

A TERMÉSZETRŐL TIZENÉVESEKNEK

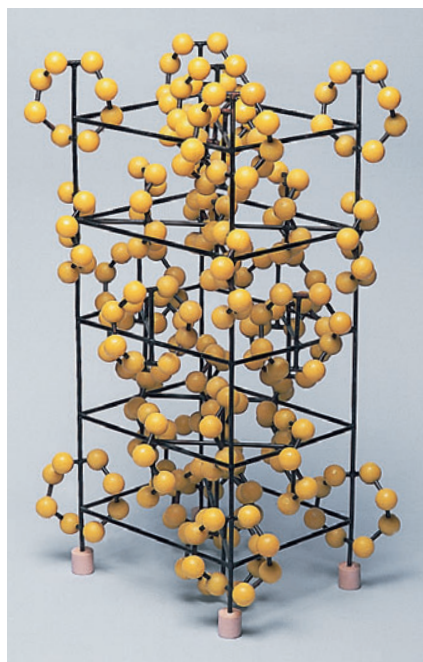


# KÉMIA

*Általános és szervetlen kémia* 9



MOZAIK KIADÓ – SZEGED, 2013



# Tartalom

## I. A KÉMIA ÉS AZ ATOMOK VILÁGA

A laboratóriumi kísérletezés elővigyázatossági rendszabályai .....	10
Kémiai felfedezések születése (Olvasmány) .....	12
Atommodellek .....	15
Az atom felépítése .....	19
A radioaktivitás és jelentősége .....	22
Az atomenergia (Olvasmány) .....	25
Az elektronburok szerkezete .....	28
Az atomszerkezet és a periódusos rendszer .....	32
Összefoglalás .....	36

## II. KÉMIAI KÖTÉSEK ÉS KÖLCSÖNHATÁSOK ANYAGI HALMAZOKBAN

Halmazok .....	38
Ionos kötés és ionrács .....	41
A fémes kötés és a fémrács .....	45
A kovalens kötés .....	48
A molekulák térbeli alakja, kötés- és molekulapolaritás .....	52
Az atomrács .....	55
A másodrendű kötések .....	56
A molekularács .....	59
Az összetett ionok .....	61
Összefoglalás .....	64

## III. ANYAGI RENDSZEREK

Anyagi rendszerek és csoportosításuk .....	66
Gázok és gázelegyek .....	68
A folyadékok .....	72
Az oldatok .....	74
Az oldódás .....	78
Az oldatok töménységének megadása .....	81
A szilárd anyagok .....	88
A halmazállapot-változásokat .....	89
Kolloidkémiai alapfogalmak .....	92
Kolloidok és heterogén rendszerek .....	95
Összefoglalás .....	100

## IV. KÉMIAI REAKCIÓK ÉS REAKCIÓTÍPUSOK

A kémiai reakciók és feltételeik .....	102
Kémiai egyenlet (sztöchiometria) .....	107
A kémiai reakciók energiaviszonyai .....	110

A reakciósebesség és befolyásolása .....	114
A kémiai egyensúly .....	119
A kémiai egyensúly befolyásolása .....	121
Sav-bázis reakciók .....	124
A víz disszociációja, a kémhatás .....	126
A közömbösítés .....	129
Oxidáció és redukció .....	134
Az oxidációs szám és kiszámítása .....	136
Oxidációs szám-változás a redoxireakciókban ...	138
Összefoglalás .....	140

## V. ELEKTROKÉMIA

Galvánelemek .....	142
Elektródpotenciál .....	147
A redoxireakciók iránya .....	149
Az elektrolízis .....	153
Az elektrolízis alkalmazásai .....	156
Összefoglalás .....	159

## VI. A NEMESGÁZOK, A HIDROGÉN, A HALOGÉNEK ÉS VEGYÜLETEIK

A szerves kémia tárgya .....	162
Nemesgázok .....	165
A hidrogén .....	168
A halogének .....	171
A hidrogén-klorid és a nátrium-klorid .....	175
Összefoglalás .....	179

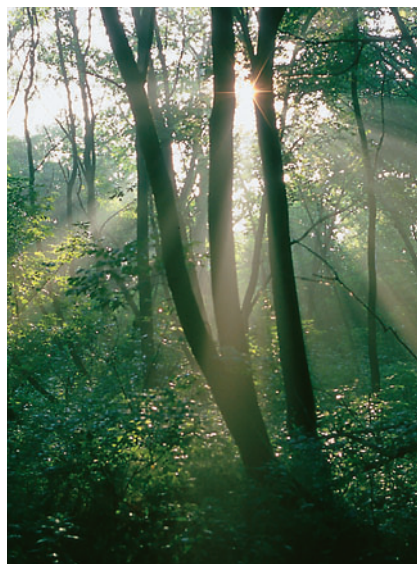
## VII. AZ OXIGÉNCSOPORT ÉS ELEMEINEK VEGYÜLETEI

Az oxigén .....	182
Az ózon .....	185
Az oxigén hidrogénnel alkotott vegyületei .....	188
A kén .....	195
A hidrogén-szulfid (kén-hidrogén) és sói .....	198
A kén fontosabb oxigéntartalmú vegyületei .....	200
Összefoglalás .....	204

## VIII. A NITROGÉNCSOPORT ÉS ELEMEINEK VEGYÜLETEI

A nitrogén és az ammónia .....	206
A nitrogén oxidjai .....	210
Nitrogéntartalmú oxosavak és sóik .....	212
A foszfor és fontosabb vegyületei .....	216
Összefoglalás .....	221

A szakszavak jegyzéke .....	224
Az elemek hosszú periódusos rendszere .....	226



# AZ ATOMSZERKEZET ÉS A PERIÓDUSOS RENDSZER

Előző kémiai tanulmányaink során megismertük, hogy az elem azonos rendszámú atomok halmaza, és azt, hogy az elemek kémiai tulajdonságait elsősorban az atomjaik külső elektronhéján levő elektronok száma és állapota határozza meg. Az elemeket a periódusos rendszer alapján tanulmányoztuk.

A periódusos törvényt Mengyelejev orosz tudós ismerte fel (1869). Rendszere felépítésekor az elemeket növekvő atomtömegük sorrendjében írta fel. Új sort akkor kezdett, amikor olyan elemhez jutott, amelyhez hasonló tulajdonságú előzőleg már szerepelt.

A periódusos rendszerben az egymást követő elemek tulajdonságainak változását elektron szerkezetük ismeretében magyarázhatjuk meg. Az elemek atomjainak elektronhéj szerkezetére a külső héj periodikusan történő kiépülése jellemző.

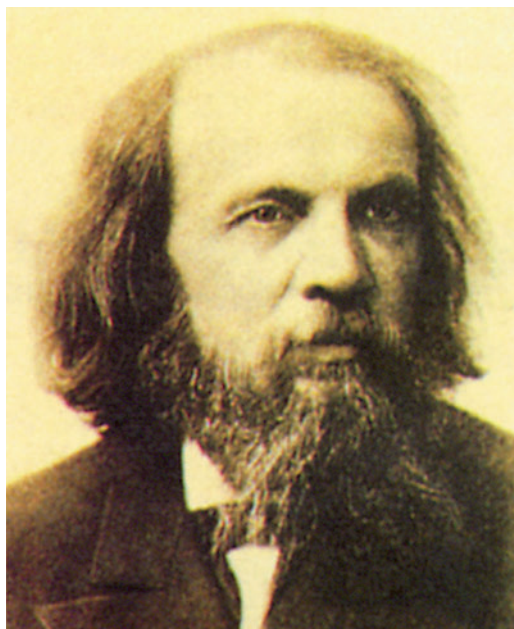
*A periódusos rendszerben azok a kémiai elemek vannak egymás alatt, amelyek atomjainak külső elektronhéjában a főcsoport esetén megegyezik, a mellékcsoport esetén közel azonos az elektronok száma. Ez okozza hasonló kémiai tulajdonságaikat, mivel a kémiai reakciókban ezek az elektronok vesznek részt.*

A periódusos rendszer nemcsak az elemek, hanem az atomok periódusos rendszere is.

**Az atom helyét a periódusos rendszerben a rendszáma határozza meg.**

A periódusos rendszert különböző hosszúságú sorok és oszlopok alkotják. A sorokat **periódusoknak\***, az oszlopokat **csoportoknak\*** nevezzük. A periódusokat arab, a csoportokat római számokkal jelöljük. A csoportokat jelző számok mellett „A”, illetve „B” betűk láthatók. Az A-val jelölt oszlopok a **főcsoportok\***, a B-vel jelöltek a **mellékcsoportok\***. A periódusos rendszernek

8 főcsoportja, 8 mellékcsoportja és 7 periódusa van. Újabban a IUPAC által javasolt számozást is használjuk, ahol a periódusos rendszer csoportjait 1–18-ig arab számokkal jelöljük.



32.1. Dimitrij Ivanovics Mengyelejev (1834–1907) orosz kémikus

	I.A	II.A	III.A	IV.A	V.A	VI.A	VII.A	VIII.A
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								
7.								

32.2. A főcsoportok a periódusos rendszerben

**A külső héj elektronjainak száma a főcsoportszámot, az elektronhéjak száma a periódusszámot adja meg.**

Az atomok tulajdonságait, kémiai reakciókban való viselkedését befolyásolja a vegyértékelektronok száma. Ezért kerültek a hasonló tulajdonságú elemek egy főcsoportba.

A rendszerben felülről lefelé haladva az atomtömeg és az atomméret is fokozatosan nő.

Az első periódust a hidrogén és a hélium alkotja. Ez a Pauli-elvből következik, mert az első héjon csak két elektron tartózkodhat.

A második periódus a 3-as rendszámú lítiummal kezdődik. A második héjon összesen 8 elektron helyezkedhet el, ezért a második periódusban 8 atom található.

A harmadik periódus a nátriummal kezdődik és az argonnal zárul. A harmadik héjon még csak a 3s- és 3p-pályák töltődnek fel. Ebben a héjban még 10 elektron számára van hely. A 19-es rendszámú kálium atomjában a 19. elektron a 4s-atompályán helyezkedik el, mivel ennek az atompályának az energiája kisebb, mint a 3d-atompályáké (33.2. ábra).

Egy elektronhéj feltöltődése akkor is megkezdődhet, ha van még alatta kisebb sorszámú héjon be nem töltött alhéj.

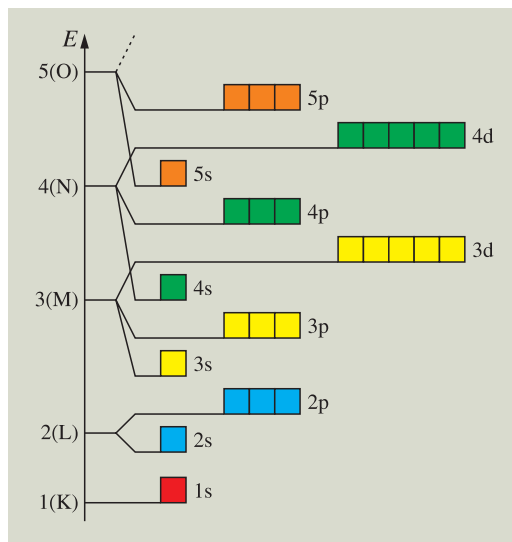
A negyedik héj kiépülése a káliummal kezdődik, és csak a 20-as rendszámú kalciumig folytatódik. A 21-es rendszámú atomtól a 30-as rendszámúig a 3d-alhéj töltődik fel. A 31-es-től a 36-os rendszámú atomig a 4p-alhéjra épülnek be az elektronok. A negyedik periódus a 36-os rendszámú kriptonnal zárul.

rendszám	<b>11</b>	0,9	elektronegativitás
vegyjel	<b>Na</b>	1 8 2	elektronszerkezet
relatív atomtömeg	23,0	nátrium	név

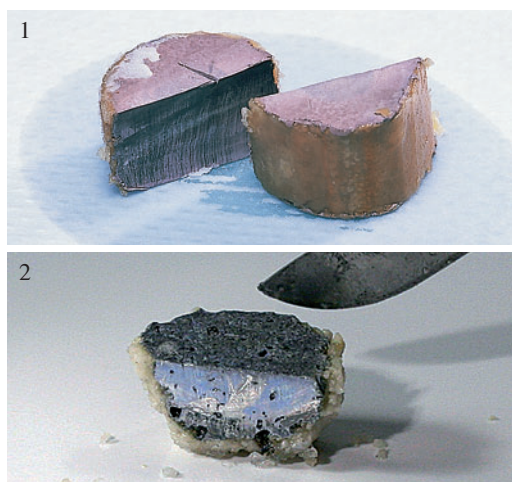
33.1. A periódusos rendszerből kiolvasható atomi jellemzők

A fő- és mellékcsoportbeli atomokat a legkülső, és az alatta levő héj „feltöltöttsége” alapján különböztetjük meg.

Azok a csoportok tartoznak egy *mezőbe*\*\*, amelyekben ugyanaz az alhéj kiépülése történik. Egy mezőben annyi csoport van, ahány elektronnal az adott alhéj telítődhet.



33.2. Az atompályák energiaszintjei. Annak a pályának kisebb az energiája, amelynél az  $(n+l)$ -érték kisebb, ha azonos, akkor a kisebb főkvantumszámúé kisebb. A  $4f_{yz}$  vagy a  $6p_x$  atompályája alacsonyabb energiájú?



33.3. A nátrium (1) és a kálium (2) hasonló tulajdonságú

Az I. A és a II. A főcsoportokba (1. és 2. csoportba) tartozó atomokban a rendszám növekedésével belépő elektron s-pályára kerül. Külső héjuk szerkezete  $ns^1$  vagy  $ns^2$ . Ezek az atomok alkotják az **s-mező**\*\*.

A III. A–VIII. A főcsoportokban (13–18 csoportokban) a külső elektronok p-pályára kerülnek, ezért ezek a **p-mező**\*\* atomjai. Külső héjuk  $ns^2np^1$ – $ns^2np^6$  elrendeződésű. A főcsoportokban (s- és p-mező) a vegyértékelektronok a külső héj elektronjai. (Számuk megegyezik a főcsoport számával.)

A III. B-vel kezdődő és a II. B-vel záruló mellékcsoportok (3–12 csoportok) atomjaiban nem a külső héj telítődik. Az elektronok az  $ns^2$  alatti  $(n-1)d$  pályákra épülnek be. A d-pályákon 10 elektron számára van hely. Ezért minden periódus **d-mezőjében**\*\* 10 atom helyezkedik el.

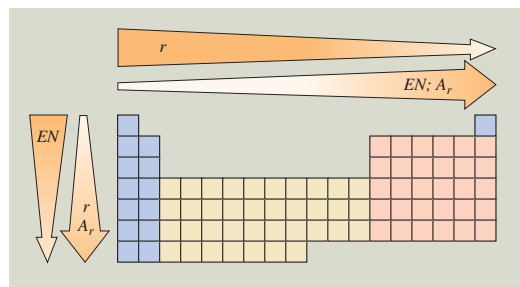
A VIII. B mellékcsoportban az egymás melletti három elem jobban hasonlít egymásra, mint az egymás alattiak, itt ezek alkotnak egy csoportot. (Pl. vascsoport: vas, kobalt, nikkel) Minden periódus új héj kiépülésével kezdődik és  $ns^2np^6$  külső elektron-elrendeződésű nemesgázzal zárul (kivétel az első periódus, amely a hélium atommal zárul).

A 8 külső elektronos szerkezetet a **nemesgáz-szerkezet**\*. Ez a legkisebb energiájú elektron-elrendeződés a periódusban. Az atomok a nemesgázszerkezet elérésére törekcsenek.

	I. A	II. A	III. A	IV. A	V. A	VI. A	VII. A	VIII. A
1	H·							He
2	Li·	Be	B	C	N	O	F	Ne
3	Na·	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K·	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb·	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs·	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr·	Ra						

34.1. Egy főcsoporton belül azonos a vegyértékelektronok száma, és megegyezik a főcsoport számával

rendszám = proton-, ill. elektronszám  
 (fő)csoport (A) = vegyértékelektronok száma  
 periódus száma = elektronszám



34.2. Periodikusan változó atomi adatok.  
 $A_r$ : relatív atomtömeg;  $r$ : atomsugár;  $EN$ : elektronegativitás, (amely a kötésben levő atomok elektronvonzó képességét jellemzi)

1																	2														
H																	He														
3	4															5	6	7	8	9	10										
Li	Be															B	C	N	O	F	Ne										
11	12															13	14	15	16	17	18										
Na	Mg															Al	Si	P	S	Cl	Ar										
19	20	21															22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K	Ca	Sc															Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
37	38	39															40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rb	Sr	Y															Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Fl	Lv				

s-mező eleme   
  p-mező eleme   
  d-mező eleme   
  f-mező eleme

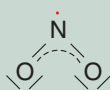
34.3. Az atomok hosszú periódusos rendszerének 32 oszlopos (átrendezés nélküli) változata

## MENNYIRE ÉS HOGYAN VÉDENEK AZ ANTIOXIDÁNSOK A SZABAD GYÖKÖKTŐL?

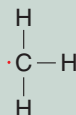
A párosítatlan elektronokat tartalmazó, semleges kémiai részecskéket (atomokat, molekulákat, atomcsoportokat) **gyököknek** nevezzük (pl. klóratom, nitrogén-dioxid-molekula, metilcsoport).



klóratom



nitrogén-dioxid-molekula



metilcsoport



35.1. Gyökfogók a legmegfelelőbb „csomagolásban”

A gyök a kémiai részecskék bizonyos elektronállapotú formája.

A párosítatlan elektront tartalmazó gyökök kémiai átalakulásokkal igyekeznek – többnyire rövid idő alatt – ettől az állapottól megszabadulni. Gyökök képződhetnek nagy energiájú sugárzás hatására molekulákból és ionokból is. Alapvető szerepet játszanak az élő szervezetekben végbemenő oxidációs folyamatokban. Ezekben a biológiai folyamatokban nagy jelentősége van az **antioxidánsoknak**, amelyek az oxidációs láncreakciót gátolják azáltal, hogy a keletkező oxidáló gyök(ök)et „megkötik”. Az antioxidánsok csoportjába több ezer, kémiaiilag igen változó összetételű anyag tartozik, amelyek közös vonása, hogy viszonylag könnyen oxidálódnak.

Az anyagcsere-folyamatokban normál körülmények között is keletkeznek ún. szabad gyökök, amelyek párosítatlan elektronjuk miatt viszonylag reakcióképesek. Ha mennyiségük meghaladja a normál szintet, károsíthatják a környezetükben levő molekulákat (pl. fehérjéket, zsírokat, nukleinsavakat). Az élő szervezetek számos javító mechanizmussal próbálnak harcolni az oxidatív károsodások ellen, de a hosszú távon jelen lévő károsító tényezők semlegesítésére nem mindig képesek. Ilyenkor szükség lehet a táplálékkal antioxidánsok bejuttatására.

Szervezetünk antioxidáns-rendszere rendkívül összetett, ezért egyetlen anyag mennyiségének növelése nem minden esetben éri el a kívánt célt. Az antioxidánsokból a gyökök semlegesítése során ugyanis újabb gyökök keletkezhetnek, amelyek adott esetben károsabbak lehetnek, mint a befogott szabad gyök.

A reklámozott „szuper” antioxidánsok megvásárlása és fogyasztása előtt mérlegelendő, hogy nem vállalunk-e túl nagy kockázatot.

Az antioxidánsok hiánya ellen legkönnyebben változatosabb, több növényi táplálékot tartalmazó étrenddel tehetünk.

Néhány szervezetünkben megtalálható antioxidáns	
Szervezetben termelt	Táplálékkal elfogyasztott
szuperoxid-diszmutáz glutation-peroxidáz kataláz ubikinon (Q <sub>10</sub> koenzim)	C-vitamin E-vitamin flavonoidok karotinoidok



## KÉRDÉSEK ÉS FELADATOK

1. Mi alapján rendszerezte az elemeket Mengyelejev? Keress olyan elemeket, amelyek létezését „megjósolta”!
2. Mi határozza meg az atom helyét a periódusos rendszerben?
3. Nézz utána, milyen antioxidánsokat használnak az élelmiszeriparban!
4. Nézz utána a világhálón! Mit jelent, hogy egyes gyökök teratogén és mutagén hatásúak?

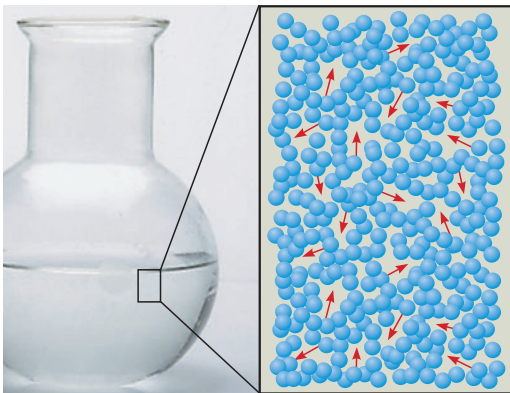
# A FOLYADÉKOK

A **folyékony állapotú\*** anyagok, szerkezetük alapján, a gázállapotú és a szilárd anyagok között helyezkednek el.

A *folyadékokban a részecskék lényegesen közelebb helyezkednek el egymáshoz, mint a gázokban.* A rendelkezésre álló teret nem tudják betölteni, *térfogatuk meghatározott.* A részecskék közötti vonzóerő nagyobb, mint a gázállapotban, de nem elég nagy ahhoz, hogy a részecskék elmozdulását megakadályozza, ezért *alakjuk nem állandó.* A folyadékok a tartó edény alakját veszik fel.

A gázokhoz hasonlóan a folyadékok molekulái is állandó mozgásban vannak. *Mozgásuk elsősorban forgó- és rezgőmozgás, de haladó mozgásra is képesek.* A folyadékmolekula akkor tud elmozdulni, ha üres hely alakul ki mellette, ahová „átugorhat”.

Ha a folyadékok hőmérsékletét emeljük, akkor a részecskék mozgási energiája nő, ezért kissé távolabb kerülnek egymástól. A folyadékrészecskék mozgékonyaságát igazolja az a tény is, hogy a folyadék molekuláinak egy része a mozgás következtében a folyadék felületéről kilép, gáz állapotúvá válik. Ez a párolgás folyamata. Bizonyos fokú rendezettség a folyadékok belsejében már kialakul, de ez csak kis környezetre terjed ki.



72.1. *Hogyan mozognak a részecskék a folyadékban?*

Két üveghengert töltünk meg vízzel. Az egyik aljára tegyünk szűrőpapírba csomagolt káliumpermanganát-kristályokat, a másik aljára rétegezzünk kevés brómot! Rövid idő múlva a folyadékok színesedni kezdenek. Később színük egyenletessé válik. A részecskék egymással és a vízmolekulákkal ütközve jutnak el a távolabbi helyekre is.

A folyadékokban a részecskék külső beavatkozás nélkül képesek elkeveredni. A *diffúzió sebessége* a cseppfolyós halmazállapotú anyagokban lényegesen kisebb, mint a gázokban. Ez azzal magyarázható, hogy a folyadékokban a molekulák közötti kölcsönhatás már elég erős ahhoz, hogy a részecskéket egymás közelében tartsa. Így több molekulából álló csoportok alakulnak ki, amelyek gyakran felbomlanak, majd újra szerveződnek.

A cseppfolyós anyagok *molekuláinak mozgása a súrlódás miatt korlátozottabb, mint a gázoké.* Mivel a *folyadékok térfogata állandó, az összenyomásnak ellenállnak*, mert a molekulák olyan közel vannak egymáshoz, hogy további erőhatásra sem kerülhetnek közelebb.

A **folyadékkristályok** átmenetet képeznek a folyadékok és a kristályos anyagok között. A folyadékkristályok rendezett csoportjai a kristályos testekhez hasonlóak, de ezek a csoportok egymáshoz képest könnyen elmozdulnak, ezért a halmaz folyékony.

A folyadékkristályok jellegzetes tulajdonsága, hogy elektromos vagy mágneses mező hatására a csoportok rendeződnek. Ez a rendeződés az anyag fénytani tulajdonságait változtatja meg. Például az átlátszatlan folyadék átlátszóvá válik. Az erőtér kikapcsolása után a csoportok rendezetlensége visszaáll. A folyadékkristályokat elektromos órákban, számológépekben, műszerekben kijelzőként alkalmazzák.



Név	Összegképlet	Molekula-polaritás	Moláris tömeg ( $\frac{\text{g}}{\text{mol}}$ )	Forráspont ( $^{\circ}\text{C}$ )	Molekulák közötti (legerősebb) másodrendű kötés
dietil-éter	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$	poláris	74,2	34,5	dipólus-dipólus
metil-alkohol	$\text{CH}_4\text{O}$	poláris	32,0	64,7	hidrogénkötés
etil-alkohol	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	poláris	46,1	78,5	hidrogénkötés
szén-diszulfid	$\text{CS}_2$	apoláris	76,1	46,	diszperziós
szén-tetraklorid	$\text{CCl}_4$	apoláris	153,8	76,5	diszperziós

73.1. A különböző anyagok adott nyomáson mért forráspontjának összehasonlításával következtethetünk a folyadékban működő (másodrendű) kémiai kötések erősségére, amelyek a molekulák polaritásától és a molekulatömegtől is függenek. *Rajzold le a szén-diszulfid szerkezeti képletét!*

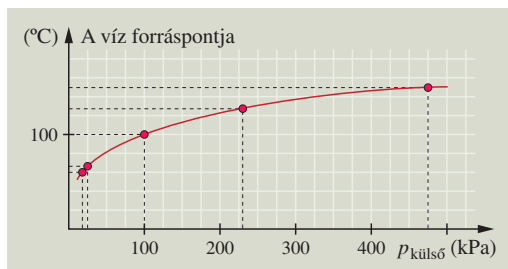


73.2. Gyorsabban készül el az ebéd, ha kuktafazékban főzzük. A fazékban a víz forráspontja  $140^{\circ}\text{C}$ , így az étel hamarabb megfő. *Mekkora lehet a nyomás a kuktában?*

A víz forráspontja különböző nyomásokon	
$p$ (kPa)	$T$ ( $^{\circ}\text{C}$ )
20	60
25	65
70	90
100	100
230	125
475	150
900	175
1550	200
2250	225



73.3. Minél kisebb a légnyomás, annál alacsonyabb a víz forráspontja. *Miért gyakoribb a gépkocsik hűtővizének felforrása egy magas hegyi túrán?*



73.4. A víz forráspontja különböző nyomásokon. A folyadékok forráspontja a nyomás növelésével nő. *Mit tartalmaznak a forráskor keletkező buborékok?*

## KÉRDÉSEK ÉS FELADATOK

- Milyen hőmérsékleten párolognak a folyadékok? Mitől függ a párolgás sebessége?
- Nézz utána, miért használnak forrkövet (horzsakövet) a folyadékok forralásakor!

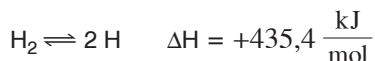
# A HIDROGÉN

A periódusos rendszer első eleme. A legkisebb atomtömegű kémiai elem.

*A legegyszerűbb atom a hidrogénatom.* Egyetlen protonból álló atommagja körül egy elektron mozog.

A természetben előforduló hidrogén 3 izotóp keveréke. A többségben lévő *prócium* ( ${}^1_1\text{H}$ ) mellett, kis mennyiségben fordul elő a *deutérium* ( ${}^2_1\text{H}$ ), és lényegesen kisebbben a *trícium* ( ${}^3_1\text{H}$ ).

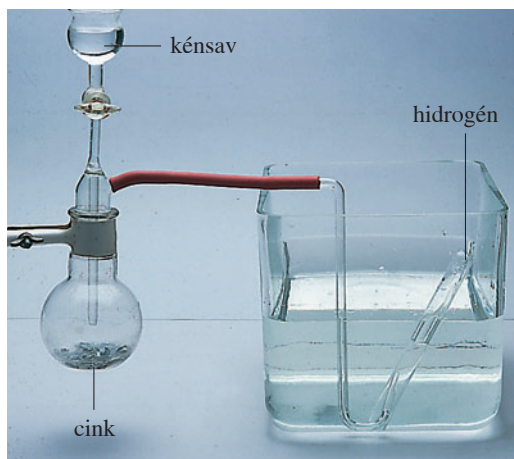
A hidrogénatomok molekulává egyesülésekor jelentős mennyiségű energia szabadul fel. A  $\text{H}_2$ -molekula nagyon stabilis, a kötés megbontása jelentős mennyiségű energiát igényel.



A hidrogénmolekulában az atomokat egy közös elektronpár, egyszeres **kovalens kötés** tartja össze.

*A hidrogéngáz kétatomos, apoláris molekulák halmaza.*

A hidrogén olvadás- és forráspontja alacsony, ami molekulái kis tömegének és apoláris molekuláinak következménye. A kisméretű hidrogénmolekulák diffúziósebessége nagy.



166.1. A hidrogén előállítása és felfogása

## A HIDROGÉN

jelölése  
a periódusos  
rendszerben

1
H
1,008 hidrogén

## FIZIKAI TULAJDONSÁGAI

<b>Szín:</b>	színtelen
<b>Szag:</b>	szagtalan
<b>Halmazállapot:</b>	gáz
<b>Olvadáspont:</b>	-259,2 °C
<b>Forráspont:</b>	-252,7 °C
<b>Sűrűség:</b>	0,081 $\frac{\text{g}}{\text{dm}^3}$
(25 °C-on, 0,1 MPa nyomáson)	(14,5-szer kisebb a levegő sűrűségénél)

*hidrogén* (hydro gennao) = vízképző (görög)

A 166.1. ábrán látható gázfejlesztő készülékben állítsunk elő hidrogént, cinkre kb. 30 tömeg%-os kénsavat csepegtetve! Fújjunk szappanoldatból hidrogénnel töltött buborékot! Figyeljük meg a hidrogén fizikai tulajdonságait!

**A hidrogén színtelen, szagtalan gáz. Sűrűsége az összes ismert anyag közül a legkisebb. Vízen gyakorlatilag nem oldódik.**

Vizsgáljuk meg a hidrogén kémiai tulajdonságait! Vezessünk hidrogént felül kilyukasztott, üres (levegőt tartalmazó!), eldobható, kis műanyag pohárba, amelynek nyílását zárjuk el! A hidrogén bevezetését szüntessük meg! Közeleltünk a pohár nyílásához égő gyújtópálcával!

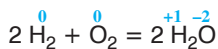
## Vigyázat! Robbanásveszély!

*A hidrogén és az oxigén elegye szobahőmérsékleten nem lép reakcióba, de láng vagy szikra hatására felrobban.* Minden robbanóképes hidrogén-oxigén elegyet **durranógáznak** nevezünk.

Ha a hidrogént meg akarjuk gyűjtani, akkor durranógázpróbát kell végezni.

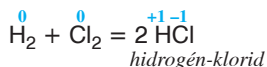
**Durranógázpróba:** A gázfejlesztőből kiáramló hidrogénnel töltünk meg víz alatt egy kémcsövet! Befogva a kémcső száját, közelítsünk láng fölé, ezután tegyük szabaddá a kémcső nyílását! Ha éles, csattanó hanggal ég el, akkor még tartalmaz a gáz oxigént. Addig kell ismételni a próbát, amíg a gáz hang nélkül ég el. A gázfejlesztő készülékhez kapcsolt kihűzt üvegcső végén óvatosan gyűjtük meg a kiáramló hidrogént! Helyezzünk a láng fölé száraz főzőpoharat!

**A hidrogén halványkék lánggal ég** (sárga színűre az üvegben található nátrium festi a lángot). A *hidrogén* levegőn vagy oxigéngázban *meggyújtva magas hőmérsékletű lánggal vízzé ég el, miközben redukálja az oxigént.*



Égő hidrogént helyezünk klórgázt tartalmazó hengerbe! (Klórgázt úgy állíthatunk elő, hogy kálium-permanganátra tömény sósavat csepegtetünk.) Figyeljük meg a láng és a hengerben levő gáz színét!

Az égő hidrogén a klórgázban tovább „ég”. A láng fakó ibolyaszínűre változik. A klór jellegzetes színe eltűnik. Színtelen, szúrós szagú, a levegőnél nagyobb sűrűségű gáz, hidrogén-klorid keletkezik.



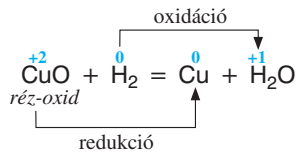
A hidrogéngáz és a klórgáz elegye hő vagy fény hatására a hidrogén-oxigén elegyhez hasonlóan hevesen robban. **A hidrogén és a klór 1:1 térfogatarányú elegye a klórdurranógáz.**

Vizsgáljuk meg, hogy a hidrogén hogyan lép kölcsönhatásba a kémiailag kötött oxigénnel, pl. a réz(II)-oxid oxigénjével! Helyezzünk száraz kémcsőbe a 167.2. ábra szerint réz(II)-oxidot, vezessünk hozzá hidrogént, majd melegítjük a kémcsövet!

A hevített réz(II)-oxid a hozzá vezetett hidrogénnel izzás közben kölcsönhatásba lép. A fekete réz(II)-oxid vörös színű fém rézzé alakul, a kémcső falán vízcseppek jelennek meg.



167.1. A durranógázpróba. Miért tartja szájával lefelé a kémcsövet a kísérletező? Mi keletkezik a durranógáz felrobbantása során?



A hidrogén elvonja a réz(II)-oxidból az oxigént. A *hidrogén* magasabb hőmérsékleten az oxigént számos vegyületből képes elvonni, tehát hatásos *redukálószer*. A folyamat **redoxireakció**.

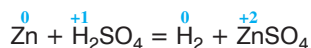


167.2. A hidrogén az izzó réz(II)-oxidot rézzé redukálja

A nagy elektronegativitású atomok (O, Cl) molekuláris állapotban is oxidálják a hidrogént. A hidrogén vegyületeiben stabilis oxidációs száma +1.

A hidrogén Földünkön *elemi állapotban* vulkáni gázokban és a magasabb légrétegekben 0,01 térfogat%-ban fordul elő. *Vegyületei* azonban igen nagy mennyiségben megtalálhatók. **Jelentős vegyületei** pl. a víz, a kőolaj és a földgáz szénhidrogénjei. A hidrogén fontos alkotóeleme minden szerves vegyületnek.

**Laboratóriumban** *savakból* negatív standard elektródpotenciálú fémekkel fejlesztethető. Leggyakrabban 25–30 tömeg%-os kénsavból vagy 1 : 1 térfogat arányban hígított sósavból cinkkel állítják elő.



A hidrogént a **vegyipar** többféleképpen állítja elő. Vízből elektrolízissel nyerhető hidrogén. Ha izzó szénre vízgőzt fúvatnak, hidrogén és szén-monoxid keletkezik. Metánt vízgőzzel reagáltatva, szintén állítható elő hidrogén.

A hidrogént laboratóriumban gyakran használják redukálószerként. Hidrogént használ fel a vegyipar például ammónia és pétisó gyártására. Növényi olajokból hidrogénnel készítik a margarint. A hidrogént tiszta oxigénben égetve magas hőmérsékletű (kb. 2500 °C-os) láng állítható elő, amely lángvágásra és hegesztésre használható. A hidrogént 15 MPa nyomással acélpalackokba sűrítve hozzák forgalomba, amelyet piros színeljellel látnak el. A hidrogén rakétahajtó üzemanyag is.

#### A HINDENBURG-LÉGHAJÓ KATASZTRÓFÁJA

Mivel a hidrogén a legkisebb sűrűségű elem, régebben léggömbök és léghajók töltésére használták. Nagy gyúlékonysága miatt azonban sok baleset történt. Ilyen szerencsétlenségben pusztult el a képen látható Hindenburg-léghajó is 1937 májusában. Ma a léggömböket, léghajókat a szintén kis sűrűségű, de éghetetlen héliummal töltik meg.



#### KÉRDÉSEK ÉS FELADATOK

1. Jelölj 3 mol hidrogénmolekulát! Mennyi a tömege?
2. Melyik anyagcsoportba tartoznak a felsorolt anyagok: hidrogén, durranógáz, víz?
3. Miért nincs hidrogén a Föld felszínéhez közeli levegőrétegben?
4. Keressétek a Hindenburg-léghajó katasztrófájának okait!
5. Nézz utána, hogyan működik a hidrogénalapú tüzelőanyag-cella!
6. Miért lehetetlen termokémiailag a vízzel hajtott autót?
7. Készíts prezentációt „A hidrogén, mint a jövő energiaszükségletét kielégítő energia-hordozó” címmel, kiemelve a hidrogéngazdagságot és a felhasználás korlátait!
8. Hány gramm hidrogéngáz fejleszthető 250 g 30 tömeg%-os kénsavoldatból feleslegben adott cinkkel?

# AZ ÓZON

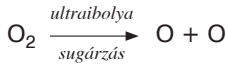
Az ózon a légkörben mintegy 30 km magasan 10–25 km vastag finom eloszlású gázréteget alkot. Ez védi meg a földfelszínt a Nap káros ibolyántúli sugárzásától.

**Az ózonomolekula három oxigénatomból áll.** Összegképlete:  $O_3$ .

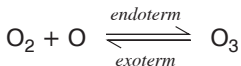
Oxigénatomokból tehát oxigénmolekula és ózonomolekula is keletkezhet. Az ózon a természetben a villámlás és a Naptól érkező ultraibolya sugárzás hatására keletkezik.

Az elemeknek azt a tulajdonságát, hogy többféle módon alkothatnak molekulákat vagy eltérő halmazszerkezeteket, allotrópiának nevezzük. Az oxigén és az ózon **allotrop módosulatok**.

Az ultraibolya sugárzás hatására egy oxigénmolekula felbomlik oxigénatomokra:



Az így keletkező oxigénatom ütközik egy oxigénmolekulával, és ózonomolekulát hoz létre:

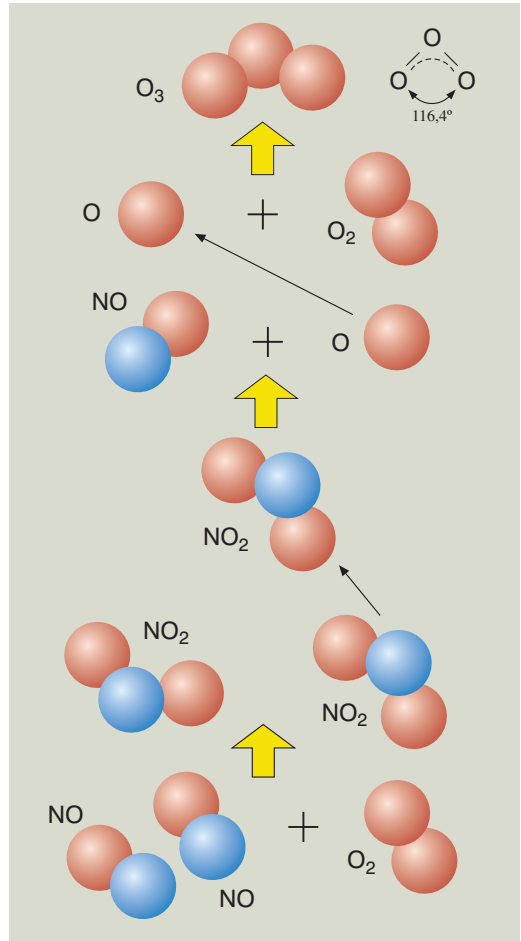


Az ózon elnyeli az ultraibolya sugarakat, közben elbomlik, ismét oxigénmolekula és oxigénatom keletkezik.

*A természetben a magas légrétegekben az ózon keletkezése és elbomlása egy időben játszódik le.* Ha káros anyagok nem szennyeznék ezeket a rétegeket, akkor az ózonnak a földtörténet során kialakult mennyisége állandó lenne, nem változna.

Ózon keletkezik környezetünkben több eszköz működésekor, pl. kvarcoláskor, fénymásolatok készítésekor. A kipufogógázok, a nitrogén-oxidok hatására is növekszik az ózon mennyisége a földközeli légkörben. Az ózon könnyen bomlik, ilyenkor oxigénatom és oxigénmolekula keletkezik.

ózon (odzon) = szaglós (görög)



183.1. Az ózon keletkezése a földközeli légkörben a nitrogén-oxidok hatására



183.2. A fotokémiai szmogban az ózon a kipufogógázok miatt keletkezik

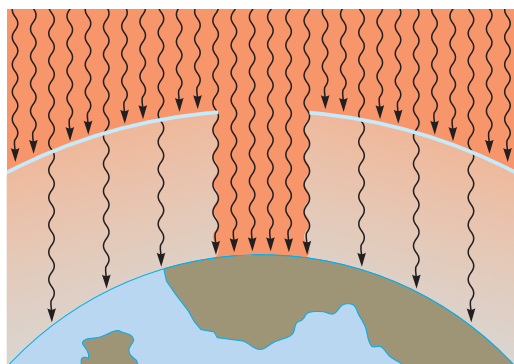
**Az ózon jellegzetes szagú mérgező gáz, erőlyes oxidálószer.** Helyiségek, ivóvíz fertőtlenítésére, fehérítésre használható. Nagyfeszültségű elektromos kisülési csőben oxigéngáz átvezetésével állítják elő. A levegőben az ózon mennyiségének megnövekedése szembántalmakat, nehéz légzést, tüdőelégtelenséget okoz, károsítja a növényzetet és a mesterséges környezet több anyagát is.

*Az ózon jelenléte a Föld felszínén nagyon káros. A magas légkörben található ózonréteg viszont elnyeli az ibolyántúli sugárzás egy részét, szabályozza a Föld hőgazdálkodását, nem engedi kihűlni a Földet, ezáltal védi a bioszférát.*

*Az ultraibolya sugárzás bőrrákot, vakságot és az immunrendszer károsodását okozhatja. Ezért veszélyes, hogy a mindennapi emberi tevékenység során sok olyan anyag kerül a levegőbe, amely az ózon bomlását gyorsítja.*



**184.1.** A napozók „fürdenek” az ibolyántúli (UV) sugárzásban. A Nap UV sugarainak csak egy része éri el a Föld felszínét, de ez is elegendő ahhoz, hogy működésbe hozza az emberi test védekező mechanizmusait. A bőr igyekszik megóvni magát, sötét színű melanint állít elő, ezért barnulunk le

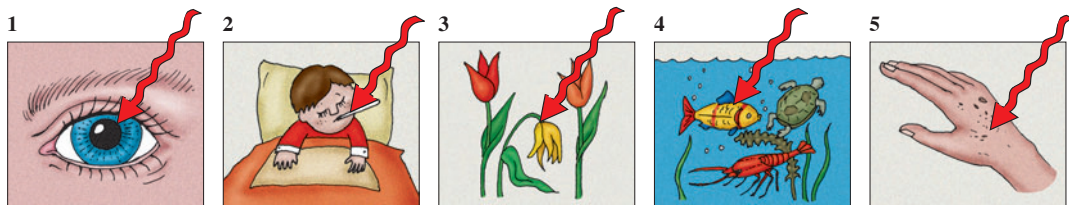


**184.2.** Az ózonpajzs sérülése. *Helyes-e az „ózonlyuk” kifejezés? Miért? Milyen szerepe van az ózonpajzsnek a földi élet szempontjából?*

Az ózonréteget leginkább károsító vegyületek a freonok és a halonok, ezért ezek alkalmazását betiltották. Korábban azonban nagyon sok freont használtak fel egyes spray-k, valamint a hűtőszekrények, a légkondicionáló berendezések és a habszivacsok gyártása során. Halonnal működnek egyes tűzoltó készülékek is. A magas légrétegekben ezekből a vegyületekből fluor- és klóratomok szabadulnak fel, amelyek bontják az ózonmolekulákat. Így megbomlik az idők során kialakult ózon keletkezési és elbomlási aránya, vagyis több ózonmolekula bomlik el, mint amennyi keletkezik. Ezért az ózonréteg elvékonyodik, az ózonpajzs védő hatása csökken.

#### A MEGNÖVEKEDETT ULTRAIBOLYA SUGÁRZÁS HATÁSAI

1. A szemlencse homályossá válik, szürke hályog alakul ki, ami végül vaksághoz vezet.
2. Az immunrendszer gyengül, így a szervezet a fertőző betegségekkel szemben kevésbé lesz ellenálló.
3. A növényi fotoszintézisben zavarok állnak be, ami jelentős terméscsökkenést okoz.
4. A tengeri tápláléklánc alapját képező fitoplankton mennyisége csökken.
5. A bőr hamarabb öregszik, ráncosodik, bőrrák alakul ki.

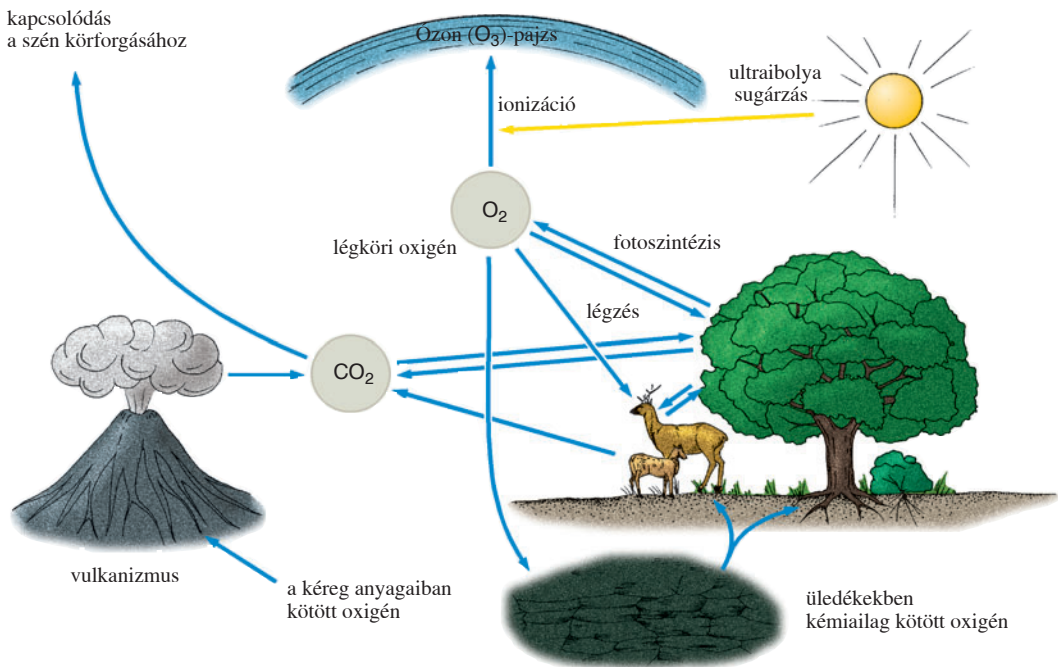


## OLVASMÁNY – AZ OXIGÉN KÖRFORGÁSA

Az élőlények nagy része az életműködéshez szükséges energiát szerves vegyületek oxidációja útján termeli, amelyhez az oxigént a levegőből veszi fel. A felhasznált oxigén a szervezetből főleg szén-dioxid és víz alakjában távozik. Nemcsak az élő szervezetek, hanem a különféle ipari, háztartási és egyéb berendezések, motorok is nagy mennyiségben fogyasztanak oxigént, ennek ellenére Földünkön a levegő oxigéntartalma nagyjából állandó.

A levegő oxigéntartalmát a zöld növények fotoszintézise biztosítja. Az asszimiláció során ugyanis a növényekben a Nap sugárzó energiájának közreműködésével a vízből és szén-dioxidból szerves anyagok képződnek, közben oxigén szabadul fel. Az így szabaddá váló oxigén a levegő alkotórészeként újra felhasználható.

Az Egyenlítő mentén trópusi őserdők burjánzanak. Ezt az erdőséget részben az értékes faanyagok, részben termőtalaj nyerése céljából állandóan irtják. Becslések szerint minden évben háromszor akkora erdőt vágják ki, mint amekkora Magyarország területe. Az erdőségek kiirtása szárazsághoz, éhínséghez vezethet.



185.1. Az oxigén körforgása.

Az ábra alapján sorold fel, hogy mely folyamatok fogyasztanak és melyek termelnek oxigént!



### KÉRDÉSEK ÉS FELADATOK

1. Kellems-e az ózondús levegő? Miért?
2. Keress az interneten az „ózonlyuk” kialakulásáról és változásairól adatokat! Készíts grafikont! Következtess!
3. Miért előnyösebb az ivóvíz tisztítására az ózon, mint a klór?

# A FOSZFOR ÉS FONTOSABB VEGYÜLETEI

## A FOSZFOR

A periódusos rendszer V. főcsoportjának a nitrogén mellett másik fontos eleme a **foszfor** (P).

A neve „fényhozó”-t jelent. A foszforégek a sötétben jól látható fénykibocsátás közben oxidálódnak.

Figyeljük meg a foszformódosulatok tulajdonságait!

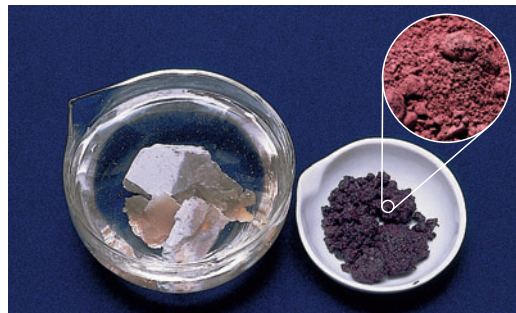
Víz alatt vágjunk le egy darabka fehérfoszfort! Öntsünk két kémcsőbe egyharmad részig toluolt! Tegyük az egyikbe borsószem nagyságú fehérfoszfort, a másikba vörösfoszfort! Zárjuk le dugóval, és rázogassuk a kémcsöveket! Mártunk a fehérfoszforos oldatba csipesszel megfogott szűrőpapírcsíkot! Kiemelve az oldatból mozgassuk a levegőn, hogy az oldószer párologjon el!

A foszfor atomjai többféle módon kapcsolódhatnak.

Kétféle foszformódosulatot figyelhetünk meg. A módosulatok eltérő tulajdonságai az eltérő halmazszerkezet következményei.

**A fehérfoszfor és a vörösfoszfor a foszfor két allotrop módosulata.**

Az egyik foszformódosulat **halványsárga színű, késsel vágható anyag, víz alatt tartható el, ez a fehérfoszfor.** A másik módosulat **vörös színű por, a vörösfoszfor.**



214.1. A fehérfoszfor és a vörösfoszfor

### A FOSZFOR

jelölése  
a periódusos  
rendszerben

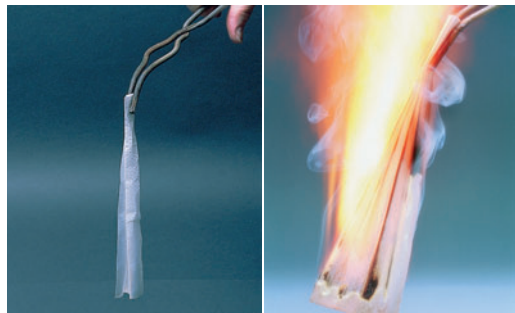
15
P
30,9
foszfor

### FIZIKAI TULAJDONSÁGAI

	fehér- foszfor	vörös- foszfor
<b>Szín:</b>	sárga	sötétvörös
<b>Szag:</b>	szagtalan	szagtalan
<b>Halmazállapot:</b>	szilárd	szilárd
<b>Olvadáspont:</b>	44,2 °C	400 °C-on
<b>Forráspont:</b>	280 °C	szublimál
<b>Sűrűség:</b> (25 °C-on, 0,1 MPa nyomáson)	1,82 $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	2,2 $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
<b>Mérgező:</b>	igen	nem

*foszfor* (phoszphorosz) = fényhozó (görög)

A *fehérfoszfor toluolban oldódik, a vörösfoszfor nem.* A fehérfoszfor oldatával átitatott szűrőpapír levegőn mozgatva lángra lobbán. Amikor az oldószer elpárolog, finom eloszlású foszfor marad vissza. A fehérfoszfor a levegőn könnyen oxidálódik, és az oxidáció során felszabaduló hő hatására gyullad meg. Azért tároljuk víz alatt, mert a víz a foszfort elzárja az oxigéntől, és a foszfor nem lép reakcióba a vízzel. *A fehérfoszfor zsírokban és olajokban is oldódik, a vörösfoszfor nem.*



214.2. Foszforos zászló

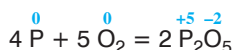


A **fehérfoszfor** zsírolthatósága miatt az emberi szervezetben felszívódik, erősen **mérgező** (0,1 g-ja már halált okoz). Mivel a **vörösfoszfor** nem oldódik, ezért nem szívódhat fel, tehát **nem mérgező**.

A fehérfoszfor-molekula összegképlete:  $P_4$ . Négyatomos molekulák halmaza: molekularácsos anyag. A vörösfoszfor porszemcséinek apró kristályaiban igen sok foszfortom kapcsolódik egymáshoz kovalens kötéssel, hosszú, láncszerű alakban.

Helyezzünk egyik végén rögzített, kb. 4 cm széles és 25 cm hosszú vaslemez egyik szélére fehérfoszfort, a másikra vörösfoszfort! Melegítsük Bunsen-éggő lángjával a vaslemez!

Vaslemezre helyezve fehér- és vörösfoszfort hevítünk. A fehérfoszfor rövid idő múlva meggyullad, a vörösfoszfor csak hosszas melegítés után. (A fehérfoszfor gyulladási hőmérséklete kb.  $60\text{ }^\circ\text{C}$ , a vörösfoszforé kb.  $400\text{ }^\circ\text{C}$ .) Mindkét foszformódosulat difoszfor-pentaoxiddá ég el.

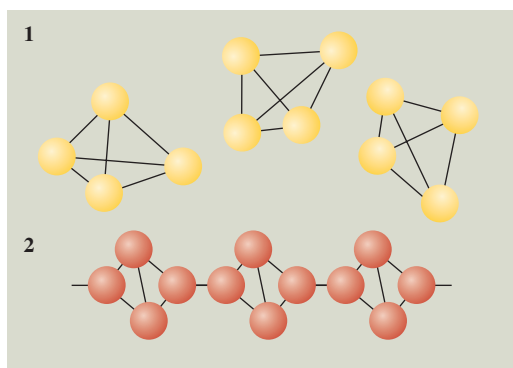


A foszfor a természetben csak *vegyületei formájában fordul elő*. Legnagyobb mennyiségben a guano (madarak és denevérek trágyája) és egyes vulkáni kőzetek tartalmazzák. A vörösfoszfor jelentős mennyiségét ma is a gyufa gyártására használják.

**Irinyi János** magyar vegyész 1836-ban találta fel a zajtalan gyufát, a mai gyufa elődjét.



215.3. Irinyi János (1817–1895) magyar kémikus 1836-ban találta fel a mai gyufa elődjét



215.1. A foszfortomok kapcsolódása a fehér- (1) és a vörösfoszfor-molekulában (2)



215.2. A két foszformódosulat gyulladáspontja közti különbség szemléltetése



215.4. Henning Brand hamburgi alkímista 1669 körül fedezte fel a foszfort

Régen a gyufa feje fehérfoszfort tartalmazott, ezért mérgező hatású volt. Emiatt tértek át a jelenleg használt svéd vagy biztonsági gyufa gyártására, amelynél vörösfoszfort alkalmaznak.

A ma használatos gyufa feje kálium-klorátot, ként, színezéket és enyvet tartalmaz. A gyufásdoboz oldalára vörösfoszforral kevert üvegport ragasztanak.

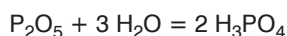
## A FOSZFORSAV ÉS SÓI

Helyezzünk borsónyi foszfordarabkát kis porcelántálba, és rögzítsünk fölé (Bunsen-állványba fogva) 3-4 cm-re egy nyílásával lefelé fordított gázfelfogó hengert! Gyújtsuk meg a foszfort felmelegített vasdróttal!

*A fehérfoszfor sűrű fehér füst képződése közben elég.* Az égés közben keletkezett termék egy része az üveghenger oldalára laza rétegben lerakódik. A keletkezett anyag a foszfor egyik oxidja.

Szereljük le az üveghengert az állványról, és öntsünk bele lila fenolftaleinoldatot!

Amikor a difoszfor-pentaoxidhoz fenolftaleinindikátort tartalmazó lúgos oldatot öntünk, erős sercegő hang hallható, és a lila fenolftaleinoldat elszíntelenedik. *A difoszfor-pentaoxid és a víz kölcsönhatása során foszforsav keletkezik. A reakció exoterm.*

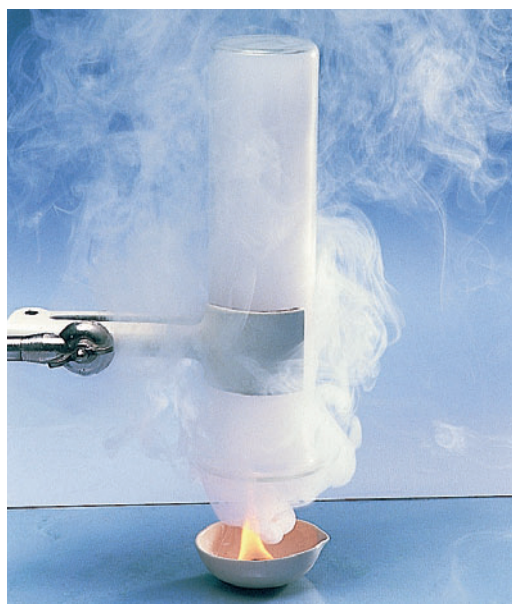


### A foszforsav képlete: $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

A tiszta foszforsav színtelen, könnyen olvadó, kristályos anyag. Vízben kitűnően oldódik. Híg, vizes oldata üdítően savanyú ízű, *nem mérgező*. Az élelmiszeripar például üdítőitalok készítésére (a savanyú íz elérésére) alkalmazza.

**A foszforsav sói a foszfátok**, amelyek a termótalajban és a kőzetekben is megtalálhatók. A foszforsavban és a sóiban a foszfor oxidációs száma +5.

A foszfátok közül a természetben előforduló fontos ásvány a kalciumtartalmú *foszforit* és az *apatit*. Ezek vízben nem oldódó anyagok.



216.1. A fehérfoszfor égése (difoszfor-pentaoxid ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) keletkezik)

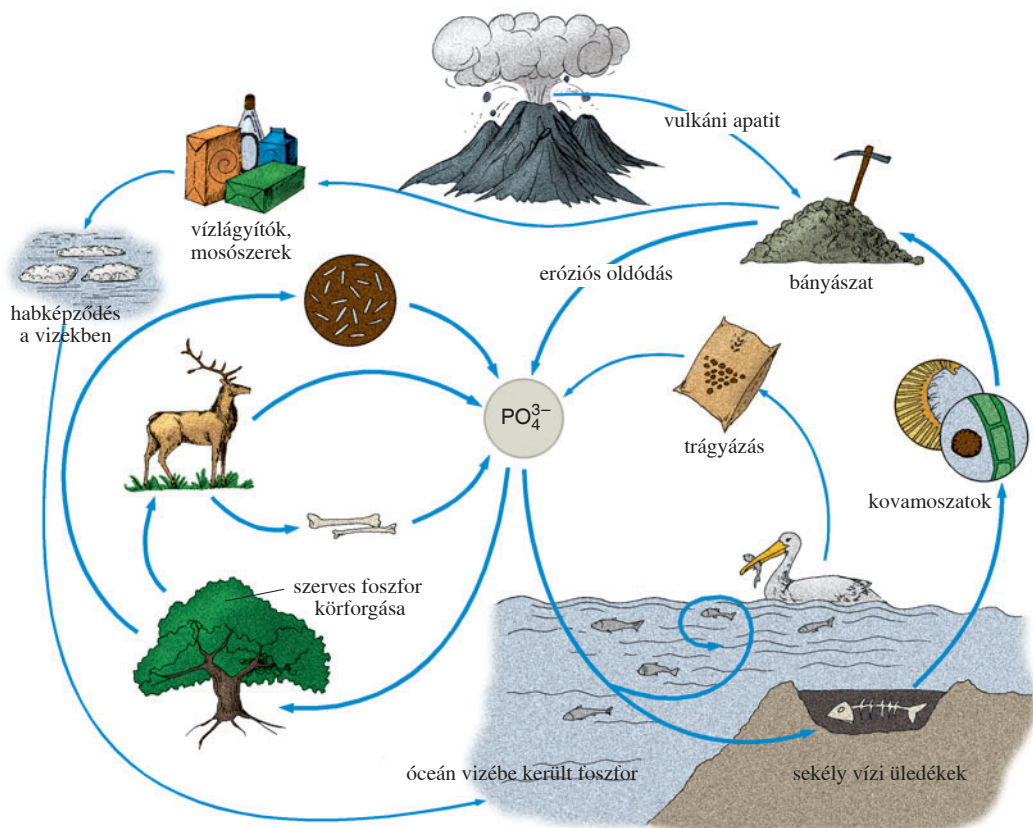


216.2. A difoszfor-pentaoxid oldása vízben, és a keletkezett oldat kémhatásának kimutatása. Lila fenolftaleinoldat (1), foszforsav (2)

A *superfoszfát* néven ismert foszfortartalmú műtrágyát úgy készítik, hogy a vízben oldhatatlan kalcium-foszfátot (a foszforitot) kénsav kölcsönhatásával oldható vegyületté alakítják, és gipszport adnak hozzá.

A trinátrium-foszfát ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ) –köznapi nevén „trisó” – vízben jól oldódó vegyület. Vizes oldatában a szappan jól habzik. A foszfor az élő szervezetek nélkülözhetetlen eleme.

A csont anyagának nagy részét a trikálcium-difoszfát ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) alkotja. A sejtek biokémiai folyamataiban is fontos szerepet játszanak a szerves foszfátvegyületek.



217.1. A foszfor körforgása a természetben. Milyen formában vesz részt a foszfor a körforgásban?

### ÉRDEKESÉG – A LIDÉRCFÉNY

Meleg nyári éjszakákon a mocsár felett apró imbolygó lángocskák jelennek meg. A babona szerint az ott élő lidércek gyújtanak tüzet, csalogatják áldozataikat az ingóványba. A mocsárban elpusztuló növényzet bomlásakor könnyen gyulladó foszfin ( $\text{PH}_3$ ) keletkezik. A nyári melegben ennek a gáznak az ön-gyulladása következik be, amely meggyújtja a bomláskor szintén keletkező mocsárgázt, a metánt.



### KÉRDÉSEK ÉS FELADATOK

1. Nézz utána, mi a foszforeszcencia!
2. Nézz utána, mely élelmiszerek és üdítőitalok tartalmaznak foszforvegyületeket!
3. Ha 0,31 g foszfort elégetünk, akkor 0,71 g foszfor-oxid keletkezik. Határozd meg a keletkezett foszfor-oxid képletét!