

A TERMÉSZETRŐL TIZENÉVESEKNEK



# KÉMIA

*Szervetlen és  
szerves kémia* **10**

TANKÖNYV



MOZAIK KIADÓ – SZEGED, 2013



# Tartalom

Bevezetés .....	8
<b>A SZÉNCSOPORT ÉS ELEMEINEK SZERVETLEN VEGYÜLETEI</b>	
A szén .....	10
Fontosabb szervesetlen szénvegyületek .....	14
A szilícium és vegyületei .....	19
Összefoglalás .....	22
<b>A FÉMEK ÉS VEGYÜLETEIK</b>	
Az alkálifémek és fontosabb vegyületeik .....	24
Az alkáliföldfémek és fontosabb vegyületeik .....	29
Az alumínium .....	35
Az ón és az ólom .....	40
A vascsoport .....	44
Félnemes- és nemesfémek .....	50
A cinkcsoport elemei .....	59
Összefoglalás .....	61
<b>A SZÉNHIIDROGÉNEK ÉS HALOGÉNEZETT SZÁRMAZÉKAIK</b>	
Bevezetés a szerves kémiába .....	64
A szénvegyületek csoportosítása .....	68
A szénvegyületek kémiai analízise (olvasmány) .....	71
Az izoméria .....	73
Telített szénhidrogének .....	75
Egyéb telített szénhidrogének .....	79
A telített szénhidrogének tulajdonságai .....	83
A földgáz és a kőolaj .....	86
<b>AZ ALKÉNEK (OLEFINEK)</b>	
Az etén (etilén) .....	92
Egyéb alkének (olefinek) .....	96
<b>A DIÉNEK ÉS A POLIÉNEK</b>	
A butadién és az izoprén .....	99
A kaucsuk és a gumi .....	102
<b>AZ ALKINEK (ACETILÉN-SZÉNHIIDROGÉNEK)</b>	
Az etin (acetilén) .....	105

## AROMÁS SZÉNHYDROGÉNEK

A benzol .....	109
Egyéb aromás szénhidrogének .....	113
Halogénezett szénhidrogének .....	115
Gyakorlati szempontból fontos halogénezett szénhidrogének .....	119
Összefoglalás .....	122

## OXIGÉNTARTALMÚ SZERVES VEGYÜLETEK

Egy oxigénatomos funkciós csoportok .....	126
Az etanol (etil-alkohol) .....	129
Egyéb fontos alkoholok .....	133
A fenolok .....	136
Az éterek .....	139
A dietil-éter („éter”) .....	142
Az aldehidek .....	145
Fontosabb aldehidek .....	148
A ketonok .....	152
A karbonsavak és sóik .....	156
Fontosabb alkánsavak .....	159
Egyéb fontosabb karbonsavak .....	164
Az észterek .....	169
Kis és nagy szénatomszámú észterek .....	172
Gliceridek (zsírok és olajok) .....	175
Felületaktív anyagok, tisztítószeresek .....	179
A szénhidrátok .....	183
A szőlőcukor .....	186
Fontosabb monoszacharidok .....	191
A diszacharidok (kettős szénhidrátok) .....	193
A poliszacharidok .....	198
Összefoglalás .....	203

## NITROGÉNTARTALMÚ SZERVES VEGYÜLETEK

Az aminok .....	210
Nitrogéntartalmú heterociklusok .....	214
Az amidok .....	223
Az aminosavak .....	228
Peptidek, fehérjék .....	233
A nukleotidok és a nukleinsavak .....	238
Összefoglalás .....	242
ÖSSZEFOGLALÓ TÁBLÁZATOK .....	245
AZ ATOMOK PERIÓDUSOS RENDSZERE .....	252
AZ ELEMÉK PERIÓDUSOS RENDSZERE .....	254



# AZ ALKÁLIFÉMEK ÉS FONTOSABB VEGYÜLETEIK

A tűzijátékok színeiben bizonyára sokan gyönyörködtek már. Most több olyan anyaggal fogunk foglalkozni, amelyek a fénycsóvak színeit okozzák.

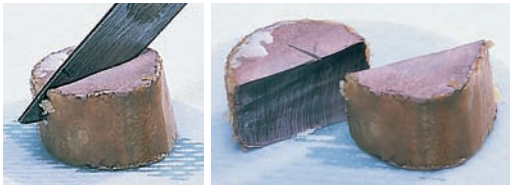
**Az I. főcsoport (1. csoport) elemeit** (kivéve a hidrogént) **alkálifémeknek nevezzük.** Nevüket onnan kapták, hogy vízzel maró lúgokat (alkáliákat) képeznek. Az alkálifémek: a *lítium* (Li), a *nátrium* (Na), a *kálium* (K), a *rubídium* (Rb), a *cézium* (Cs) és a francium (Fr).

Az alkálifémek *atomjainak külső héján egy elektron* található. Viszonylag nagyméretű atomjaik külső elektronja *lazán kötött*, ezzel magyarázható, hogy valamennyien *puha fémek, sűrűségük kicsi, és az olvadáspontjuk is alacsony.* A nagy atomméret és az egy külső elektron miatt *atomjaik elektronegativitása* kicsi. Kémiai reakciókban külső elektronjaikat könnyen leadják, **erélyes redukálószer**ek.

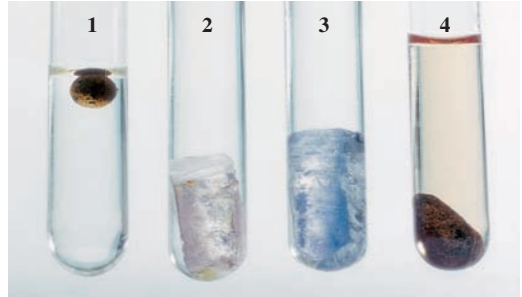
Az alkálifémek reakcióképessége igen nagy, ezért csak a levegőtől elzártan, petróleum alatt tárolhatók.

Vizsgáljuk meg a fémnátriumot és a káliumot! Petróleumból kivett és szűrőpapírral leitatott nátriumdarabkát és káliumdarabkát próbáljunk meg késsel vágni! Figyeljük meg a fémek friss vágási felületét!

**Az alkálifémek viaszlagyságú, késsel könnyen vágható fémek.\* A nátrium és a kálium friss vágási felülete fémfényű, világos-szürke.** Ezt a fémes fényt a levegőn állva hamar elvesztik, oxidálódnak.



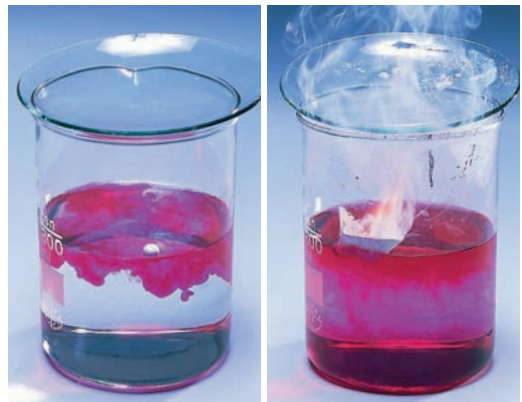
24.1. A nátrium késsel vágható, lágy fém



24.2. Lítium (1), nátrium (2), kálium (3), rubídium (4)

Üvegkádát vagy széles szájú főzőpoharat töltünk meg félig vízzel, adjunk hozzá néhány csepp szintelen fenoltaleinoldatot! Tegyük a vízre borsó nagyságú, kérgétől jól megtisztított nátriumdarabkát, egy másikat papírcsónakon, majd káliumdarabkát!

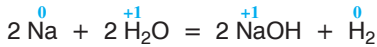
A *nátrium és a kálium* sűrűsége kisebb, mint a vízé. Mindkét fém *hevesen reagál a vízzel.* A nátrium és a víz kölcsönhatása során felszabaduló energia megolvasztja a fémeket. A nátrium a víz felszínén heves mozgás közben megolvad. Mozgása közben piros csíkot „húzz” maga után, majd eltűnik. A fenoltale-



24.3. Nátrium reakciója fenoltaleines vízzel. Milyen lett a nátriumdarabka alakja a víz felszínén? Miért gördül állandóan tovább? Miért gyullad meg a papírcsónakban vízre tett nátrium?

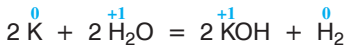


lein színe az oldat kémhatásának megváltozását jelzi.



Ha a nátriumot papírcsónakon helyezük a vízre, akkor nem tud szabadon mozogni a víz felszínén. *A reakció során keletkezett hőtől a fejlődő hidrogén meggyullad.*

A kálium és a víz reakciója olyan heves, hogy a fejlődő hidrogén a kálium mozgása mellett is lángra lobban.



A kálium és a nátrium a vízből lúgképződés közben hidrogént fejleszt.

**█** A 25.1. kép alapján ismételjétek át a nátrium és a klór reakciójáról tanultakat!

*Valamennyi alkálifém minden halogénelemmel fénytűnemény közben heves reakcióba lép. A kölcsönhatás redoxireakció.* A képződött termék minden esetben só (pl. NaCl, KCl, NaBr, KI stb.).

Az alkálifémek vegyületeikben mindig +1 oxidációs számmal szerepelnek.

**█** Vékony acéldrótot addig izzítunk, míg a lángot már nem festi! A drótot ezután mártsuk egymás után  $\text{Li}^+$ -,  $\text{Na}^+$ -,  $\text{K}^+$ -iont tartalmazó oldatba, és tartsuk nem világító láng szélébe!

Az alkálifémek jellegzetes tulajdonsága, hogy *erősen festik a színtelen lángot\**. A láng színe jellemző az egyes fémekre. A lítium vörösre, a nátrium sárgára, a kálium ibolyaszínűre festi a lángot. Az alkálifémek nagy reakciókészségük miatt a természetben *csak vegyületeik formájában fordulnak elő*. Vegyületeik gyakoriak, ilyen például a nátrium-klorid (kősó) és a nátrium-karbonát (szóda).

*Előállításuk alkálifém-kloridok olvadékának elektrolízisével történik (levegőtől elzárva).*

**█** A nátriumvegyületeket (a kősót és a szódat) már az egyiptomiak is ismerték. A Na-ot a 19. században Davy [dév] állította elő elektrolízissel.

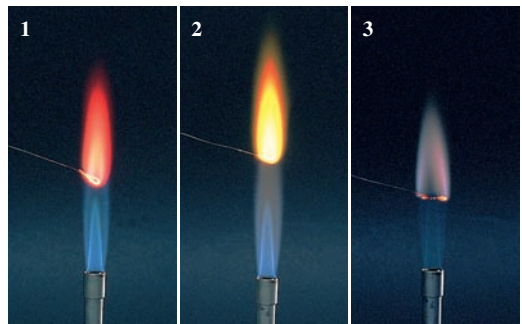


25.1. A nátrium és a klór reakciója. *Mi a reakciótermék? Hogyan lehet más módon ugyanezt az anyagot „előállítani”?*

Az alkálifémek nélkülözhetetlenek az élő szervezetek számára. Az élőlények a fémionokat oldott sóik formájában veszik fel.

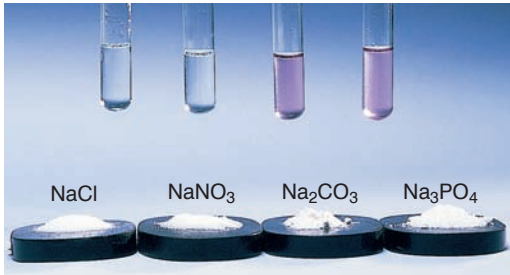
Az alkálifémek ipari felhasználása sokirányú. Mivel megvilágítás hatására lazán kötött elektronjukat leadják, fotocellákban használták őket. Fontos ötvözőfémek.

Az alkálifémek vegyületeikben egyszerűen pozitív töltésű kationokként szerepelnek. A kis elektronegativitás, a kis töltésszám és a nagy ionsugár miatt polarizáló hatásuk igen kicsi. Az alkálifémek ezért ionkötésű kristályos vegyületeket alkotnak.



25.2. Alkálifémek lángfestése. Lítium (1), nátrium (2), kálium (3). *Milyen lesz a láng színe, ha a tűzhelyen levescseppek érik a lángot?*

Oldjunk fel vízben külön-külön NaCl-ot, NaNO<sub>3</sub>-ot, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-ot és Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>-ot! Vizsgáljuk meg az oldatok kémhatását fenolftaleinnel!



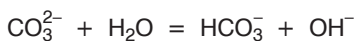
26.1. Nátriumsók és oldataik kémhatásának kimutatása fenolftaleinnel

Az alkálifém-vegyületek többsége fehér színű, ionkötésű, kristályos anyag. Vízben jól oldódik. Oldataik semleges vagy lúgos kémhatásúak. Az alkálifémek vegyületei közül semleges kémhatásúak a kloridok, a nitrátok, a szulfátok vizes oldatai, mert sem a kation, sem az anion nem hidrolizál.

A **nátrium-klorid** (NaCl) a legjelentősebb nátriumvegyület. Az ipar főként nátriumvegyületek és fémnátrium előállítására, élelmiszerek tartósítására használja. Fontos szerepet játszik az élő szervezetek működésében. A szervezet naponta kb. 6 g NaCl-ot ürít ki, ezt kell pótolni az ételek sózásával.

A nátrium-klorid 0,9 tömeg%-os oldatát fiziológiás sóoldatnak nevezik, infúzióként használják, és alkalmazzák kiszáradás ellen is.

Lúgos kémhatású az alkálifém-karbonátok, -foszfátok vizes oldata, mert a vízmolekulák protont adnak át a karbonátionnak és a foszfátionnak. Az oldatban ezért megnövekszik a hidroxidionok mennyisége.

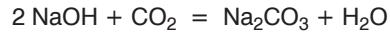


A **nátrium-karbonát** (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), köznapinévén szóda vagy sziksó, vízben jól oldódik. Vizes oldata erősen lúgos kémhatású. Szappan, mosószer és üveg gyártásához és vízlágyítás során is alkalmazzák. A vízlágyítási eljárás során a keménységet okozó Ca<sup>2+</sup>-

és Mg<sup>2+</sup>-ionokat Na<sup>+</sup>-ionok helyettesítik a vízben.

Tegyünk szűrőpapírra néhány NaOH-pasztillát! Rövidesen fénylővé válik a felületük, majd egyre jobban elfolyósodnak.

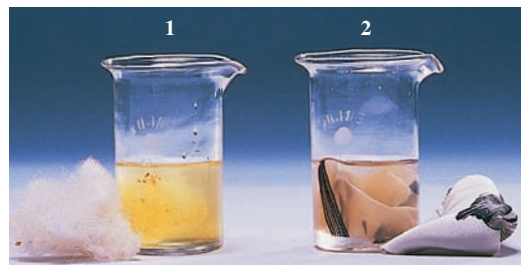
A **nátrium-hidroxid** (NaOH), köznapinévén marónátron (lúgkő) fehér színű, erősen nedvszívó vegyület, megköti a levegő nedvességtartalmát. Vízben nagyon jól oldódik. Vizes oldata erősen lúgos kémhatású. A levegő szén-dioxidjával karbonáttá alakul.



Két főzőpoharat töltsünk meg kétharmad részig 20 tömeg%-os nátrium-hidroxid-oldattal! Helyezzünk néhány szál gyapjúfonalat az egyikbe, selyem anyagdarabot a másikba! Híg nátrium-hidroxid-oldat egy cseppjét dörzsöljük szét ujjaink között! Ezután bő vízzel mossuk le!

Az állati eredetű szálak, a gyapjú, a hernyóselyem (anyaguk fehérjék) a lúgoldatban feloldódnak, ezért lúgos kémhatású mosószerekben nem moshatók. A nátrium-hidroxid-oldat bőrünk felhámrétegét is oldja, síkossá teszi. **A nátrium-hidroxid fehérjeoldó hatása miatt erős mérég!** Ha szembe kerül, vakságot okozhat. (Ha szembe kerülne, bő vízzel mossuk ki, és forduljunk azonnal orvoshoz!)

A nátrium-hidroxidot a kősó vizes oldatának elektrolízisével állítják elő. Nagy mennyiségű nátrium-hidroxidot használ pl. az alumínium-, a műszál-, a színezék-, a papírgyártás, a kőolaj-finomítás.



26.2. A gyapjúfonal (1) és a selyem anyagdarabka (2) nátrium-hidroxid-oldatban roncsolódik

### A NÁTRIUM- ÉS A KÁLIUMVEGYÜLETEK SZEREPE AZ ÉLŐ SZERVEZETEKBEN

A nátrium és a kálium ionok formájában fordulnak elő az élő szervezetekben. Mindkét ionnak fontos szerepe van az életfolyamatokban.

A nátriumionok és a káliumionok szabályozzák a szervezet vízegyensúlyát, és normalizálják a szív ritmusát. A nátriumion jelenléte segít a vér kalcium- és egyéb ásványianyag-szintjét a normális értéken tartani. Elegendő mennyisége akadályozza a hő okozta kimerültséget és a napszúrást. Biztosítja, hogy az idegek és az izmok megfelelően működjenek. Fontos forrásai: a kősó, a sárgarépa, a szalonna.

A kálium közreműködik a vérnyomás csökkentésében. Szerepe van a test salakanyagainak kiürítésében. Hiánytünetei: izomgyengeség, fáradtság, felfúvódás, ödéma. Fontos forrásai: valamennyi zöld levélű főzelékféle, burgonya, paradicsom, napraforgómag, banán.

### ÉRDEKESÉGEK A KŐSÓ TÖRTÉNETÉBŐL

A kősó ősidők óta fontos szerepet tölt be az emberiség történelmében. Plinius [plínusz] így írt róla: „Nincs hasznosabb, mint a Nap és a só.” Értéke a sóban szegény vidékeken az aranyéval vetekedett.

A rómaiak az 1. és 2. században bányásztak sót Erdély területén. Anonymus feljegyzéseiben olvasható, hogy a magyarok Erdélybe történő bejövetele előtt (a 9. században) az előőrsök jelentették vezérüknek, hogy az erdőn túli (erdélyi) népek sót ásnak. A magyar államalapítást követő évszázadokban, a kora középkorban már jelentős volt sóbányászatunk. A só kisebb részét földfelszíni termeléssel, a sós tavak és sós források lepárlásával, nagyobb részét harang- vagy kamrafejtéssel nyerték.



27.1. Sókertek kialakításával nyert sóhegyek

### MITŐL FÚJÓDIK FEL A VÍZRE DOBOTT MENTŐCSÓNAK?

A mentőeszközöknél a lítium hidrogénvegyületét használják fel (lítium-hidrid, LiH). Ez a vegyület víz hatására hidrogént fejleszt, amely (megfelelő szelep alkalmazása esetén) megtölti hidrogénnel a fel-fújható csónakot, a mellényt, a jelzőgömböket.



### KÉRDÉSEK ÉS FELADATOK

1. Miért jó az, ha sportolás után és a nagy nyári melegben ásványvizet iszunk?
2. Írd le a füzetedbe tíz különböző helyről származó ásványvíz nátrium- és kálium-tartalmát!
3. Nézz utána! Hogyan működik napjainkban a fotocella, és mire használják?
4. Milyen színű a fenoltaleinindikátor a következő anyagok oldatában?  
NaCl, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, NaNO<sub>3</sub>
5. Válaszd ki a következő oldalon lévő táblázatból azokat az anyagokat, amelyek oxidálnak! Olvasd el, hogy mire használhatók!
6. Hogyan kell védeni a kezedet, ha lúgos vagy savas kémhatású tisztítószerrel dolgozol?
7. Mit kell tenni, ha savas vagy lúgos kémhatású anyag jutott a bőrödre?
8. Egy hideg zsíroló fő összetevője kálium-hidroxid, melyre nézve a zsíroló 12,5 tömeg%-os. Hány gramm oldott kálium-hidroxidot tartalmaz a 0,5 liter térfogatú,  $1,2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  sűrűségű, maró hatású folyadék?

## AZ ALKÉNEK (OLEFINEK)

### AZ ETÉN (ETILÉN)

A telítetlen szénhidrogének legkisebb szénatomszámú képviselője az etén, köznapinévén etilén. A legegyszerűbb, molekuláiban a két szénatom között 1 db kettős (1 $\sigma$  és 1 $\pi$ ) kötést tartalmazó telítetlen szénhidrogén. Igen fontos anyag, mivel belőle állítják elő a műanyag fóliák alapanyagául szolgáló polietilént. A polietilén fólia napjaink egyik legnagyobb mennyiségben használt csomagolóanyaga.

#### ÖSSZEGKÉPLETE, KONSTITÚCIÓJA, MOLEKULASZERKEZETE

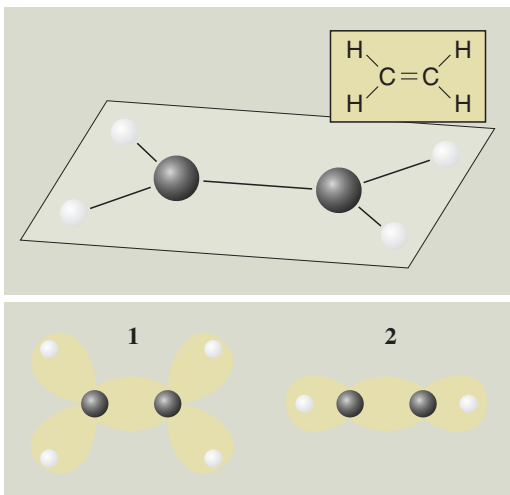
Az etén\* *összegképlete*: C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>. Az eténmolekulában kevesebb hidrogén van, mint amennyit a két szénatomos szénhidrogén tartalmazhatna, ezért nevezzük *telítetlen vegyületnek*. A konstitúciója alapján megállapítható, hogy az eténmolekulában mindegyik szénatomnak csak három közvetlen szomszédja van (síkháromszöges elrendeződésű).

Az eténmolekulában az atomok térbeli elrendeződése nem tetraédres. A két szénatom és a négy hidrogénatom atommagja egy síkban van. A *kötések* (amelyek ebben a síkban vannak) kb. 120°-os szöget zárnak be.

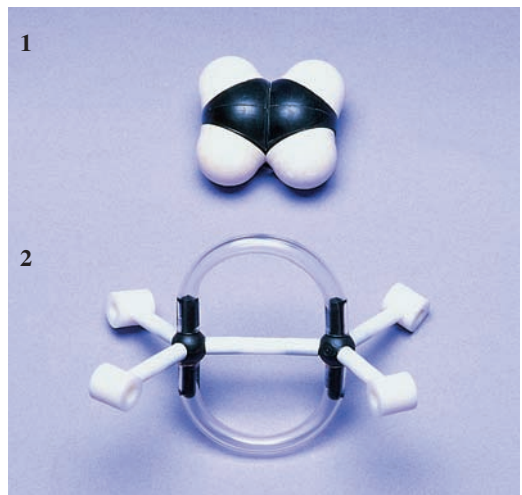
Az egyszeres kovalens kötésekben ( $\sigma$ -kötésekben) két atom egy-egy elektronja társul elektronpárrá. Mindkét szénatom negyedik elektronja a  $\sigma$ -kötések síkjára merőleges síkban koncentrálódik, s a két szénatom között egy másik kötést létesít. Ez az elektronpár távolabb van



92.2. Az eténmolekula kötéseinek modellje



92.1. Az eténmolekula szigma-váza felül (1) és oldalnézetben (2)



92.3. Az eténmolekula kalott- (1) és pálcikamodellje (2). Miben különbözik az eténmolekulától?



a szénatomok atommagjaitól, kisebb magvonzás alatt áll. Ez a kötés a  $\pi$ -kötés. A  $\pi$ -kötésben részt vevő elektronpár a molekula síkja alatt és fölött, a két szénatommag között oszlik el.

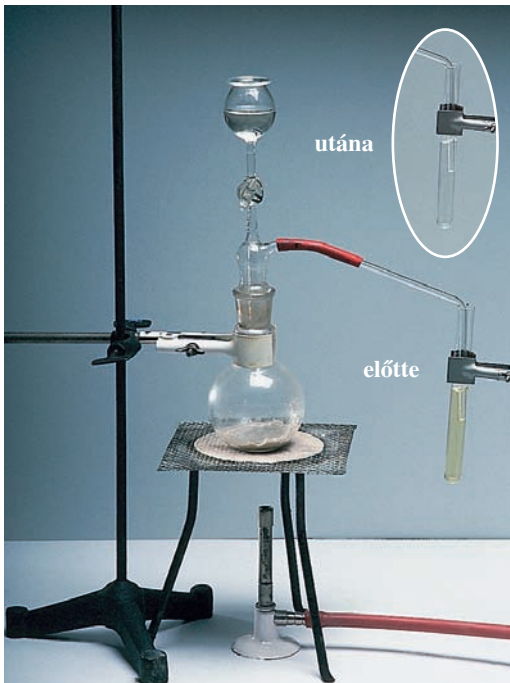
A  $\pi$ -állapotú elektronpár két különálló térrészt tölt be, amelyeket egy sík (ún. csomósík), ebben az esetben a molekula síkja választ el egymástól. A csomósíkban az elektronsűrűség nulla. A  $\pi$ -kötés gyengébb a  $\sigma$ -kötésnél.

A  $\pi$ -kötés elhelyezkedésével magyarázható, hogy a kétszeres kötés nem olyan erős, mint két egyszeres kötés.

A szénatomok közötti kettős kötés gátolja a molekula szén-szén kötés körüli elfordulását. Így nem jöhet létre tetszés szerinti molekulaalak (konformáció).

Állítsunk elő etént úgy, hogy tömény etil-alkohol és tömény kénsav 1:3 arányú elegyét tiszta kvarchomokra csepegtetjük, és gyengén melegítjük a keveréket!

Vezessük brómos vízbe a képződő etént, majd durranógázpróba elvégzése után gyűjtsük meg!



93.1. Az etén reakciója brómos vízzel. Milyen vegyületeket tartalmaz a kémcső a reakció után?

## FIZIKAI TULAJDONSÁGOK

Az etén *színtelen*, nem mérgező, *édeseés szagú* gáz. A *levegőnél kisebb sűrűségű*. Vízben rosszul, sok szerves oldószerben (például: toluolban, éterben) jól oldódik. Az eténmolekulák szimmetrikus alkatuk miatt apolárisak, ezért **oldódnak** jól apoláris oldószerekben. Apoláris molekulái között gyenge másodrendű (diszperziós) kölcsönhatások lépnek fel, így az etén *olvadáspontja* ( $-169\text{ }^\circ\text{C}$ ) és a *forráspontja* ( $-104\text{ }^\circ\text{C}$ ) is *alacsony*.

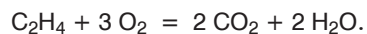
## KÉMIAI TULAJDONSÁGOK

A két szénatomos telített szénhidrogén, az etán közönséges körülmények között gyakorlatilag semmivel sem reagál. Ezzel szemben az etén **nagyon reakcióképes vegyület**. Nagyfokú reakciókészségének az az oka, hogy a molekula gyenge  $\pi$ -kötése **könnyen felszakítható**. Így a szénatomok két atommal létesíthetnek kovalens kötetést és telítetteké válnak (alacsonyabb energiájú állapotba jutnak).

## ÉGÉS

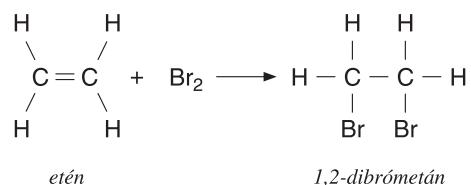
Az etén meggyújtva *világító, kormozó lánggal* ég. A *levegővel robbanóelegyet* alkot. A kormozó láng arra utal, hogy az égés nem tökéletes (a nagy szén- és a kis hidrogéntartalom következtében). A lángja azért *világító*, mert az el nem égett koromszemcsék magas hőmérsékleten izzanak.

A tökéletes égés egyenlete:



## HALOGÉNADDÍCIÓ\*

Az etén elszínteleníti a brómos vizet, reagál a brómmal:

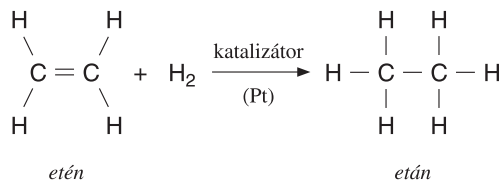


A telítetlen etén molekulái egyesülnek a bróm-molekulákkal, és szintelen telített vegyület keletkezik.

**Az olyan reakciót, amelyben két (vagy több) anyag molekulája melléktermék képződése nélkül egyesül egymással, addíció-nak\* nevezzük.** (Az addíció latin eredetű szó, jelentése hozzáadás.) Hasonlóképpen reagál az etén a többi halogénnel is.

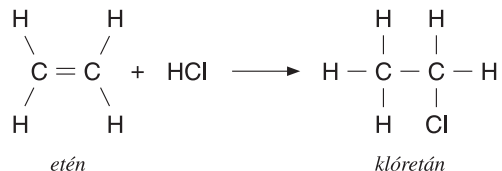
### HIDROGÉNADDÍCIÓ

Az etén katalizátor jelenlétében a hidrogénnel is addíciós reakcióba lép, és etán keletkezik:



### SAVADDÍCIÓ\*

Az etilén erős savakat, pl. hidrogén-klorid-gázt vagy kénsavat is addicionál.



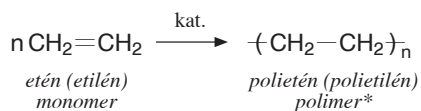
Ilyenkor az egyik szénatomhoz a savból származó proton, a másikhoz pedig a savmaradékion kapcsolódik.

### POLIMERIZÁCIÓ

Az eténmolekulák egymással is könnyen egyesülnek nagy, relatív molekulatömegű molekulákat (makromolekulákat) képezve. (A makrosz görög eredetű szó, jelentése: nagy.) A makromolekulák nagyszámú azonos szerkezeti egységből állnak. E reakciók során sem keletkezik melléktermék.

**Az olyan reakciót, amelyben egy telítetlen vegyület sok azonos molekulája egyesül egymással melléktermék képződése nélkül, polimerizációnak\* nevezzük.**

(A monomer szó jelentése: egy rész, a polimer szó jelentése: sok rész. A polüsöz = sok és a merosz = rész, görög szavakból származik.)



Az eténpolimerizáció során magas hőmérsékletet és nagy nyomást alkalmaznak.

### ELŐFORDULÁS, FELHASZNÁLÁS

Az etén nagy reakciókészsége miatt a természetben ritkán fordul elő.

Az etén polimerizációjával keletkezett műanyag (a polietilén) csomagolóanyagok, edények, szigetelőanyagok gyártására használható. Az etén a műkaucsuk, a robbanószerek és oldószerek gyártásának nyersanyaga. Ipari méretekben az etént földgázból és kőolajból nyerik krakkolással.



94.1. A műanyagok felhasználása szerteágazó

## ÉRDEKESSÉGEK

Már az 1900-as években ismert volt, hogy az éretlen banánszállítványok igen gyorsan megérik, ha azokba érett banánok kerültek. Később derült ki, hogy a termések érését az eténgáz sietteti. Az 1930-as években már felismerték, hogy az eténnek számos fiziológiás hatása van, és megállapították, hogy egyben gyümölcserlelő növényi hormon is. Az érés kezdetekor nő a koncentrációja, amikor a gyümölcs beérik, újra csökken. A gyümölcsbe mesterségesen juttatott etén gyorsítja az érést. Ezt ki is használják a hosszú szállítás miatt éretlenül leszedett gyümölcsök (banán, citrom, narancs, alma) raktárban való gyors érlelésére. A penészgombák is tartalmaznak etént, ezért érik gyorsabban a penésszel fertőzött gyümölcs.

Az etén segítségével (bizonyos határok között) időzíteni lehet egyes dísznövények virágzását is. Befolyásolja egyes magvak csírázását, a hagymák és gumók kihajtását, mivel az etén gátolja a hajtás és a gyökér hosszanti növekedését.

Előállítottak olyan vegyületet, amely etén leadására alkalmas, és amelyet eddig több mint 20-féle növény esetében eredményesen alkalmaztak. A mesterségesen előállított vegyület legismertebb hatása, hogy javítja (egyenletesebbé teszi) az érést a paradicsom, az alma, a szőlő, a kávé esetében, megkönnyíti a meggy, a cseresznye szüretelését, növeli a hozamot a kaucsuktermelő fákban azáltal, hogy megnyújtja a latexfolyás időtartamát, fokozza a cukornád cukorhozamát, meggyorsítja a dohánylevelek érését.

A polietilén (PE) a világon legnagyobb mennyiségben előállított műanyag. Két eltérő tulajdonságú polietilénféléseget ismerünk: a nagy sűrűségű (kis nyomáson, 3–5 MPa, előállított) és a kis sűrűségű (nagy nyomáson, 150–200 MPa, előállított) polietilént. A kis sűrűségű polietilénből fóliákat, csomagoló- és szigetelőanyagokat, míg a nagy sűrűségűből edényeket, játékokat, csöveket gyártanak.



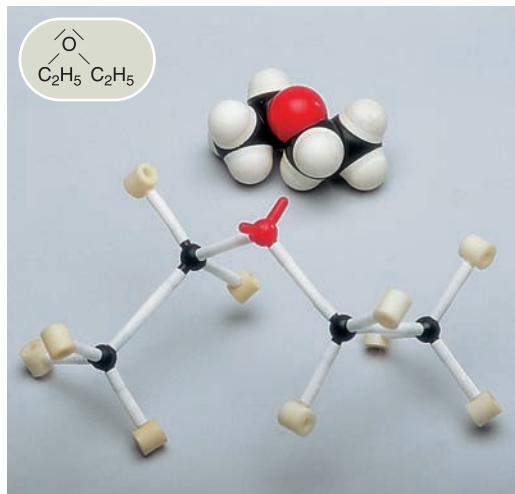
95.1. A zölden szüretelt banánt később eténnel időzítve érlelik



## KÉRDÉSEK ÉS FELADATOK

1. Miért nem kell kétszer annyi energia a kettős kötés felbontásához, mint az egyszeres kötéséhez? (Segít a 92.2. ábra.)
2. Két szintelen gáz közül az egyik etén, a másik etán. Milyen kísérlettel lehetne megkülönböztetni a két gázt?
3. Miért nem képesek addícióra a telített szénhidrogének?
4. Hasonlítsd össze az addíciót és a polimerizációt!
5. Hány mol brómot addicionálhat 5,6 g etén?
6. Nézz körül egy áruházban! Milyen eszközök, áruk alapanyaga polietilén?
7. Mit jelölnek az LDPE és a HDPE rövidítések?

# A DIETIL-ÉTER („ÉTER”)



142.1. A dietil-éter-molekula kalott- és pálcikamodellje. Mi a vele izomer alkil-alkohol neve?

## FIZIKAI TULAJDONSÁGOK

A dietil-éter színtelen, jellegzetes édeskés szagú (bódító), alacsony forráspontú (35 °C), könnyen párolgó, **gyúlékony** folyadék.

Vízben kismértékben, alkoholban korlátlanul oldódik. Kitűnő oldószere a zsíroknak és más apoláris molekulákból álló anyagoknak.

Az étermolekulák kismértékben polárisak, ezért közöttük a diszperziós kölcsönhatáson kívül csak gyenge dipólus-dipólus kölcsönhatás érvényesül.

A bután-1-ollal azonos moláris tömege ellenére tulajdonságaiban eltér tőle, ennek oka az eltérő funkciós csoport. Az éterben az oxigénhez nem kapcsolódik hidrogén, ezért a molekulák között hidrogénkötés nem alakulhat ki. Ez okozza az alacsony olvadás- és forráspontot.

## KÉMIAI TULAJDONSÁGOK

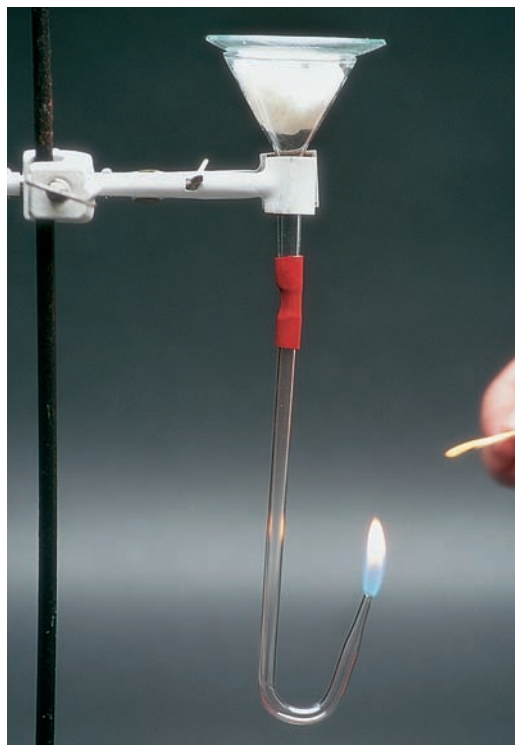
Az éterek nem lépnek reakcióba nátriummal, mivel az oxigénatomhoz nem kapcsolódik leszakítható proton.

Üvegtölcsér szárához erősítsünk egy kb. 20 cm hosszú meghajlított és kihúzott végű üvegcsővet! Vattacsomót itassunk át dietil-éterrel, tegyük a tölcsérbe, és fedjük le óraiüveggel! Kis idő múlva gyűjtjük meg a kihúzott üvegcső végén az étergőzöket! (Tűzveszélyes!)

Az éter gőze a levegőnél nagyobb sűrűségű. Meggyújtva halványkék lánggal ég.



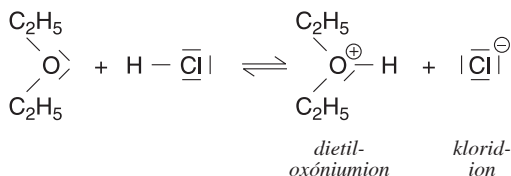
Rendkívül tűzveszélyes. Gőzei a **levegővel robbanóelegyet** képeznek. Ahol éterrel dolgoznak, tilos nyílt lángot használni. Munka után jól ki kell szellőztetni a helyiséget, különben pl. egy égő cigarettától az egész helyiség légtere berobbanhat!



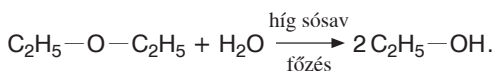
142.2. Az éter gőzei halványkék lánggal égnek. 1 mol „éter” vagy 1 mol bután égéséhez kell több oxigén?



Az éterek **bázisként viselkedhetnek**, mivel az éterkötésű oxigén a nemkötő elektronpárjával erős savaktól protonot vehet fel.



Az éterek (a dietil-éter is) sósavas közegben főzéssel elbonthatók. Az éter víz hatására bomlik, ezért ez a folyamat *hidrolízis*:



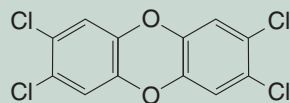
## ÉRDEKESÉGEK

A dietil-éter az egyik legrégebben előállított mesterséges szénvegyület. Valerius Cordus [valériusz kordusz] alkimista 1540-ben állította elő első ízben. Alkohol és tömény kénsav elegyét melegítette, a távozó gőzöket hűtéssel cseppfolyósította. Az így nyert jellegzetes szagú, gyúlékony folyadékot „éter”-nek nevezte. Az éter szó abban a korban könnyű, megfoghatatlan anyagot jelentett, amely betölti a világ-egyetemet.

### A HÍRHEDT DIOXINOK

A dioxin eredetileg egy klórozott, 2 benzolgyűrűt tartalmazó szerves vegyületet jelölt. Ma a dioxin több mint 3000 mesterségesen előállított klórozott aromás szénhidrogén gyűjtőneve. Az ember által létrehozott egyik legártalmasabb anyag. Már 0,01 milliomod grammja veszélyes az élő szervezetre. Immunhiányos állapotot idéz elő, a védekezőképességet csökkenti. Az emberi szervezetből lassan ürül, az örökítőanyagot bizonyítottan károsítja. Klórtartalmú veszélyes hulladékok égetéssel való ártalmatlanításakor és néhány növényvédő szer előállítása közben keletkezik.

A vietnami háborúban az amerikai hadsereg a dzsungel lombtalanítására egy Agent Orange nevű szert vetett be. Így akarták a dzsungelharcot elkerülni. Ez az anyag dioxinokkal szennyezett gyomirtók keveréke. Hatására a „kezelt” területeken élők utódai között a születési rendellenességek és a torzszülöttek száma jelentősen megnőtt.



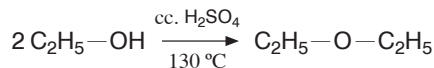
2,3,7,8-tetraklórdibenzol [1,4] dioxin

## KÉRDÉSEK ÉS FELADATOK

- Hasonlítsd össze az „éter” és a butil-alkohol forráspontját (140.1. táblázat)! Mi az eltérés oka?
- Miért veszélyes a dietil-éter?
- Kialakulhat-e az étermolekulák között hidrogénkötés?
- Miért lehet az étert a víznyomoktól nátriummal megtisztítani?
- Hány g víz keletkezik 222 g dietil-éter égésekor?
- Nézz utána! Milyen események kapcsán jelentek meg a hírekben a dioxinok?

## ELŐÁLLÍTÁS, FELHASZNÁLÁS

A dietil-éter etanolból állítható elő vízelvonással.



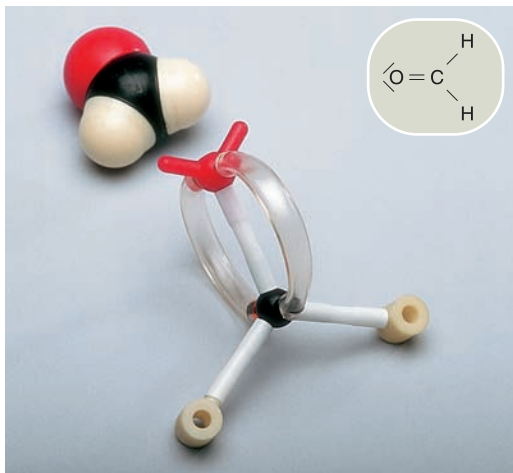
A dietil-étert széles körben alkalmazzák oldószerként (**zsírolószer**).

A sebészeti gyakorlatban az éter a legrégebben használt altatószer (narkotikum). Ma már csak állatkísérleteknél használják. Az éter kellemetlen tulajdonsága, hogy hosszabb ideig tartó tárolás közben robbanékony (és toxikus) peroxidok képződnek benne. Levegőtől elzárva, sötét üvegekben kell tárolni.

# FONTOSABB ALDEHIDEK

## FORMALDEHID\* (metanal), CH<sub>2</sub>O

A legegyszerűbb aldehid. Molekulájában a formilcsoporthoz egy hidrogénatom kapcsolódik.



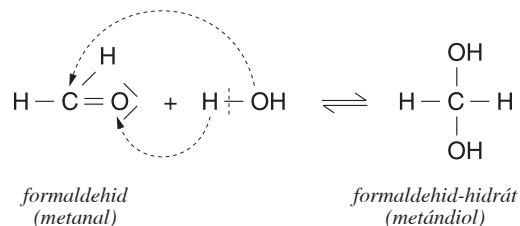
148.1. A metanalmolekula kalott- és pálcikamodellje. Állapítsd meg a molekula polaritását!

### FIZIKAI TULAJDONSÁGOK

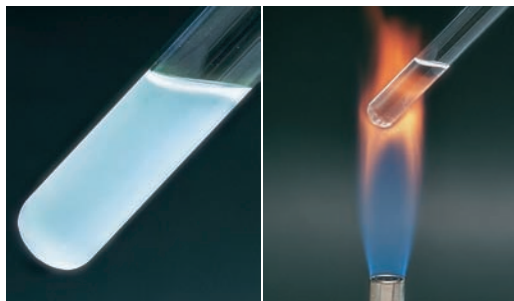
A formaldehid színtelen, szúrós szagú, mérgező gáz (fp: -21 °C). Vízben jól oldódik. 40%-os vizes oldata a tömény **formalin**.\*\*

### KÉMIAI TULAJDONSÁGOK

A vízzel kémiai reakcióba is lép. A víz-adíció során formaldehid-hidrát (metándiol) keletkezik belőle. (A metándiolhoz hasonló vegyületek, amelyek molekuláiban egy szénatomhoz két hidroxilcsoport kapcsolódik, csak vizes oldatban léteznek.)



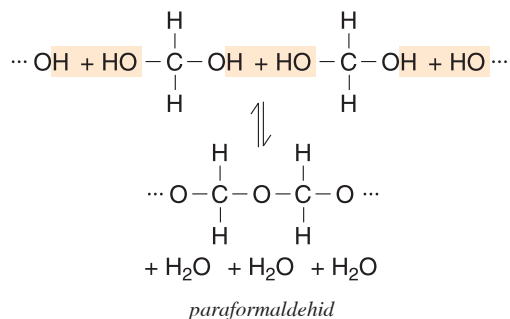
A formalinos üveg alján levő fehér, kristályos anyagból folyadékkal együtt tegyünk egy keveset kémcsőbe, majd melegítsük!



148.2. A paraformaldehid vízben rosszul oldódik. Vízrel való hevítéskor újra formaldehiddé alakul

Formalinos üveg alján levő fehér kristályos anyagot kémcsőbe tettük és melegítettük. Azt tapasztaltuk, hogy a szilárd anyag feloldódik.

A formaldehid tömény vizes oldatának bepárlásakor, vagy ha az oldat hosszabb ideig áll, fehér színű szilárd anyag, paraformaldehid keletkezik. A paraformaldehid képződésekor sok formaldehid-hidrát-molekula vízkihasadás közben összekapcsolódik. A paraformaldehid vízzel való hevítéskor depolimerizálódik: újra formaldehiddé alakul át.



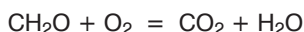
Kb. 4 cm<sup>3</sup> tömény formalinoldatot enyhén forraljunk, majd a kiáramló gőzök útjába tartunk égő gyújtópálcát!



149.1. A formaldehid gőzei kékes lánggal égnék

### Vigyázat! A formaldehid mérgező!

Formalinoldatot enyhén forraltunk, és a kiáramló gőzt meggyújtottuk. A formaldehid **kékes lánggal ég.**



A metanal reakcióképességét redukáló hatásával bizonyíthatjuk.

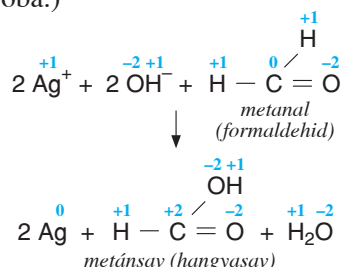
Fél kémcsőnyi 1%-os ezüst-nitrát-oldathoz (1) adjunk annyi  $2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$  koncentrációjú ammónia-oldatot, amennyitől a kezdetben kiváló sárgásbarna csapadék feloldódik (2)! Ezután az így létrejött oldathoz adjunk kb.  $1 \text{ cm}^3$  formalinoldatot (3)! Ezt követően enyhén melegítsük a kémcső tartalmát (vagy néhány csepp tömény nátrium-hidroxid-oldatot adjunk a rendszerhez)!



149.2. Ezüsttükörpróba. *Miért nem nyílt lángon melegítjük a kémcsövet?*

Ezüstionokat tartalmazó lúgos oldathoz formalinoldatot adunk, majd enyhén melegítjük a kémcső tartalmát. Kb. fél perc alatt szép ezüsttükör válik ki a kémcső falán.

A formaldehid lúgos közegben az ezüstionokat ezüstatomokká redukálja (fémezüst válik ki), miközben maga hangyasavvá oxidálódik. Ez az **aldehidek** (illetve a formilcsoportot tartalmazó vegyületek) **kimutatására felhasználható reakció az ezüsttükörpróba**\* (A kimutatási reakció másik neve Tollens-próba.)



A keletkező hangyasav tovább oxidálódik szén-dioxidá.

Ag:  $0 - (+1) = -1 \quad / \cdot 2$  redukció, oxidálószer

C:  $+2 - 0 = +2 \quad / \cdot 1$  oxidáció, redukálószer

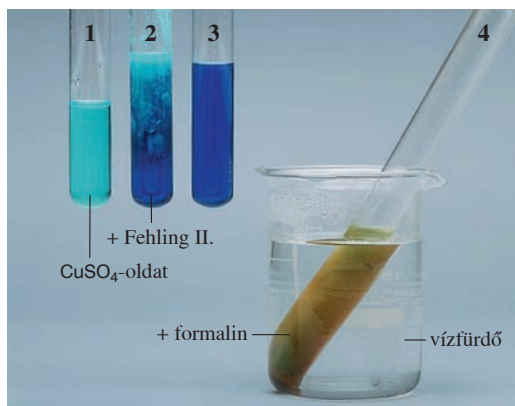
Nem adják az ezüsttükörpróbát azok az aldehidek, amelyek molekuláiban a formilcsoport közvetlenül aromás gyűrűhöz kapcsolódik.

Hasonló módon vannak be üveglapokat ezüsttel, így készítik a foncsorozott tükröket és a karácsonyfadíszeket is.

Öntsünk kémcsőbe kb. ujjnyi Fehling I-oldathoz (1) (réz-szulfát) annyi Fehling II-oldatot (2) (nátrium-hidroxid és borkősav kálium-nátrium-sója), amennyitől a keletkező csapadék mélykék színnel feloldódik (3)! Az így elkészített oldathoz öntsünk  $1-2 \text{ cm}^3$  formalint (4), és óvatosan melegítsük a kémcső tartalmát! (149.1. ábra)

A formilcsoport kimutatására használhatjuk a **Fehling-reakciót**\* is.

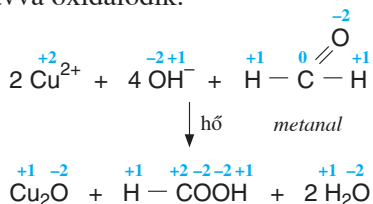
A Fehling-oldatok reakciója után keletkező kék színű oldathoz formalint adjunk, majd melegítjük a kémcső tartalmát. Rövid idő



150.1. A metanal Fehling-próbája. Melyik kémcső nem tartalmaz csapadékot?

múlva zöldessárga, majd sárga, s végül téglavörös csapadék ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) keletkezik.

A reakció során a réz(II)-ionok réz(I)-ionokká redukálódnak, miközben az aldehid karbonsavvá oxidálódik.



vörös csapadék metánsav (hangyasav)

A keletkező hangyasav ebben a reakcióban is tovább oxidálódik szén-dioxidá.

Cu:  $(+1) - (+2) = -1 / \cdot 2$  redukció

C:  $(+2) - (0) = +2 / \cdot 1$  oxidáció

A Fehling-reakciót Hermann von Fehling [herman fon féling] német kémikus fedezte fel a 19. század közepén. Az általa előállított oldat redukáló cukrok és aldehidek minőségi és mennyiségi meghatározására (pl. cukorbetegék vizeletében) használható.

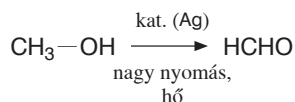
Egy kémcsőbe öntsünk 1-2  $\text{cm}^3$  tojásfehérje-oldatot, majd csepegtessünk hozzá tömény formalint!

Ha tojásfehérje-oldathoz formalint csepegtünk, a fehérje kicsapódik.

A formalin a fehérjéket kicsapja, **sejtméreg**.

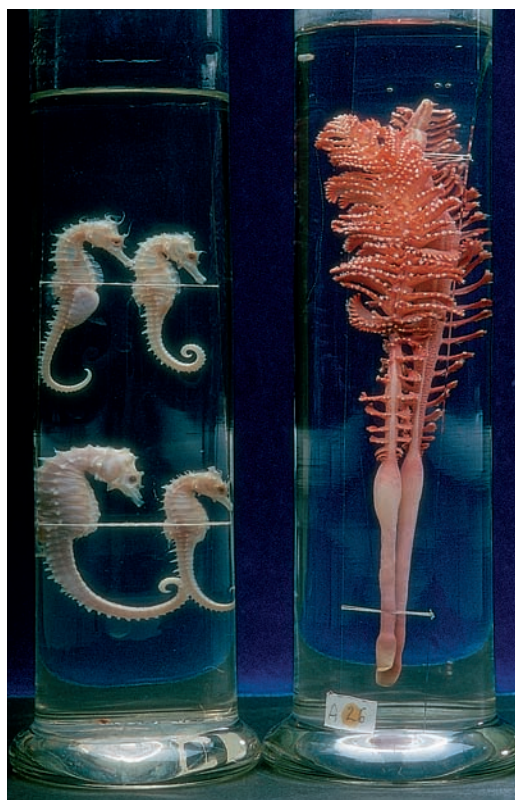
## ELŐÁLLÍTÁS, FELHASZNÁLÁS

A formaldehydet a metanolból gyártják dehidrogénezéses oxidációval.



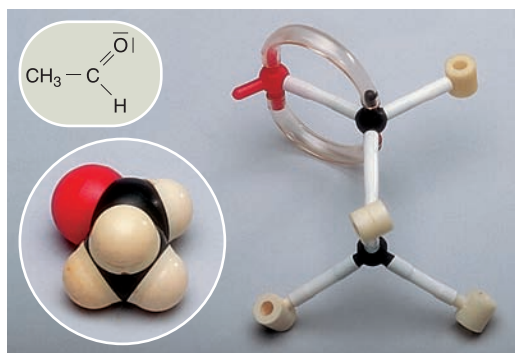
Igen fontos kiindulási anyag, ezért nagy mennyiségben állítják elő. Fenoplasztokat, karbamid- és acetálgyantákat gyártanak belőle. Felhasználják még különböző színezékek előállítására, valamint a tükrök készítésénél. Baktériumölő hatása miatt fertőtlenítésre (pl. vetőmagvak csávázására) és biológiai preparátumok konzerválására is alkalmazzák.

Formaldehid is képződik (nyomokban) a fa, szén, cukor stb. nem tökéletes égése során. Emiatt a füst fertőtlenítő, baktériumölő hatású. Ezt használják fel a húsfüstölés során.



150.2. Állati preparátumok konzerválása formalinnal



**ACETALDEHID\* (etanal), CH<sub>3</sub>—CHO**


151.1. Az etanal-molekula kalott- és pálcikamodellje. Az etanal vagy az etanol forráspontja magasabb?

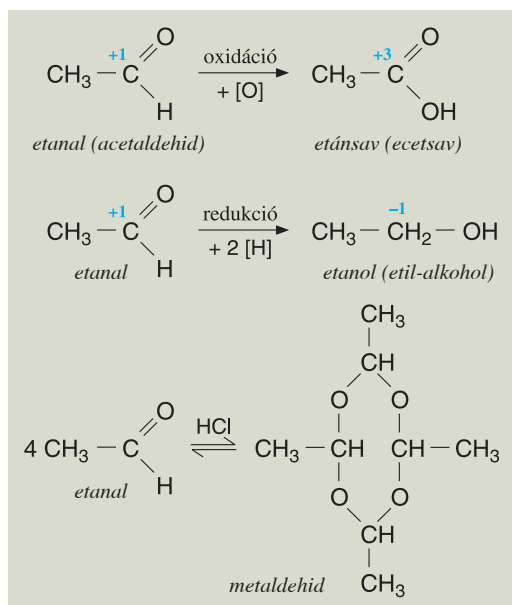
Szintelen, jellegzetes, kellemetlen szagú, alacsony forráspontú (fp.: 20,2 °C) folyadék. A formaldehidhez hasonlóan igen fontos vegyipari alapanyag. Régen az etanol dehidrogénezéses oxidációjával állították elő, ma pedig acetilénből katalitikus vízaddícióval gyártják. Az így nyert acetaldehidből hidrogénaddícióval etanolt, oxidációval pedig ecetsavat állítanak elő.

Helyezzünk kihevített, oxidált felületű rézdróthálót acetaldehid vizes oldatába!

Az acetaldehid vizes oldatába helyezett felhevített, oxidált felületű rézdrót visszanyeri vörös színét, és jellegzetes szagot érzünk.

**Az acetaldehid tulajdonságai nagyon hasonlítanak a formaldehidéhez.** Az acetaldehid redukáló hatását kimutathatjuk az ezüsttükör-próbával és a Fehling-reakcióval.

Az acetaldehid savas közegben melegítve metaldehidé alakul. A metaldehid kristályos anyag, amely metakocka (szilárd szpiritusz) néven turista főzőkészülékekben használatos fűtőanyag. Meggyújtásakor visszaalakul acetaldehiddé, és az elég.



151.2. Az etanal reakciói

**JÓ, HA TUDOD!**

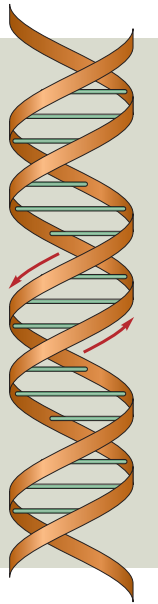
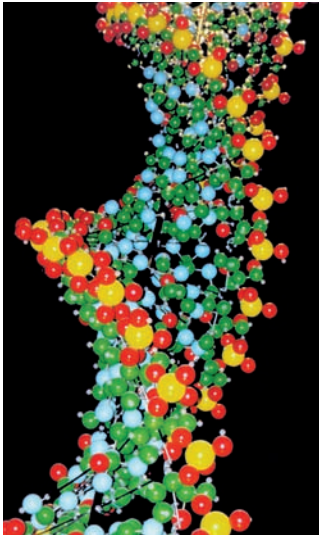
A **retinal** biológiai szempontból fontos aldehyd. Nevét onnan kapta, hogy a szem ideghártyájában, a retinában található. Fontos szerepet tölt be a látás folyamatában. A táplálékkal felvett A-vitaminból keletkezik, vagy a szervezet állítja elő karotinból. A-vitamin hiányában farkasvakság alakul ki.

**?** KÉRDÉSEK ÉS FELADATOK

1. Mi a formalin? Hogyan jön létre belőle a paraformaldehid?
2. Hogyan mutatjuk ki a formilcsoportot? Írj rá példát! Ismertesd a reakciók során tapasztalható színváltozásokat!
3. Ismertesd a formaldehyd felhasználását!
4. Hány g 10 tömeg%-os formaldehydoldat szükséges 1,08 g ezüstnek ammóniás ezüst-nitrát-oldatból való leválasztásához?

# A NUKLEOTIDOK ÉS A NUKLEINSAVAK

A nukleinsavak a fehérjékhez hasonlóan minden sejtben megtalálható, kimagasló jelentőségű szénvegyületek. Nukleinsavakat először a sejtek magjából sikerült tiszta állapotban kivonni. Erre utal a nevük is. (A *nucleus* latin szó, jelentése: mag.)



238.1. A DNS-molekula modellje

Első ízben Miescher [míser] svájci fiziológus különítette el (1869-ben) nukleinsavakat. A gennyből kivont fehérvérsejtek nagyméretű magjából izolálta a vízben és híg savakban nem, gyenge lúgokban azonban oldódó anyagot. S mivel a sejtmagból vonta ki, ezért nukleinnek nevezte. (A nevet később módosították nukleinsavra.)

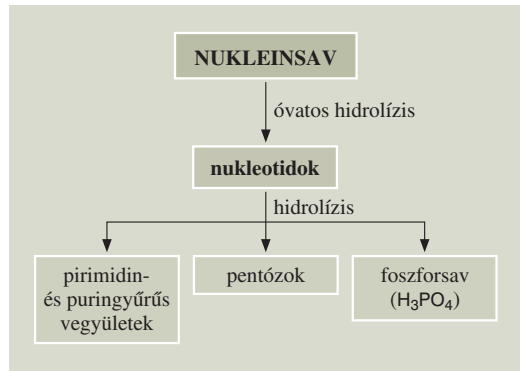
A későbbi kutatások során kiderült, hogy nukleinsavak nemcsak a sejtmagban, hanem a sejtplazmában is előfordulnak.

A nukleinsavak biológiai szempontból fontos vegyületek. Irányítják a fehérjeszintézist a sejtekben, és ezzel meghatározzák, hogy milyen fehérjék keletkezzenek a sejtben. Így ezek a vegyületek **döntő hatással vannak az öröklődő tulajdonságok utódokra való átvételére.**

## A NUKLEINSAVAK HIDROLÍZISÉNEK TERMÉKEI\*

Ha a nukleinsavakat savas hidrolízisnek vetjük alá, akkor a hidrolizátum **foszforsavat, öt szénatomos cukrokat és nitrogéntartalmú heterociklusos vegyületeket** tartalmaz. Ezek a nukleinsavak végső építőkövei.

A foszforsav ( $H_3PO_4$ ) háromértékű, közép-erős sav. Minden nukleinsav hidrolízis-termékei közt megtalálható.



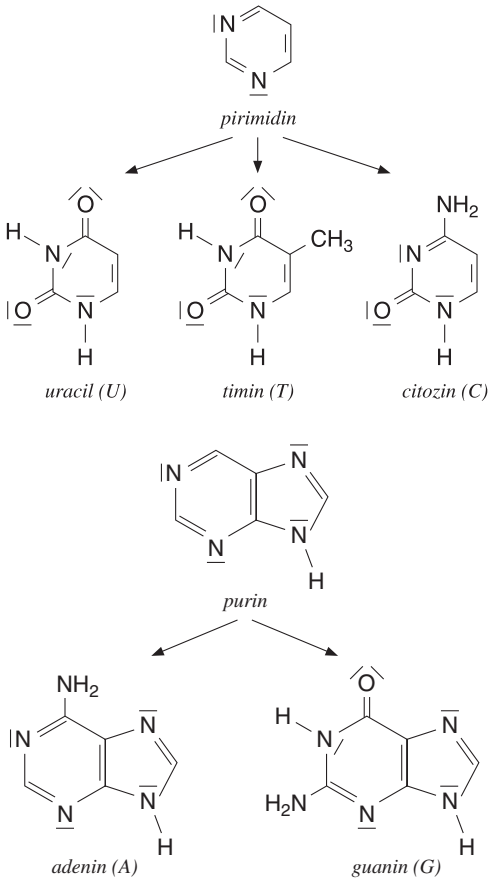
238.2. A nukleinsavat felépítő egységek, molekulák

Az öt szénatomos cukrok (pentózok) tekintetében azonban jellegzetes különbség van a nukleinsavak között. Míg a sejtmagban található nukleinsavak *deoxiribózt* (2-dezoxi- $\beta$ -D-ribózt), addig a sejtplazmából kivonható nukleinsavak *ribózt* ( $\beta$ -D-ribózt) tartalmaznak. Ez alapján teszünk különbséget **deoxiribonukleinsavak** (röviden **DNS\***) és **ribonukleinsavak** (röviden **RNS\***) között.

A **DNS** tehát főként a **sejtmagban**, az **RNS** pedig főleg a **sejtplazmában** fordul elő.

Mindkét nukleinsav hidrolízisének termékei között négy-négy nitrogéntartalmú heterociklusos vegyület található. Ezek alapváz szerint két csoportba sorolhatók: pirimidin-gyűrűsek (*pirimidinbázisok*) és puringyűrűsek (*purinbázisok*).

**Pirimidinbázis\*** az uracil (U), a timin (T) és a citozin (C). **Purinbázis\*** az adenin\* (A) és a guanin\* (G). Az uracil csak az RNS-ben, a timin csak a DNS-ben fordul elő, a másik három bázis (adenin, guanin, citozin) mindkét nukleinsavban megtalálható.



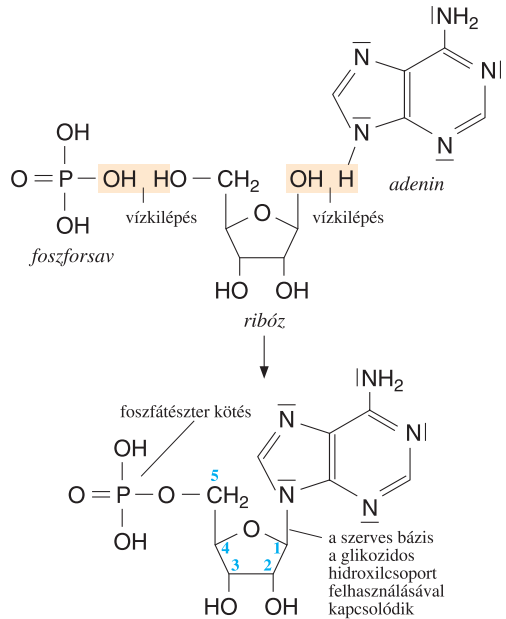
A bázis elnevezés az alapvegyületek (a pirimidin és a purin) gyenge bázisosságára utal. Az uracil és a timin inkább tekinthető gyenge savnak, mint bázisnak. A másik három nukleinsav-bázis az aminocsoport miatt tényleg bázis.

### A NUKLEOTIDOK KONSTITÚCIÓJA

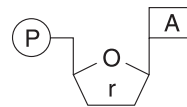
Enyhébb körülmények között végzett, kémiletebb hidrolízissel a DNS-t és az RNS-t is sikerült nagyobb molekulaegységekre fel-

bontani. Ezeket **nukleotidoknak\*** nevezzük. **A nukleotidok a nukleinsavak monomerjei.** Minden nukleotid egy-egy **nitrogéntartalmú bázis-, pentóz- és foszforsavrészből épül fel.** (A nukleotid észter jellegű vegyület.) Minden nukleotid foszforsav-cukor-bázis összetételű.

A bázismolekula egyik nitrogénatomján át a gyűrűs pentózmolekula glikozidos szénatomjához kapcsolódik, a foszforsav pedig (vízki-lépés közben) a pentózmolekula 2., 3. vagy 5. szénatomjának alkoholos hidroxilcsoportját észteresíti.



Az adozin-5'-foszfát egyszerűsített jelölése:



### AZ RNS ÉS A DNS SZERKEZETE

A **nukleotidok** mind az RNS, mind a DNS molekulájában **elágazásmentesen kapcsolódnak** egymáshoz, és polinukleotid-láncot hoznak létre. (Úgy, ahogyan az aminosavak felépítik a fehérjemolekulák polipeptidláncát.)

A **ribonukleinsavak** molekuláit **80–3000 nukleotidból álló** láncok alkotják.

A polinukleotid-lánc **gerincét egy cukorfoszfát láncolat** alkotja, amely mindvégig változatlan. A különböző láncok változatosságát az adja, hogy a **cukormolekulákhoz a négyféle bázis (A, G, C, U) más-más sorrendben kapcsolódik**. Ezt az adott nukleinsav nukleotidsorrendjének, bázissorrendjének nevezzük.

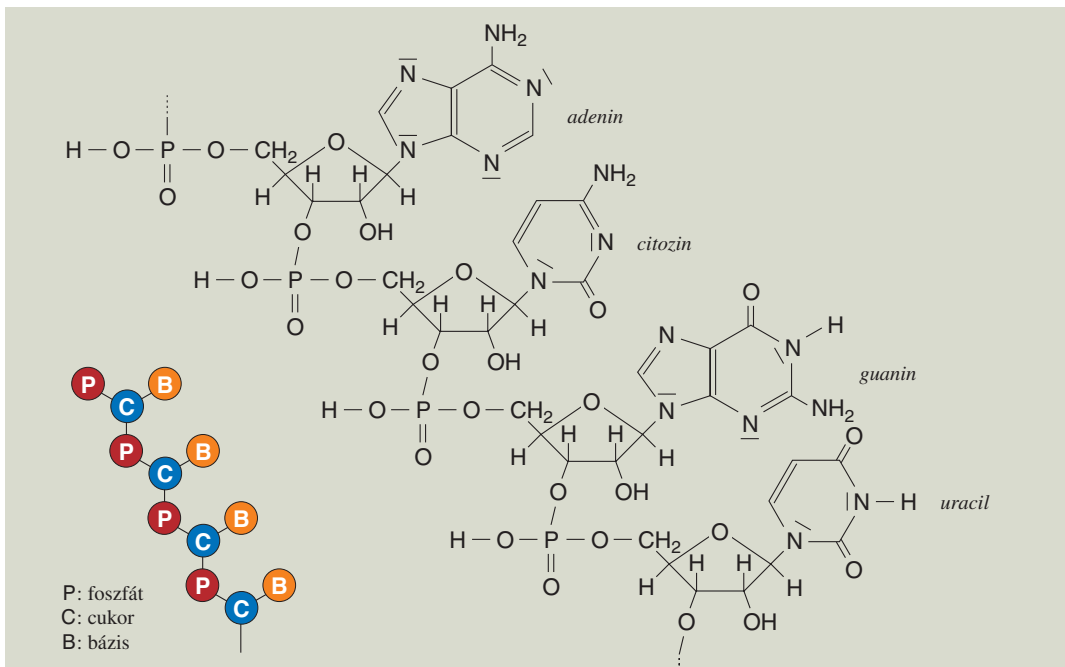
A sejtek RNS-tartalma 2–8-szorosa a DNS mennyiségének. Az RNS többféle funkciót tölt be a sejtben. Egyes típusai a DNS meghatározott szakaszáról mintát véve viszik a fehérjék szintéziséhez szükséges információt a sejtmagból a plazmába (a szintézis helyére). Ezek neve hírvivő (messenger) RNS. A messenger RNS-molekulák viszonylag kis számban keletkeznek, rövid életűek és rendkívül változatos felépítésűek (a fehérjeszintézisnek megfelelően). Más típusok pl. meghatározott aminosavhoz kapcsolódnak, és azt szállítják a fehérjeszintézis helyére. Nevük szállító (transzfer) RNS.

A fehérjéket alkotó 20 aminosav mindegyikének legalább egy transzfer RNS felel meg.

A DNS-molekulák két egymás köré csavarodó láncból épülnek fel (kettős hélix). A láncban több millió nukleotidegység is kapcsolódhat egymással.



240.2. Az amerikai Watson [vaccon] és az angol Crick [krik] 1953-ban állapították meg a DNS-molekulák kettősspirál-szerkezetét, amiért 1962-ben Nobel-díjat kaptak



240.1. Az RNS láncának egy része. Ez az óriásmolekula úgy épül fel, hogy az egyik nukleotid foszfátcsoportjának szabad hidroxilcsoportja észterkötést alakít ki a másik nukleotid 3. szénatomján lévő hidroxilcsoporttal. *Mi alkotja a polinukleotid-lánc gerincét?*



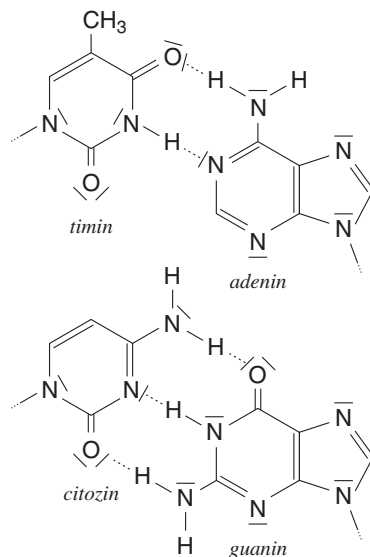
A DNS polinukleotid-láncainak felépülése az RNS-hez hasonló, a különbség mindössze annyi, hogy a pentóz dezoxiribóz, és az uracil helyett timin alkotja. Az egymás köré csavarodó két láncot a pentózrészekhez kapcsolódó bázisok közötti hidrogénkötések tartják össze. Térbeli okok miatt az adenin csak timinnel, a guanin pedig csak citozinnal alkothat hidrogénkötéseket. Így kétféle „bázispár” lehetséges a DNS-molekulában: A-T és G-C.

Ez azt jelenti, hogy az egyik lánc bázissorrendje egyértelműen meghatározza a hozzá kapcsolódó másik lánc bázissorrendjét. Ha pl. az egyik láncban a bázissorrend GTCATT, akkor a másikban a megfelelő helyen CAGTAA sorrendnek kell lennie. A két lánc egymást kiegészítő, komplementer szerkezetű.\*

A sejt megkettőződésekor a kettős hélix szálai szétcsavarodnak, elválnak egymástól, és mindkét szál mellé (vele komplementer) új szál szintetizálódik. Így két, az eredetivel teljesen azonos szerkezetű DNS-molekula jön létre. A folyamat sokféle fehérje (enzim) közreműködésével játszódik le. Ez a molekuláris alapja

annak, hogy egy sejt tulajdonságai átöröklődnek az utódsejtekbe.

A DNS tehát a sejtek önreprodukcójához szükséges információt hordozza. A DNS-ben tárolt információ a sejtek működéséhez nélkülözhetetlen fehérjék aminosavsorrendjére vonatkozik.



## ÉRDEKESÉGEK

A baktériumok sejtjében található DNS-molekula kb. hárommillió nukleotidrészből épül fel, s teljesen kinyújtva kb. 1 mm hosszú volna. A magasabb rendű élőlények kromoszómáit alkotó DNS-molekulák mintegy 1 m hosszúak volnának teljesen kinyújtva.

A DNS-megkettőződés mechanizmusából következik, hogy a DNS-molekulák a szervezetben „elpusztíthatatlanok”. Néhány év alatt testünk szinte minden molekulája kicserélődik, de a DNS-molekuláink megmaradnak. A megkettőződés után az anyasejt DNS-molekuláinak fele-fele a két leánysejtbe kerül, és így tovább. A megkettőződés nagyon gyorsan és pontosan játszódik le, csak minden  $10^8$ – $10^9$  bázispár képződésére esik egy hiba.



## KÉRDÉSEK ÉS FELADATOK

1. Milyen vegyületek a nukleinsavak kémiai összetételük szerint? Hogyan csoportosíthatók?
2. Milyen szerves bázisokat tartalmaz a DNS-molekula? Milyen kémhatású a vizes oldata?
3. Mi a nukleotid? Milyen építőkövei vannak?
4. Miben különbözik a DNS és az RNS felépítése?
5. Hogyan kettőződnek meg a DNS-molekulák?
6. Nézz utána, mik azok a gének, és mi volt az ún. Human Genome Project eredménye!