ismeretlen számjegyet hozzáadva 9-cel osztható számot kell kapnunk. Mivel a 247-nek a 9-cel való osztás során fellépő maradéka 4, ezért még 5-öt kell hozzáadni, hogy 9-cel osztható számot kapjunk, ezért az 5. nyertes szám a 75.
7. a) Hamis. b) Igaz. c) Hamis. d) Igaz.
8. A tört nem értelmezhető, ha nevezője 0, azaz ha $2\sin x - 1 = 0$, vagyis $\sin x = \frac{1}{2}$. Az adott intervallumban ez az $x_1 = \frac{\pi}{6}$ -ra és az $x_2 = \frac{5\pi}{6}$ -ra teljesül. Erre a két értékre a tört nem értelmezhető.
9. Az akváriumhoz $3 \cdot 80 \cdot 60 + 2 \cdot 60 \cdot 60 = 21\,600 \text{ cm}^2 = 2,16 \text{ m}^2$ üveget használtak fel.
10. A két térkép hasonló egymáshoz, az $1 : 2\,300\,000$ méretarányú térképet $\lambda = \frac{2\,300\,000}{1\,200\,000} = \frac{23}{12}$ arányú hasonlósági transzformációval lehet átvinni az $1 : 1\,200\,000$ méretarányú térképbe. Ebből következik, hogy az utóbbi térképen a Cegléd–Szeged távolság $4,5 \cdot \frac{23}{12} \approx 8,6 \text{ cm}$.
Kiszámolhatjuk a két város valóságban mért távolságát is:
 $4,5 \cdot 2\,300\,000 = 10\,350\,000 \text{ cm}$,
majd kiszámoljuk, hogy ennek mekkora távolság felel meg az $1 : 1\,200\,000$ méretarányú térképen:
 $10\,350\,000 : 1\,200\,000 \approx 8,6 \text{ cm}$.
11. $x + 3y = 10$.
12. A módusz és a medián egyaránt 3.

2. Feladatsor II. rész /A – megoldások

13. a) A négyzetgyökvonás miatt $x \geq -\frac{1}{2}$. A logaritmus értelmezése miatt $5 - \sqrt{2x+1} > 0$, amiből $12 > x$. Az egyenlet értelmezési tartománya $12 > x \geq -\frac{1}{2}$. Mivel $\log_3 9 = 2$, valamint $\log_{\frac{1}{4}} 4 = -1$, ezért egyenletünk $\log_2(5 - \sqrt{2x+1}) = 3$ alakban írható.
A logaritmus definíciójának alkalmazása, majd rendezés után a $\sqrt{2x+1} = -3$ egyenletet kapjuk. Mivel a jobb oldalán negatív, bal oldalán nemnegatív szám áll, így az egyenletnek nincs megoldása.



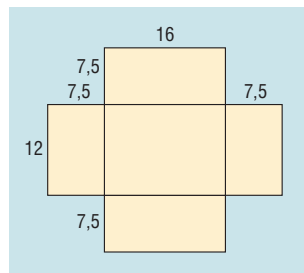
- b) Az egyenlet értelmezési tartománya a valós számok halmaza. A hatványozás azonosságait használva $3^x = 3^{12+4x}$. Mindkét oldalon 3-as alapú hatványok állnak, amelyek csak úgy egyezhetnek meg, ha kitevőik is egyenlők, ezért $x^2 - 4x - 12 = 0$.

A kapott másodfokú egyenletből: $x_1 = 6$ és $x_2 = -2$. Mindkét szám megoldása az egyenletnek.

14. a) A befőttesüveg alakkörének sugara $r = 4$ cm, magassága $m = 15$ cm.

Egy üveg térfogata: $V = r^2 \pi m \approx 753,98 \text{ cm}^3$, azaz közelítően 7,5 dl.

- b) Az üvegek tárolására szolgáló kartondoboz felül nyitott téglalest, amely alaplajjának oldalai 24 cm és 32 cm, magassága 15 cm. A doboz hálójának kicsinyített képe az ábrán látható (az adatok centiméterben vannak megadva).



- c) Mivel 1 dobozba 12 üveg fér, ezért nagymamának összesen 4 dobozra van szüksége.

Egy doboz térfogata $V = 24 \cdot 32 \cdot 15 = 11\,520 \text{ cm}^3$, így a 4 doboz összesen $46\,080 \text{ cm}^3 = 46,08 \text{ dm}^3$ helyet foglal el.

15. a) Az 1500 €-ből 200 € 1%-os kamatlábbal kamatozik, így erre a részre a bank 2 € kamatot fizet. A maradék 1300 € után 4% kamat jár, azaz $1300 \cdot 0,04 = 52$ €. A bank a lekötött összeg után 54 € kamatot fizet.

- b) Mivel $\frac{54}{1500} = 0,036$, ezért a bank által ténylegesen kifizetett kamat 3,6%.

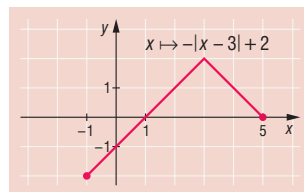
- c) Ha x eurós betétnél legalább 3,8%-os kamatot fizet a bank, akkor

$$2 + (x - 200) \cdot 0,04 \geq x \cdot 0,038, \text{ vagyis } x \geq 3000.$$

Legalább 3000 €-t kell lekötünk ahhoz, hogy arra a bank legalább 3,8%-os kamatot fizessen.

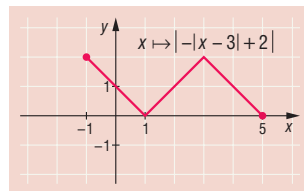
2. Feladatsor II. rész /B – megoldások

16. a) A függvény értékkészlete a $[-2; 2]$ intervallum. A függvény a maximumát az $x = 3$ helyen veszi fel, a maximum értéke 2; a minimumát az $x = -1$ helyen veszi fel, a minimum értéke -2 .



- b) A függvény grafikonjáról leolvasható, hogy az egyenlőtlenséget a $[2; 4]$ intervallum számai elégítik ki.

- c) Az $x \mapsto -|x - 3| + 2$ szabállyal megadott függvény grafikonjának x tengely alatti negatív részét tükrözzük az x tengelyre.



17. a) Anna a három kockával összesen $6^3 = 216$ -féleképpen dobhat. A kedvező esetek számbavételénél hasznos lehet azokat a következő módon csoportosítani:

- A dobott pontok száma 18, ha Anna minden kockával 6-ost dob.
- A dobott pontok száma 17, ha két 6-ost és egy 5-öst dob. Attól függően, hogy a piros, zöld vagy kék kockával dobja az 5-öst, ez az eset 3-féleképpen következhet be.



- A dobott pontok összege 16, ha két 5-ös mellett egy 6-ost dobott (összesen 3 eset), vagy két 6-os mellett egy 4-est (szintén 3 eset). A pontok száma 6-féleképpen lehet 16.
- A dobott pontok összege 15. A lehetséges dobások: két 6-os mellett egy 3-as (3 eset), egy 6-os, egy 5-ös és egy 4-es ($3 \cdot 2 \cdot 1 = 6$ eset), illetve három 5-ös (1 eset). Ez összesen 10 eset.

Anna tehát összesen $1 + 3 + 6 + 10 = 20$ -féleképpen dobhat úgy, hogy azzal a játékot megnyerje, ezért nyerésének valószínűsége $\frac{20}{216} \approx 0,0926$.

b) Anna a zöld és kék kockákkal összesen 36 különböző eredményt dobhat. Ha a piros kockával 6-ost dobott, akkor ahhoz, hogy a játékot megnyerje, a másik két kockával összesen legalább 9-et kell dobnia. A következő esetek lehetségesek:

- A dobott pontok összege 12, ha a zöld és a kék kockával egyaránt 6-ost dob.
- A dobott pontok összege 11. Ez kétféleképpen következhet be: zöld 6-os és kék 5-ös, vagy fordítva.
- A dobott pontok összege 10. Ekkor vagy két 5-öst dob (1 eset), vagy egy 6-ost és egy 4-est (2 eset). A pontok összege 3-féleképpen lehet 10.
- A dobott pontok összege 9. Ekkor vagy egy 6-ost és egy 3-ast dob (2 eset), vagy egy 5-öst és egy 4-est (2 eset). Összesen 4 esetben lehet a dobott pontok összege 9.

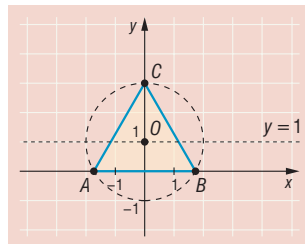
Anna legalább 9-et $1 + 2 + 3 + 4 = 10$ -féleképpen dobhat, ezért nyerésének valószínűsége: $\frac{10}{36} \approx 0,2778$.

18. a) Az ABC háromszög szabályos. Számoljuk ki oldalainak hosszát:

$$AB = 2\sqrt{3}, \quad AC = \sqrt{(0 + \sqrt{3})^2 + (3 - 0)^2} = \sqrt{12} = 2\sqrt{3}, \quad \text{hasonlóan} \quad BC = 2\sqrt{3}.$$

Mivel a három oldal hossza megegyezik, ezért az ABC háromszög valóban szabályos.

b) A szabályos háromszög köré írt kör középpontja egybeesik a háromszög súlypontjával, sugara pedig a súlyvonal hosszának kétharmada (ld. ábra). A C csúcsot az origóval összekötő szakasz az ABC_{Δ} -nek egyben súlyvonala is, ezért a körülírt kör középpontja e szakasznak az origóhoz közelebbi harmadolópontja. Vagyis: $O(0; 1)$, sugara pedig $OC = 2$. A háromszög köré írt kör egyenlete: $x^2 + (y - 1)^2 = 4$.



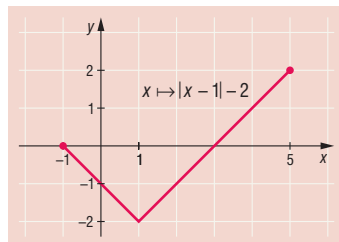
c) Két metszéspont van, ezek koordinátái: $(-2; 1)$, illetve $(2; 1)$.

3. Feladatsor I. rész – megoldások

1. Van, aki nem kiváló matematikából.
Nem mindenki kiváló matematikából.
2. $\frac{1}{12}$ -dik hatvány.
3. 1 mérföld = 63 360 inch.
4. $a \neq 2$, $a \neq -2$, a tört: $\frac{3}{a - 2}$.
5. $A \cup B = [-6; 4[$ és $A \cap B = [-3; 2]$.



6. $\alpha = \frac{5\pi}{6}$.
7. $x \in \left[\frac{2}{5}; \infty\right[$.
8. $x = 2^3 \cdot 3^2 = 72$.
9. $66^\circ, 66^\circ, 48^\circ$ vagy $54^\circ, 54^\circ, 72^\circ$.
10. Mindkét nyelvet beszéli: $0,85 + 0,75 - 1 = 0,6$, a lakosok 60%-a. A keresett valószínűség 0,6.
11. Értékkészlet: $[-2; 2]$.



12. Koszinusztétellel számolva a legnagyobb oldallal szemközi szöget: $\gamma = 97,98^\circ$.

3. Feladatsor II. rész / A – megoldások

13. a) Az értelmezési tartomány: $x \geq \frac{13}{7}$, négyzetre emelés után: $x_1 = 7$, $x_2 = 2$, mindkettő megoldás.
- b) Az egyenletet 3-as alapú hatványra átírva, majd rendezve: $27 \cdot 3^{2x} - 244 \cdot 3^x + 9 = 0$.
- Az egyenlet 3^x -re másodfokú, megoldásai: $3^x = 9$ és $3^x = \frac{1}{27}$, amiből az eredeti egyenlet gyökei: $x_1 = 2$, $x_2 = -3$.
14. a) A kamatozott összeg mértani sorozatot alkot: $x = 150\,000 \cdot 1,05^{12} = 269\,378$ Ft lesz a felvehető összeg. A haszon 119 378 Ft lesz.
- b) A kivehető összeg:
- $$150\,000 \cdot 1,05^{12} + 150\,000 \cdot 1,05^{11} + 150\,000 \cdot 1,05^{10} + \dots + 50\,000 \cdot 1,05.$$
- Ebből:
- $$150\,000(1,05^{12} + 1,05^{11} + \dots + 1,05) = 150\,000 \cdot 1,05 \cdot \frac{1,05^{12} - 1}{1,05 - 1} = 2\,506\,947 \text{ Ft.}$$
- Mivel összesen $12 \cdot 150\,000 = 1\,800\,000$ Ft-ot fektetett be, a haszon 706 947 Ft.
15. a) A teljes gráfhoz 8 él hiányzik, ennyi kézfogás lesz.
- b) Nem, mert Antinak csak egy ismerőse van.
- c) Tibi két oldalára $3 \cdot 2$ féle módon kerülhet egy-egy lány, a kimaradó 3 emberrel együtt $4!$ a leülések lehetséges száma, tehát:

$$p = \frac{3 \cdot 2 \cdot 4!}{6!} = \frac{1}{5}.$$



3. Feladatsor II. rész / B – megoldások

16. 1 csepp víz térfogata: $V = \frac{4 \cdot \pi \cdot r^3}{3} = \frac{4 \cdot \pi \cdot 1,5^3}{3} \approx 14,14 \text{ mm}^3$.

- a) 2 dl = 200 000 mm³, ez 14144,27 csepp víz, ennyi csepp ≈ 3536 perc ≈ 58 óra 56 perc alatt csöpög le.
- b) 1 év alatt $4 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365 = 2\,102\,400$ csepp esik le, ennek a térfogata kb. 29,7 liter.
- c) 1 évben 52 dl tisztítószer fogy el, ehhez 11 flakont kell megvenni, amelynek az ára: 9020 Ft.

17. a) A piros, a zöld és a citromsárga részek területe:

$$T_{\text{piros}} = r^2 \cdot \pi = 113,10 \text{ cm}^2,$$

$$T_{\text{zöld}} = T_{\text{citrom}} = 6 \cdot \frac{a^2 \cdot \sqrt{3}}{4} = 93,53 \text{ cm}^2.$$

A narancssárga szabályos sokszög 12 darab egyenlő szárú háromszögre bontható, a háromszög magassága:

$$m = \frac{a}{2 \cdot \tan 15^\circ} \approx 11,2.$$

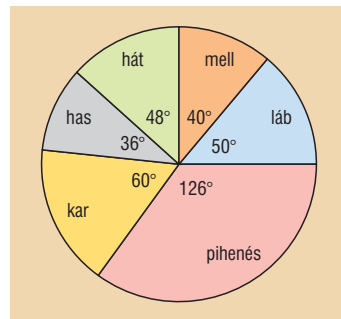
Ebből adódik:

$$T_{\text{narancs}} = 12 \cdot \frac{a \cdot m}{2} - r^2 \cdot \pi = 289,96 \text{ cm}^2.$$

- b) A $12 \cdot \frac{a \cdot m}{2} - x^2 \cdot \pi = x^2 \cdot \pi$ egyenletből $x \approx 8$ cm.
- c) A belső kör színezésére 4 lehetőség van, a körülötte levő részre 3 színből választhatunk, és a külső háromszögeket a maradék két színnel csak egyféleképpen színezhettük ki. Tehát $4 \cdot 3 = 12$ különböző, a feltételeknek megfelelő színezés lehetséges.

18. a) Az edzésformák heti összesítése:

	Összes idő (perc)	Középponti szög (fok)
Lábizom-erősítés	75	50
Mellizom-erősítés	60	40
Hátizom-erősítés	72	48
Hasizom-erősítés	54	36
Karizom-erősítés	90	60
Pihenés (összesen)	189	126



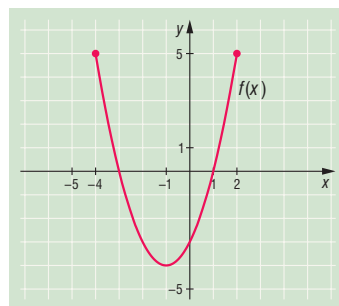
- b) $\frac{189}{540} = 0,35$, tehát az idő 35%-ában pihen.
- c) A négyféle edzéstípus lehetséges sorrendje 4!, amikor két kiválasztott egymás után van, a lehetségek száma $2 \cdot 3!$.
A feltételnek megfelelő esetek száma a kettő különbsége: $4! - 2 \cdot 3! = 12$.



4. Feladatsor I. rész – megoldások

1. $A \cap B = \{36; 81\}$.
2. $50^\circ, 50^\circ, 80^\circ$ vagy $50^\circ, 65^\circ, 65^\circ$.
3. $\cos \alpha = -\frac{1}{2}$.
4. A tagadás a c).
5. $36^{3 \cdot \log_6 2} = 2^6 = 64$.
6. Az első szám a 63, a második a 64, ez a nagyobb.
7. $\frac{3 \cdot 0,88 + 9 \cdot 0,44}{12} = 0,55$, az éves kihasználtság 55%-os.
8. 4,8 m, 6,4 m, 3,2 m.
9. Egy 0-ra, hiszen csak egy darab 2-es és 5-ös van a szorzatban.
10. $x \in \left[\frac{11}{8}; \infty \right)$.
11. A függvény átalakításával: (\Rightarrow)

$$f(x) = (x + 1)^2 - 4.$$
12. Szinusztétellel számolva a 28° -kal szemközi oldalt:
 $b = 14,63 \text{ cm}.$



4. Feladatsor II. rész / A – megoldások

13. a) A $3 \cdot \frac{x}{100} = 0,5 \cdot \frac{10}{100}$ egyenletből $x = \frac{5}{3}$, tehát 1,67%-os oldatot kapunk.
- b) A $3 \cdot \frac{2}{100} = x \cdot \frac{10}{100}$ egyenletből $x = 0,6$, tehát 0,6 liter ecethez 2,4 liter vizet kell öntenünk.
14. A naponta elolvasott oldalak száma számtani sorozatot alkot, amelyben $a_1 = 15$.
 - a) Az $S_n = \frac{30 + 12d}{2} \cdot 13 \geq 413$ egyenlőtlenség megoldása: $d \geq 2,79$.
 Tehát ha naponta legalább 3 oldallal növeli az elolvasott mennyiséget, be tudja fejezni a könyvet a határidőre.
 - b) Ha $d = 4$, $S_{12} = 444$, tehát az utolsó napra már nem marad olvasni való. Mivel $S_{11} = 385$, már a tizenkettedik napon is csak 28 oldalt kell elolvasnia.
15. a) Egyetlen pontra teljesül: $P(5; -8)$.
- b) Az A középpontú 5 egység sugarú kör egyenlete: $(x - 1)^2 + (y - 2)^2 = 25$. Az AB szakasz felezőpontja: $F(4,5; 1,5)$, az AB szakaszfelező merőlegese: $7x - y = 30$.
 A keresett pontok az egyenes és kör metszéspontjai: $P(5; 5)$ és $Q(4; -2)$.



4. Feladatsor II. rész / B – megoldások

16. a) Az ábra alapján számolható a PM távolság. Az MTP_{Δ} -ben, Pitagorasz-tétellel:

$$PM^2 = 2,5^2 + 8,8^2, \text{ ebből } PM \approx 9,15 \text{ m.}$$

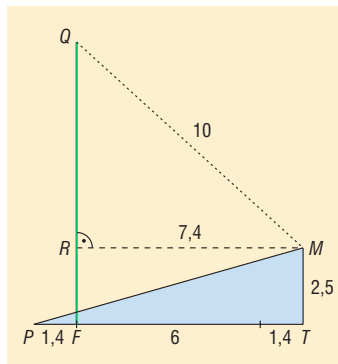
Tehát a készülék érzékeli a macska mozgását.

- b) Az MRQ háromszögben szintén Pitagorasz-tétellel számítható az RQ szakasz hossza:

$$RQ^2 = 10^2 - 7,4^2, \text{ ebből } RQ \approx 6,73 \text{ m.}$$

$$\text{Az } FQ = 2,5 + 6,73 = 9,23 \text{ m.}$$

Tehát ha a szemközti fára 9,23 méternél magasabb helyre száll a bagoly, akkor a készülék nem érzékeli.



- c) Készítsünk új ábrát. A keresett AB szakasz az ABT egyenlő szárú háromszögben található, melynek magassága $FT = 7,4$ m.

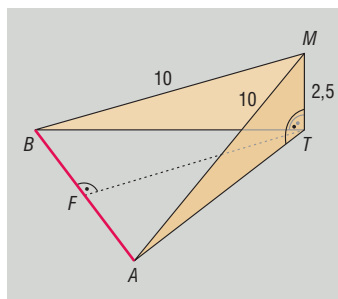
A BT hossza az MTB_{Δ} -ben Pitagorasz-tétellel számítható:

$$BT^2 = 10^2 - 2,5^2, \text{ ebből } AT = BT = 9,68 \text{ m.}$$

Az ABT_{Δ} alapja, szintén Pitagorasz-tétellel:

$$BF^2 = 9,68^2 - 7,4^2, \text{ BF} = 6,24 \text{ m, } AB = 2BF = 12,48 \text{ m.}$$

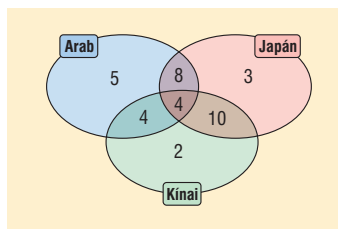
Tehát a készülék a járda szélén egy 12,48 m hosszú szakaszt „tart megfigyelés alatt”.



17. A szöveg alapján a következő halmazábra készíthető el:

$$a) p = \frac{16}{36} = 0,44; \quad b) p = \frac{\binom{4}{2}}{\binom{36}{2}} = \frac{1}{105} = 0,0095.$$

- c) Az ábra alapján 10 olyan tanuló jár az osztályba, aki csak egy nyelvet tanul a fentiek közül.



18. A vásárolt edény térfogata:

$$V = \frac{m \cdot \pi}{3} \cdot (R^2 + R \cdot r + r^2) \approx 89,6 \text{ liter.}$$

Ebbe az edénybe

$$\frac{89,6 - 17}{0,90} \approx 80,7 \text{ liter}$$

földet kell vásárolni.

- a) Több megoldás is lehetséges, például egy 50 literes, egy 20 literes, egy 10 literes és egy 5 literes csomag megfelel.
 b) Az előbbiek ára összesen: 1477 Ft, a legolcsóbb a két darab 50 literes virágföld, 1450 Ft.
 c) Ebben az esetben 89,6 liter földet kell vásárolni, s ez most is többféleképpen lehetséges. Például négy 20 literes és egy 10 literes csomag.
 A legolcsóbb ebben az esetben is a két 50 literes csomag.



5. Feladatsor I. rész – megoldások

1. Normálalakban:

a) $A \cdot B = 1 \cdot 10^{24}$;

b) $A + B = 5,2 \cdot 10^{12}$.

2. A síkon 8 különböző pont legfeljebb $\binom{8}{2}$, azaz 28 egyenest határoz meg.

3. A függvény

a) értelmezési tartománya: $x \in [-4; 4]$;

b) értékészlete: $y \in [-1; 4]$.

4. Az eredeti háromszög kerülete 30 cm.

5. A túra teljes hossza 30 km.

6. Az ábrán jelölt tartomány: $C \cup (B \setminus A)$ vagy $(A \cup B \cup C) \setminus (A \setminus C)$.

7. A paralelogramma átlóinak metszéspontjából a csúcsokba mutató vektorok:

$$\frac{\vec{a} + \vec{b}}{2}, \quad -\frac{\vec{a} + \vec{b}}{2}, \quad \frac{\vec{a} - \vec{b}}{2} \quad \text{és} \quad \frac{\vec{b} - \vec{a}}{2}.$$

8. A háromszög két adott oldala által bezárt szög lehet 30° vagy 150° .

9. A mondat tagadása B: „Van olyan erdész, akinek nincs zöld kalapja.”

10. Az egyenlőtlenség megoldása: $x \in]-\infty; -2[\cup]5; \infty[$.

11. A háromszög C csúcsának koordinátái $C(-2; 1)$.

12. A valószínűség:

$$P(30\text{-cal osztható}) = \frac{3}{48} = \frac{1}{16}, \quad P(30\text{-cal nem osztható}) = 1 - \frac{1}{16} = \frac{15}{16}.$$

5. Feladatsor II. rész / A – megoldások

13. a) Az egyenlet bal és jobb oldala minden valós x helyen értelmezve van. A hatványozás azonosságait alkalmazva, valamint az exponenciális függvény kölcsönös egyértelműsége miatt:

$$3^{-1} \cdot 3^{-\frac{3}{2}x-3} = 3^{2x-2} \cdot 3, \quad \text{amiből} \quad x = -\frac{6}{7}.$$

Ez valóban gyöke az eredeti egyenletnek.

b) A logaritmusfüggvény értelmezési tartománya a pozitív valós számok halmaza, ezért:

$$x^2 + 5x + 3 > 0 \quad \Leftrightarrow \quad x \in \left] -\infty; \frac{-5 - \sqrt{13}}{2} \right[\cup \left] \frac{-5 + \sqrt{13}}{2}; \infty \right[,$$

$$4x - 1 > 0 \quad \Leftrightarrow \quad x \in \left] \frac{1}{4}; \infty \right[.$$

$$\text{Az egyenlet alaphalmaza: } x \in \left] \frac{1}{4}; \infty \right[.$$



A logaritmus azonosságai és a logaritmusfüggvény kölcsönös egyértelmősége miatt:

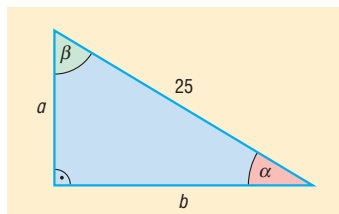
$$\sqrt{x^2 + 5x + 3} = 4x - 1 \Rightarrow 15x^2 - 13x - 2 = 0 \Rightarrow x_1 = 1 \text{ és } x_2 = -\frac{2}{15}.$$

Az egyenlet alaphalmazába csak $x = 1$ tartozik bele, és ez megoldása is az eredeti egyenletnek.

14. Legyen a derékszögű háromszög két befogójának hossza a és b .

a) A szokásos jelölésekkel a hegyesszögek koszinuszainak aránya:

$$\frac{\cos \beta}{\cos \alpha} = \frac{\frac{a}{25}}{\frac{b}{25}} = \frac{a}{b} \Rightarrow \frac{a}{b} = \frac{3}{4}.$$



A Pitagorasz-tétel alapján $a^2 + b^2 = 25^2$. A két összefüggésből $a = 15$ és $b = 20$. A háromszög befogói 15 cm és 20 cm hosszúak.

b) Legyen a háromszög beírt körének sugara r . A háromszög területét írjuk fel kétféleképpen:

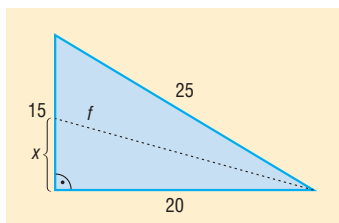
$$\frac{a \cdot b}{2} = r \cdot \frac{a + b + c}{2} \Rightarrow \frac{15 \cdot 20}{2} = r \cdot \frac{15 + 20 + 25}{2} \Rightarrow r = 5.$$

A háromszög beírt körének sugara $r = 5$ cm.

c) Egy háromszög belső szögfelezője a szemben levő oldalt a szomszédos oldalak arányában osztja. A kisebbik hegyesszöggel szemben levő oldal 15 cm hosszú, és ezt a szögfelező 20:25 arányban osztja. Az ábrán az x szakasz hossza: $\frac{20}{3}$.

A szögfelező f hosszára felírható Pitagorasz-tétel:

$$f^2 = 20^2 + \left(\frac{20}{3}\right)^2 \Rightarrow f = \frac{20}{3} \cdot \sqrt{10} \approx 21,08.$$



A kisebb hegyesszög felezőjének a háromszög belsejébe eső szakasza $\frac{20}{3} \cdot \sqrt{10} \approx 21,08$ cm hosszú.

15. a) Számítsuk ki 8, 12 és 14 legkisebb közös többszörösét: $[8; 12; 14] = 168$.

A buszok a megállóból 168 percenként indulnak egyszerre. Reggel 5-től délelőtt 10-ig 300 perc, 11-ig 360 perc telik el. Mivel $2 \cdot 168 = 336$, 10 és 11 óra között van olyan időpont, amikor a megállóból egyszerre indul mind a három járat, és ez az időpont 10 óra 36 perc.

b) Minden várakozó 3-féle buszra szállhat fel, ezért 3^{35} -féleképpen szállhatnak fel a buszokra.

c) A 70-es buszra $35 \cdot 0,2 = 7$ ember, a 71-esre $35 \cdot \frac{2}{7} = 10$, a 72-esre $35 - 7 = 18$ utas száll fel.

A kedvező esetek száma $\binom{35}{7} \cdot \binom{28}{10} \cdot \binom{18}{18}$, az összes eset a b) rész alapján 3^{35} .

A keresett valószínűség $\frac{\binom{35}{7} \cdot \binom{28}{10} \cdot \binom{18}{18}}{3^{35}} \approx 0,0018$.

d) A kiindulási pont $K(0; 0)$, az első megálló $E(-2; 3)$, a második megálló $M(2; 5)$, a harmadik $H(3; 3)$. A kiindulási helyétől a harmadik megállóig megtett út:

$$s = KE + EM + MH = \sqrt{(-2)^2 + 3^2} + \sqrt{(2 - (-2))^2 + (5 - 3)^2} + \sqrt{(3 - 2)^2 + (3 - 5)^2} = \sqrt{13} + \sqrt{20} + \sqrt{5} = \sqrt{13} + 3\sqrt{5} \approx 10,31 \text{ km}.$$



5. Feladatsor II. rész / B – megoldások

16. A befektetni kívánt pénz legyen a forint.

a) Az (1) lehetőség szerint három év múlva $a \cdot 1,08^3 \approx 1,2597a$ forintot kapunk.

A (2) lehetőség szerint három év múlva $a \cdot 1,01 \cdot 1,08 \cdot 1,15 \approx 1,2544a$ forintot kapunk.

Takarékos Oszkár az első befektetési forma esetén jut több pénzhez 3 év letelte után.

b) Ha a bank negyedévenként p százalékkal növeli a pénzünket, akkor 3 év után $a \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right)^{12}$ forinthez jutunk. Legyen $1 + \frac{p}{100} = x$.

$$a \cdot x^{12} = a \cdot 1,08^3, \quad / : a \neq 0$$

$$x = \sqrt[12]{1,08} \approx 1,0194.$$

Negyedévenkénti 1,94%-os kamat esetén kapunk annyi pénzt, mint az (1) befektetési mód esetén.

c) Tegyük fel, hogy n év múlva legalább 5 000 000 forint áll majd rendelkezésére. Ez akkor következik be, ha

$$2 \cdot 10^6 \cdot 1,08^n + 10^6 \cdot 1,08^{n-1} \geq 5 \cdot 10^6.$$

Osztva mindkét oldalt 10^6 -nal és az egyenlőtlenséget rendezve:

$$2 \cdot 1,08 \cdot 1,08^{n-1} + 1,08^{n-1} \geq 5,$$

$$3,16 \cdot 1,08^{n-1} \geq 5,$$

$$1,08^{n-1} \geq \frac{5}{3,16}.$$

Mindkét oldal pozitív, így vehetjük a tízes alapú logaritmusát:

$$\lg 1,08^{n-1} \geq \lg \frac{5}{3,16}, \quad \text{amiből} \quad n \geq 6,96.$$

Takarékos Oszkárnak hét évet kell várni hogy év végén legalább 5 000 000 forintot vehessen fel.

17. a) A stadion egyes soraiban levő ülőhelyek számai olyan számtani sorozatot alkotnak, amelynek első eleme 200, differenciája 4. Tegyük fel, hogy n sor van a stadionban. A számtani sorozat első n elemének összegére vonatkozó összefüggés alapján:

$$11500 < n \cdot \frac{400 + (n-1) \cdot 4}{2} < 12000.$$

Az egyenlőtlenség-rendszert rendezve:

$$11500 < n \cdot (200 + (n-1) \cdot 2) < 12000,$$

$$5750 < n^2 + 99n < 6000.$$

A sorok n számára teljesülnie kell, hogy (1) $0 < n^2 + 99n - 5750$ és (2) $n^2 + 99n - 6000 < 0$.

Az (1) egyenlőtlenség megoldása:

$$n < \frac{-99 - \sqrt{32801}}{2} \approx -140,06 \quad \text{vagy} \quad n > \frac{-99 + \sqrt{32801}}{2} \approx 41,06.$$

A (2) egyenlőtlenség megoldása:

$$-141,43 \approx \frac{-99 - \sqrt{33801}}{2} < n < \frac{-99 + \sqrt{33801}}{2} \approx 42,43.$$

Mivel n pozitív egész, a két feltételt csak $n = 42$ teljesíti, tehát a stadionban 42 sor van.



b) Az összes lehetőség száma $\binom{8}{3}$.

Ha az első három között nincs angol versenyző, akkor 5 versenyző közül került ki a három dobogós helyezett. A kedvezőtlen esetek száma $\binom{5}{3}$.

Annak a valószínűsége, hogy valamelyik dobogós helyre angol futó került:

$$p = 1 - \frac{\binom{5}{3}}{\binom{8}{3}} = \frac{23}{28} \approx 0,82.$$

c) Az eladott jegyek árainak átlaga:

$$\frac{4740 \cdot 0,4 \cdot 3200 + 4740 \cdot 0,3 \cdot 4000 + 4740 \cdot 0,3 \cdot 4700}{4740} = 3890 \text{ forint.}$$

Az eladott jegyek árainak módusza 3200 forint, mediánja pedig 4000 forint.

18. a) Először az alsó egyenes csonka kúp alakú rész térfogatát számítjuk ki először.

A csonka kúp alapkörének sugara $R = 6,5$ cm, fedőkörének sugara $r = 1,5$ cm. A kúp magasságát a tengelymetszetből számíthatjuk:

$$m = \sqrt{13^2 - 5^2} = 12 \text{ cm.}$$

A csonka kúp térfogata:

$$V_{\text{csonka kúp}} = \frac{m \cdot (R^2 + R \cdot r + r^2) \cdot \pi}{3} = 217\pi.$$

A felső hengeres rész térfogata:

$$V_{\text{henger}} = r^2 \cdot \pi \cdot m' = 27\pi.$$

A flaska teljes űrtartalma:

$$V = V_{\text{csonkakúp}} + V_{\text{henger}} = 244\pi \approx 766,55 \text{ cm}^3.$$

A $7,5 \text{ dl} = 750 \text{ cm}^3$ bort beleöntve a flaskába: $766,55 - 750 = 16,55 \text{ cm}^3$ térfogatnyi hely marad. Mivel ez kisebb, mint a felső hengeres rész térfogata, az üvegben a bor szintje a felső hengeres résznél van, felülről számítva a következő magasságban:

$$h = \frac{V_{\text{hiány}}}{r^2 \cdot \pi} = \frac{16,55}{1,5^2 \cdot \pi} \approx 2,34 \text{ cm.}$$

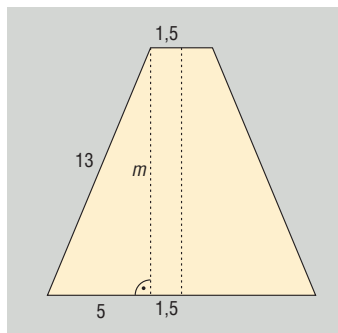
b) Ha az üvegből annyit kiöntünk, hogy a bor szintje 3 centiméterrel csökkenjen, akkor ez

$$V^* = 1,5^2 \cdot \pi \cdot 3 \approx 21,21 \text{ cm}^3$$

bor kiöntését jelenti. A bor alkoholtartalma eredetileg $750 \cdot 0,125 \text{ cm}^3$. Az alkoholtartalom minden kiöntés után $\frac{750 - 21,21}{750} = \frac{728,79}{750}$ -szeresére változik.

A kínált bor alkoholtartalma végül $750 \cdot 0,125 \cdot \left(\frac{728,79}{750}\right)^4 \text{ cm}^3$.

A vendégeket Vendel $\frac{750 \cdot 0,125 \cdot \left(\frac{728,79}{750}\right)^4}{750} \cdot 100 \approx 11,14\%$ -os borral kínálta.

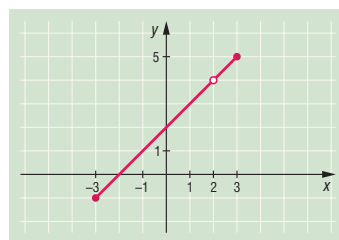
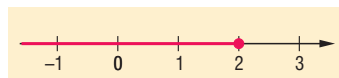
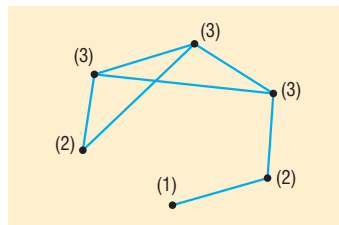




6. Feladatsor I. rész – megoldások

1. Az egyszerűsített tört: $\frac{(n+1)!}{(n-1)!} = (n+1) \cdot n$.
2. Kössük össze a haragosokat éllel. Az ábrán egy lehetséges megoldást látunk.
3. A szavazáson 7 530 000 fő vehetett volna részt.
4. A sorozat első 5 elemének összege $-\frac{\sqrt{2}}{2}$.
5. a) Igaz. b) Hamis. c) Igaz.
6. A focilabdát $5,73^\circ$ -ban látjuk.
7. Az egyenlet valós megoldásai a számegyenesen láthatók.
8. Az $ABC\angle = 21^\circ$.
9. A fizetések átlaga 126 571 forint, módusza 90 000 forint, mediánja pedig 105 000 forint.
10. Az egyenlet diszkriminánsa $4\sqrt{2}$.
11. A függvény grafikonja az ábrán látható.
12. Annak a valószínűsége, hogy Ambrus Adri mellett ül:

$$\frac{2 \cdot 5!}{6!} = \frac{1}{3}.$$



6. Feladatsor II. rész / A – megoldások

13. a) Használjuk fel, hogy $\cos^2 x = 1 - \sin^2 x$:

$$2 \cdot (1 - \sin^2 x) + 1 = 5 \cdot \sin x,$$

$$0 = 2 \cdot \sin^2 x + 5 \cdot \sin x - 3.$$

A másodfokú egyenlet megoldásai:

$\sin x = -3$, ami nem lehet a szinuszfüggvény értékészlete miatt,

$$\sin x = \frac{1}{2} \Leftrightarrow x_1 = \frac{\pi}{6} + 2k\pi, \quad x_2 = \frac{5\pi}{6} + 2l\pi, \quad k, l \in \mathbb{Z}.$$

Az egyenlet megoldásai:

$$x_1 = \frac{\pi}{6} + 2k\pi, \quad x_2 = \frac{5\pi}{6} + 2l\pi, \quad k, l \in \mathbb{Z},$$

amelyek kielégítik az eredeti egyenletet.

- b) Írjuk fel az egyenlet jobb és bal oldalát 2 hatványaként.

$$2^{2x+2 \cdot |x+1|} = 2^5.$$



Mivel az exponenciális függvény kölcsönösen egyértelmű, a $2x + 2|x + 1| = 5$ egyenletet kell megoldanunk.

Ha $x \geq -1$, akkor $2x + 2(x + 1) = 5 \Rightarrow x = \frac{3}{4}$.

Ha $x < -1$, akkor $2x + 2(-x - 1) = 5$, nincs megoldás.

Tehát $x = \frac{3}{4}$, ami az eredeti egyenletnek valóban gyöke.

14. Az első nap a kutya $2(20 + 60) = 160$ m utat tesz meg.

A második nap $2(20 + 50) + 160 = 300$ m utat tesz meg, mivel az első háztömb szélességét, és még két háztömb közti távot kétszer kell megtennie az előző napihoz képest.

A harmadik nap $2(20 + 50 + 20 + 50) + 160 = 440$ m utat tesz meg, az előző napinál ismét $2(20 + 50) = 140$ méterrel többet.

A kutya által naponként megtett távolságok egy számtani sorozat tagjai. A sorozat első tagja 160, differenciája 140.

a) A kutya a hetedik napon $a_7 = a_1 + 6d = 160 + 6 \cdot 140 = 1000$ méter utat tesz meg.

b) Hús nap alatt a kutya összesen $S_{20} = 20 \cdot \frac{2a_1 + 19d}{2} = 29800$ métert, azaz 29,8 km-t fut.

15. Az első kép alapján az első fájl 25%-a az összes másolás 7%-a, tehát az első fájl az összes másolandónak $\frac{7}{25} \cdot 100 = 28\%$ -a.

Ezért és a második kép alapján a második fájl 15%-a az összes másolás $37\% - 28\% = 9\%$ -a.

A második fájl az összes másolandó anyagnak $\frac{9}{15} \cdot 100 = 60\%$ -a.

A harmadik fájl mérete tehát az összesnek $100\% - 28\% - 60\% = 12\%$ -a.

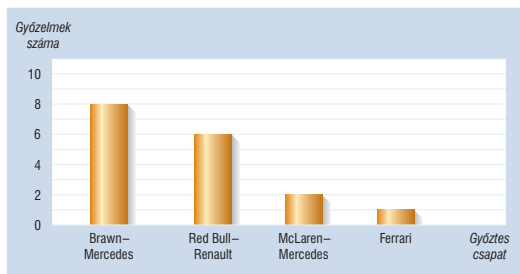
Ha a teljes másolás a 91%-ánál tart, akkor a harmadik fájlból akkora rész másolása történt meg, amennyi az összes másolandónak $91\% - 28\% - 60\% = 3\%$ -a.

A 3% a 12%-nak $\frac{3}{12} \cdot 100 = 25\%$ -a.

A harmadik fájl másolása során, ha a felső sávban 91% látható, akkor az alsó sávban 25%-ot láthatunk.

6. Feladatsor II. rész / B – megoldások

16. a) Az átlagpontszám 53,95. Az átlagpontszámhoz Lewis Hamilton pontszáma van a legközelebb.
b) Az adatsor módusza a Brawn–Mercedes csapata, ők nyertek legtöbbször futamot.





- c) Az összes helyszín száma 17, ebből a két megszüntetendő helyszínt $\binom{17}{2}$ -féleképpen lehet kiválasztani, tehát az összes esetek száma $\binom{17}{2}$.

Ha Magyarországot kiválasztanák, akkor a másik helyszín a fennmaradó 16 másik közül kerülne ki, tehát a kedvező esetek száma 16.

Annak a valószínűsége, hogy Magyarország a két kiválasztott közt lenne:

$$\frac{16}{\binom{17}{2}} = \frac{2}{17} \approx 0,12.$$

- d) Mivel Schumacher 3 perc 20 másodpercenként körözi le a másik autót, ennyi idő alatt Schumacher a pálya hosszával, azaz 4381 méterrel több utat tesz meg.

Legyen az autó sebessége v . Mivel 3 perc 20 másodperc az $\frac{1}{18}$ óra, az $s = v \cdot t$ összefüggés alapján a megtett utak különbsége:

$$199 \cdot \frac{1}{18} - v \cdot \frac{1}{18} = 4,381, \text{ ebből } v = 120,142.$$

A másik autó sebessége megközelítőleg $120 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

17. Legyen a szabályos hatszög alapú egyenes hasáb alaplapjának éle a , magassága m hosszúságú.

A szabályos hatszög hosszabb átlója az alapél kétszerese: $2a$, rövidebb átlója egy a oldalú szabályos háromszög magasságának a kétszerese: $a\sqrt{3}$.

Pitagorasz tételét felírva a testátlókat tartalmazó derékszögű háromszögekben:

$$\left. \begin{aligned} (a\sqrt{3})^2 + m^2 &= (3\sqrt{91})^2 \\ (2a)^2 + m^2 &= 30^2 \end{aligned} \right\}.$$

Az egyenletrendszer pozitív megoldásai: $a = 9$ és $m = 24$.

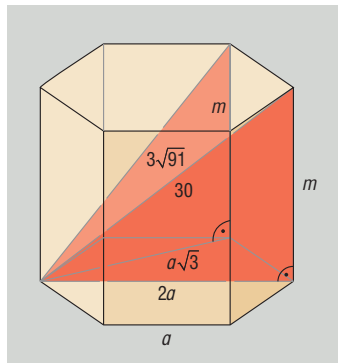
A hasáb alapéle 9 cm, magassága 24 cm.

- a) A hasáb térfogata:

$$V = T_{\text{alap}} \cdot m = 6 \cdot \frac{a^2 \cdot \sqrt{3}}{4} \cdot m = 2916 \cdot \sqrt{3} \approx 5050,66 \text{ cm}^3.$$

- b) A hasáb felszíne:

$$A = 2 \cdot T + 6 \cdot a \cdot m = 2 \cdot 6 \cdot \frac{a^2 \cdot \sqrt{3}}{4} + 6 \cdot a \cdot m = 243\sqrt{3} + 1296 \approx 1716,89 \text{ cm}^2.$$



18. Thalész tétele értelmében a derékszögű csúcs rajta van az átfogó mint átmérő fölé írt körön.

A kör középpontja AB felezőpontja, vagyis $O(3;1)$, sugara:

$$r = \frac{AB}{2} = \frac{\sqrt{(8 - (-2))^2 + (-11 - 13)^2}}{2} = \frac{26}{2} = 13.$$

A kör egyenlete:

$$(x - 3)^2 + (y - 1)^2 = 169.$$



a) A körnek az y tengellyel való metszéspontját a $(0-3)^2 + (y-1)^2 = 169$ egyenlet megoldása adja:

$$(y-1)^2 = 160,$$

$$|y-1| = \sqrt{160}.$$

Ebből a háromszög derékszögű csúcsának koordinátái lehetnek:

$$C_1(0; 1+4\sqrt{10}) \quad \text{vagy} \quad C_2(0; 1-4\sqrt{10}).$$

b) A kör területén keressük meg azokat a pontokat, amelyeknek első koordinátája 15. Ehhez oldjuk meg a $(15-3)^2 + (y-1)^2 = 169$ egyenletet:

$$144 + (y-1)^2 = 169,$$

$$|y-1| = 5.$$

Az egyenlet megoldásai: $y_1 = 6$ és $y_2 = -4$.

Az $E_1(15; 6)$ és $E_2(15; -4)$ érintési pontokban kell a körhöz érintőket húznunk. Mivel egy kör érintője merőleges az érintési pontba húzott sugárra, az érintők normálvektorait a kör középpontjából az érintési pontokba húzott vektorokkal adhatjuk meg.

$$\vec{n}_1 = \overrightarrow{OE_1}(12; 5) \Rightarrow e_1: 12x + 5y = 12 \cdot 15 + 5 \cdot 6 \Rightarrow 12x + 5y = 210,$$

$$\vec{n}_2 = \overrightarrow{OE_2}(12; -5) \Rightarrow e_2: 12x + 5y = 12 \cdot 15 - 5 \cdot (-4) \Rightarrow 12x - 5y = 200.$$

Az érintők egyenletei: $12x + 5y = 210$ és $12x - 5y = 200$.

Az érintők hajlásszögét normálvektoraik hajlásszögének segítségével adhatjuk meg, amelyet a skaláris szorzatukkal számolhatunk:

$$\cos \varphi = \frac{\vec{n}_1 \cdot \vec{n}_2}{|\vec{n}_1| \cdot |\vec{n}_2|} = \frac{119}{13^2} \Rightarrow \varphi \approx 45,24^\circ.$$

Mivel a φ szög hegyesszög, az érintők hajlásszöge $45,24^\circ$.

7. Feladatsor I. rész – megoldások

- $\frac{(x-y)(x+y)}{(x+y)^2} = \frac{x-y}{x+y}.$
- $\frac{n}{50+n} < 0,25$; $0,75n < 12,5$; $n < 16,6$. Legfeljebb 16 marcipános kerülhet bele.
- Két nem egybe eső kör két pontban metszheti egymást. Minden újabb kör metszheti már az összes korábbi 2-2 pontban, így a lehetséges metszéspontok száma $1 \cdot 2 + 2 \cdot 2 + 3 \cdot 2 + 4 \cdot 2 = 20$.
- Nyolc elem mediánja a két középső elem számtani közepe. Ha X és Y is kisebb, mint 4, akkor a medián pontosan 3,5. Ha csak X kisebb 4-nél, akkor a medián maximum 5,5. Így $X, Y > 4$, és $X = 5, Y = 7$. (Feltettük, hogy X kisebb Y -nél, és a számok mind különbözők.)
- $T = 5^2 \cdot \sin 60^\circ \approx 21,65 \text{ cm}^2$.
- Az ötponztú teljes gráf éleinek száma $\frac{5 \cdot 4}{2} = 10$, az adott gráfnak $\frac{2+2+2+2+4}{2} = 6$ éle van. Így még 4 élt kell berajzolni.
- A keresett egyenes egyenlete $e: -3x + 2y = 1$.
- Az egyenlet két gyöke: $x_1 = 0$ és $x_2 = -9$. A megoldás: $x = -9$.



9. A megoldás: c), azaz $y = 2^{x+1} - 1$.
10. 0° és 360° között két szög van, melyekre $\sin 240^\circ = \sin 300^\circ = -\frac{\sqrt{3}}{2}$. Közülük $\cos 240^\circ < 0$, ezért $\cos 240^\circ = -\frac{1}{2}$.
11. Jelölje n a Berlinben jártakat. Ekkor $10 + \frac{n}{2} = 14$, ebből $n = 8$. Tehát 4 fő járt mindkét városban.
12. A logaritmus definíciója miatt $2x - 4 > 0$, azaz $x > 2$, és $x \in \mathbb{N}$.

7. Feladatsor II. rész / A – megoldások

13. a) $\frac{6+9+10+8+X}{5} = 8$, vagyis $X = 7$.
- b) Az egyes napokon 5, 10, 9, 11 autó érkezett, a változások (+5, -1, +2) átlaga: $\frac{5-1+2}{3} = 2$. Ennek alapján péntekre $11 + 2 = 13$ autó várható.
- c) Ha egyik napon sem érkezett olyan jármű, amelyen egyszerre végzik el a kétfajta beavatkozást, akkor a valószínűség 1. A legkisebb értéket pedig akkor kapjuk, ha minden nap a lehető legtöbb jármű vesz részt mindkét típusú beavatkozásban, azaz hétfőn 5 (1), kedden 9 (1), szerdán 9 (1), csütörtökön 8 (3). Zárójelben azon járművek száma szerepel, amelyeken csak az egyik beavatkozást végzik el. Így a kérdéses valószínűség:

$$\frac{1+1+1+3}{37} \approx 0,16.$$

14. a) $(2^x)^2 - 8 \cdot 2^x + 12 = 0$, $(2^x)_{1,2} = \frac{8 \pm \sqrt{8^2 - 4 \cdot 12}}{2} = \frac{8 \pm 4}{2}$, ahonnan $(2^x)_1 = 6$ és $(2^x)_2 = 2$.

A két megoldás: $x_1 = \log_2 6 \approx 2,585$ és $x_2 = 1$.

- b) A feladat értelmezési tartománya: $x > 0$. Rendezve az egyenlőtlenséget:

$$\frac{x}{x+3} - 9 < 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{-8x-27}{x+3} < 0 \quad \Leftrightarrow \quad x < -\frac{27}{8} \quad \text{vagy} \quad x > -3.$$

Az értelmezési tartomány miatt az egyenlőtlenség megoldása: $x > 0$.

15. a) Az egyre növekvő kerületű körök sugarai: $r, 2r, 3r, \dots, nr, \dots$ ($n \in \mathbb{Z}^+$).
A körök kerülete: $K_1 = 2r \cdot \pi$, $K_2 = 2 \cdot (2r) \cdot \pi$, $K_3 = 2 \cdot (3r) \cdot \pi$, ..., $K_n = 2 \cdot (nr) \cdot \pi$, ...
Számítani a sorozat, ha a szomszédos elemek különbsége állandó. Ez teljesül a kerületekre:

$$K_{n+1} - K_n = 2 \cdot [(n+1) \cdot r] \cdot \pi - 2 \cdot (nr) \cdot \pi = 2r \cdot \pi = K_1 = \text{állandó}.$$

- b) Jelölje a_n az n -edik körgyűrűbe került darabkák számát, ami arányos a kerülettel.

Mivel $K_n = K_{n-1} + K_1$, ezért $a_n = a_{n-1} + a_1$ (ahol $a_1 = 4$), tehát:

$$a_1 + (n-1)d = a_1 + (n-2)d + a_1,$$

$$nd - d = nd - 2d + 4,$$

$$d = 4.$$

Így a darabkák száma: $S_{20} = 840$. Ha egy járólap 6 darabkát adott ki, akkor 140 járólapot kellett miszlikbe aprítaniuk.



7. Feladatsor II. rész / B – megoldások

16. Ábrázoljuk a megadott alakzatokat. Látjuk, hogy ezek metszéspontjai adják a háromszög csúcsait. Két alakzat metszéspontját pedig a koordináta-geometriában egyenletrendszerek megoldásaként kapjuk.

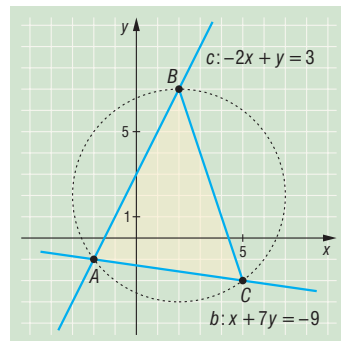
$$a) A = b \cap c: \left. \begin{array}{l} -2x + y = 3 \\ x + 7y = -9 \end{array} \right\}, \text{ a megoldás: } x = -2, y = -1.$$

Tehát $A(-2; -1)$.

$$B = c \cap k: \left. \begin{array}{l} -2x + y = 3 \\ (x - 2)^2 + (y - 2)^2 = 25 \end{array} \right\}.$$

Fejezzük ki c egyenletéből y -t, kapjuk az $5x^2 - 20 = 0$ egyenletet, ahonnan $|x| = 2$. Az egyik megoldás éppen A , a másik: $x = 2, y = 7$. Tehát $B(2; 7)$.

$$C = b \cap k: \left. \begin{array}{l} (x - 2)^2 + (y - 2)^2 = 25 \\ x + 7y = -9 \end{array} \right\}, \text{ a megoldás: } x = 5, y = -2. \text{ Tehát } C(5; -2).$$



$$b) K = d(AB) + d(AC) + d(BC) = \sqrt{80} + \sqrt{50} + \sqrt{90} \approx 25,5 \text{ egység.}$$

- c) Mivel BC a legnagyobb oldal, a vele szemben levő α szög a legnagyobb. Például a koszinusz-tételt felírva:

$$90 = 80 + 50 - 2 \cdot \sqrt{80} \cdot \sqrt{50} \cdot \cos \alpha, \text{ ebből } \alpha \approx 71,56^\circ.$$

17. Képzeletben vágjuk el a tölsért és a fagyit középen egy függőleges síkkal. A metszetet rajzoljuk le.

- a) A rajzon kiemelt két háromszög hasonló. (A tölsér alkotójának hosszát kiszámíthatjuk a Pitagorasz-tétellel, értéke 10 cm.) Felírva az arányokat:

$$\frac{9,6 - \frac{R}{3}}{R} = \frac{10}{2,8}, \text{ ahonnan } R \approx 2,4585 \text{ cm.}$$

Így a fagyi térfogata:

$$V_{\text{fagyi}} = \frac{4}{3} R^3 \cdot \pi \approx 62,24 \text{ cm}^3.$$

Kerekítve, a gombóc térfogata 62 cm^3 .

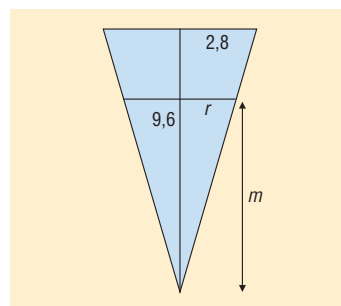
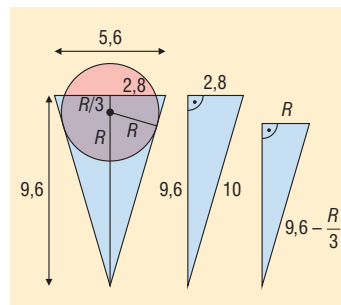
- b) Ha elolvad a fagyi, és az olvadt csoki „kitölti” a kúp alakú tölsért, akkor szintén találunk két hasonló háromszöget:

$$\frac{m}{r} = \frac{9,6}{2,8} = \frac{24}{7}, \text{ innen } m = \frac{24}{7} r.$$

Feltételezzük, hogy a fagyi térfogata nem változott (illetve a változástól eltekintünk), ezért:

$$V_{\text{olvadt csoki}} = \frac{r^2 \cdot \pi \cdot m}{3} = \frac{r^2 \cdot \pi \cdot \frac{24}{7} r}{3} = \frac{8r^3 \cdot \pi}{7} = 62,$$

amiből $r \approx 2,58 \text{ cm}$ és $m \approx 8,86 \text{ cm}$.





18. Minden esetben megfelelő módon kell behelyettesítenünk a megadott képletbe.

$$a) L = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}, \quad a = 0,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \quad T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{0,25}{9,81 - 0,81}} = \frac{\pi}{3} \text{ (s)}.$$

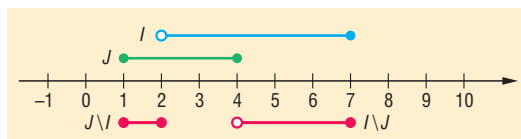
$$b) T = 2 \text{ (s)}, \quad a = 8,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \quad 2 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{L}{9,81 - 8,81}} \Rightarrow L = \frac{1}{\pi^2} \approx 0,1013 \text{ (m)}.$$

$$c) T = 3 \text{ s}, \quad L = 1 \text{ m}. \quad 3 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{1}{9,81 - a}} \Rightarrow a = 9,81 - \frac{4\pi^2}{9} \approx 5,42 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

8. Feladatsor I. rész – megoldások

1. A végződés lehet 12, 32, 52, 72, 92, tehát X lehet 1, 3, 5, 7, 9.
2. A külső pontból a körhöz húzott érintő merőleges az érintési pontba húzott sugárra. A Pitagorasz-tételből $x^2 + 6^2 = 10^2$, ebből $x = 8$.
3. Az első állítás megfordítása igaz. A második állítás megfordítása igaz. A harmadik állítás megfordítása hamis, mert az 1 önmagával és 1-gyel is osztható, mégsem prím.
4. Az intervallumok az ábrán láthatók.

$$5. \left(\frac{10}{4}\right) \cdot 4! = \frac{10!}{(10-4)!} = 10 \cdot 9 \cdot 8 \cdot 7 = 5040.$$



$$6. \frac{\frac{15}{100} + \frac{62}{80} + \frac{58}{100} + \frac{n}{80}}{4} = \frac{15 + 77,5 + 58 + 1,25n}{400} \geq 0,6, \text{ innen } n \geq 71,6.$$

Ha a tanár csak egész pontokat ad, akkor legalább 72 pontost.

7. Mivel egymás reciprokai, a kotangens értéke is negatív.
8. $]-\infty; -4]$ -on monoton növekvő az $f(x)$.
9. Ha eredetileg x árú az áru, akkor a vásárt követő csökkentés után $x \cdot 1,4 \cdot 0,6 = x \cdot 0,84$ az ára, s ez az eredeti árnál kisebb. Mégpedig 16%-kal.
10. Az egyenletből a k kör középpontja $O_k(-2; 1)$, sugara $r = 3$. A két kör középpontjának távolsága:

$$d(OK) = \sqrt{(2+2)^2 + (4-1)^2} = 5.$$

Ha nincs közös pont, akkor:

$$R < d(OK) - r = 5 - 3 = 2 \quad \text{vagy} \quad R > d(OK) + r = 5 + 3 = 8.$$

$$11. \log_2 12 = \log_2 (2^2 \cdot 3) = \log_2 2^2 + \log_2 3 = 2\log_2 2 + p = 2 + p.$$

12. A valószínűség a területek aránya. A keret és a kép konkrét nagysága nem számít, tekintsük a kör sugarát egynek, így:

$$T_{\text{képköret}} = 4 \quad \text{és} \quad T_{\text{körkép}} = 1^2 \cdot \pi.$$

A találati valószínűség:

$$p = \frac{\pi}{4} \approx 0,7854.$$



8. Feladatsor II. rész /A – megoldások

13. Az értelmezési tartomány: $y^2 + 2x - 5 \geq 0$. A második egyenletből $y = 3 - x$. Visszahelyettesítve az első egyenletbe, egy várhatóan másodfokú egyismeretlenes egyenlethez jutunk:

$$\sqrt{(3-x)^2 + 2x - 5} = 2x + 3.$$

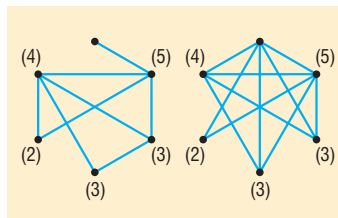
A gyökjel alatt nevezetes szorzatot találunk, mégpedig $(x-2)^2$ -t, ezért az egyenlet:

$$|x-2| = 2x+3.$$

Az abszolút értékes egyenletnek egy megoldása van, $x = -\frac{1}{3}$, így $y = \frac{10}{3}$. Ellenőrizzük.

14. a) A három házaspár összesen hat fő. Ha valakinél elvágjuk a kört és „kiterítjük” az ülésrendet, akkor az eredmény $5! = 120$.
- b) Most az egyik pár első tagjánál vágjuk el a sort és kiterítjük az ülésrendet, akkor 2-féle módon lehet a másik két párt leültetni, illetve minden páron belül 2-2-féleképpen a házastársakat. Így az eredmény $2 \cdot 2^3 = 16$.

- c) Képzeliük el a hat személyt, mint egy gráf hat pontját. A gráf élei azt reprezentálják, hogy két személy egymás között kicserélte a salátástálat (az mindegy, hogy ki kinek adta). Ekkor az 5 fokú pont minden más ponttal szomszédos, tehát a hatodik pont fokszáma is legalább 1.



A 4 fokú pontból tudunk éleket rajzolni csak a többi ponthoz, illetve a leendő két 3 fokú pontot összekötve fokszámuk 3 lesz. Tehát az utolsó pont minimális fokszáma 1.

Másodszorra kössük össze a 4 fokú pontot a hatodik ponttal és a két 3 fokú ponttal. Végül kössük össze a 2 fokú pontot is a hatodik ponttal. Így a hatodik pont fokszáma 5 lesz. Tehát ennyi információ birtokában csak annyit állíthatunk, hogy a hatodik személy az asztalnál legalább egyszer, legfeljebb ötször adta-vette a salátástálat.

15. a) Ha egy $y = f(x)$ függvény áthalad az $(x'; y')$ ponton, akkor teljesül rá, hogy $f(x') = y'$. Azaz $f(4) = 2 \cdot 4^2 - 5 \cdot 4 + c = 16$, innen $c = 4$.
- b) Az $f(x)$ függvény pontosan ott metszi az x tengelyt, ahol $y = f(x) = 0$. Azaz $2x^2 - 5x + 4 = 0$. A másodfokú egyenletnek nincs megoldása, hiszen $D = 5^2 - 4 \cdot 2 \cdot 4 = 25 - 32 = -7 < 0$. Mivel normál állású parabola, eszerint végig az x tengely felett halad, nem metszi azt.
- c) Ha az x tengely felett halad, akkor függőlegesen lefelé kell elmozgatni, hogy érintse a tengelyt. Ezt pozitív konstans elvételével érhetjük el.

I. megoldás.

Az érintéshez a diszkriminánsnak 0-vá kell válnia:

$$D = 25 - 8(4 - p) = -7 + 8p = 0, \text{ ahonnan } p = \frac{7}{8} = 0,875.$$

II. megoldás.

Alakítsuk a függvényt teljes négyzetté:

$$f(x) = 2x^2 - 5x + 4 = 2\left(x - \frac{5}{4}\right)^2 - \frac{25}{8} + 4 = 2\left(x - \frac{5}{4}\right)^2 + \frac{7}{8}.$$

Innen látható, hogy az utolsó tag elhagyása, azaz a görbe 0,875 egységgel való lefelé mozdítása után már érinti az x tengelyt.



8. Feladatsor II. rész / B – megoldások

16. Készítsünk a hotelszobákról egy összefoglaló táblázatot.

	Egy szinten található azonos típusú		Összesen a hotelben	
	szobák	közülük konyhával rendelkezik	szoba	konyhával
2 személyes	7	2	91	26
4 személyes	8	2	104	26
6 személyes	5	2	65	26
Összesen	20	6	260	78

- a) A 8 párnak kétszemélyes szobákat utalnak ki a hotel 91 szobájából valamilyen sorrendben.

Erre $\frac{91!}{(91-8)!}$ -féleképpen kerülhet sor. A kétgyermekes pároknak négyszemélyes szobákra van szükségük, ezért számukra $\frac{104!}{(104-3)!}$ lehetőség adódik. (A szobákat és a párokat is megkülönböztetjük.) A kérdésre a válasz ezek szorzata, hiszen függetlenek: $\frac{91!}{(91-8)!} \cdot \frac{104!}{(104-3)!}$.

- b) A felső öt emeleten összesen $5 \cdot 8 = 40$ négyszemélyes szoba van. Hogy pont ilyenbe kopog be

az illető, annak valószínűsége $P_1 = \frac{40}{260}$. Az alsó nyolc emeleten $8 \cdot 5 = 40$ hatszemélyes szoba van, így utóbbi $P_2 = \frac{40}{260}$ valószínűsége megegyezik az előbbivel.

- c) Mivel a feladat szövege tartalmazza a „legalább” szót, érdemes megvizsgálni a komplementer eseményre való áttérés lehetőségét. 39 szobát választunk ki összesen, közülük legalább egy konyhával rendelkezik: akkor rendelkezhet azzal 1, 2, 3, 4 stb. Ez nagyon sok lehetőség, megéri áttérni a komplementer eseményre!

Ha a kiválasztás után nincs konyhás szoba, akkor szintenként a kétszemélyesek közül 5, a háromszemélyesek közül 6, a hatszemélyesek közül 3 szoba jöhet szóba $\frac{5}{7} \cdot \frac{6}{8} \cdot \frac{3}{5}$ valószínűséggel.

Ugyanez érvényes mind a 13 szintre, tehát az ellentett esemény valószínűsége $\left(\frac{5}{7} \cdot \frac{6}{8} \cdot \frac{3}{5}\right)^{13}$.

Magának a kérdezett eseménynek pedig $1 - \left(\frac{5}{7} \cdot \frac{6}{8} \cdot \frac{3}{5}\right)^{13}$ a valószínűsége.

17. Jelölje S a szépirodalmat, K a képregényeket, U az újságot olvasó tanulók halmazát. A feladat szövege szerint:

(1) $|S| + |K| - |S \cap K| = 15$;

(2) $|K| + |U| - |K \cap U| = 17$;

(3) $|S| + |U| - |S \cap U| = 18$;

(4) $\frac{1}{2} \cdot |S| = |S \cap K|$;

(5) $|K| - 6 = |K \cap U|$;

(6) $|S \cap U| = 3$;

(7) $|S \cap U \cap K| = 1$.

(4)-et (1)-be helyettesítve: $\frac{1}{2} \cdot |S| + |K| = 15$.

(5)-öt (2)-be helyettesítve: $|U| = 11$.



(6)-ot (3)-ba helyettesítve: $|S| + |U| = 21$, ebből $|S| = 10$, és így $|K| = 10$.

Ekkor (4)-ből $|S \cap K| = 5$, (5)-ből $|K \cap U| = 4$.

Tehát

$$30 - (|S| + |K| + |U| - |S \cap K| - |S \cap U| - |K \cap U| + |S \cap U \cap K|) = \\ = 30 - (10 + 10 + 11 - 5 - 3 - 4 + 1) = 10,$$

azaz 10-en nem olvassák egyiket sem. Mivel $10:30 \approx 0,333$, ez a tanulók 33,3%-át jelenti.

18. A következő ábrát rajzolhatjuk fel:

Felírva a szinusztételt az APB és QAB háromszögekben, kiszámíthatjuk AP és AQ hosszát:

$$\frac{AP}{50} = \frac{\sin 21^\circ}{\sin 59^\circ} \quad \text{és} \quad \frac{AQ}{50} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 55^\circ},$$

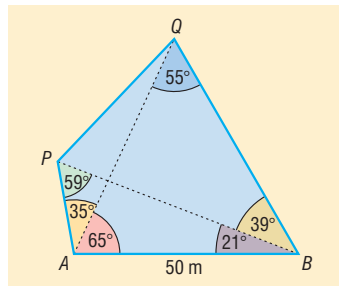
ahonnan $AP \approx 20,9$ m és $AQ \approx 52,861$ m.

Alkalmazzuk a koszinusztételt APQ háromszögben:

$$PQ^2 = AP^2 + AQ^2 - 2AP \cdot AQ \cdot \cos 35^\circ \approx 1421,1$$

amiből $PQ \approx 37,7$ m.

Nagy Papucsnak közelítőleg 37,7 m hosszú szárogtatókötelet kell sodornia.



9. Feladatsor I. rész – megoldások

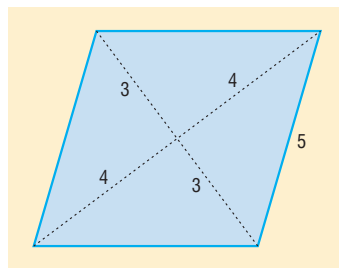
1. $3 + x \geq 0$, azaz $x \geq -3$. Négyzetre emelve, s rendezve az egyenlőtlenséget:

$$x^2 + x - 2 > 0, \quad \text{amiből} \quad x > 1 \quad \text{vagy} \quad x < -2.$$

Mivel a jobb oldalon nemnegatív szám áll, ezért a bal oldalon is annak kell (sőt pozitívna $a > \text{jel}$ miatt), tehát a megoldás: $x > 1$.

2. $\log_2 80 - \log_2 10 + \log_3 81 = \log_2 \frac{80}{10} + 4 = \log_2 8 + 4 = 3 + 4 = 7$.

3. A rombusz átlói felezik egymást, és merőlegesek is egymásra. Pitagorasz tétele szerint a rombusz oldala 5 egység, így kerülete 20 egység.



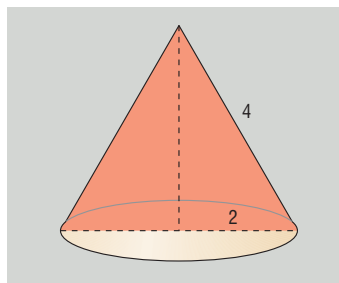
4. A forgáskúp tengelymetszete az ábrán látható. (\Rightarrow)

A kúp felszíne:

$$A = 2^2 \cdot \pi + 2\pi \cdot 4 = 12\pi.$$

5. A β szög a következő négy érték lehet: 31° , 329° , 391° , 689° .
6. A kedvező esetek száma 3 (prímszámok: 2, 3, 5), az összes esetek száma 6, így a prímszám dobásának valószínűsége:

$$\frac{3}{6} = \frac{1}{2}.$$





7. Ha a sorozat ötödik tagja a_5 és a differencia d , akkor a következő összeget kell kiszámítanunk:
 $3 - 4d + 3 - 3d + 3 - 2d + 3 - d + 3 + 3 + d + 3 + 2d + 3 + 3d + 3 + 4d = 9 \cdot 3 = 27$.

8. Az $y = 2x + 1$ egyenletű egyenes meredeksége 2, ezért a rá merőleges egyenes meredeksége $-\frac{1}{2}$,
 így az egyenlete: $y - 2 = -\frac{1}{2} \cdot (x - 1)$, vagy más alakban: $y = -\frac{1}{2}x + \frac{5}{2}$.

9. Az első egyenletből $y = 3 - x$, ezt a másodikba helyettesítve, majd rendezve az egyenletet,
 kapjuk, hogy:

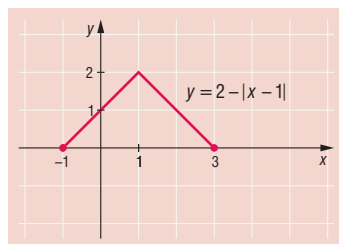
$$x^2 - 3x + 2 = 0.$$

Ennek gyökei: $x_1 = 1$, $x_2 = 2$, a megfelelő y értékek: $y_1 = 2$, $y_2 = 1$.

10. A függvény legnagyobb értéke 2, ezt az $x = 1$ helyen, a legkisebb értéke pedig 0, ezt az $x = -1$ és az $x = 3$ helyeken veszi fel. (►)

11. Az 1-től 100-ig terjedő egész számok között 50 db osztható 2-vel, 33 db osztható 3-mal, és 16 db osztható 2-vel is meg 3-mal is, tehát 6-tal.

Így $50 + 33 - 16 = 67$ olyan szám van, amely vagy 2-vel, vagy 3-mal osztható, tehát 33 olyan van, amely nem osztható sem 2-vel, sem 3-mal.



12. Alkalmazzuk azt a területképletet, amely szerint a háromszög területe két oldalának és a közbezárt szög szinuszának szorzata osztva 2-vel:

$$t = \frac{3 \cdot 8 \cdot \sin 120^\circ}{2} = 6\sqrt{3}.$$

9. Feladatsor II. rész / A – megoldások

13. Az ábrán a 2 sugarú, origó középpontú kört és a másik kör középpontját $O(3; 4)$ rajzoltuk meg. Az O és az origó távolsága 5, így r lehetséges értékei:

$$5 - 2 = 3 \quad \text{és} \quad 5 + 2 = 7.$$

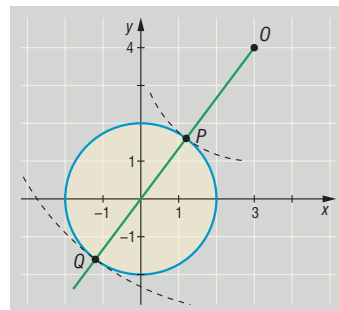
A két kör érintési pontjain a középpontjukat összekötő egyenes

halad át, ennek egyenlete: $y = \frac{4}{3}x$. Az egyenes és az origó

középpontú 2 sugarú kör metszéspontjai:

$$P\left(\frac{6}{5}; \frac{8}{5}\right), \quad \text{illetve} \quad Q\left(-\frac{6}{5}; -\frac{8}{5}\right).$$

Ezek lesznek az érintési pontok.



14. A háromszög területe:

$$t = \frac{10 \cdot 24 \cdot \sin \alpha}{2} = 120 \cdot \sin \alpha,$$

ahol $\sin \alpha$ a két oldal által bezárt szög.

Mivel $0 < \alpha < 180^\circ$, $\sin \alpha$, és vele együtt t is akkor a legnagyobb, ha $\alpha = 90^\circ$, azaz a közbezárt szög derékszög. Ekkor $\sin \alpha = 1$, tehát a terület 120 cm^2 .



15. Jelölje x az A -ból B -be induló gyalogos emelkedőn megtett útját kilométerben, y a vízszintes utat, z a lejtőn megtett utat kilométerben mérve. Visszafelé természetesen z km lesz az emelkedő és x km a lejtő hossza. Így a következő egyenleteket írhatjuk fel:

$$(1) \quad x + y + z = 11,5; \quad (2) \quad \frac{x}{3} + \frac{y}{4} + \frac{z}{5} = 2,9; \quad (3) \quad \frac{x}{5} + \frac{y}{4} + \frac{z}{3} = 3,1.$$

A (2) és (3) megfelelő oldalait összeadva kapjuk: $\frac{8x}{15} + \frac{8z}{15} + \frac{y}{2} = 6$.

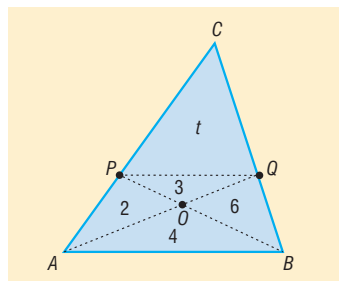
Az (1)-ből $x + z = 11,5 - y$, ezt az előző egyenletbe helyettesítve y -ra egyismeretlenes egyenletet kapunk. Ebből $y = 4$ km, tehát a vízszintes út 4 km hosszú volt.

9. Feladatsor II. rész / B – megoldások

16. Az ábrán az egyes háromszögek területét tüntettük fel. Használjuk fel, hogy ha két háromszög magassága egyenlő, akkor területük aránya az alapok arányával egyenlő. Ezek szerint a POQ_{\triangle} területe 3 egység.

Hasonlóan adódik, hogy az ABP_{\triangle} és a PBC_{\triangle} területének aránya ugyanannyi, mint az AQP_{\triangle} és a PQC_{\triangle} területének aránya:

$$\frac{t+9}{6} = \frac{t}{5}, \quad \text{ebből} \quad t = 45 \text{ cm}^2.$$



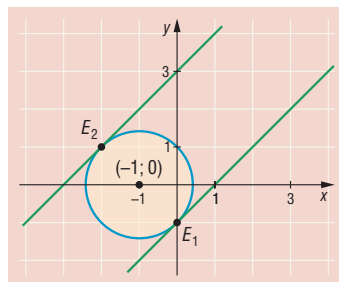
17. Az egyenlőtlenséget így írhatjuk:

$$(x+1)^2 + y^2 \leq 2.$$

Azok a $P(x; y)$ pontok, amelyek ezt az egyenlőtlenséget kielégítik, egy $(-1; 0)$ középpontú, $\sqrt{2}$ sugarú körlemez alkotnak. Az $y = x + a$ egyenlet egy egyenes egyenlete. Akkor lesz egy megoldás, ha az egyenes érinti a kört.

Ez $a = -1$ és $a = 3$ esetben következik be.

Megoldások tehát: az $E_1(0; -1)$ és $E_2(-2; 1)$ pontpár.



18. Az összes kétjegyű szám összege:

$$10 + 11 + 12 + \dots + 99 = \frac{10 + 99}{2} \cdot 90 = 4905.$$

Ebből kell kivonni a 3-mal vagy 5-tel osztható kétjegyű számok összegét.

A 3-mal oszthatók összege:

$$12 + 15 + \dots + 99 = 30 \cdot \frac{12 + 99}{2} = 1665.$$

Az 5-tel oszthatók összege:

$$10 + 15 + \dots + 95 = 18 \cdot \frac{10 + 95}{2} = 945.$$

A 3-mal és 5-tel, azaz 15-tel oszthatók összege (ezek mindkét utóbbi összegben szerepelnek):

$$15 + 30 + 45 + 60 + 75 + 90 = 315.$$

Tehát a keresett összeg: $4905 - (1665 + 945 - 315) = 2610$.



10. Feladatsor I. rész – megoldások

1. Az egyenlet így írható: $\cos x = -\frac{\sqrt{2}}{2}$, tehát a megoldások:

$$x_1 = \frac{3\pi}{4} + 2k\pi, \quad x_2 = -\frac{3\pi}{4} + 2n\pi, \quad k, n \in \mathbb{Z}.$$

2. A logaritmus azonosságait és a definíciókat felhasználva:

$$\log_7 196 - \log_7 4 - \sin 270^\circ = \log_7 \frac{196}{4} - (-1) = \log_7 49 + 1 = 2 + 1 = 3.$$

3. A négyzetgyököknek csak akkor van értelme a valós számok körében, ha $5x - 4 \geq 0$, azaz $x \geq \frac{4}{5}$. Mivel a bal oldalon nemnegatív kifejezés áll, a jobb oldalon is annak kell állnia, sőt pozitívnak, hiszen ez az oldal a nagyobb. Ezért $x > 0$, ebből az értelmezési tartomány: $x > \frac{4}{5}$. Az átalakítás után kapott $x^2 - 5x + 4 > 0$ egyenlőtlenség akkor igaz, ha $x < 1$ vagy $x > 4$, tehát a megoldás:

$$\frac{4}{5} < x < 1 \quad \text{vagy} \quad x > 4.$$

4. A dobott számok összege 11 vagy 12 lehet. 11-et úgy lehet dobni, hogy egyik kockán 5-öst, a másikon 6-ost dobunk, ennek valószínűsége $\frac{2}{36}$. 12-t csak úgy, hogy mindkét kockán 6-ost dobunk, ennek valószínűsége $\frac{1}{36}$, tehát a keresett valószínűség: $\frac{2}{36} + \frac{1}{36} = \frac{3}{36} = \frac{1}{12}$.
5. A két keresett szög mértéke $6x$ és $7x$, ezek összege: $6x + 7x = 130^\circ$. Ebből $x = 10$, tehát a két szög nagysága 60° és 70° .
6. A gömb sugarát jelölje r , akkor a térfogata:

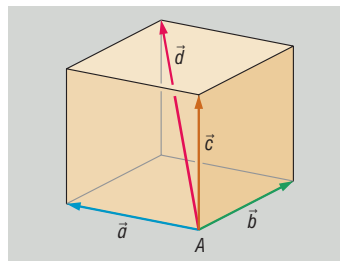
$$\frac{4r^3\pi}{3} = \frac{9}{2}\pi \quad \Rightarrow \quad r^3 = \frac{27}{8} \quad \Rightarrow \quad r = \frac{3}{2}.$$

A gömb felszíne:

$$4r^2\pi = 4 \cdot \frac{9}{4} \cdot \pi = 9\pi.$$

7. Az ábrán az adott három vektor \vec{a} , \vec{b} , \vec{c} . A keresett testátló vektor:

$$\vec{d} = \vec{a} + \vec{b} + \vec{c}.$$



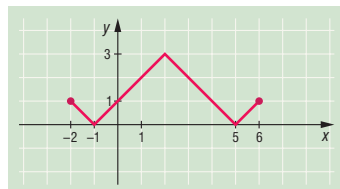
8. A függvény grafikonja az ábrán látható.

9. A 784 prímtényezős felbontása:

$$784 = 2^4 \cdot 7^2.$$

A pozitív osztók száma:

$$(4 + 1) \cdot (2 + 1) = 15.$$





10. A háromszög magassága Pitagorasz tételével kiszámítható:

$$m = \sqrt{13^2 - 5^2} = \sqrt{144} = 12 \text{ cm.}$$

A háromszög területe:

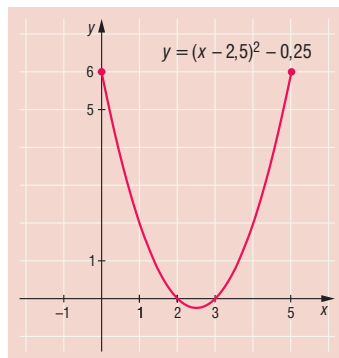
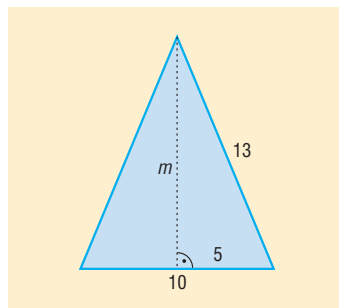
$$t = \frac{10 \cdot 12}{2} = 60 \text{ cm}^2.$$

11. A szám 70%-a a szám 0,7-szerese, tehát $0,7 \cdot \frac{a}{5} = 35$, amiből $a = 250$.

12. Átalakítva a hozzárendelési szabályt:

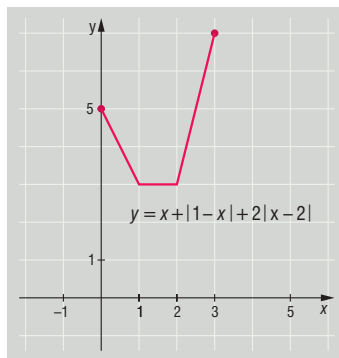
$$x \mapsto \left(x - \frac{5}{2}\right)^2 - \frac{1}{4} = (x - 2,5)^2 - 0,25.$$

A függvény legnagyobb értéke 6, ezt a 0 és a 6 helyen veszi fel. A legkisebb értéke a parabola tengelypontjában, $x = 2,5$ -nél van, ez $y = -0,25$.



10. Feladatsor II. rész / A – megoldások

13. A függvény legnagyobb értéke 7, ezt az $x = 3$ -nál, a legkisebb értéke 3, ezt $1 \leq x \leq 2$ esetén veszi fel.

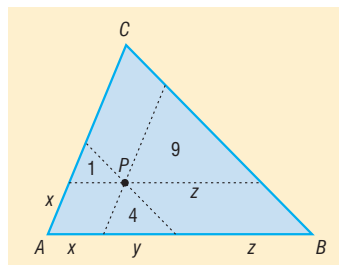


14. Azt használjuk fel, hogy hasonló háromszögek területének aránya a megfelelő oldalak arányának négyzetével egyenlő. A „kis” háromszögek mindegyike hasonló az ABC eredeti háromszöghöz, így ha az ABC_{Δ} területe t , akkor:

$$\frac{x}{x+y+z} = \frac{1}{\sqrt{t}}, \quad \frac{y}{x+y+z} = \frac{2}{\sqrt{t}}, \quad \frac{z}{x+y+z} = \frac{3}{\sqrt{t}}.$$

A három egyenletet összeadva ezt kapjuk:

$$1 = \frac{6}{\sqrt{t}}, \quad \text{tehát} \quad t = 36 \text{ területegység.}$$





15. Az $n \neq -1$, $\frac{n+3}{n+1} = 1 + \frac{2}{n+1}$ átalakítás mutatja, hogy a tört csak akkor lehet egész, ha $n+1$ osztója 2-nek, azaz $n+1$ értéke $-2, -1, 1, 2$ lehet. Így n értéke $-3, -2, 0, 1$ lehet.

A másik törtből $n \neq -4$, $\frac{2n+15}{n+4} = 2 + \frac{7}{n+4}$, azaz $n+4$ osztója 7-nek, vagyis $n+4$ értéke $-7, -1, 1, 7$ lehet. Így n értékére ezt kapjuk: $-11, -5, -3, 3$.

A két szóba jöhető n értékrendszerben $n = -3$ a közös. Ez jó is, mert ekkor az első tört értéke 0, a másodiké 9, mindkettő egész szám.

10. Feladatsor II. rész / B – megoldások

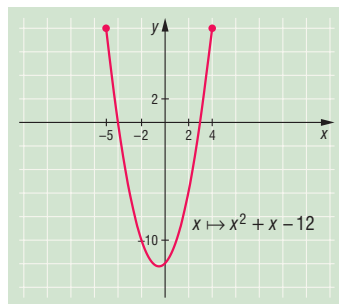
16. Az $x \mapsto x^2 + x - 12$ átalakítása után:

$$x \mapsto \left(x + \frac{1}{2}\right)^2 - \frac{49}{4}.$$

Az első egyenlőtlenségből $5^{3x-1} \leq 5^2$. Mivel az 5 alapú exponenciális függvény szigorúan nő, ebből $3x - 1 \leq 2$, azaz $x \leq 1$.

A második egyenlőtlenség így írható: $x^2 + x - 12 \leq 0$, ez pedig $-4 \leq x \leq 3$ esetén teljesül.

Mindkét egyenlőtlenséget a $-4 \leq x \leq 1$ valós számok elégítik ki.



17. Az A csap egy óra alatt a medence egyötöd részét, a B csap egy óra alatt az egy tizenötöd részét tölti meg. Így egy óra alatt a két csap együtt $\frac{1}{5} + \frac{1}{15} = \frac{4}{15}$ részét tölti meg a medencének. Tehát összesen $\frac{15}{4}$ óra, azaz 3 óra 45 perc alatt tölti meg a két csap együtt a medencét.

18. Jelölje s az A és B közti távolságot kilométerben mérve. Ekkor a teherautó útja A-ból B-be $\frac{s}{60}$ óráig, B-ből A-ba $\frac{s}{100}$ óráig tartott, így az átlagsebessége:

$$\frac{2s}{\frac{s}{60} + \frac{s}{100}} = \frac{2}{\frac{1}{60} + \frac{1}{100}} = 75 \frac{\text{km}}{\text{h}} \text{ volt.}$$



EMELT SZINTŰ FELADATSOROK

1. Feladatsor /A – megoldások

1. A bal oldalon álló tört értelmezési tartománya: $1 - 4x^2 \geq 0$, $x \neq 0$, azaz $-0,5 \leq x \leq 0,5$.

Bővítjük a törtet az $1 + \sqrt{1 - 4x^2}$ összeggel:

$$\frac{4x^2}{x(1 + \sqrt{1 - 4x^2})} = \frac{4x}{1 + \sqrt{1 - 4x^2}} < 3.$$

Ha $-0,5 \leq x < 0$, akkor $4x < 0$ és $1 + \sqrt{1 - 4x^2} > 0$, így hányadosuk negatív, azaz kisebb 3-nál.

Ha $0 \leq x < 0,5$, akkor $0 < 4x \leq 2$, $1 + \sqrt{1 - 4x^2} \geq 1$, tehát a tört értéke ≤ 2 .

Tehát az egyenlőtlenség az összes, az értelmezési tartományba tartozó x valós számra teljesül: $-0,5 \leq x \leq 0,5$.

2. Az ábráról leolvasható, hogy $\sin 10^\circ = \frac{a}{2b}$.

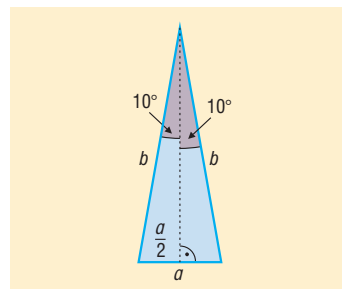
A $\sin 3\alpha = 3\sin \alpha - 4\sin^3 \alpha$ azonosságot $\alpha = 10^\circ$ -ra alkalmazva:

$$\sin 30^\circ = 0,5 = 3 \cdot \sin 10^\circ - 4 \cdot \sin^3 10^\circ = 3 \cdot \frac{a}{2b} - 4 \cdot \left(\frac{a}{2b}\right)^3.$$

Átrendezve:

$$0,5 = 1,5 \cdot \frac{a}{b} - 0,5 \cdot \frac{a^3}{b^3}, \quad \text{amiből} \quad a^3 + b^3 = 3ab^2,$$

és ezt kellett igazolni.



3. Mivel a logaritmus alapja csak 1-től különböző pozitív szám lehet, $0 < x$, $x \neq 1$, $x \neq 16$, $x \neq 64$. A megfelelő logaritmus azonosságok felhasználásával az egyenlet így írható:

$$\frac{1}{\log_2 x} \cdot \frac{1}{\log_2 x - 4} = \frac{1}{\log_2 x - 6}.$$

Ha a $\log_2 x = z$ jelölést használjuk, akkor a kapott egyenlet így alakítható át:

$$z(z - 4) = z - 6, \quad \text{azaz} \quad z^2 - 5z + 6 = 0.$$

Innen $z_1 = 2$, $z_2 = 3$, és így $x_1 = 4$, $x_2 = 8$. A kapott gyökök kielégítik az egyenletet.

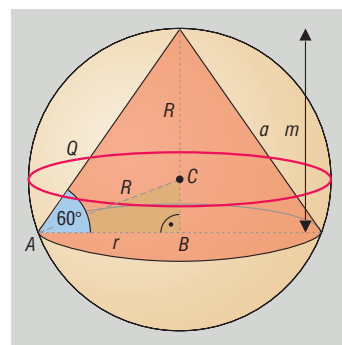
4. Jelölje a kúp alapkörének sugarát r , alkotóját a , így a palást felszíne: $A_p = r a \pi$, $t_{\text{kör}} = r^2 \pi$. A feltétel szerint $r a \pi = 2 r^2 \pi$, tehát $a = 2r$, azaz egyenlő oldalú kúpot kaptunk. Ennek magassága $m = r\sqrt{3}$, tehát a térfogata:

$$V = r^3 \cdot \frac{\pi\sqrt{3}}{3}.$$

Mivel a kúp alapköre és csúcsa a gömbfelületre illeszkedik, az ábrán látható ABC derékszögű háromszögből:

$$(r\sqrt{3} - R)^2 + r^2 = R^2, \quad \text{innen} \quad r = \frac{R\sqrt{3}}{2}.$$

A kúp térfogata tehát: $V = R^3 \cdot \frac{3\pi}{8}$.



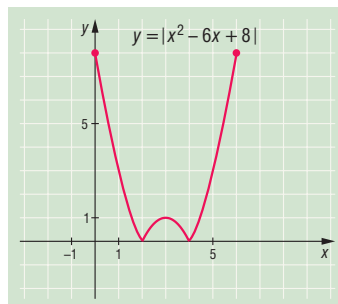


1. Feladatsor / B – megoldások

5. a) Az f függvény grafikonja az ábrán látható.

A függvény átalakítható:

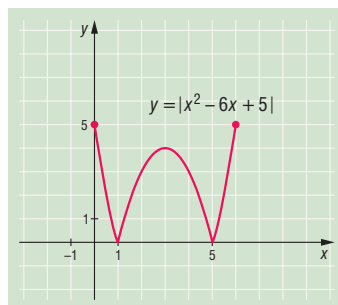
$$f(x) = |x^2 - 6x + 8| = |(x - 3)^2 - 1|.$$



- b) A g függvény grafikonja az ábrán látható.

A függvény átalakítható:

$$g(x) = |x^2 - 6x + 5| = |(x - 3)^2 - 4|.$$

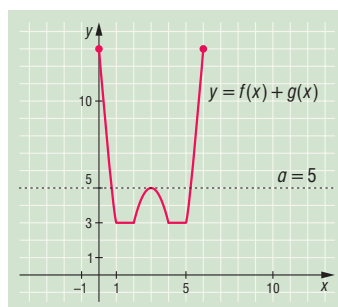


Ábrázoljuk a

$$h(x) = |x^2 - 6x + 8| + |x^2 - 6x + 5|, \quad 0 \leq x \leq 6$$

függvényt, amelyre $h(x) = f(x) + g(x)$.

Az ábráról leolvasható, hogy $3 \leq a < 5$ esetén van az egyenletnek 3-nál több megoldása a valós számok körében.



6. Az $y = x^2 + ax + b$ egyenletű parabola tengelypontjának koordinátái: $x = -\frac{a}{2}$ és $y = b - \frac{a^2}{4}$. Ezért az $y = x^2 + (2p + 1)x + p^2 - 1$ egyenletű parabola tengelypontjának koordinátái: $x = -p - 0,5$, illetve $y = -p - 1,25$.
Innen látható, hogy a tengelypontok koordinátái kielégítik az $y - x = -0,75$, azaz az $y = x - 0,75$ egyenletet, amely egyenes egyenlete. A tengelypontok tehát illeszkednek az $y = x - 0,75$ egyenesre.
7. Rendezzük át az egyenlőtlenséget, és használjuk fel, hogy a háromszögben $\gamma = 180^\circ - (\alpha + \beta)$, ezért $\sin \gamma = \sin(\alpha + \beta)$:

$$\begin{aligned} \sin^2 \alpha + \sin^2 \beta &> 2 - \sin^2(\alpha + \beta), \\ \sin^2(\alpha + \beta) &> 2 - (1 - \cos^2 \alpha + 1 - \cos^2 \beta), \\ \sin^2(\alpha + \beta) &> \cos^2 \alpha + \cos^2 \beta. \quad (1) \end{aligned}$$

Használjuk fel a szinuszfüggvény addíciós tételét, és végezzük el a négyzetre emelést:

$$\sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \beta + \cos^2 \alpha \cdot \sin^2 \beta + 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta > \cos^2 \alpha + \cos^2 \beta. \quad (2)$$



Ezután újra rendezzük át az egyenlőtlenséget, és használjuk az ismert azonosságokat:

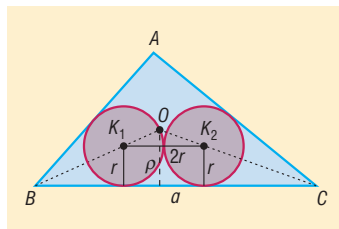
$$2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta > 2 \cos^2 \alpha \cdot \cos^2 \beta. \quad (3)$$

Mivel $\cos \alpha, \cos \beta > 0$ (α és β hegyesszögek), oszthatunk ezekkel és 2-vel, majd átrendezve:

$$0 > \cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta = \cos(\alpha + \beta). \quad (4)$$

A (4) egyenlőtlenség igaz, mert $90^\circ < \alpha + \beta < 180^\circ$, hiszen γ is hegyesszög. A (4) egyenlőtlenségből következik a (3), ebből a (2) és végül az (1), mert a lépések megfordíthatók. Így igazoltuk az egyenlőtlenséget.

8. Az ábra jelöléseit használjuk. A két kör érinti egymást, és a háromszög két oldalát, ellenkező esetben sugaruk növelhető lenne. Jelölje az ABC háromszögbe írt kör sugarát ρ , a két egybevágó kör sugarát r . Mivel BO és CO szögfelezők, O a beírt kör középpontja, ennek az a oldaltól való távolsága ρ . Ha K_1 és K_2 a két egyenlő sugarú kör középpontja, akkor a BCO és K_1K_2O háromszögek



hasonlók, így a megfelelő szakaszaik aránya egyenlő: $\frac{\rho}{a} = \frac{\rho - r}{2r}$.

Ebből

$$\frac{\rho}{a} = \frac{\rho}{2r} - \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\rho}{a} + \frac{1}{2} = \frac{\rho}{2r} \Rightarrow \frac{a}{2\rho + a} = \frac{r}{\rho},$$

így a kivágandó kör sugara:

$$r = \frac{a \cdot \rho}{2\rho + a} = \frac{a \cdot \rho + 2\rho^2 - 2\rho^2}{2\rho + a} = \rho - \frac{2\rho^2}{2\rho + a}.$$

Leolvasható, hogy r annál nagyobb, minél nagyobb az a , azaz akkor a legnagyobb, ha a a legnagyobb oldal.

9. Az egyenletesen gyorsuló test útját a következő képlet adja meg: $s = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$.
A hátrább lévő test esetén ha $t = 1$ s, akkor $s = 25$ m, tehát:

$$25 = v_0 + \frac{a}{2}, \quad (1)$$

ha $t = 2$ s, akkor $s = 50 \frac{1}{3}$ m, tehát

$$50 \frac{1}{3} = 2v_0 + 2a. \quad (2)$$

Az (1) és (2) egyenletekből $a = \frac{1}{3}$ és $v_0 = 25 - \frac{1}{6} = 24 \frac{5}{6}$. Tehát $s_1 = 24 \frac{5}{6} \cdot t + \frac{t^2}{6}$.

A másik test esetén ha $t = 1$ s, akkor $s = 30$ m, tehát:

$$30 = v_0 + \frac{a}{2}, \quad (3)$$

ha $t = 2$ s, akkor $s = 59 \frac{1}{2}$ m, tehát

$$59 \frac{1}{2} = 2v_0 + 2a. \quad (4)$$

A (3) és (4) egyenletekből $a = -\frac{1}{2}$ és $v_0 = 30 \frac{1}{4}$. Tehát $s_2 = 30 \frac{1}{4} \cdot t - \frac{t^2}{4}$.

Az első test akkor éri utol a másodikat, ha $s_1 = s_2 + 20$. Ebből t -re a következő egyenletet kapjuk:

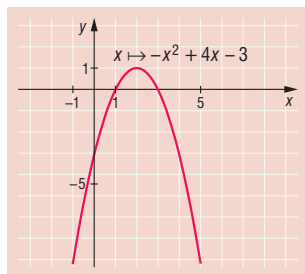
$$t^2 - 13t - 48 = 0.$$

Ennek gyökei 16 és -3 . Nyilván csak a pozitív gyök jó, tehát 16 másodperc múlva éri utol az első test a másodikat.



2. Feladatsor / A – megoldások

1. a) A logaritmus értelmezése alapján $-x^2 + 4x - 3 > 0$, valamint $x - 1 > 0$. Az utóbbi egyenlőtlenség megoldása $x > 1$, míg az első egyenlőtlenség bal oldalán álló másodfokú kifejezés két zérushelye: $x_1 = 1$ és $x_2 = 3$. Az $x \mapsto -x^2 + 4x - 3$ másodfokú függvény grafikonjáról (ld. ábra) leolvasható, hogy az első egyenlőtlenség megoldása $1 < x < 3$.



A kifejezés értelmezési tartománya az $]1; 3[$ intervallum.

- b) A logaritmus azonosságai és definíciója alapján az egyenlet a következő alakokban is felírható:

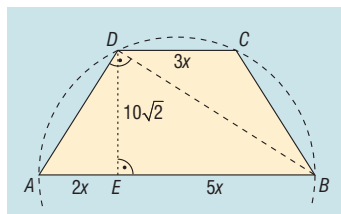
$$\log_2 \frac{-x^2 + 4x - 3}{(x - 1)^2} = 1, \quad \text{amiből} \quad \frac{-x^2 + 4x - 3}{(x - 1)^2} = 2.$$

Az a) feladatban kiszámoltuk a számláló gyökeit. A gyöktényezőzős alak alkalmazásával kapjuk, hogy $-x^2 + 4x - 3 = -(x - 1)(x - 3)$, és ezért a bal oldalon álló tört egyszerűsítése után:

$$\frac{-(x - 3)}{x - 1} = 2, \quad \text{amiből} \quad x = \frac{5}{3}.$$

A kapott szám eleme az értelmezési tartománynak, és ellenőrzéssel meggyőződhetünk róla, hogy megoldása az egyenletnek.

2. a) A feltételek alapján a trapéz nem téglalap. Ekkor az ábra jelöléseit használva a trapéz alapjai $AB = 7x$, $CD = 3x$, a D csúsból induló magasság talppontja E , továbbá az ABD háromszög derékszögű. Az ABD háromszögben a magasságtétel alapján adódik: $DE^2 = 2x \cdot 5x = 10x^2$, ebből következik, hogy $200 = 10x^2$, végül $x = 2\sqrt{5}$.



A trapéz alapjai:

$$AB = 14\sqrt{5} \approx 31,30 \text{ cm}, \quad CD = 6\sqrt{5} \approx 13,42 \text{ cm}.$$

A trapéz területe:

$$T = \frac{AB + CD}{2} \cdot DE = \frac{14\sqrt{5} + 6\sqrt{5}}{2} \cdot 10\sqrt{2} = 100\sqrt{10} \approx 316,23 \text{ cm}^2.$$

- b) Thalész tételének megfordítása alapján az ABD derékszögű háromszög köré írt kör középpontja éppen az AB átfogó felezőpontja. Természetesen a C csúcs szintén illeszkedik az AB átmérőjű körre, így a trapéz köré írt kör sugara az AB átfogó fele, azaz $r = 7\sqrt{5} \approx 15,65 \text{ cm}$.

A kör területe:

$$T = r^2 \pi = 245\pi \approx 769,69 \text{ cm}^2.$$

3. a) Jelöljük p -vel annak a valószínűségét, hogy egy kiválasztott tanuló mekkora valószínűséggel oldja meg egyedül a házi feladatát, azaz $p = 0,65$.

Mivel független eseményekről van szó, ezért a keresett valószínűség $p^{15} \approx 0,0016$. Sajnálattal állapítjuk meg, hogy ez elkeserítően kicsi érték.

- b) Azt a 10 diákot, aki nem önállóan dolgozott, $\binom{15}{10} = 3003$ -féleképpen választhatjuk ki. A binomiális eloszlás alapján annak a valószínűsége, hogy éppen 10 diák készítette el segítséggel a házi feladatát:

$$\binom{15}{10} \cdot p^5 \cdot (1 - p)^{10} \approx 0,0096.$$



4. a) A holtverseny az 1., 2., 3., 4., illetve 5. hely valamelyikén lehetett. A hat versenyző közül $\binom{6}{2} = 15$ -féleképpen választhatjuk ki azt a kettőt, akik holtversenyt értek el. A maradék négy helyen a többi versenyző $4! = 24$ -féleképpen érhetett célba. Így összesen $5 \cdot 15 \cdot 24 = 1800$ különböző sorrendben érhetek célba a versenyzők.
- b) Mivel a versenyt Andor egyedül nyerte meg, ezért az 1. helyen nem alakulhatott ki holtverseny.
- I. eset: Fábían az 5. helyen holtversennyel ért célba. Ekkor Fábían mellé 4-féleképpen választhatunk 5. helyezettet. A 2., 3., 4. helyen a maradék 3 versenyző $3! = 6$ -féleképpen érhetett célba, ezért az 1. eset összesen $4 \cdot 6 = 24$ -féleképpen valósulhatott meg.
- II. eset: Fábían egyedül ért célba az utolsó helyen. Ekkor a holtverseny a 2., a 3. vagy a 4. helyen következhetett be. Az együtt célba érkezőket $\binom{4}{2} = 6$ -féleképpen választhatjuk ki. A maradék két helyezésen kétféleképpen alakulhatott a sorrend, ezért a 2. eset összesen $3 \cdot 6 \cdot 2 = 36$ -féleképpen valósulhatott meg.
- A verseny végeredménye összesen $24 + 36 = 60$ -féleképpen alakulhatott.

2. Feladatsor / B – megoldások

5. a) Anna a 4 év alatt 48 alkalommal fizet be 10 000 Ft-ot, ezért összesen 480 000 Ft-ot fizet be.
- b) Anna az 1. évben összesen 12-szer fizet be 10 000 Ft-ot. Az első összeg 12 hónapig kamatozik, a második 11 hónapig, és így tovább; a december 1-jén befizetett 10 000 Ft után a bank már csak 1 havi kamatot fizet. Így december 31-én az Anna számláján lévő összeg:

$$10\,000 \cdot 1,003^{12} + 10\,000 \cdot 1,003^{11} + \dots + 10\,000 \cdot 1,003.$$

A fenti összeg egy mértani sorozat első 12 tagjának összege. A sorozat első tagja $10\,000 \cdot 1,003$, hányadosa 1,003, így az összeg:

$$10\,000 \cdot 1,003 \cdot \frac{1,003^{12} - 1}{1,003 - 1} \approx 122\,365,93,$$

vagyis Anna számláján hozzávetőlegesen 122 366 Ft lesz.

- c) A megtakarítás összegét két részre bonthatjuk.

I. rész: Anna befizetései, valamint annak kamata. Az első hónapban befizetett összeg 48 hónapig, a második hónapban befizetett összeg 47 hónapig és így tovább; az utolsó befizetett összeg már csak 1 hónapig kamatozik. Ennek megfelelően a befizetésekből, valamint annak kamataiból Anna számláján a következő összeg íródik jóvá:

$$\begin{aligned} &10\,000 \cdot 1,003^{48} + 10\,000 \cdot 1,003^{47} + \dots + 10\,000 \cdot 1,003 = \\ &= 10\,000 \cdot 1,003 \cdot \frac{1,003^{48} - 1}{1,003 - 1} \approx 516\,996,95 \text{ Ft.} \end{aligned}$$

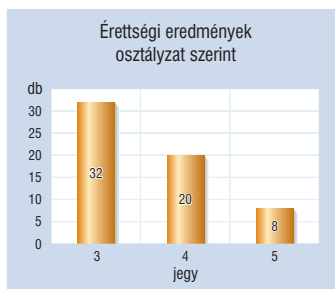
II. rész: az állami támogatás, valamint annak kamatai. Az első év után az állam 36 000 Ft-ot utal a számlára. Ez az összeg 36 hónapig kamatozik. A második év után kapott 36 000 Ft 24 hónapig, míg a harmadik év után járó 36 000 Ft csak 12 hónapig kamatozik. A negyedik év után járó állami támogatás jóváíródik a számlán az 5. év első napján, de kamat már nem jár utána. Ezek alapján az állami támogatás, valamint az utána járó kamat összege:

$$36\,000 \cdot 1,003^{36} + 36\,000 \cdot 1,003^{24} + 36\,000 \cdot 1,003^{12} + 36\,000 \approx 152\,100,26 \text{ Ft.}$$

Anna a takarékoskodási időszak letelte után összesen $516\,996,95 + 152\,100,26 \approx 669\,097$ Ft összeget vehet fel.



6. a) Közepest a 20 diák 60%-a (12 fő), illetve a 40 diák 50%-a (20 fő) kapott, tehát összesen 32-en. Jót, azaz 4-est a 20 diák 25%-a (5 tanuló), valamint a 40 diák 37,5%-a (15 tanuló), összesen 20-an kaptak. A maradék 8 tanuló jelesre érettségizett. Az adatok szemléltetésére oszlopdiagram a legmegfelelőbb.



- b) A matematikaérettségi jegyek átlaga:

$$\frac{12 \cdot 3 + 5 \cdot 4 + 3 \cdot 5}{20} = 3,55.$$

A történelemérettségi jegyek átlaga:

$$\frac{20 \cdot 3 + 15 \cdot 4 + 5 \cdot 5}{40} \approx 3,63.$$

- c) Tegyük fel, hogy legalább n diáknak kellett volna 4-est szereznie a jobb átlaghoz. Ekkor:

$$\frac{(12 - n) \cdot 3 + (5 + n) \cdot 4 + 3 \cdot 5}{20} \geq 3,75.$$

A műveletek elvégzése után $n \geq 4$ adódik, azaz legalább 4 embernek kellett volna 4-est elérnie a közepesre érettségizők közül a jobb átlaghoz.

- d) Az átlag csak a következő esetekben nagyobb vagy egyenlő, mint 4,20:

I. eset: két ötös;

II. eset: egy ötös és egy négyes tanulót választunk ki.

Az I. eset bekövetkezésének valószínűsége:

$$P(\text{két 5-ös tanulót választunk}) = \frac{\binom{5}{2}}{\binom{40}{2}} = \frac{10}{780} \approx 0,0128,$$

a II. eset bekövetkezésének valószínűsége:

$$P(\text{egy 5-ös és egy 4-es tanulót választunk}) = \frac{5 \cdot 15}{\binom{40}{2}} = \frac{75}{780} \approx 0,0962.$$

A keresett valószínűség $\approx 0,1090$.

7. a) Mivel $1^3 - 3 \cdot 1^2 + 4 = 2$, valamint $3^3 - 3 \cdot 3^2 + 4 = 4$, ezért A és B egyaránt illeszkedik az f függvény grafikonjára.

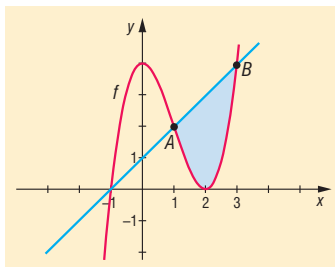
- b) Az AB egyenes egyenlete: $y = x + 1$.

- c) Az AB egyenes az x tengelyt a $(-1; 0)$ pontban metszi. Egyszerű számolás mutatja, hogy $(-1)^3 - 3 \cdot (-1)^2 + 4 = 0$, így a $(-1; 0)$ pont illeszkedik az f függvény grafikonjára is.

- d) A zérushelyeket az $x^3 - 3x^2 + 4 = 0$ egyenlet megoldásai adják. A c) feladat eredménye alapján az AB egyenes zérushelye $x = -1$. Az egyenlet bal oldalán szorzattá alakítunk:

$$\begin{aligned} x^3 - 3x^2 + 4 &= x^3 + 1 - 3x^2 + 3 = (x + 1)(x^2 - x + 1) - 3(x^2 - 1) = \\ &= (x + 1)(x^2 - x + 1) - 3(x + 1)(x - 1) = (x + 1)(x^2 - x + 1 - 3x + 3) = \\ &= (x + 1)(x^2 - 4x + 4) = (x + 1)(x - 2)^2. \end{aligned}$$

A szorzattá bontásból leolvasható, hogy az egyenlet megoldásai: $x_1 = -1$ és $x_2 = 2$.





- e) Az f függvény deriváltja $f'(x) = 3x^2 - 6x = 3x(x - 2)$. A derivált előjelének vizsgálatából látható, hogy a függvény az $[1; 2]$ -on csökken, a $[2; 3]$ -on pedig növekszik. Ebből adódik, hogy az AB szakasz és a függvény grafikonja által közrefogott síkidom területe:

$$T = \int_1^3 (x+1) - (x^3 - 3x^2 + 4) dx = \int_1^3 -x^3 + 3x^2 + x - 3 dx.$$

A Newton–Leibniz-formula alapján:

$$T = \left[-\frac{x^4}{4} + x^3 + \frac{x^2}{2} - 3x \right]_{x=1}^{x=3} = 4.$$

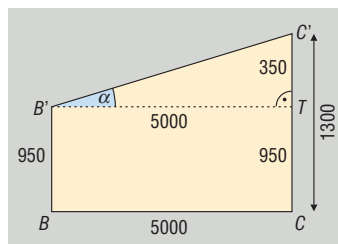
8. a) Ha a Tündér-hegy csúcsát B' , a Magas-hegyét pedig C' jelöli, akkor a $BCC'B'$ derékszögű trapéz alapjai $BB' = 950$ m, $CC' = 1300$ m, míg egyik szára $BC = 5000$ m (ld. ábra).

A $B'TC'$ derékszögű háromszögben:

$$C'T = 1300 - 950 = 350 \text{ m},$$

így a keresett $C'B'T\hat{x} = \alpha$ szögre:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{350}{5000}, \quad \text{amiből} \quad \alpha \approx 4,00^\circ.$$



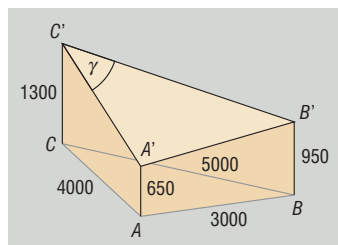
A Tündér-hegy csúcsáról a Magas-hegy csúcsa $4,00^\circ$ -os emelkedési szögben látszik.

- b) Ha a Pokol-hegy csúcsát A' jelöli, akkor az $A'C'B' = \gamma$ szög nagyságát keressük.

A γ szöget az $A'C'B'$ háromszög oldalából például a koszinusztétel segítségével számolhatjuk ki. Az a) feladat ábráján szereplő $B'C'T$ derékszögű háromszögben Pitagorasz tételével $B'C' \approx 5012,24$ m adódik. Hasonló számolások után:

$$A'B' = \sqrt{3000^2 + (950 - 650)^2} \approx 3014,96 \text{ m},$$

$$A'C' = \sqrt{4000^2 + (1300 - 650)^2} \approx 4052,47 \text{ m}.$$



Az $A'C'B'$ háromszögre felírva a koszinusztételt kapjuk, hogy:

$$A'B'^2 = A'C'^2 + B'C'^2 - 2 \cdot A'C' \cdot B'C' \cdot \cos \gamma, \quad \text{ahonnan} \quad \gamma \approx 36,97^\circ.$$

A Magas-hegy csúcsáról a másik két hegycsúcsot összekötő szakasz körülbelül $36,97^\circ$ -os szögben látszik.

9. A második feltétel alapján a parabola áthalad a $(0; 1)$ ponton, ezért:

$$a \cdot 0^2 + b \cdot 0 + c = 1, \quad \text{amiből} \quad c = 1.$$

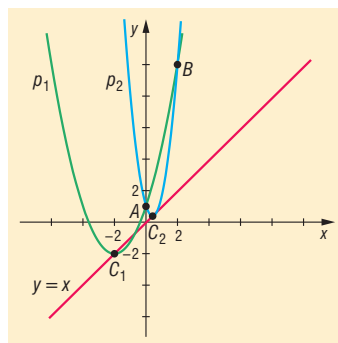
Mivel a parabola illeszkedik a $(2; 10)$ pontra is, ezért:

$$a \cdot 2^2 + b \cdot 2 + 1 = 10 \Rightarrow 4a + 2b = 9. \quad (1)$$

A parabola egyenletének jobb oldalát teljes négyzetté alakítva kapjuk, hogy:

$$y = a \left(x + \frac{b}{2a} \right)^2 - \frac{b^2}{4a} + 1,$$

$$y - \left(-\frac{b^2}{4a} + 1 \right) = a \left(x + \frac{b}{2a} \right)^2.$$





A fenti egyenletből leolvasható, hogy a parabola tengelypontjának koordinátái:

$$C\left(-\frac{b}{2a}; -\frac{b^2}{4a} + 1\right).$$

Ha a tengelypont illeszkedik az $y = x$ egyenletű egyenesre, akkor koordinátái kielégítik az egyenletet, azaz:

$$\begin{aligned} -\frac{b}{2a} &= -\frac{b^2}{4a} + 1, & / \cdot 4a \\ -2b &= -b^2 + 4a. \end{aligned}$$

Felhasználva, hogy (1) alapján $4a = 9 - 2b$, adódik, hogy:

$$-2b = -b^2 + 9 - 2b, \quad \text{innen} \quad b_1 = 3 \quad \text{és} \quad b_2 = -3.$$

Ha $b_1 = 3$, akkor $a_1 = \frac{3}{4}$, míg ha $b_2 = -3$, akkor $a_2 = \frac{15}{4}$.

A feltételeknek két parabola tesz eleget, ezek egyenlete:

$$p_1: y = \frac{3}{4}x^2 + 3x + 1 \quad \text{és} \quad p_2: y = \frac{15}{4}x^2 - 3x + 1.$$

A két parabolát és a feltételek teljesülését az ábra szemlélteti.

3. Feladatsor / A – megoldások

1. Legyen x a hajó sebessége állóvízben, y pedig a folyó sebessége:

$$AB = 5 \cdot (x + y), \quad BA = \frac{17}{3} \cdot (x - y).$$

A két út egyenlőségéből: $x = 16y$.

Azaz $AB = 5 \cdot 17y = 85y$, tehát a tutaj 85 óra alatt teszi meg az AB utat.

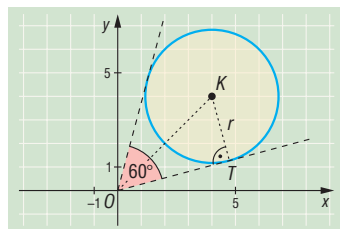
2. A kör egyenlete $(x - 4)^2 + (y - 4)^2 = 32 - p^2$, középpontja $K(4; 4)$.

$OK = \sqrt{32} = 4\sqrt{2}$. Az OTK derékszögű háromszögben:

$$\sin 30^\circ = \frac{r}{4\sqrt{2}}, \quad \text{ebből} \quad r = 2\sqrt{2}.$$

Mivel $r^2 = 32 - p^2$, adódik, hogy $p^2 = 24$.

Tehát $p_1 = 2\sqrt{6}$ és $p_2 = -2\sqrt{6}$ értékei esetén látszik 60° -os szögben az origóból a kör.



3. Számítsuk ki a játékosok nyerési esélyeit.

Attila: az ellentett esemény alapján $1 - \frac{6 \cdot 5 \cdot 4}{6^3} = \frac{16}{36} \left(= \frac{4}{9} = 0,4 \right)$.

Balázs: a kedvező számhármassok:

(1; 2; 3), (1; 2; 5), (1; 3; 4), (1; 3; 5), (1; 4; 5), (1; 5; 6), (2; 3; 5), (3; 4; 5),

a nyerés esélye: $\frac{8 \cdot 3!}{6^3} = \frac{8}{36}$.

Csanád esélye pedig a maradék $\frac{12}{36}$.

A játék akkor igazságos, ha a tétek a nyerési esélyekkel arányosak, tehát Attila tétje 20 zseton, Csanádé pedig 15 zseton.



4. Oldjuk meg az első egyenletet:

$$\begin{aligned}\sin^2 x &= \sin^2 x + \cos^2 x - \cos x \cdot \sin x, \\ 0 &= \cos^2 x - \cos x \cdot \sin x, \\ 0 &= \cos x \cdot (\cos x - \sin x).\end{aligned}$$

Egy szorzat pontosan akkor 0, ha valamelyik tényezője 0, tehát $\cos x = 0$, vagy $\cos x - \sin x = 0$.

A $\cos x = 0$ megoldásai a $[0; 2\pi]$ -ban: $x_1 = \frac{\pi}{2}$ vagy $x_2 = \frac{3\pi}{2}$. A $\cos x - \sin x = 0$ -ból $\sin x = \cos x$.

Az egyenletet $\cos x$ -szel osztva (a $\cos x = 0$ nem megoldás, mivel ilyen x -ekre $\sin x$ nem lehet 0)

$\tan x = 1$ egyenlethez jutunk. Ennek megoldásai a $[0; 2\pi]$ -ban: $x_1 = \frac{\pi}{4}$ vagy $x_2 = \frac{5\pi}{4}$.

$$\text{Tehát } A = \left\{ \frac{\pi}{4}; \frac{\pi}{2}; \frac{5\pi}{4}; \frac{3\pi}{2} \right\}.$$

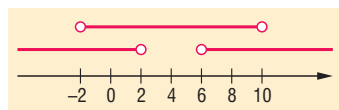
Oldjuk meg a második egyenlőtlenséget.

Mivel $-5 = \log_{\frac{1}{2}} 32$, elég a $\log_{\frac{1}{2}}(x^2 - 8x + 12) > \log_{\frac{1}{2}} 32$ egyenlőtlenséggel foglalkoznunk.

Figyelembe véve az $\frac{1}{2}$ alapú logaritmusfüggvény értelmezési tartományát és szigorú monoton csökkenését, x -re a következő feltételeket kapjuk: $0 < x^2 - 8x + 12 < 32$.

A bal oldali $0 < x^2 - 8x + 12$ egyenlőtlenség megoldásai:

$$x \in]-\infty; 2[\cup]6; \infty[.$$



A jobb oldali $x^2 - 8x + 12 < 32$ egyenlőtlenséget rendezve kapjuk: $x^2 - 8x - 20 < 0$, ennek megoldásai: $x \in]-2; 10[$.

Az egyenlőtlenség megoldáshalmaza: $B =]-2; 2[\cup]6; 10[$.

A π közelítő értékét felhasználva:

$$A \cap B = \left\{ \frac{\pi}{4}; \frac{\pi}{2} \right\}, \quad A \cup B =]-2; 2[\cup]6; 10[\cup \left\{ \frac{5\pi}{4}; \frac{3\pi}{2} \right\}.$$

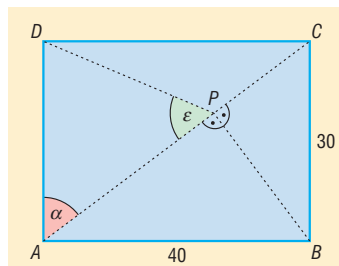
3. Feladatsor / B – megoldások

5. A keresett pont a téglalap átlóján található.

a) Az ABC derékszögű háromszög, átfogója $AC = 50$ m, átfogóhoz tartozó magassága: $PB = 24$ m. A Pitagorasz-tétellel számolható $AP = 32$ m és $PC = 18$ m.

A PD szakasz koszinusztétellel számítható az APD háromszögből, ha ismernénk a DAP -et. Ez viszont a CDA derékszögű háromszögből: $\alpha = 53,13^\circ$.

Ezt felhasználva: $PD = 27,78$ m.



b) Az ADP háromszög P -nél lévő szöge szinusztétellel számítható: $\epsilon = 59,76^\circ$, ekkora szögben látszik az AD oldal. A CD oldal pedig $180^\circ - \epsilon = 120,24^\circ$ szögben látszik P -ből.

6. a) Az átlag alapján $S_{11} = 154$, ebből $a_1 = 4$ és $a_{11} = 24$. A mért legnagyobb csapadékmennyiség 24 mm volt.

b) A számtani sorozat 11 eleme és a 10 darab 0 lehetséges sorrendje:

$$21 \cdot 20 \cdot 19 \cdot \dots \cdot 11 = \frac{21!}{10!} = 42325920.$$



- c) Az a_1 helyzete és a sorban mögötte található 0-ák elhelyezkedése egyértelműen adja a sorozat elemeinek helyét. Az a_1 csak a hiányzó első 10 helyre kerülhet.

Ha a_1 november 1-jén van, mögötte a 10 darab 0 helyét $\binom{20}{10}$ -féleképpen választhatjuk ki.

Ha a_1 november 2-án van, a mögötte lévő 9 darab 0 helyét $\binom{19}{9}$ -féleképpen adhatjuk meg. És így tovább, összesen:

$$\binom{20}{10} + \binom{19}{9} + \binom{18}{8} + \binom{17}{7} + \binom{16}{6} + \binom{15}{5} + \binom{14}{4} + \binom{13}{3} + \binom{12}{2} + \binom{11}{1} + \binom{10}{0} = 352716.$$

7. a) A cső teljes hossza két részből tevődik össze, az ábra alapján:

$$x = \frac{50}{\sin 60^\circ} = 57,74 \text{ cm}, \quad y = 12 \cdot \tan 30^\circ = 6,93 \text{ cm},$$

tehát $x + y = 64,67$ cm hosszú csőre van szükség.

- b) A keletkező lyuk területének vetülete a fúrás irányára merőleges síkra: $T_v = 6^2 \cdot \pi \approx 113 \text{ cm}^2$. A két sík szöge 30° , tehát:

$$T_v = T \cdot \cos 30^\circ, \text{ ahonnan } T = 130,6 \text{ cm}^2.$$

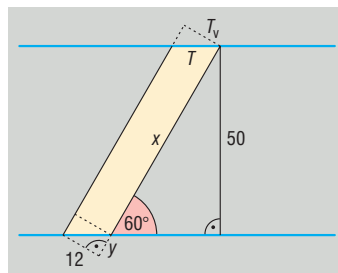
- c) Az egyenes henger térfogata:

$$V_e = 6^2 \cdot \pi \cdot 50 = 5654,9 \text{ cm}^3.$$

A ferde henger egy x magasságú egyenes hengerrel darabolható át, térfogata:

$$V_f = 6^2 \cdot \pi \cdot 57,74 = 6530,2 \text{ cm}^3,$$

ami 15,5%-kal több, mint az egyenes hengeré.



8. a) Szemléltessük az igennel szavazók halmazát.

A feltételek szerint:

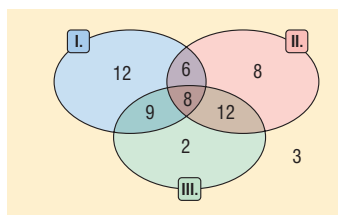
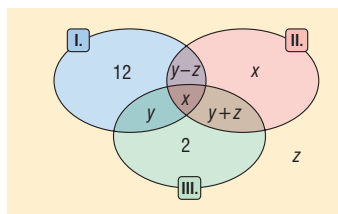
$$\begin{cases} 12 + 2y + x - z = 35 \\ 14 + z + y = 26 \\ x + 2y + z + 2 = 31 \end{cases}.$$

Az első és harmadik egyenlet kivonásából $z = 3$, ezt a másodikba helyettesítve: $y = 9$. Mindkettőt az elsőbe helyettesítve: $x = 8$. A kapott értékeket beírva a halmazábrába kiderül, hogy 60 fő vett részt a szavazáson.

- b) A lehetséges eredmények száma: $\binom{35}{7} = 6724520$.

$$30!$$

- c) A keresett valószínűség: $\frac{10! \cdot 10! \cdot 10!}{30!} = 0,02696$.



9. Az autónak 100 km úton a literekben mért fogyasztását keressük $f(v) = av^2 + bv + c$ alakban v sebességének függvényeként. A megadott táblázat alapján a sebességet $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ -ban mérve:

$$f(50) = 5,5 \Rightarrow 5,5 = a \cdot 50^2 + b \cdot 50 + c \Rightarrow 5,5 = a \cdot 2500 + b \cdot 50 + c,$$

$$f(100) = 7 \Rightarrow 7 = a \cdot 100^2 + b \cdot 100 + c \Rightarrow 7 = a \cdot 10000 + b \cdot 100 + c,$$

$$f(150) = 9,5 \Rightarrow 9,5 = a \cdot 150^2 + b \cdot 150 + c \Rightarrow 9,5 = a \cdot 22500 + b \cdot 150 + c.$$

Az egyenletrendszer megoldva $a = \frac{1}{5000}$, $b = 0$, $c = 5$ adódik, vagyis $f(v) = \frac{1}{5000} \cdot v^2 + 5$.



a) Az autó fogyasztása 100 kilométeren $90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességnél:

$$f(90) = \frac{1}{5000} \cdot 90^2 + 5 = 6,62 \text{ liter.}$$

b) A 300 km-es utazás $\frac{300}{v}$ óra időt vesz igénybe v sebesség esetén, tehát a sofőrnek kifizetett költség $\frac{300}{v} \cdot 2000$ forint. A 300 km megtételéhez szükséges benzin mennyisége literben:

$$\frac{300}{100} \cdot \left(\frac{1}{5000} \cdot v^2 + 5 \right) = \frac{3}{5000} \cdot v^2 + 15.$$

Mivel a benzin literenkénti ára 320 Ft, az üzemanyag $320 \cdot \left(\frac{3}{5000} \cdot v^2 + 15 \right)$ forintba kerül. Az összköltség a sebesség függvényében:

$$k(v) = \frac{300}{v} \cdot 2000 + 320 \cdot \left(\frac{3}{5000} \cdot v^2 + 15 \right) = \frac{600000}{v} + \frac{96}{500} \cdot v^2 + 4800.$$

A $k(v)$ függvénynek ott lehet minimuma, ahol az első deriváltja 0:

$$k'(v) = -\frac{600000}{v^2} + \frac{96}{250} \cdot v \Rightarrow 0 = -\frac{600000}{v^2} + \frac{96}{250} \cdot v \Rightarrow v \approx 116.$$

Ha $v < 116$, akkor $k'(v) < 0$, ha $v > 116$, akkor $k'(v) > 0$, tehát a függvénynek $v = 116$ helyen minimuma van.

Az utazás költsége $116 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebesség esetén lesz minimális.

4. Feladatsor / A – megoldások

1. Az egyenletrendszer az $x \in \mathbb{R}$, $y \in \mathbb{R}$, $y > -1$ számokon van értelmezve.

A második egyenlet alapján $y + 1 = 3^x$.

Ezt felhasználva, az első egyenlet:

$$\begin{aligned} 3 \cdot (y + 1)^3 &= 3y^3 + 8y^2 + 8y + 9, \\ 3y^3 + 9y^2 + 9y + 3 &= 3y^3 + 8y^2 + 8y + 9, \\ y^2 + y - 6 &= 0, \\ (y + 3) \cdot (y - 2) &= 0. \end{aligned}$$

Az egyenlet megoldása: $y_1 = 2$ és $y_2 = -3$. Ez utóbbi nem eleme az értelmezési tartománynak.

Az $y = 2$ értéket a második egyenletbe helyettesítve $x = 1$ adódik.

Az egyenletrendszer megoldása: $x = 1$ és $y = 2$.

2. Mivel $a_n = 2a_{n+1} - a_{n+2}$, ebből $a_{n+1} = \frac{a_n + a_{n+2}}{2}$.

Az a sorozat, amelynek bármely tagja (a másodiktól kezdve) előáll a két szomszédos tag számtani közepeként, számtani sorozat.

Ha a sorozat első eleme a_1 , differenciája d , akkor:

$$a_3 + a_7 = a_1 + 2d + a_9 - 2d = a_1 + a_9 = 12.$$

A sorozat első 9 tagjának összege:

$$S_9 = 9 \cdot \frac{a_1 + a_9}{2} = 54.$$



3. A szekszárdi borászok száma legyen s , a villányiaké v , az egrieké e .

a) A feladat szövege szerint:

$$5s + 4v + 2e = 25 \quad \text{és} \quad s + v + e = 8.$$

A második egyenletből e -t kifejezve és beírva az elsőbe:

$$3s + 2v = 9, \quad \text{ebből} \quad v = \frac{9 - 3s}{2},$$

vagyis $9 - 3s$ páros és pozitív, tehát $9 - 3s > 0$, azaz $3 > s$. Tehát s lehet 1 vagy 2, de csak 1 esetén lesz a $9 - 3s$ páros. Így $s = 1 \Rightarrow v = 3$ és $e = 4$.

A borversenyen 1 szekszárdi, 3 villányi és 4 egri borász vett részt.

- b) A binomiális eloszlás alapján annak a valószínűsége, hogy 10 ember közül 7-en mondják, hogy a vörösbort jobban szeretik:

$$p = \binom{10}{7} \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^7 \cdot \left(\frac{1}{3}\right)^3 = \binom{10}{7} \cdot \frac{2^7}{3^{10}} \approx 0,26.$$

4. A keresett egyenesnek az x tengellyel való metszéspontja legyen $(a; 0)$, az y tengellyel pedig $(0; b)$.

Ha $a = 0$ vagy $b = 0$, akkor az egyenes áthalad az origón, és egyenlete: $y = \frac{7}{2}x$.

Ha a és b közül egyik sem 0, az egyenes tengelymetszetes alakjából következően egyenlete:

$$1 = \frac{x}{a} + \frac{y}{b} \quad (a, b \neq 0).$$

Az egyenes illeszkedik az $A(2; 7)$ pontra, ezért $1 = \frac{2}{a} + \frac{7}{b}$.

Alakítsuk át az egyenletet:

$$ab = 2b + 7a, \quad \text{átalakítás után} \quad ab - 2b - 7a + 14 - 14 = 0, \quad \text{vagyis} \quad (a - 2)(b - 7) = 14.$$

Mivel a és b egész számok, 14-et kell egész számok szorzataként felírunk.

Ezeket a lehetőségeket a következő táblázat mutatja:

Nyolc egyenes tesz eleget a feltételeknek, ezek egyenletei:

$a - 2$	1	14	2	7	-1	-14	-2	-7
$b - 7$	14	1	7	2	-14	-1	-7	-2
a	3	16	4	9	1	-12	0	-5
b	21	8	14	9	-7	6	0	5

$$\begin{aligned} y = \frac{7}{2}x, \quad 1 = \frac{x}{3} + \frac{y}{21}, \quad 1 = \frac{x}{16} + \frac{y}{8}, \quad 1 = \frac{x}{4} + \frac{y}{14}, \\ 1 = \frac{x}{9} + \frac{y}{9}, \quad 1 = x - \frac{y}{7}, \quad 1 = -\frac{x}{12} + \frac{y}{6}, \quad 1 = -\frac{x}{5} + \frac{y}{5}. \end{aligned}$$

4. Feladatsor / B – megoldások

5. Mivel a nevező minden x -re pozitív értéket vesz fel, a függvény az intervallum minden pontjában értelmezve van.

Ha $2 \leq x \leq 5$, akkor:

$$f(x) = \frac{x + x + 2}{x + x - 2} = \frac{x + 1}{x - 1} = 1 + \frac{2}{x - 1}.$$

Az adott intervallumon a függvény szigorúan monoton csökkenő, ebből következik, hogy

$$f(5) = \frac{3}{2} \leq f(x) \leq 3 = f(2).$$



Ha $0 \leq x < 2$, akkor:

$$f(x) = \frac{x + x + 2}{x - x + 2} = x + 1.$$

Az adott intervallumon a függvény szigorúan monoton növekvő, ebből következik, hogy

$$f(0) = 1 \leq f(x) < 3 = f(2).$$

Ha $-2 \leq x < 0$, akkor:

$$f(x) = \frac{-x + x + 2}{-x - x + 2} = \frac{2}{-2x + 2} = -\frac{1}{x - 1}.$$

Az adott intervallumon a függvény szigorúan monoton növekvő, ebből következik, hogy

$$f(-2) = \frac{1}{3} \leq f(x) < 1 = f(0).$$

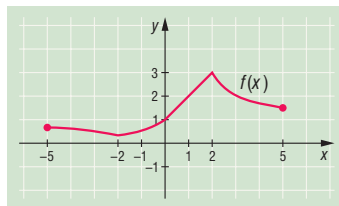
Ha $-5 \leq x < -2$, akkor:

$$f(x) = \frac{-x - x - 2}{-x - x + 2} = \frac{-2x - 2}{-2x + 2} = \frac{x + 1}{x - 1} = 1 + \frac{2}{x - 1}.$$

Az adott intervallumon a függvény szigorúan monoton csökkenő, ebből következik, hogy

$$f(-2) = \frac{1}{3} < f(x) \leq \frac{2}{3} = f(-5).$$

A függvény minimuma $\frac{1}{3}$, az $x = -2$ helyen, maximuma pedig 3, az $x = 2$ helyen.



6. A motor sebessége legyen $x \frac{\text{km}}{\text{h}}$, az autóé $y \frac{\text{km}}{\text{h}}$, a Béltelep és Andrásfalva közti távolság s km.

a) Míg az autó visszaér Andrásfalvára, $2s$ utat tesz meg, ha pedig onnan visszafordulna, akkor a motorral való találkozásig újabb $\frac{2s}{3}$ utat tenne meg, azaz összesen $2s + \frac{2s}{3} = \frac{8s}{3}$ km-t haladna.

Ez idő alatt a motor által megtett út $s + \frac{s}{3} = \frac{4s}{3}$ km, vagyis feleannyi, mint az autósé.

Mivel az út és a sebesség egyenesen arányos, az autó sebessége kétszerese a motorénak, vagyis $y = 2x$.

- b) Az első találkozásig az autó a két helység közti távolságnál 5 kilométerrel többet, a motor 5 kilométerrel kevesebbet tesz meg. Mivel az első találkozásig ugyanannyi ideig mozogtak, a $t = \frac{s}{v}$ összefüggés alapján felírható: $\frac{s - 5}{x} = \frac{s + 5}{y}$. Felhasználva, hogy $y = 2x$:

$$\frac{s - 5}{x} = \frac{s + 5}{2x} \Rightarrow 2s - 10 = s + 5 \Rightarrow s = 15.$$

Az Andrásfalva és Béltelep közti távolság 15 km.

- c) Mivel a két helység közti kétszeres $2s = 30$ km távolságot az autó 20 perccel, azaz $\frac{1}{3}$ órával rövidebb idő alatt teszi meg, mint a motor, a mozgásuk idejére a $t = \frac{s}{v}$ összefüggés alapján felírható:

$$\frac{30}{x} = \frac{30}{y} + \frac{1}{3} \Rightarrow \frac{30}{x} = \frac{30}{2x} + \frac{1}{3} \Rightarrow x = 45.$$

A motor sebessége $45 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, az autó sebessége $90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.



7. Alkalmazva a megfelelő trigonometrikus összefüggéseket, a feladat másodfokú egyenletre vezet:

$$\begin{aligned}\sin 2x - 2 \cdot \sin x - 2 \cdot \cos x - 2 &= 0, \\ 2 \cdot \sin x \cdot \cos x - 2 \cdot (\sin x + \cos x) - 2 &= 0, \\ \sin^2 x + 2 \cdot \sin x \cdot \cos x + \cos^2 x - 2 \cdot (\sin x + \cos x) - 3 &= 0, \\ (\sin x + \cos x)^2 - 2 \cdot (\sin x + \cos x) - 3 &= 0.\end{aligned}$$

A $(\sin x + \cos x)$ -re másodfokú egyenlet megoldásai: $\sin x + \cos x = -1$ vagy $\sin x + \cos x = 3$.

Ha $\sin x + \cos x = -1$, akkor mindkét oldalt $\frac{\sqrt{2}}{2}$ -vel beszorozva:

$$\begin{aligned}\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \sin x + \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \cos x &= -\frac{\sqrt{2}}{2}, \\ \sin\left(x + \frac{\pi}{4}\right) &= -\frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow x_1 = \pi + 2k\pi, \quad x_2 = \frac{3\pi}{2} + 2l\pi \quad (k, l \in \mathbb{Z}).\end{aligned}$$

$\sin x + \cos x = 3$ nem lehet, mert $\sin x + \cos x$ kifejezés értéke legfeljebb $\sqrt{2}$.

Az egyenlet megoldásai:

$$x_1 = \pi + 2k\pi, \quad x_2 = \frac{3\pi}{2} + 2l\pi \quad (k, l \in \mathbb{Z}).$$

8. Helyezzük el a céltáblát egy olyan koordináta-rendszerbe, amelyben 1 egység 10 centiméternek felel meg, és a koordináta-rendszer kezdőpontja legyen a céltábla középpontja.

A két parabolaív egyenlete: $y = x^2 + 1$, illetve $y = -x^2 - 1$.

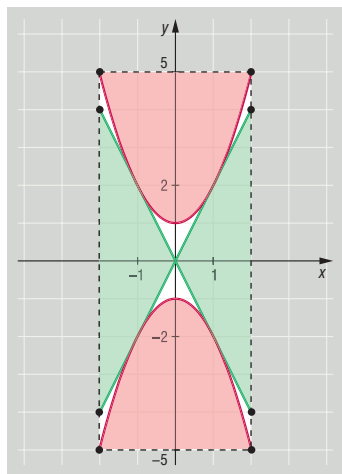
A parabolaívekhez az origóból húzott érintők egyenleteit keressük $y = mx$ alakban. Az érintés feltétele, hogy a parabola és az érintő egyenletéből alkotott egyenletrendszernek egy megoldása legyen.

Az első és második síknegyedben levő parabola esetén az

$$\begin{cases} y = x^2 + 1 \\ y = mx \end{cases}$$

egyenletrendszert kell vizsgálni. Az egyenletrendszerből y -t kiküszöbölve, az $x^2 - mx + 1 = 0$ másodfokú egyenlethez jutunk, amelynek akkor van egy megoldása, ha diszkriminánsa 0, vagyis:

$$m^2 - 4 = 0 \Rightarrow m = \pm 2.$$



A tengelyes szimmetria miatt a két parabolaív érintőinek egyenletei: $y = 2x$, illetve $y = -2x$.

- Először számítsuk ki a zöld terület nagyságát. Az első síknegyedbe eső területrészt olyan derékszögű háromszög, amelynek befogói 2 és 4, területe tehát 4 egység. Az egész céltáblán a zöld terület nagysága: $T_{\text{zöld}} = 4 \cdot 4 = 16$ területegység.
- Az első síknegyedbe eső piros területrészt megkapjuk úgy, hogy egy 2 és 5 egység oldalú téglalap területéből kivonjuk a $[0; 2]$ -on a parabolaív alatti területet:

$$2 \cdot 5 - \int_0^2 (x^2 + 1) dx = 10 - \left[\frac{x^3}{3} + x \right]_0^2 = 10 - \frac{14}{3} = \frac{16}{3}.$$

A piros terület nagysága a tengelyes szimmetria miatt: $T_{\text{piros}} = 4 \cdot \frac{16}{3} = \frac{64}{3}$ területegység.

- A fehér terület nagyságát megkapjuk úgy, hogy a céltábla teljes területéből kivonjuk a piros és zöld területek nagyságát: $T_{\text{fehér}} = 10 \cdot 4 - 16 - \frac{64}{3} = \frac{8}{3}$ területegység.



- a) A geometriai valószínűség fogalmából adódóan a céltáblára véletlenszerűen érkező lövések akkora valószínűséggel érkeznek a zöldre festett területre, amekkora része a zöld rész területe az egész céltábla területének, tehát:

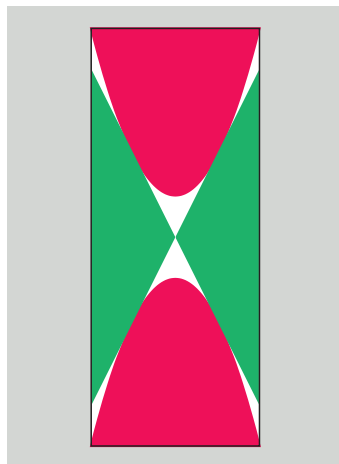
$$P(\text{zöld}) = \frac{16}{40} = \frac{2}{5}.$$

Hasonlóan:

$$P(\text{piros}) = \frac{3}{40} = \frac{8}{15}, \quad \text{illetve} \quad P(\text{fehér}) = \frac{3}{40} = \frac{1}{15}.$$

- b) Az egy lövésért kapható pont várható értéke:

$$4 \cdot \frac{2}{5} + 5 \cdot \frac{8}{15} + 6 \cdot \frac{1}{15} = \frac{70}{15} \approx 4,67.$$



9. A szoknya felszínének kiszámításához egy csonka kúp palástjának felszínét kell meghatároznunk.

Tekintsük a csonka kúp ábrán látható tengelymetszetét, és használjuk az ábra jelöléseit. A csonka kúp fedőlapjának sugara $r = CD$, az alaplappjának sugara $R = AB$, valamint a csonka kúp alkotójának hossza $a = AC$.

Húzzunk EC -vel párhuzamost a középső gömb O_1 középpontján keresztül. Mivel egy kör érintője merőleges az érintési pontba húzott sugárra, az EKO_1C négyszög téglalap.

A KO_1O_2 derékszögű háromszög átfogója a két érintő gömb középpontjának távolsága $O_1O_2 = 7 + 4 = 11$. A háromszög KO_2 befogója pedig a gömbök sugarainak különbsége $KO_2 = 7 - 4 = 3$.

A Pitagorasz-tétel alapján a másik befogó:

$$KO_1 = EC = \sqrt{11^2 - 3^2} = \sqrt{112} = 4\sqrt{7}.$$

Az ábrán a $KO_2O_1 \sphericalangle = CO_1D \sphericalangle$, mivel egyállású szögek, valamint $KO_2O_1 \sphericalangle = EAB \sphericalangle$, mivel hegyesszögű merőleges szárú szögek. Jelöljük ezeket a szögeket α -val.

A KO_1O_2 derékszögű háromszögből $\cos \alpha = \frac{3}{11}$, és $\sin \alpha = \frac{4\sqrt{7}}{11}$.

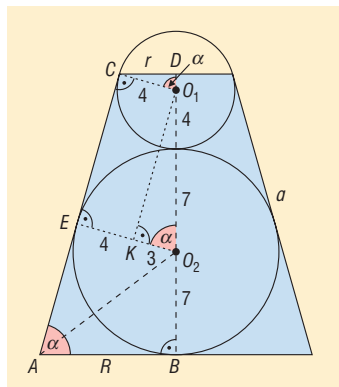
A csonka kúp fedőlapjának r sugarát az O_1DC derékszögű háromszögből számíthatjuk:

$$r = CD = 4 \cdot \sin \alpha = 4 \cdot \frac{4\sqrt{7}}{11} = \frac{16\sqrt{7}}{11}.$$

Mivel az AB , illetve az AE egyenesek érintik az O_2 középpontú kört, az AO_2 egyenes az A csúcsnál lévő α szög felezője. Az ABO_2 derékszögű háromszögből $AB = O_2B \cdot \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$.

Ismert, hogy $\left| \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} \right| = \sqrt{\frac{1 + \cos \alpha}{1 - \cos \alpha}}$, és mivel $\frac{\alpha}{2}$ hegyesszög, és $\cos \alpha = \frac{3}{11}$, ezért:

$$\operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1 + \frac{3}{11}}{1 - \frac{3}{11}}} = \sqrt{\frac{14}{8}} = \frac{\sqrt{7}}{2}, \quad \text{amit felhasználva} \quad R = AB = O_2B \cdot \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} = 7 \cdot \frac{\sqrt{7}}{2} = \frac{7\sqrt{7}}{2}.$$





Az AE és az AB érintőszakaszok egyenlősége alapján a csonka kúp alkotójának hossza:

$$a = AC = AE + EC = AB + EC = \frac{7\sqrt{7}}{2} + 4\sqrt{7} = \frac{15\sqrt{7}}{2}.$$

A csonka kúp palástjának felszíne:

$$A = (R + r) \cdot a \cdot \pi = \left(\frac{7\sqrt{7}}{2} + \frac{16\sqrt{7}}{11} \right) \cdot \frac{15\sqrt{7}}{2} \cdot \pi = \frac{11445}{44} \cdot \pi \approx 817,17 \text{ cm}^2.$$

A szoknya elkészítéséhez $817,17 \text{ cm}^2$ területű karton szükséges.

5. Feladatsor / A – megoldások

1. Az egyenlet értelmezési tartománya $x^2 - 1$ miatt: $-1 \leq x \leq 1$.

Figyeljük meg, hogy két gyökjel alatt is nevezetes szorzat áll:

$$\sqrt{(x-1)(x+1)} + \sqrt{x+1} = \sqrt{(x+1)^2}.$$

Mivel minden tagban megtaláljuk az $x+1$ tényezőt, ezért az egyenlet egyik megoldása $x_1 = -1$.

Így akár le is oszthatunk $\sqrt{x+1}$ -gyel (feltesszük, hogy $x \neq -1$):

$$\sqrt{x-1} + 1 = \sqrt{x+1}.$$

Mindkét oldal négyzetre emelése, majd az egyenlet rendezése után:

$$2\sqrt{x-1} = 1, \text{ ahonnan } x_2 = \frac{5}{4} = 1,25.$$

Ellenőrzés:

$$\sqrt{1,25^2 - 1} + \sqrt{1,25 + 1} = 0,75 + 1,5 = \sqrt{1,25^2 + 2 \cdot 1,25 + 1} = 2,25.$$

Az egyenletnek nincs más megoldása.

2. A körök elhelyezkedése miatt két közös belső érintőt keresünk.

Az ábra alapján azt sejtjük, hogy az $e: y = 2$ egyenes egyike a két keresett belső érintőnek. Behelyettesítve a körök egyenleteibe, a következő egyenleteket kapjuk:

$$(x+1)^2 = 0 \text{ és } (x-2)^2 = 0.$$

Mindkettőnek csak 1-1 megoldása van, tehát e valóban közös belső érintő, k_2 -vel vett érintési pontja $P(2; 2)$.

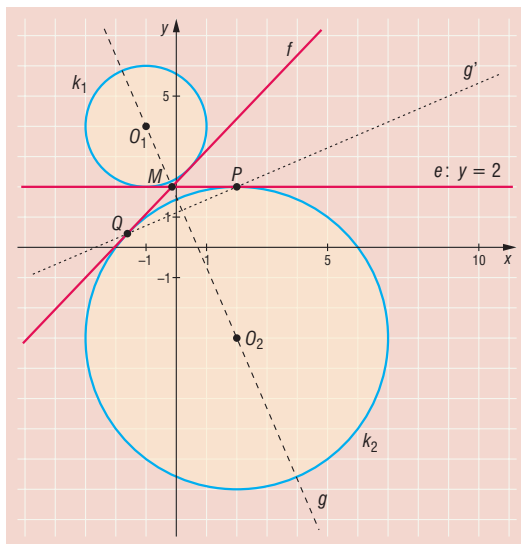
Az ábra szimmetrikus a körök középpontjain áthaladó g egyenesre. Ezért g és e olyan M pontban metszik egymást, amely rajta van f -en is.

Írjuk fel g egyenletét:

$$O_1O_2(3; -7) = \vec{n}_g \Rightarrow \vec{n}_g(7; 3),$$

$$g: 7x + 3y = 5,$$

ebből (y helyére 2 -t írva): $x = -\frac{1}{7}$. A három egyenes közös metszéspontja: $M\left(-\frac{1}{7}; 2\right)$.





Ismét használjuk ki a szimmetriát! P és Q érintési pontok is szimmetrikusak g -re, ezért ha P -ből g' merőlegest állítunk g -re, az Q -ban fogja metszeni k_2 -t. g' -t g -ből könnyen megkapjuk:

$$g': 3x - 7y = -8.$$

Meg kell oldanunk a következő egyenletrendszert:

$$\left. \begin{array}{l} g': 3x - 7y = -8 \\ k_2: (x - 2)^2 + (y + 3)^2 = 25 \end{array} \right\} \Rightarrow y_1 = 2 \text{ és } y_2 = \frac{13}{29}.$$

Az első megoldás a már ismert P pontot adja vissza, a második pedig $Q\left(-\frac{47}{29}; \frac{13}{29}\right)$ -t.

Két pontból (M és Q) már fel tudjuk írni a keresett f egyenes egyenletét:

$$f: -21x + 20y = 43.$$

Megjegyzés: A feladatot más úton is megoldhatjuk, például MO_2 fölé írt Thalész-körrel.

3. a) $(3; 4; 3)$ típusú ismétléses permutációt kell elszámolnunk: $\frac{10!}{3! \cdot 4! \cdot 3!} = 4200$.

b) A 10 papírdarabkából három magyar zászlót rakhatunk ki, és marad egy fehér lapocska. Ezt a lapot vagy az első zászló elé, vagy az első után a második elé, vagy a második után a harmadik elé, vagy a harmadik után a negyedik elé, vagy a negyedik után húzhatjuk. Ez összesen 4 lehetőség.

c) Ha csupán 2 piros-fehér-zöld zászlónk van, akkor a maradék 1 piros, 2 fehér, 1 zöld lapot majdnem bármelyik helyre húzhatjuk. Ez majdnem $(2; 1; 2; 1)$ -tagú ismétléses permutáció, azaz

$\frac{6!}{2! \cdot 1! \cdot 2! \cdot 1!} = 180$. Azért csak majdnem, mert ebben benne van annak a lehetősége, hogy létrejön egy harmadik zászló is, amit ebben az esetben ki kell zárunk. Mivel arra 4 lehetőség volt, a megoldás: $180 - 4 = 176$.

d) Ha csak 1 trikolórt látunk, akkor ez és a maradék 2 piros, 3 fehér és 2 zöld lap majdnem

$(1; 2; 3; 2)$ -tagú ismétléses permutációt ad: $\frac{8!}{1! \cdot 2! \cdot 3! \cdot 2!} = 1680$. Ebből el kell vennünk azokat

az eseteket, amikor három vagy kettő trikolór alakul ki, azaz 180-at.

Az eredmény $1680 - 180 = 1500$.

4. a) A függvény az $x = -1$ helyen metszi az x tengelyt, azaz:

$$f(-1) = -a + b - c + d = 0.$$

Ahol szélsőértéke van, ott az $f'(x) = 3ax^2 + 2bx + c$ deriváltja 0, vagyis

$$f'(1) = 3a + 2b + c = 0 \text{ és } f'(3) = 27a + 6b + c = 0.$$

Más információnk nincs a függvényről. Ha négy ismeretlen és három egyenlet áll csak rendelkezésünkre, akkor csak valamelyik paraméter függvényében tudunk nyilatkozni a többiről.

$$\left. \begin{array}{l} (1) \quad -a + b - c + d = 0 \\ (2) \quad 3a + 2b + c = 0 \\ (3) \quad 27a + 6b + c = 0 \end{array} \right\}.$$

Vonjuk ki a (2)-t a (3)-ból: $24a + 4b = 0$, így $b = -6a$.

Helyettesítsünk vissza (2)-be: $3a - 12a + c = 0$, így $c = 9a$.

Végül helyettesítsünk vissza (1)-be: $-a - 6a - 9a + d = 0$, így $d = 16a$.

Tehát $f(x)$ függvényünk a következő:

$$f(x) = ax^3 - 6ax^2 + 9ax + 16a = a(x^3 - 6x^2 + 9x + 16).$$



- $$f'(x) = 3x^2 - 12x + 9 = 3(x-1)(x-3).$$

	$x < 1$	1	$1 < x < 3$	3	$3 < x$
$f'(x)$	pozitív	0	negatív	0	pozitív
$f(x)$	monoton növekedő	MAXIMUM	monoton csökkenő	MINIMUM	monoton növekedő

5. Feladatsor / B – megoldások

-

$$80 \cdot \cos \alpha (1 + \cos \alpha + \cos^2 \alpha + \dots) = 80 \cdot \cos \alpha \cdot \sum_{i=0}^{\infty} \cos^i \alpha = \frac{80 \cdot \cos \alpha}{1 - \cos \alpha}.$$
$$\cos \alpha = \frac{140}{20\sqrt{65}} = \frac{7}{\sqrt{65}}.$$
$$\frac{7 \cdot 80}{\sqrt{65} - 7} = 35(\sqrt{65} + 7) \approx 527,18 \text{ cm.}$$

- $$\begin{aligned} y_1 &= 80 \cdot \sin \alpha; \\ y_2 &= x_1 \cdot \sin \alpha = 80 \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha; \\ y_3 &= x_2 \cdot \sin \alpha = 80 \cdot \cos^2 \alpha \cdot \sin \alpha; \\ y_4 &= x_3 \cdot \sin \alpha = 80 \cdot \cos^3 \alpha \cdot \sin \alpha \text{ stb.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{\text{zöld}} &= \frac{80^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{2} \cdot (1 + \cos^4 \alpha + \cos^8 \alpha + \dots) = \\ &= \frac{80^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{2} \cdot \sum_{i=0}^{\infty} (\cos^4 \alpha)^i = \frac{80^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{2(1 - \cos^4 \alpha)}. \end{aligned}$$



A piros háromszögek területei a páros sorszámú x -ek és y -ok szorzatai felének az összege (mértani sor):

$$\begin{aligned} T_{\text{piros}} &= \frac{80^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos^3 \alpha}{2} \cdot (1 + \cos^4 \alpha + \cos^8 \alpha + \dots) = \\ &= \frac{80^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos^3 \alpha}{2} \cdot \sum_{i=0}^{\infty} (\cos^4 \alpha)^i = \frac{80^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos^3 \alpha}{2(1 - \cos^4 \alpha)}. \end{aligned}$$

A hányadosuk pedig:

$$\frac{T_{\text{zöld}}}{T_{\text{piros}}} = \frac{1}{\cos^2 \alpha} = \frac{65}{49}.$$

6. a) Az n pontú teljes gráf éleinek száma $\frac{n(n-1)}{2}$, az n pontú fának pedig $(n-1)$ éle van.

Hányadosuk $\frac{n}{2}$.

- b) Mivel a teljes gráfban bármely két pont szomszédos, így az őket összekötő utak hosszának minimuma mindig 1. A teljes gráfok átmérőinek maximuma 1. Az n pontú fagrafok lehetnek teljesen különbözőek is. A legszelesebb fákat akkor kapjuk, ha a pontokat egyetlen vonalra fűzzük fel (lánc). Ekkor a legtávolabbi pontok között $(n-1)$ él fut, azaz az ilyen gráfok átmérőinek maximuma $(n-1)$.

- c) Tudjuk, hogy minden pont foka kettő, továbbá a gráf egyszerű és összefüggő. Vegyük észre, hogy az ilyen gráf „kör” alakú! A 8 pontú körben a szemközti pontok legkisebb távolsága 4, azaz a gráf átmérője is 4.

A „kör” alak igazolásához válasszuk ki az egyik pontot és annak egyik élet. A pontot satírozzuk be, és induljunk el az élen. A következő pontba jutva satírozzuk be azt is, majd menjünk tovább a másik élen. Ismételjük ezt addig, míg satírozott pontba nem érünk. Belátjuk, hogy ekkor minden pontot érintettünk: a satírozott pontok összefüggő gráfot alkotnak és ha lenne satírozatlan pont, akkor az eredeti gráfunk nem lenne összefüggő.

- d) Ha minden pont foka 6, akkor bármely pontot is tekintve, van pontosan egy olyan, amellyel nem szomszédos. Azonban a többi hat ponttal ez is szomszédos, azaz a két említett pont távolsága 2. Ilyen feltételek mellett bármely két pont távolsága vagy 1, vagy 2. A gráfok átmérője 2.

- e) A gondolatmenet nagyon hasonló a d) ponthoz, kis különbséggel. Induljunk ki pl. az A pontból, 4 szomszédos pontját jelölje S_A . B jelöljön olyan pontot, amely nem szomszédos A -val (három ilyen is van). Mivel B foka is 4, ezért maximum 2 olyan pont lehet vele szomszédos, amely nincs S_A -ban. Tehát B legalább két olyan ponttal szomszédos, amelyek A -val szomszédosak. Így most is bármely két pont távolsága vagy 1, vagy 2. Az ilyen gráfok átmérője is 2.

Megjegyzés: Ha minden pont foka 3, akkor nehezebb a helyzet. Lehetséges, hogy S_A egyik pontja sem szomszédos S_B egyik pontjával sem. Nem összefüggő gráfnak pedig nincs átmérője.

7. Jelölje a két ismeretlen értéket x és y . Az $]A-s; A+s[=]2,5941; 9,4059[$ -ből kiindulva használjuk ki, hogy az intervallum középpontja a számtani átlag. Tehát:

$$A = \frac{A-s + A+s}{2} = 6.$$

Ebből négy tizedesjegyre megadhatjuk a szórást is:

$$6 + s = 9,4059 \Rightarrow s = 3,4059.$$



Ennyi információ már elegendő egy kétismeretlenes egyenletrendszer felírásához:

$$\left. \begin{aligned} 6 &= \frac{1+2+4+5+8+9+9+10+x+y}{10} \\ 3,4059 &= \sqrt{\frac{5^2+4^2+2^2+1^2+(-2)^2+(-3)^2+(-3)^2+(-4)^2+(6-x)^2+(6-y)^2}{10}} \end{aligned} \right\}$$

Rendezzük mindkét sort. Mivel tudjuk, hogy x és y egészek, ezért 3,4059 négyzetét kerekítjük:

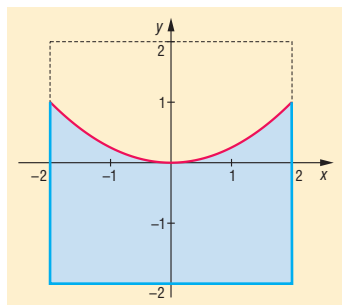
$$\left. \begin{aligned} 12 &= x+y \\ 32 &= (6-x)^2 + (6-y)^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow x_1=10, \quad x_2=2, \quad y_1=2, \quad y_2=10.$$

A minta hiányzó két eleme tehát a 10 és a 2.

8. Egy másodfokú függvénynek pontosan akkor van két zérushelye, ha a polinomból alkotott másodfokú egyenlet diszkriminánsa pozitív szám:

$$D = p^2 - 4q > 0, \quad \text{azaz} \quad q < \frac{p^2}{4}.$$

Tudjuk, hogy $(p; q) \in I^2$, ahol $I = [-2; 2]$. A $(p; q)$ rendezett párt és a fenti feltételt legegyszerűbben koordináta-rendszerben ábrázolhatjuk. A kék színű rész jelenti azokat a pontokat, melyekre a kérdéses $g(x)$ függvénynek két különböző zérushelye van. A valószínűség a kék színű terület és a négyzet területének aránya. A parabolagörbe és az x tengely közötti terület:



$$\int_{-2}^2 \frac{p^2}{4} dp = \left[\frac{p^3}{12} \right]_{-2}^2 = \frac{8}{12} + \frac{8}{12} = \frac{4}{3}.$$

A valószínűség:

$$\frac{T_{\text{kék}}}{T_{\text{négyzet}}} = \frac{8 + \frac{4}{3}}{16} = \frac{7}{12}.$$

9. Feltételezhetjük, hogy a fák függőlegesen nőttek, ezért $RPQT$ négyszög téglalap, és RTS háromszög derékszögű. APB és AQB szögeket az adatokból kiszámíthatjuk. Mivel ismertek a szögek, APB_{Δ} és AQB_{Δ} oldalait kiszámíthatjuk szinusz-tétellel:

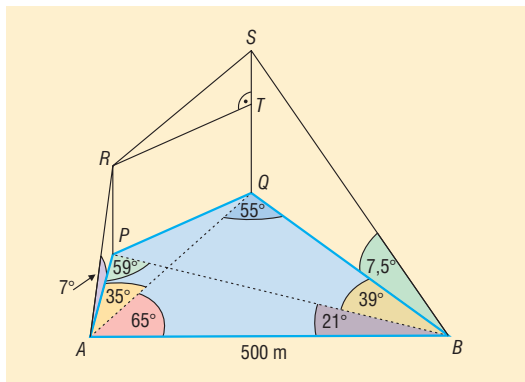
$$\frac{PA}{500} = \frac{\sin 21^\circ}{\sin 59^\circ} \Rightarrow PA \approx 209,04 \text{ m},$$

$$\frac{PB}{500} = \frac{\sin 100^\circ}{\sin 59^\circ} \Rightarrow PB \approx 574,45 \text{ m},$$

$$\frac{BQ}{500} = \frac{\sin 65^\circ}{\sin 55^\circ} \Rightarrow BQ \approx 553,2 \text{ m}.$$

Trigonometrikus összefüggések alapján:

$$\frac{PR}{PA} = \tan 7^\circ \Rightarrow PR \approx 25,67 \text{ m}, \quad \text{illetve} \quad \frac{QS}{QB} = \tan 7,5^\circ \Rightarrow QS \approx 72,83 \text{ m}.$$





Ekkor $ST = QS - PR = 47,16$ m. A PQB_{Δ} -ben koszinusztétellel kiszámítható PQ :

$$PQ^2 = PB^2 + QB^2 - 2PB \cdot QB \cdot \cos 39^\circ \Rightarrow PQ \approx 376,95 \text{ m.}$$

Végül egy Pitagorasz-tétellel megadhatjuk RS értékét:

$$RS^2 = RT^2 + ST^2 = PQ^2 + (QS - PR)^2 \Rightarrow RS \approx 379,89 \text{ m.}$$

Ahhoz, hogy a kötélre rögzített tárgy a pálya egyik végpontjából a másikba jusson, a kötélnak legalább kétszer olyan hosszúnak kell lennie, mint a pálya hossza. Azaz a kérdésre a válasz:

$$2RS \approx 759,78 \text{ m.}$$