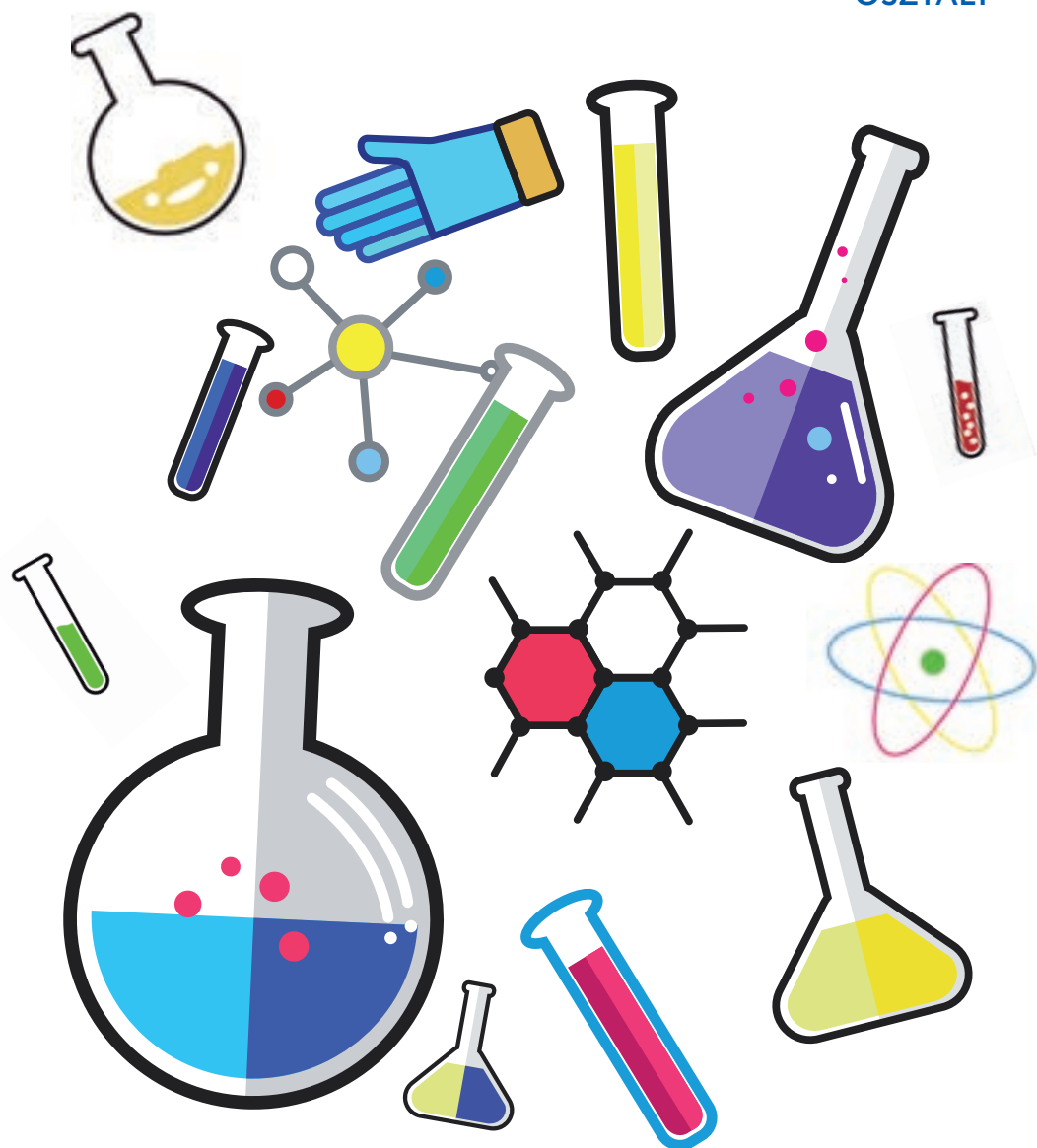


# KÉMIA 8.

OSZTÁLY



KÉMIA 8. osztály

PAVLO POPEL, LJUDMILA KRIKLJA

2021

PAVLO POPEL, LJUDMILA KRIKLJA

# KÉMIA

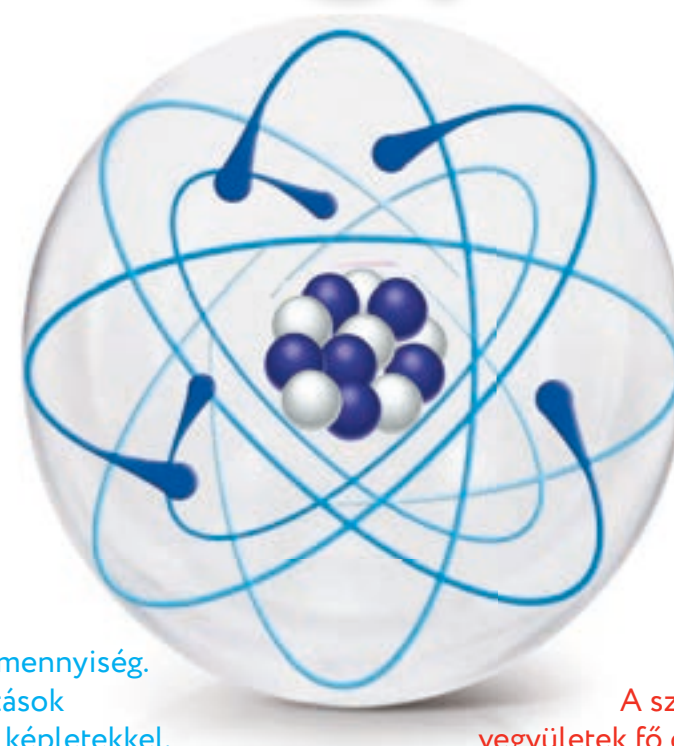
TANKÖNYV

A kémiai elemek  
periódusos táblázata.  
Az atomok szerkezete

# 8.

OSZTÁLY

Kémiai kötés.  
Az anyag szerkezete



Anyagmennyiség.  
Számítások  
kémiai képletekkel.

A szerves  
vegyületek fő osztályai

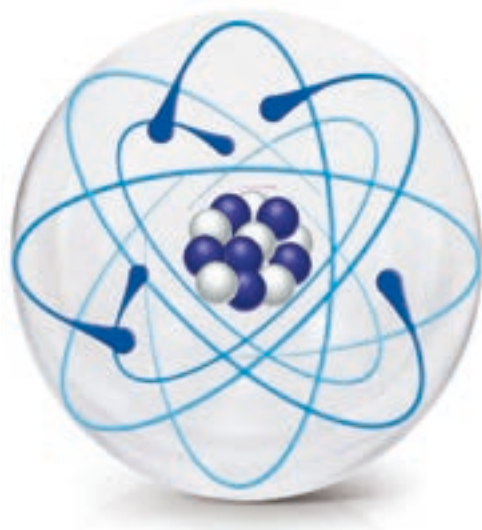
PAVLO POPEL, LJUDMILA KRIKLJA

# KÉMIA

## TANKÖNYV

az általános oktatási rendszerű  
magyar tannyelvű tanintézetek  
8. osztálya számára

2. átdolgozott kiadás



Ukrajna Oktatási és Tudományos Minisztériuma  
AJÁNLÁSÁVAL

Csernyivci  
BukRek Kiadó  
2021

УДК 546(075.3)  
П 57

*Перекладено за виданням:*

*П. П. Попель, Л. С. Крикля. Хімія : підруч. для 8 кл.  
закл. заг. серед. освіти. 2-ге вид., переробл.  
К. : ВЦ Академія, 2021. 232 с. : іл.*

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України  
(наказ Міністерства освіти і науки України від 22.02.2021 № 243)*

**Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено**

## **П 57 Попель П. П., Крикля Л. С.**

Хімія : підручник для 8 класу з навчанням угорською мовою закладів загальної середньої освіти. 2-ге вид., переробл. Чернівці : Букрек, 2021. 236 с. : іл.

ISBN 978-966-997-058-9 (угор.)

Підручник підготовлено за навчальною програмою з хімії для 7–9 класів закладів загальної середньої освіти. У ньому розміщено матеріал із розділів «Періодичний закон і періодична система хімічних елементів. Будова атома», «Хімічний зв'язок. Будова речовини», «Кількість речовини. Розрахунки за хімічними формулами», «Основні класи неорганічних сполук», практичні роботи, лабораторні дослідження, вправи, задачі, завдання для домашнього експерименту, додатковий матеріал для допитливих, а також словник хімічних термінів, предметний покажчик, список літератури і перелік інтернет-сайтів для учнів.

**УДК 546(075.3)**

ISBN 978-966-580-626-4 (укр.)  
ISBN 978-966-997-058-9 (угор.)

- © Попель П. П., Крикля Л. С., 2-ге видання, перероблене, 2021
- © Штогрин В. М., дизайн-концепція, палітурка, 2021
- © МПП „Букрек“, переклад, 2021

# Kedves nyolcadikosok!

A 7. osztályban a kémiaórákon megismerkedtetek egy érdekes tudománnyal, amely az anyagokról és az anyagok átalakulásáról szól. Elsajátítottátok a kémia nyelvét, megértettétek, mi a kémiai elem, hogyan jelölik őket és az általuk alkotott anyagokat, hogyan írják fel a kémiai reakciókat, megtanultátok elvégezni a legegyszerűbb kémiai számításokat, megvalósítani a kísérleteket.

Felismertétek, hogy a világot rendkívül sokféle anyag építi fel, az anyagokat felépítő részecskék típusa viszont csak három: atom, molekula és ion. Sok érdekeset tudtatok meg az oxigénről — az egyik legfontosabb kémiai elemről, illetve az oxigénről mint egyszerű anyagról<sup>1</sup>. Megismerkedtetek az egyik legfontosabb összetett anyaggal, ami az oxigén hidrogénnel alkotott vegyülete — a vízzel. Megismertetek más oxidokat is, valamint azok vízzel való reakcióinak termékeit — a bázisokat és a savakat.

A 8. osztályos kémia újabb titkokat tár fel számotokra. Már tudjátok, hogy a kémiai elemek és az egyszerű anyagok világában bizonyos rend uralkodik. Erről tanúskodik a periódusos törvény, amelyet több mint 150 éve fedezett fel egy kiváló tudós — Dmitro Ivanovics Mengyelejev. Hamarosan meggyőződtek arról, hogy a periódusos törvény kiterjed az összetett anyagokra is. Ebben a tanévben a kémiaórákon a fő figyelmet az atomok, molekulák, ionok szerkezetére fordítjuk, illetve arra, miért és hogyan egyesülnek az anyagot alkotó legkisebb részecskék. Úgyszintén nagy figyelmet fordítunk majd a szervetlen vegyületek alapvető csoportjaira és azok kémiai tulajdonságaira, amit újabb kémiai kísérletek elvégzésével tehettek érdekessé.

## *Hogyan használjuk a tankönyvet*

A tankönyvvel való munka akkor lesz hatásos, ha ismerjük és megértjük annak felépítését. Minden téma elején rámutatunk, milyen jelentősége van számotokra az

---

<sup>1</sup> Az ukrán nyelvben a kémiai elemek elnevezése és a nekik megfelelő egyszerű anyagok elnevezése különböző. Így, az említett kémiai elemek elnevezése — Оксиген, Гідроген, a nekik megfelelő egyszerű anyagoké pedig — кисень, водень.

adott tananyag ismeretének, a végén pedig a tananyag összefoglalása található. Az apró betűkkel nyomtatott szövegrész azok számára készült, akik szeretnék bővíteni és elmélyíteni kémiai ismereteiket. A tanulási egységhez tartozó érdekességek, kiegészítő ismeretek a lapszélen vannak kiemelve. A fontosabb meghatározások színesen vannak kiemelve, az új fogalmak, a fontos állítások és a logikailag hangsúlyos szavak — dőlt betűkkel (kurzívval). A laboratóriumi kísérletekhez és gyakorlati munkákhoz tartozó szövegrész színes háttérrel van nyomtatva.

Minden téma után különböző típusú feladatok, gyakorlatok és példák találhatók; ezek rendszerint nehézségi fokozatuknak megfelelő sorrendben követik egymást. A tankönyv végén megtalálható az egyes feladatok és gyakorlatok megoldása, a fontosabb fogalmak kis-szótára és a tárgymutató. Az utóbbi segít megtalálni a tankönyvnek azt az oldalát, ahol említve van az adott fogalom, szakkifejezés, anyag, jelenség stb. Az érdeklődők számára van feltüntetve a pótirodalom és egyes internetes oldalak.

A tankönyvvel való elmélyült munka segít nektek alaposabban megérteni az anyag összetétele, szerkezete és tulajdonságai közötti összefüggéseket, előre jelezni és megmagyarázni a vegyi átalakulásokat.

## ***A kémiai kísérletek***

A gyakorlati munkákhoz gondosan kell felkészülni. Természetesen a kémiai kísérletek végzésekor a nyolcadik osztályban is be kell tartani a munka- és balesetvédelmi szabályokat, amelyek a 7-ikes tankönyvben vannak ismertetve.

A kémia lenyűgöző tudomány. Ti már meggyőződtek arról, hogy tanulni e tudományt azért szükséges, hogy megértsük, hogyan van fel építve a körülöttünk levő világ, milyen törvények szerint fejlődik, hogyan tudjuk alkalmazni a különböző anyagokat, nem téve tönkre a természetet, hanem megvédve és gyarapítva annak végtelen gazdagságát.

Ehhez kívánunk nektek sok sikert!

*A szerzők*

# 1. rész

## **A periódusos törvény. A kémiai elemek periódusos rendszere. Az atom felépítése**

A kémiatudomány gyors fejlődése az utóbbi másfél évszázadban a D. I. Mengyelejev által felfedezett periódusos törvénynek köszönhetően vált lehetségessé. Ez a törvény segített megmagyarázni számos kémiai tényt, előrevetíteni és bizonyítani az anyagok világában észlelt különböző törvényszerűségeket.

E törvény tartalmát az elemek periódusos rendszere tárja fel, amely magába foglalja a róluk szóló ismereteket. A periódusos rendszer pótolhatatlan útmutató és információforrás mindazok számára, akik kémiával foglalkoznak, az anyagok összetételét és átalakulásait tanulmányozzák.

Az atomszerkezet területén elért felfedezések által a periódusos törvény erőteljes elméleti támaszra tett szert. Kiderült, hogy az elem kémiai jellege és az egyszerű anyagok tulajdonságai az atomok elektronhéjának összetételétől függnnek, pontosabban az elektronok számától és energiájuktól, az atom elektronvonzó képességétől.

A periódusos törvényt nem csak a kémikusok használják, hanem a fizikusok, geológusok, biológusok, és más szakmák tudósai, akiknek anyagszerkezeti ismeretekre van szükségük.

# 1

## Történelmi áttekintés a kémiai elemek osztályozásának első próbálkozásairól

E téma tananyaga segít nektek:

- ismeretet szerezni arról, hogyan fejlődtek a kémiai elemről alkotott elképzelések;
- megismerni a kémiai elemek osztályozására tett első kísérleteket.

**A kémiai elemről alkotott elképzelések fejlődése.** Az ógörög filozófusok úgy vélték, hogy minden anyag négy „őselemből”: a tűzből, a levegőből, a vízből és a földből áll. Az ő elképzelésük szerint ezek az „őselemek” az anyagok bizonyos sajátosságainak — a melegnek, a hidegnek, a nedvességnek és a szárazságnak — hordozói. Ilyenek voltak az alkimisták nézetei is.

A „ kémiai elem” kifejezés, amely tartalmát illetően megközelíti a korszerű fogalmat, csupán a XVII. században jelent meg a tudományban. R. Boyle angol kémikus elemnek nevezte azt, ami az anyag bomlásának a határa. Így értelmezte az „elem” szót M. V. Lomonoszov is. Ha abban az időben éltünk volna, akkor azt mondhattuk volna, hogy az elem az atom.

A. L. Lavoisier (e.: lavoázié) francia tudós elemnek az egyszerű anyagot tartotta, mert azt nem lehet felbontani más anyagokra. Azonban ma már tudjuk, hogy számos összetett anyag sem bontható, például a  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , az ózon egyszerű anyag pedig könnyen más egyszerű anyaggá, oxigénné alakul:  $2\text{O}_3 = 3\text{O}_2$ . Nem különböztette meg az elemet és az egyszerű anyagot J. Dalton sem. Később D. I. Mengyelejev így vélte: „Az egyszerű test anyag..., az elemen pedig az egyszerű és összetett testek összetevőit kell érteni”.

A XIX.-XX. század mezsgyéjén a fizikai eredmények hatására a tudósok rájöttek, hogy az atom pozitív töltésű magból, és negatív töltésű elektronokból tevődik össze. Azóta kezdték a kémiai elemet úgy meghatározni, mint meghatározott magtöltéssel rendelkező atomfajtat. Jelenleg, a víz minőségi összetételét jellemezve, közölünk bárki megmondja, hogy ennek az anyagnak a molekulája két fajtájú (+1 és +8 magtöltésű) atomból áll. Más szóval, a víz két elem — a hidrogén és az oxigén vegyülete.

**A kémiai elemek osztályozásának első próbálkozásai.** A kémiatudomány kialakulásának idején a tudósok igyekeztek „rendet csinálni” az akkor ismert több tucat kémiai elem között, megvalósítani azok osztályozását.

Az egyszerű anyagok csoportosítását, amelynek alapján később létrejött a kémiai elemek első osztályozása, A. L. Lavoisier ajánlotta a XVIII. sz. végén. Ő az egyszerű anyagokat fémekre és nemfémekre osztotta. Az ilyen osztályozás nagyon általános és tökéletlen volt. Egyes egyszerű anyagok (például, a grafit, a tellúr) egyes tulajdonságaik alapján a fémekre hasonlítanak, más tulajdonságaik alapján — a nemfémekre. Azonban az egyszerű anyagok, valamint a kémiai elemek felosztása két nagy csoportra a kémia fejlődésében jelentős szerepet játszott.

A fémek és a nemfémek között akadtak nagyon hasonló tulajdonsággal rendelkező anyagok. A tudósok külön csoportokba sorolták őket, nevet adva a csoportnak: alkálifémek, alkáliföldfémek, halogének, nemesgázok.

*Alkálifémek.* Ide tartoznak: a lítium, a nátrium, a kálium, a rubídium, a cézium, a francium. Ezek az anyagok könnyűek, lágyak (1. ábra), olvadáspontjuk alacsony. A kémiai reakciókban az alkálifémek nagyon nagy aktivitást tanúsítanak (2. ábra).

Rendes körülmények között a levegőn gyorsan lépnek kölcsönhatásba az oxigénnel, vízgőzzel. Ezért csak levegőtől elzártan, petróleum alatt tárolhatók (3. ábra), vagy ampullákban,

Érdekes tudnivaló  
A nemesgázokat  
inert gázoknak is  
szokták nevezni.





1. ábra  
A nátriumot késsel  
lehet vágni



2. ábra  
A cézium reakciója  
a vízzel



3. ábra  
Így tárolják  
az alkálifémeket

amelyekből előzőleg kiszivattyúzták a levegőt. Az említett fémek nevüket onnan kapták, hogy vízzel való reakciójuk során lúgok — alkáliák — keletkeznek, vagyis  $\text{MeOH}$  általános képlettel rendelkező vízben oldódó bázisok.

*Alkáliföldfémek.* Nevüket erős bázisképző és kőzetalkotó tulajdonságukról kapták. Ezekhez az anyagokhoz tartoznak a magnézium, a kalcium, a stroncium, a bárium, a rádium.

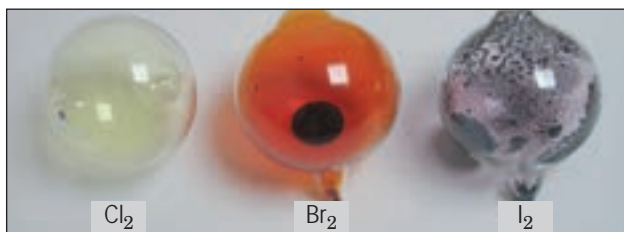
Tulajdonságaikban emlékeztetnek az alkálifémekre, de reakciójuk nem olyan heves. Vízzel való reakciójukban  $\text{Me}(\text{OH})_2$  képletű lúg<sup>1</sup> keletkezik.

*Halogének.* Így nevezik a legaktívabb nemfémeket. Ide tartozik a fluor, a klór, a bróm, a jód. Egyszerű anyagként kétatomos molekulákból tevődnek össze:  $\text{F}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{I}_2$ . Szobahőmérsékleten a fluor és a klór — gáz, a bróm — cseppfolyós anyag, a jód — szilárd anyag (4. ábra). A halogének és más nemfémek között a legaktívabb a fluor.

A halogének reagálnak a hidrogénnel, miközben a  $\text{HF}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HI}$  képletű vegyületek keletkeznek. Ezek a vegyületek rendes körülmények között vízben jól oldódó gázok. A halogének számos fémmel kölcsönhatásba lépnek. Az ilyen reakciók termékei a sók. Ezért a „halogének” elnevezés a görög „halos” szóból ered, ami sót

<sup>1</sup> A magnézium-hidroxid nem tartozik a lúgokhoz.

4. ábra  
Klór, bróm, jód



jelent (számotokra ismert vegyület a nátrium és a klór vegyülete — a NaCl, vagyis a konyhasó).

*Nemesgázok.* Ezeket az egyszerű anyagokat a XIX. sz. második felében fedezték fel. Azért kapták nevüket, mert nem léptek kölcsönhatásba más anyagokkal. A nemesgázokhoz tartoznak a hélium, a neon, az argon, a kripton, a xenon, a radon. Ezek az anyagok nem molekulákból állnak, mint a többi gáz, hanem atomokból.

Érdekes tudnivaló  
A hélium létezését először a Napban fedezték fel, később, 13 év múlva, a Föld légkörében is megtalálták.

A kémiai elemeknek, amelyektől az említett egyszerű anyagok származnak, ugyanolyan általános elnevezésük van: alkáli elemek, alkáliföldfém elemek, halogének, nemesgázok

A XIX. század 20-as éveinek végén J. W. Döbereiner (ejtsd: döbrejner) német tudós a hasonló elemek egy részét hármass csoportokra, *triádokra* osztotta:

**Li, Na, K            Ca, Sr, Ba            S, Se, Te**  
**Cl, Br, I            Fe, Co, Ni**

Az első triádba az alkáli elemek kerültek, a másodikba — az alkáliföldfém elemei, a negyedikbe — a halogének. Az elemeket a triádokban a relatív atomtömegük növekedése sorrendjében való elhelyezése során Döbereiner érdekes törvényszerűséget észlelt: a triád középső elemének atomtömege a két másik elem relatív atomtömegeinek számtani közepe volt. Nézzük meg ezt az első triád példáján:

$$\frac{A_r(\text{Li}) + A_r(\text{K})}{2} = \frac{7 + 39}{2} = 23 = A_r(\text{Na}).$$

Azonkívül, az egyszerű anyag és az anyagot alkotó elem vegyületeinek tulajdonságai „köz-

tesnek” nyilvánultak a két szomszédos elem egyszerű anyagainak, valamint vegyületeinek tulajdonságaival összehasonlítva.

A többi elemből triádokat kialakítani Döbereinernek nem sikerült.

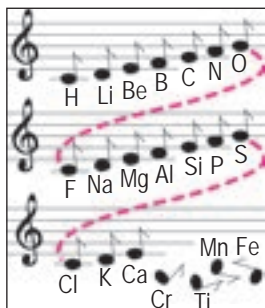
1865-ben J. A. R. Newlands (ejtsd: njúlendsz) angol tudós az akkor ismert kémiai elemeket sorba rendezte a relatív atomtömegük növekedése szerint:

**H Li Be B C N O F Na Mg Al Si P S Cl K Ca Cr Ti Mn Fe ...**

Azt vette észre, hogy sok esetben minden elem hasonlít a tőle nyolcadik helyen lévő elemre. Hasonlók voltak a megfelelő egyszerű anyagok tulajdonságai is. Érdekes, hogy ilyen sajátossággal a zenei hangsor rendelkezik: mindegyik első és nyolcadik hangjegynek egyforma elnevezése és hasonló (csak magasságban különböző) hangzása van.

► Keressétek meg a felírt sorban azokat az elemeket, amelyek hasonlítanak a káliumra.

A Newlands által felfedezett törvényszerűséget oktáv- szabálynak nevezték el. Ez a szabály érvényes volt az elemek kezdő soraiban, de a további elemeknél érvénytelenné vált (5. ábra). Például, a mangán egyáltalán nem hasonlít a foszforhoz, a vas pedig a kénhez. A 8-as számnak, amint arról a kémia története tanúskodik, megmagyarázhatatlan mágikus jelentősége volt. Az atom szerkezetének kiderítésével már tudományos magyarázatot kapott ennek az oka is (5., 6. §).



5. ábra  
A kémiai elemek  
„oktávjai”

A kémiai elemek osztályozására sikeresebb kísérletet tett 1862-ben L. Meyer (ejtsd: mejer) német kémikus. Olyan táblázatot javasolt, amelyben az elemeket relatív atomtömegük növekedése szerint helyezte el (1. táblázat). A táblázatának oszlopaiban az egyforma vegyértékekkel rendelkező elemek foglaltak helyet. A tudós táblázatába 28 kémiai elemet helyezett, azaz sokkal kevesebbet, mint amennyi elem ismert volt abban az időben.

1. táblázat

### L. Meyer-féle kémiai elemek táblázata\*

V e g y é r t é k					
IV	III	II	I	I	II
...	...	...	...	Li 7,03	(Be 9,3?)
C 12,0	N 14,04	O 16,00	Fl 19,0	Na 23,05	Mg 24,0
Si 28,5	P 31,0	S 32,07	Cl 35,46	K 39,13	Ca 40,0
...	As 75,0	Se 78,8	Br 79,97	Rb 85,4	Sr 87,6
Sn 117,6	Sb 120,6	Te 128,3	I 126,8	Cs 133,0	Ba 137,1
Pb 207,0	Bi 208,0	...	...	(Tl 204?)	...

\* A táblázatban L. Meyer által meghatározott relatív atomtömegek szerepelnek.

A fent említett tudósok kémiai elemek osztályozására tett kísérletei megteremtették az előfeltételeket a periodikus törvény felfedezéséhez, ami D. I. Mengyelejev nevéhez fűződik.

## ÖSSZEFOGLALÁS

**A tudomány fejlődésével változtak a kémiai elemről alkotott elképzelések. Korábban a vegyészek nem különböztették meg a kémiai elemet az egyszerű anyagtól. Csoportosítottak néhány ismert hasonló jellegű egyszerű anyagot; köztük — az alkálifémeket, a halogéneket, a nemesgázokat.**

**A kémiai elemek osztályozásának első kísérletei az ismert elemeknek csupán egy részét érintették, hiányosak voltak és nem volt komoly tudományos megalapozottságuk.**



1. Mit tartottak korábban kémiai elemnek és hogyan határozzuk meg e fogalmat napjainkban?
2. Válasszátok ki azokat az ismertetőjeleket, amelyeket A. L. Lavoisier, J. W. Döbereiner, J. A. R. Newlands és L. Meyer az egyszerű anyagok és kémiai elemek osztályozására használt fel: az egyszerű anyagok tulajdonságai, az elemek elterjedtsége a természetben, a jellemző vegyületek összetétele, a relatív atomtömegek értékei, az elemek vegyértéke.
3. Jellemezzétek a Döbereiner összes triádjába tartozó elemek elhelyezkedését a periódusos rendszerben.
4. Hasonlítsátok össze a bróm relatív atomtömegét a klór és a jód relatív atomtömegeinek félösszegével.
5. Hasonlítsátok össze J. A. R. Newlands elemSORÁT a D. I. Mengyelejev-féle periódusos rendszerben található sorrenddel és keressétek meg az eltéréseket.

---

## 2

### A periódusos törvény

---

E téma tananyaga segít nektek:

- ismeretet szerezni a kémiai elemek soráról és annak törvényszerűségéről;
- értelmezni a periódusos törvényt.

A kémiai elemek osztályozásának problémája felé a XIX. sz. 60-as éveiben fordult D. I. Mengyelejev (6. ábra). Ő azokat a törvényszerűségeket és összefüggéseket kutatta, amelyek az összes kémiai elemre kiterjednek, nemcsak egy részükre.

Mengyelejev az elem legfontosabb jellemzőjének atomja tömegét tartotta. Az akkor ismert 63 elemet, amint elődei is (Newlands, Meyer),



6. ábra

D. I. Mengyelejev  
a XIX. sz. közepén

relatív atomtömegük növekedése szerint helyezte el. Vizsgáljuk meg ennek a sornak<sup>1</sup> a kezdetét (a héliumot és a neont csak később fedezték fel, ezért nincs a sorban).

H	Li	Be	B	C	N	O	F	Na	Mg	Al	...
1	7	9	11	12	14	16	19	23	24	27	

A sor nemfémes elemmel, a hidrogénnel kezdődik, amelynek atomja a legkisebb tömegű volt. Utána fémes elemek helyezkednek el: a lítium és a berillium, azután nemfémes elemek a börtől a fluorig, tovább ismét fémes elemek és így tovább. Amint látjuk, az elemek jellege a sorban periodikusan (szabályos rendszerességgel) ismétlődnek. Mengyelejev felosztotta az összeállított sort több szakaszra (ezek az általatok ismert periódusok). Mindegyik „szakasz” jellegzetes fémes elemmel kezdődött (alkáli-fémmel) és tipikus nemfémes elemmel (halogénnel) zárult:

<b>Li</b>	<b>Be</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>N</b>	<b>O</b>	<b>F</b>
<b>Na</b>	<b>Mg</b>	<b>Al</b>	<b>Si</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>Cl</b>

A tudós észrevette, hogy a szakaszokban az elemek jellege, egyszerű anyagaik tulajdonságai,

---

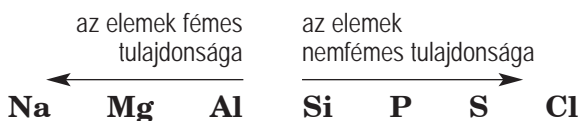
<sup>1</sup> Az elemek vegyjele alatt az elem relatív molekulatömegének kerekített értéke van feltüntetve.

valamint analóg vegyületeik összetétele és tulajdonságai fokozatosan változnak és szabályos rendszerességgel megismétlődnek:

Na I Na <sub>2</sub> O NaOH	Mg II MgO Mg(OH) <sub>2</sub>	Al III Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Al(OH) <sub>3</sub>	Si IV SiO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	P V P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	S VI SO <sub>3</sub> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Cl VII Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub> HClO <sub>4</sub>
--------------------------------------	--	--	---	---	--	--

Győződjünk meg erről, és vizsgáljunk meg egy elemsort (az elemek vegyjele alatt fel van tüntetve az elem vegyértékének maximális értéke, legmagasabb oxidja, oxidjának hidrátja — az elem jellegének megfelelően bázisként vagy savként).

A kiválasztott szakaszban az első helyen egy alkálifém, a nátrium foglal helyet. Ez az elem egy-vegyértékű, nagyon aktív fémet — nátriumot, bázisképző oxidot — Na<sub>2</sub>O és lúgot — NaOH alkot. A nátrium után a két-vegyértékű magnézium áll, amelyiktől kisebb kémiai aktivitású anyagok származnak — a fémes magnézium, a MgO bázisképző oxid és a Mg(OH)<sub>2</sub> alig oldódó bázis. A következő a három vegyértékű alumínium, melynek oxidja és hidroxidja egyes kémiai tulajdonságokban különbözik a magnézium analóg vegyületeitől. A következő elemek: a szilícium, a foszfor, a kén és a klór — nemfémek. Ezek maximális vegyértékei 4-től 7-ig növekednek. A megfelelő nemfémek, illetve az elemek legmagasabb oxidjainak megfelelő savak kémiai aktivitása fokozódik. Közöttük a legaktívabb a klór és a legmagasabb oxidjának megfelelő perklórsav.



Az említett tények lehetőséget adnak az alábbi következtetésre: mindegyik fragmentumban

az elemek fémes jellege jobbról balra fokozódik, a nemfémes jellege pedig — balról jobbra.

D. I. Mengyelejev az atomtömegek növekedése szerint összeállított elemsort természetes sornak nevezte, vagyis olyannak, amely az embertől függetlenül létezik a természetben.

Az elemek természetes sorában talált törvényszerűségek elvezettek a periódusos törvény, illetve a periodicitás törvényének felfedezéséhez 1869-ben. Ezt a törvényszerűséget a következőképpen fogalmazta meg: *a kémiai elemek és az általuk alkotott egyszerű és összetett anyagok tulajdonságai periodikusan függenek az atomtömegek értékétől.*

A periodicitás a kémiában az elemek kémiai jellegének, atomszerkezetük különlegességének, összetételük, az anyagok szerkezetének és tulajdonságainak ismétlődése (de nem másolata) bizonyos számú elem után az elemek természetes sorában.

Mengyelejev idejében a tudomány fejlődési szintje nem volt elég magas. Ezért a tudósnak nem sikerült feltárni a periodicitás okát. Ő azonban hitt abban, hogy ez idővel okvetlenül bekövetkezik.

Mengyelejev nem szorítkozott arra a tényanyagra, amellyel a kémia tudománya abban a korban rendelkezett. Abban az esetben, amikor az elem a természetes sor általános törvényszerűségétől eltért, ő azt ajánlotta a kémikusoknak, hogy vizsgálják felül atomtömegének értékét. A tudós merész jóslatokat is megkockáztatott az addig még fel nem fedezett elemekkel kapcsolatban. Előre megadta várható relatív atomtömeget, sőt fizikai és kémiai tulajdonságaikat is, vegyületeik előfordulását a természetben stb.

**A törvény korszerű megfogalmazása.** Mengyelejev, akárcsak a kortársai, nem ismerték az atom szerkezetét. Viszont meg volt győződve arról, hogy az elemek kémiai jellege változásainak, tulajdonságainak periodicitása az atomok szerkezetében rejtőzik. Mengyelejev megértette, hogy a periódusos törvény magyarázatához mélyebb ismeretekre van szükség.



Az atom elektronszerkezetének felfedezése vezette rá a tudósokat arra a felismerésre, hogy az egyes elemek alapvető jellemzője az atommag töltése, nem pedig az atom tömege.

Ezért a periódusos törvény korszerű meghatározása így hangzik:

**A kémiai elemek és az egyszerű anyagok tulajdonságai, valamint az általuk alkotott vegyületek összetétele és tulajdonságai periodikusan függenek az atommagok töltésének értékeitől.**

A periódusos törvény egyike a természet alapvető törvényeinek. Ez a törvény feltárja a kémiai elemek egységét és a közöttük levő kölcsönös kapcsolatot. A kémiát tanulmányozva gyakran fordultok majd ehhez a törvényhez, új tényeket találtok, amelyek alátámasztják e törvényt, és felhasználva azt, előre látjátok majd az egyszerű és összetett anyagok kémiai tulajdonságait, kémiai átalakulásaik valószínűségét.

#### ÖSSZEFOGLALÁS

**A kémiai elemeket a relatív atomtömegeik növekedése szerint sorba helyezve el, D. I. Mengyelejev felfedezte a periódusos törvényt. A tudós így fogalmazta meg e törvényt: a kémiai elemek és egyszerű anyagok tulajdonságai, valamint vegyületeik összetétele és tulajdonságai periodikusan függenek atomtömegeik értékeitől.**

**A periódusos törvény egyike a természet alapvető törvényeinek. E törvény a kémiai tudomány alapja — fundamentuma.**



6. A kémiai elemek természetes sora azon szakaszában, amely lítiummal kezdődik és fluorral végződik, mutass rá az egyes elemek kémiai jellegére és egyszerű anyagának típusára. Melyik fém és mely nemfém a legaktívabb a kémiai reakciókban?
7. Hogyan értelmezték a „periodicitás” szót? A természetben milyen változásokat lehet jellemezni ezzel a szóval?

Hasonlítsátok össze a „folytonosság”, „fokozatosság” szavakkal.

8. Periodikus vagy fokozatos az elemek vegyértékei maximális értékének változása az elemek természetes sorában? Válaszokat igazoljátok példákkal.
9. Mutassatok rá a periódusos törvény korszerű megfogalmazás szerinti és a Mengyelejev általi meghatározás közötti különbségre.

---

## 3 A kémiai elemek periódusos rendszere

---

E téma tananyaga segít nektek:

- újabb ismeretet szerezni a periódusos rendszer szerkezetéről;
- alkalmazni a periódusos rendszer rövid és hosszú formáját.

**A periódusos rendszer a kémiai elemek ismeretének forrása.** Azután, hogy D. I. Mengyelejev szakaszokra osztotta a kémiai elemek természetes sorát, a második szakaszt az első alá helyezte, a harmadikat — a második alá és így tovább. Táblázat alakult ki, amelynek oszlopaiba hasonló tulajdonságú elemek kerültek: alkálifémek, alkáliföldfémek, halogének stb. Így jött létre a kémiai elemek periódusos rendszere.

A kémiai elemek periódusos rendszere az iskolai kémiai szaktantermek nélkülözhetetlen kelléke. E táblázatot minden kémiatankönyvben megtalálhatjuk. A periódusos rendszert állandóan használják a tanulók, egyetemi hallgatók, tanárok, tudományos kutatók, mivel megtalálhatók benne a kémiai elemekről szóló legfontosabb információk. Az elem rendszertani helye alapján ki lehet deríteni atomjának összetételét, szerkezetét, megjósolni az egyszerű anyag és az általa alkotott vegyületek kémiai tulajdonságait.

A periódusos rendszernek táblázatos alakja van. Ezért e rendszert a *periódusos törvény*

*táblázatba foglalt alakjának*<sup>1</sup> nevezik. A rendszernek két alapvető változata van — a rövid (I. előzék) és a hosszú (Melléklet) forma.

Már ismeretes számotokra, hogy a periódusos táblázat egy-egy cellája a következő információt tartalmazza:

- az elem vegyjele;
- rendszáma;
- az elem neve;
- az egyszerű anyag elnevezése, ha az eltér az elem elnevezésétől.

A rövid formájú táblázatban meg van adva az elem relatív atomtömegének értéke, valamint információ található az elem atomjának elektronszerkezetéről is.

**A periódusos rendszer szerkezete.** A periódusos rendszer periódusokból és csoportokból áll.

## **A periódus az elemek természetes sorának szakasza, amely alkáli elemmel kezdődik<sup>2</sup> és nemesgázzal végződik.**

A periódusos rendszer minden egyes változatának hét periódusa van. A hosszú változatban a periódus a rendszer egy sorát foglalja el, a rövidben pedig egy vagy két szomszédos sorát.

Az első periódust (2 elemet tartalmaz), a másodikat és a harmadikat (8-8 elemet tartalmaznak) rövid periódusoknak nevezik, a negyediket, az ötödiket, a hatodikat és a hetediket — hosszú periódusnak.

A periódusokat arab számokkal számozzák.

## **A csoport az elemek oszlopa a periódusos rendszer rövid változatában, vagy két oszlopa a hosszú változatban.**

A periódusos rendszerben nyolc csoport található. A csoportokat római számokkal szokás számozni.

Mindegyik csoport két alcsoportból tevődik össze: *főcsoportból és mellékcsoportból*. A főcso-

---

<sup>1</sup> A periódusos rendszer angol neve – periodic table.

<sup>2</sup> Az első periódust a hidrogén kezdi.

portokat a periódusos rendszerben „a” betűvel jelölik, a mellékcsoportokat „b” betűvel. A periódusos táblázat rövid formájában a főcsoportok elemeinek vegyjelei a cella középpontjától bal felé vannak eltolva, a mellékcsoportok elemeinek vegyjelei — jobbra. Fel lehet ismerni az alcsoportokat színük alapján is: a főcsoportok elemeinek cellái rózsaszínűek vagy sárgák, a mellékcsoportok elemeinek cellái pedig kékek vagy zöldek (lásd a könyv előzékét, illetve a Mellékletet).

### 7. ábra

A periódusok, a csoportok és az alcsoportok a periódusos rendszer hosszú (a) és rövid (b) változataiban

Főcsoportok  
Mellékcsoportok

Csoportok	Ia	IIa	IIIb	IVb	Ib	IIb	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	VIIIa
Periódusok												
1	H											He
2	Li	Be					B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg					Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr

a

Főcsoportok

Csoportok	a I b	a II b	a III b	a IV b
Periódusok				
1	H			
2	Li	Be	B	C
3	Na	Mg	Al	Si
4	K	Ca	Sc	Ti
	Cu	Zn	Ga	Ge

Mellékcsoportok

b

- Nevezzétek meg az I. és a IV. csoportok elemeit, amelyek az a) főcsoportokhoz; b) mellékcsoportokhoz tartoznak.

*A periódusos rendszer rövid és hosszú változatainak alsó részében van két különálló sor, amelyek*

*mindegyike 14 elemet tartalmaz. A felső sorban a „lantanoidák”-nak nevezett elemek (vagyis a lantanhoz hasonló) helyezkednek el, az alsó sorban pedig az „aktinoidák” (az aktíniumhoz hasonló). Ezen elemek zömét a XX. században fedezték fel. Ezek az elemek természetes sorának részét képezik és a III. csoport mellékcsoportjába tartoznak. A lantanoidák a 6. periódus elemei, az aktinoidák a 7. periódus elemei. A célszerűség kedvéért vitték ki ezeket az elemeket a periódusos rendszer alapvető mezőjéből.*

Ismerve az elem helyét a periódusos rendszerben, különböző előrejelzéseket tehetünk. Az egyik közülük az elem kémiai jellegére vonatkozik. A 7. osztályban megtudtátok, hogy a rendszer hosszú változatában van egy szaggatott vonal, mely a bórtól az asztáciumig terjed. E vonaltól balra a fémes elemek helyezkednek el, jobbra pedig a nemfémes elemek. Egyes elemek, amelyek e vonal közelében helyezkednek el (Ge, Sb, Po), olyan egyszerű anyagokat alkotnak, amelyek bizonyos tulajdonságaikban a fémekre emlékeztetnek, más tulajdonságaikban pedig a nemfémekre. A főcsoportokban mind fémes, mind nemfémes elemek vannak, a mellékcsoportokban pedig csupán fémes elemek<sup>1</sup>.

► Milyen típusú elemek vannak az  $Ia$ ,  $Ib$ ,  $IVa$ ,  $IVb$  alcsoportokban?

A legjobban hasonlók egymáshoz az alcsoportok elemei. A főcsoportok és a mellékcsoportok elemei között gyakran lényeges különbségek vannak.

## ÖSSZEFOGLALÁS

**A kémiai elemek periódusos rendszere a periódusos törvény táblázatos kifejezése.**

A periódusos táblázat rövid és hosszú formája egyaránt periódusokból és csoportokból (fő- és mellékcsoportokból) áll.

A periódus az elemek természetes sorának részlete, amelyik az alkáli fémekkel kezdődik és a nemesgázok zárják. A csoport a periódusos rendszer rövid változatában az elemek egy függőleges oszlopa, vagy a hosszú változatában az elemek két oszlopa. A csoportokban (alcsoportokban) hasonló tulajdonságú elemek helyezkednek el.

A periódusos rendszer hosszú változatában egy szaggatott vonal a táblázatot két részre osztja. Ettől a vonaltól balra a fémek helyezkednek el, jobbra pedig a nemfémek elemek.



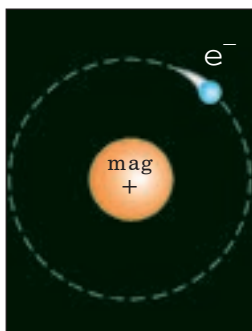
10. Mit nevezünk a kémiai elemek periódusának és csoportjának?
11. Hány periódus létezik a periódusos rendszerben? Hasonlítsátok össze őket az elemek száma szerint.
12. Hány csoport van a periódusos rendszerben? Hány alcsoportja van mindegyik csoportnak? Hogyan nevezik és különböztetik meg őket?
13. A periódusos rendszer melyik csoportja tartalmazza a legtöbb elemet? Számbelileg mennyit?
14. Milyen információt ad nekünk a táblázat a 9-es rendszám alatt található elemről?
15. Töltsétek ki a táblázatot:

Kémiai elem		Rendszám	Helye a periódusos rendszerben		
vegyjel	név		periódus	csoport	alcsoport
C					
			4	V	a
		26			

16. Nevezzétek meg azokat az elemeket, amelyek elhelyezkedése a periódusos rendszerben:
  - a) 2. periódus, V. csoport;
  - b) 5. periódus, IV. főcsoport;



8. ábra  
A hidrogénatom  
modellje



► Határozzátok meg a hidrogén- és a szénatom magtöltését és az elektronjainak számát!

Az atom szerkezetének további vizsgálata a XX. század elején azt mutatta, hogy a magban kétféle részecsketípus van jelen: a protonok<sup>1</sup> és a neutronok<sup>2</sup>. Az atommagban található elemi részecskéket nukleonoknak<sup>3</sup> nevezzük.

A protonnak ugyanolyan értékű töltése van, mint az elektronnak, de pozitív: +1. A protonok száma meghatározza az atommag töltését; ez a szám megegyezik az elektronok számával. A neutron töltés nélküli részecske. A proton jelölése  $p^+$ , a neutroné  $n^0$ .

Tehát az atomban egymás mellett három típusú részecskék léteznek: pozitív töltésű, negatív töltésű, valamint azok, amelyeknek nincs töltésük (1. vázlat).

Az elektronok az atommaghoz az úgynevezett elektrosztatikus erővel vonzódnak, de nem esnek rá, mivel nagy sebességgel mozognak. A protonok és a neutronok együtt vannak a magban a különleges „magerők” hatására. Ezeknek az erőknek a természetét még nem sikerült kideríteni.

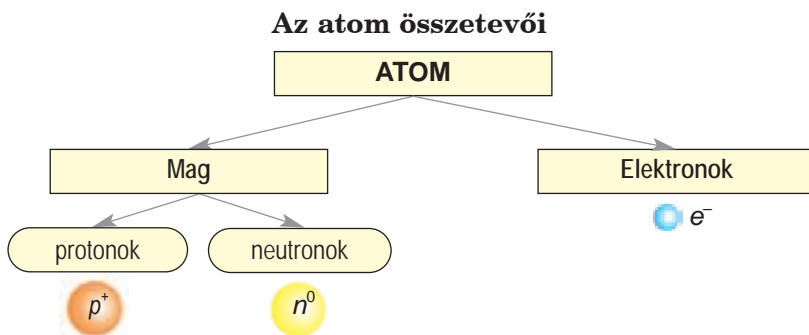
---

<sup>1</sup> A szakkifejezés a görög „protos” szóból ered, jelentése — első, legegyszerűbb.

<sup>2</sup> A szakkifejezés a latin „neutral” szóból ered, jelentése — se nem ez és se nem az, vagyis semleges.

<sup>3</sup> A szakkifejezés a latin „nucleus” szóból ered, jelentése — mag.





Az atom szerkezetét alkotó részecskék jellemzésére, mint magukra az atomokra is, nem abszolút, hanem relatív tömegeket használnak. A proton és a neutron tömegei körülbelül megegyeznek és majdnem 2000-szer nagyobbak az elektron tömegénél. A proton és neutron relatív tömegeinek értékei eggyel egyenlők.

**A protonszám és a nukleonszám.** A protonok számát az atomban protonszámnak (magtöltésszámnak) nevezik. E számot az elem vegyjelétől balra alsó indexszel jelölik:  ${}_4\text{Be}$ .

- A fluor és nátrium elemnek milyen a protonszám értéke?

Az atomszerkezet ismerete alapján így határozható meg a kémiai elem:

## A kémiai elem — meghatározott protonszámú atomfajta.

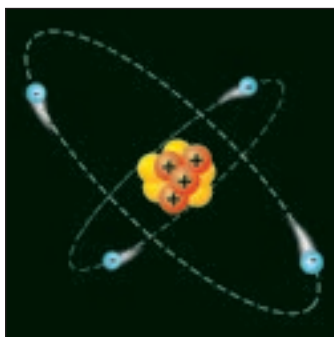
Az atomban a protonok és neutronok együttes számát nukleonszámnak (tömegszámnak) nevezik. E számot  $A$  betűvel jelölik:

$$A = N(p^+) + N(n^0),$$

értékét pedig az elem vegyjelétől balra felső indexként írják fel:  ${}^9\text{Be}$ .

A neutronok száma egyenlő a nukleonszám (tömegszám) és a protonszám különbségével.

9. ábra  
A berillium  
atomjának  
modellje



Ezen részecskékből a berilliumatomban  $9 - 4 = 5$  van (9. ábra).

- ▶ Határozzátok meg a protonok, a neutronok és az elektronok számát a fluor és a nátrium atomjaiban!

**Nukleonszám**  
→  ${}^9\text{Be}$   
→  ${}^4\text{Be}$   
**Protonszám**

Létezik húsz olyan elem, amelyek minden egyes atomjának egyforma nukleonszáma van (ezek majdnem egybeesnek a periódusos rendszerben található relatív atomtömegekkel):

**Be, F, Na, Al, P, Sc, Mn, Co, As, Y, Nb,  
Rh, I, Cs, Pr, Tb, Ho, Tm, Au, Bi.**

A többi elem atomjai eltérő neutronszámmal rendelkeznek. Ezek az atomok különböznek egymástól nukleonszámaikban, tehát atomtömegükben is.

Összegezzük a fent említetteket és írjuk fel a megfelelő matematikai kifejezéseket.

- Mivel az atom elektromosan semleges, ez azt jelenti, hogy egyforma mennyiségű protont és elektront tartalmaz; számuk egyenlő az elem rendszámával:

$$N(p^+) = N(e^-) = Z.$$

a protonok      az elektronok      az elem  
száma              száma              rendszáma

- A neutronok száma bármelyik atomban a nukleonszám és a protonok számának, vagy

**20 elem  
számára**  
 $A \approx A_r$

az elem rendszámának különbségével egyenlő:

$$N(n^0) = A - N(p^+).$$

a neutronok száma      nukleonszám      a protonok száma

A neutronok számát a fent említett húsz elem atomjaiban a relatív atomtömegek értékét felhasználva lehet kiszámítani:

$$N(n^0) = A_r - N(p^+).$$

a neutronok száma      relatív atomtömeg      a protonok száma

## ÖSSZEFOGLALÁS

**Az atom magból és elektronokból áll. Az atommag töltése pozitív; az itt található elemi részecskék a protonok és a neutronok, itt összpontosul az atom tömegének majdnem egésze. A protonok és elektronok száma az atomban azonos és megegyezik az elem rendszámával. A neutronok száma az atomban egyenlő a nukleonszám és a protonszám különbségével.**

?

20. Milyen elemi részecskékből tevődik össze az atom? Miben különböznek? Milyen az atommag összetétele?
21. Milyen részecskékből van azonos mennyiség bármilyen atomban?
22. Léteznek-e olyan elemek, amelyek atomjaiban nincsenek:
  - a) protonok;
  - b) elektronok;
  - c) neutronok?
23. Írjátok fel a mangán, az arany és a bizmut vegyjelét, feltüntetve a megfelelő protonszámokat és nukleonszámokat.
24. Tüntessétek fel azt az elemet, amelyik atomjának legtöbb az elektronja: Si, B, N, Cl.
25. Keressétek meg a felsorolásban azt az elemet, melynek atomja a legkevesebb protont tartalmazza: C, Mg, K, Ar.

26. Töltsétek be a táblázat üres kockáit!

Kémiai elem				Elemi részecskék száma az atomban		
név	vegyjel	rendszám	nukleon-szám	protonok	elektronok	neutronok
Cézium						
					13	
		27				

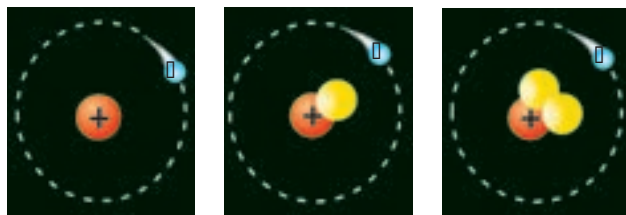
27. Tüntessétek fel azt az elemet, melynek atomja a legtöbb neutron tartalmazza: Sc, As, Mn.
28. Melyik elem atomja tartalmaz 24 neutront és 42 más elemi részecskét?

## ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA

### Izotópok

Egy elem atomjai mindig egyenlő számú protont és elektront tartalmaznak, de nem mindig egyenlő számú neutron<sup>1</sup>. Ezeket az atomfajtákat izotópoknak nevezzük.

A természetben a legtöbb az olyan hidrogénatom, amelynek magja mindössze egy protonból áll. Néhány ezer ilyen atomra jut egy olyan, amelynek magja a protonon kívül neutron is tartalmaz. 1934-ben a fizikusoknak sikerült a laboratóriumban olyan hidrogénatomot előállítani, amely magjában két neutron is található. Vagyis a hidrogénatomnak három izotópja is ismeretes: két természetes és egy mesterségesen előállított (10. ábra). A hidrogénizotópok nukleonszámai: 1, 2 és 3, megnevezésük — ebben a sorrendben — prócium, deutérium és trícium<sup>2</sup>.



10. ábra  
A hidrogén  
izotópjainak  
modelljei

<sup>1</sup> A felsorolt elemek atomjai teljesen egyformák.

<sup>2</sup> Az izotópok megnevezése megegyezik a megfelelő elem nevével.

Az izotópot az elemek vegyjelével vagy elnevezésével jelöljük a nukleon-szám feltüntetésével:  $^1\text{H}$ ,  $^2\text{H}$ ,  $^3\text{H}$ , klór-35, klór-37. Használják az izotópok teljes jelölését is:  $^1_1\text{H}$ ,  $^2_1\text{H}$ ,  $^3_1\text{H}$ ,  $^{35}_{17}\text{Cl}$ ,  $^{37}_{17}\text{Cl}$  (az alsó index az elem rendszáma).

Ha a kémiai elem néhány izotóppal rendelkezik, akkor az elem relatív atomtömegét a természetben található izotópatomok relatív atomtömegeinek átlagával határozzák meg. Így például, a  $^{35}\text{Cl}$ -atom a természetben található klóratomok 75,53%-a, a  $^{37}\text{Cl}$  — 24,47%. A klór relatív atomtömege a következőképpen számítható ki:

$$A_r(\text{Cl}) = 0,7553 \cdot 35 + 0,2447 \cdot 37 \approx 35,5.$$

Egyes kémiai elem izotópjait tudományos vizsgálatokhoz használják, alkalmazzák még az orvosi gyakorlatban, az atomerőművekben.

## 5

### Az atom korszerű modellje

A téma tananyaga segít nektek:

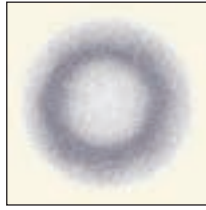
- megérteni, mi az atompálya (orbitál), elektronhéj és alhéj;
- megismerni az elektronpályák alakjait és térbeli elhelyezkedésüket;
- meghatározni az elektronok maximális mennyiségét az elektronhéjakon és alhéjakon.

**Az atompályák.** Az elektronok tanulmányozásának a XX. században elért eredményei arról tanúskodnak, hogy ezek a részecskék különböznek a közönséges fizikai testektől. Pontosán meghatározni az elektron mozgáspályáját nem lehet. Az elektron az atom bármelyik pontjában előfordulhat (11. ábra).

**Az atommag körül azt a térrészt, ahol az elektronok mozgásuk közben a legnagyobb valószínűséggel találhatók meg, atompályának nevezzük.**

**11. ábra**

Az elektron „tartózkodási helye” a hidrogénatomban



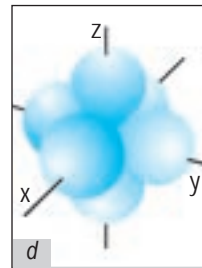
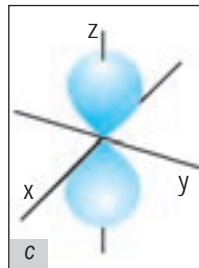
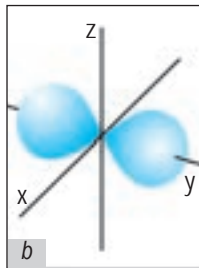
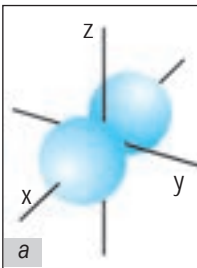
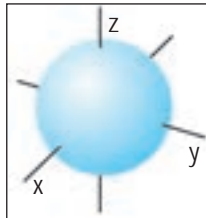
Az atompályán az elektronok nagy sebességgel mozognak, így egy mikroszkopikus „elektronfelhőt” alkotnak, ahol egyenletesen oszlik el az elektronok negatív töltése.

Az atomi elektronpályáknak többféle alakja<sup>1</sup> lehet.

Legegyszerűbb közöttük a *gömb alakú* (12. ábra), ami gömbszimmetrikus, mivel a középpontjában helyezkedik el az atommag. Az ilyen atomi elektronpályát (orbitált) *s* betűvel jelölik, az ott tartózkodó elektront – *s*-elektronnak nevezik. Az atomi elektronpálya lehet *súlyzó*

**12. ábra**

Gömb alakú elektronpálya (*s*-orbitál)



**13. ábra**

Súlyzó alakú elektronpályák (*p*-orbitálok);  
*a, b, c* — különböző térbeli elhelyezkedésű *p*-orbitálok;  
*d* — három *p*-orbitál egy atomban.

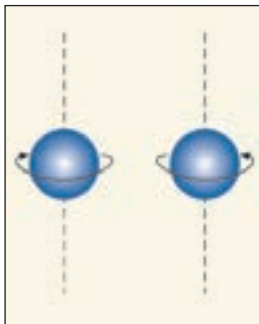
<sup>1</sup> Az elektronpályák alakját számítások segítségével állapították meg.

alakú (13. ábra). Ez a tengelyszimmetrikus  $p$ -orbitál. Az ilyen elektronpályák a térben az  $x, y, z$  tengelyek mentén helyezkednek el, ezért  $p_x, p_y, p_z$  pályaként jelölik őket. Itt tartózkodnak a  $p$ -elektronok.

Az  $s$ - és  $p$ -elektronpályán kívül van még  $d$ - és  $f$ -orbitál is, melyek felépítése és térbeli elhelyezkedése bonyolultabb.

Az orbitált egyszerűen kis négyzettel (cellával) jelöljük  $\square$ , benne az elektront nyíllal:  $\square \uparrow$ .

Minden elektronpályán maximum két elektron tartózkodhat. Ez a két elektron olyan jellemzővel különbözik egymástól, amelyet spin<sup>1</sup>-nek neveznek. E jellemzőt leegyszerűsítve úgy értelmezik, mint az elektron forgását saját tengelye körül. Az egyik elektron a tengely körül az óramutató járásával megegyező irányban forog, a másik az óramutató mozgásával ellentétes irányban, azaz ellentétes spinje van (14. ábra). Ezeket az elektronokat az elektronpályát jelölő cellában ellentétes irányú nyilakkal ábrázolják  $\square \uparrow \downarrow$ :



14. ábra  
Különböző  
spinnel  
rendelkező  
elektronok

Telített elektronpálya az, amely két elektront tartalmaz. Ha az atompályán egy elektron van, ezt az elektront *párosítatlan elektronnak* nevezik, ha pedig kettő — *párosított elektronnak*.

**Az energiaszintek.** Az elektron legfontosabb jellemzője az energiája, amelyet elég pontosan

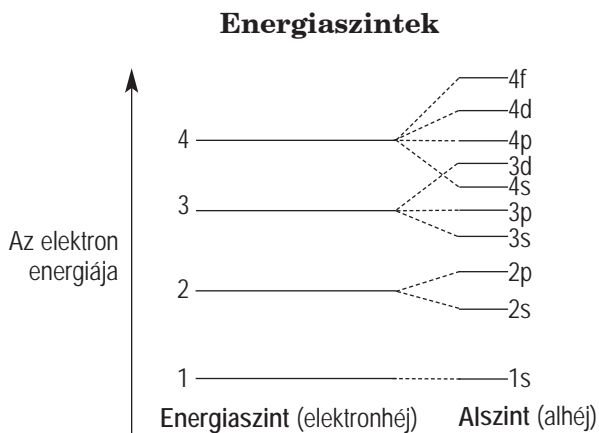
<sup>1</sup> A szakkifejezés az angol „spin” szóból ered, jelentése: forogni, keringeni.

san meg lehet határozni. Az olyan elektronoknak, melyek az atomban egy vagy azonos alakú és méretű több orbitált foglalnak el, egyforma energiájuk van.

**Minél tömörebb az atompálya és minél közelebb tartózkodik az elektron a maghoz, annál kisebb az energiája.**

Az atom korszerű modellje figyelembe veszi az elektronok energiáját. Benne ezek a részecskék az úgynevezett energiaszintek szerint vannak elosztva (2. séma). Minden energiaszintet egyforma vagy nagyon közeli energiájú elektronok töltenek be. Az első szint elektronjainak van a legkisebb energiájuk; ezek vannak a legközelebb az atommaghoz. A második szintet magasabb energiájú elektronok foglalják el, a harmadikat még magasabb energiájú elektronok, és így tovább.

2. vázlat



Az „energiaszint” kifejezés helyett gyakran használnak „elektronhéj” vagy „elektronburok” szakkifejezéseket is.

Az elektronhéjak (energiaszintek) alhéjakból tevődnek össze, miközben a szint sorszáma az alszintek számával azonos. Így az első szinten egy alszint van, a másodikon kettő, a harmadikon három, a negyediken négy (2. vázlat) és így tovább.



**Az elektronok eloszlása az energiaszinteken.** Mindegyik energiaszint korlátolt elektromennyiséget tartalmaz. Az elektronok maximális számát az alábbi képlet szerint határozhatjuk meg

$$N_{\max}(e^-) = 2n^2,$$

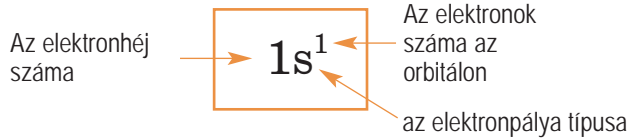
ahol  $n$  a szint (elektronhéj) sorszáma.

Az első *elektronhéj*on nem több mint  $2 \cdot 1^2 = 2$  elektron tartózkodhat. Ezek gömb alakú atompályán helyezkednek el, *s*-elektronok, azonos nagyságú energiával rendelkeznek, de spinjeik különbözőek.

Az első energiaszint elektronokkal való feltöltését az úgynevezett elektronképletekkel szemléltetjük (15. ábra) és azok grafikus változataival:



15. ábra  
Elektronképlet

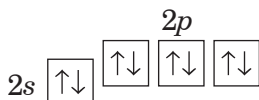


A második elektronhéj on maximum  $2 \cdot 2^2 = 8$  elektron tartózkodhat. Kettő közülük egy *s*-atompályát foglal el, de nagyobb térfogatút, mint az volt, amelyik az első szinthez tartozott. Nekik szintén ellentétes spinjük van. A második szint többi (hat) elektronja *p*-elektron. Mivel mindegyik atompályán nem több mint két elektron tartózkodhat, ezért *p*-atompályákból  $6 : 2 = 3$ -nak kell lennie. Ezek egy energiaszinthez tartozó orbitálok; nekik egyforma térfogatuk van és a koordinátatengelyek mentén helyezkednek el (13. ábra).

A feltöltött második energiaszint elektronképlete

$$2s^2 2p^6.$$

A gömb alakú elektronpálya az elektron számára energetikailag előnyösebb a súlyzó alakúnál. Ezért a második energiaszint *s*-elektronjainak kissé alacsonyabb energiájuk van, mint a *p*-elektronoknak:



Tehát a második energiaszint két alszintből áll. Ugyanúgy jelölik, mint a megfelelő elektronokat:  $2s$ -alhéj,  $2p$ -alhéj (2. vázlat).

A harmadik elektronhéjon legfeljebb  $2 \cdot 3^2 = 18$  elektron lehet. Ezen a szinten három alhéj van —  $3s$ ,  $3p$  és  $3d$ . Ha az *s*-alszinten nem lehet 2-nél több elektron, a *p*-alszinten nem lehet több 6-nál, akkor a *d*-alszinten az elektronok maximális száma:  $18 - 6 = 10$ .

Ezek *d*-elektronok, és öt orbitált foglalnak el.

Érdekes tudnivaló  
Az elektronok  
a  $3d$ -atompályákat  
csupán a  
 $4s$ -atompálya  
feltöltése után  
kezdik betölteni.

► Írjátok fel a harmadik energiaszint elektronképletét és annak grafikus változatát az elektronokkal való teljes feltöltődése esetén.

Az atom korszerű modellje lehetőséget nyújt felírni az atom elektronszerkezetét, meghatározni az atom elektronfelvevő vagy elektronleadó képességét, más atomokkal való egyesülésének lehetőségét. Mindez meghatározza az egyszerű és összetett anyagok kémiai tulajdonosságait.

## ÖSSZEFOGLALÁS

**Az atommag körül azt a térrészt, ahol az elektronok mozgásuk közben a legnagyobb valószínűséggel találhatóak meg, atompályának (orbitálnak) nevezzük. Az atomi elektronpálya lehet gömb alakú (az ilyen orbitálon tartózkodnak az *s*-elektronok),**

**súlyzó alakú (rajta tartózkodnak a  $p$ -elektronok) és mások. Az orbitálokon egy vagy két elektron tartózkodhat.**

**Az elektronnak azt a tulajdonságát, amely tengelye körüli forgására emlékeztet, spinnek nevezik.**

**Az atom korszerű modellje az elektronokat az energiaszintek (elektronhég) és alszintek (alhéj) alapján osztályozza. Mindegyik szint és alszint korlátolt mennyiségű elektront tartalmazhat.**

?

29. Mi az atompálya? Milyen alakjuk van az  $s$ - és  $p$ -orbitáloknak?
30. Hogyan helyezkednek el a térben egy atom  $p$ -orbitáljai? Az  $s$ -orbitál jelölésében miért nincsen index (például  $s_x$ )?
31. Keressétek meg a megfelelőséget:
- |                             |                                 |
|-----------------------------|---------------------------------|
| 1) <input type="checkbox"/> | a) feltöltött orbitál;          |
| 2) <input type="checkbox"/> | b) párosított elektronok;       |
| 3) <input type="checkbox"/> | c) ellentétes spinű elektronok; |
|                             | d) párosítatlan elektron;       |
|                             | e) üres elektronpálya.          |
32. Nevezzétek meg azokat az ismérveket, amelyek alapján az egyik elektron különbözhet a másiktól vagy hasonlíthat a másikhoz.
33. Melyik részecske energiája kisebb: az 1. energiaszinten levő  $s$ -elektroné vagy a 2. energiaszinten levő  $p$ -elektroné? A feleletet indokoljátok meg.
34. Mindig nagyobb-e a 3. energiaszint elektronjának energiája, mint a 2. szint elektronjáé? Megváltozik-e a felelet, ha a 4. energiaszint elektronjának energiáját hasonlítjuk össze a 3. energiaszint elektronjának energiájával. Használjátok a 2. sémát.
35. Milyen felirat nyújt több információt az elektronokról: az elektronképlet vagy annak grafikus változata? Miért?
36. Az adott alszintek közül válasszátok ki azokat, amelyek az atomban lehetetlenek:  $6p$ ,  $2d$ ,  $1p$ ,  $5s$ .

# 6

## Az atom elektronszerkezete

E téma tananyaga segít nektek:

- megérteni, hogy az atom elektronszerkezete megfelel minimális energiájú állapotának;
- összeállítani az atomok elektronképleteit.

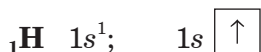
**Az elektronok elhelyezkedése az atomban.** A környező világban minden igyekszik a legkisebb energiájú állapotot elérni. Az ilyen állapot a legstabilabb s ezért a legkedvezőbb. Az energiaminimum elve az atom elektronszerkezetét is meghatározza.

### Az elektronok az atomban úgy helyezkednek el, hogy energiájuk a lehető legkisebb.

Nézzük meg, hogyan töltik fel az elektronok a különböző elemek atomjainak elektronhéjait és alhéjait.

Az 1. sorszámú elem, a hidrogén atomja csupán egy elektront tartalmaz. Az energiaminimum elve szerint ennek az elektronnak a legközelebb kell kerülnie a maghoz, azaz az első energiaszinthez kell tartoznia és az 1s-elektronpályát kell elfoglalnia.

A hidrogénatom elektronképletét<sup>1</sup> és annak grafikus ábrázolását így jelöljük:

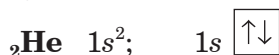


A 2. sorszámú elem, a hélium atomja két elektront tartalmaz. Kerülhet-e a második elektron az első energiaszintre? Igen, mivel az első szint maximális „befogadóképessége”

<sup>1</sup> Az elektronképletet elektronkonfigurációnak is nevezik.

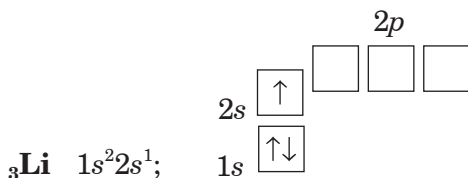
2 elektron. E részecskéknek különböző spinjük lesz.

Felírjuk a héliumatom elektronképletét és annak grafikus változatát:



A 3. számú elem, a lítium atomjában 3 elektron van. Két elektron az  $1s$ -atompályán. Az első energiaszint ezzel be van töltve, és a harmadik elektron a második szintre kerül (2. vázlat). A  $2s$  és  $2p$ -orbitálok közül ez az elektron azt „választja”, amelyiknek alacsonyabb az energiája, vagyis a  $2s$ -orbitált.

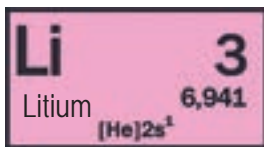
A lítium-atom elektronképlete és annak grafikus ábrázolása a következő:



Az utolsó energiaszinten levő elektronokat külső elektronoknak nevezzük. A lítiumnak mint fém elemnek az atomjában egy külső elektron található; ez a  $2s$ -elektronpályán mozog.

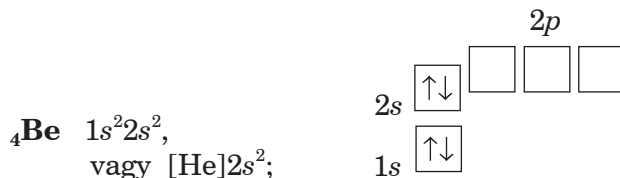
A külső elektronok kiemelése céljából az elektronképlet rövidített formáját használják. A lítium-atomra vonatkozóan ez így néz ki:  $[\text{He}]2s^1$ . A hélium vegyjele a szögletes zárójelben azt jelenti, hogy a lítium-atom elektrónhéjának belső része ugyanolyan, mint a héliumatom elektrónhéja ( $1s^2$ ). Az atomok elektronképleteinek rövidített alakját a periódusos rendszer rövid változata tünteti fel (I. előzék, 16. ábra).

16. ábra  
A lítium kockája a periódusos rendszerben

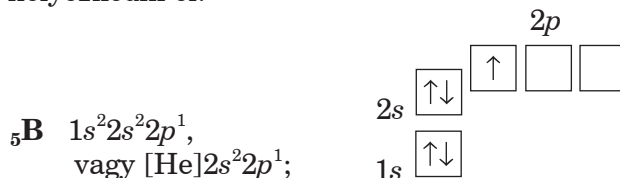


Néha az atomok elektronképletét csupán a külső elektronok feltüntetésével írják fel. A lítium-atom esetében ez így alakul: ...  $2s^1$ .

A 4. számú elem, a berillium atomjában 4 elektron van. A negyedik elektron „párt alkot” a harmadikkal és a  $2s$ -elektronpályán helyezkedik el:



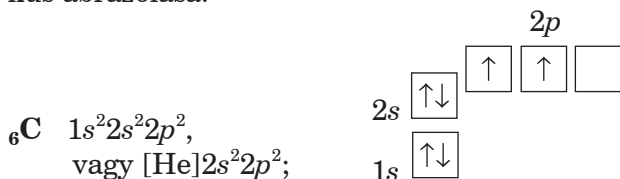
Az 5. számú elem, a bór atomjának 5 elektronja van. Az ötödik elektron a második elektronhéjon található és az egyik  $p$ -orbitálon helyezkedik el:



Érdekes tudnivaló  
Az utóbbi időben  
felfedezett elemek  
atomjainak  
elektronképletét  
végérvényesen  
még nem  
derítették ki.

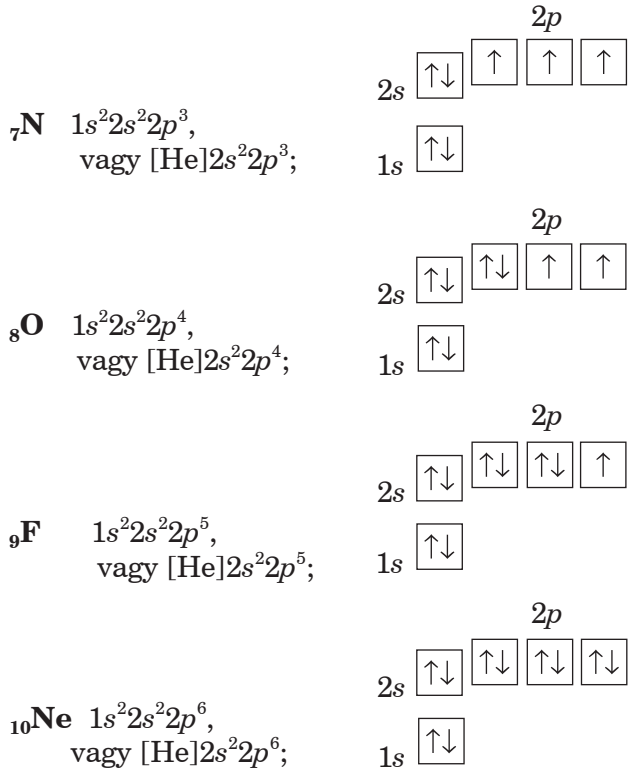
A 6. számú elem, a szén atomjában megjelenik a hatodik elektron. Ez az elektron „be tud költözni” az ötödik elektronhoz ugyanarra a  $p$ -atompályára, vagy elfoglalni egy üres  $p$ -atompályát. A második lehetőség valósul meg: az egyenmű töltéssel rendelkező elektronok ugyanis taszítják egymást, így számukra előnyösebb különböző atompályákat elfoglalni.

A szénatom elektronképlete és annak grafikus ábrázolása:



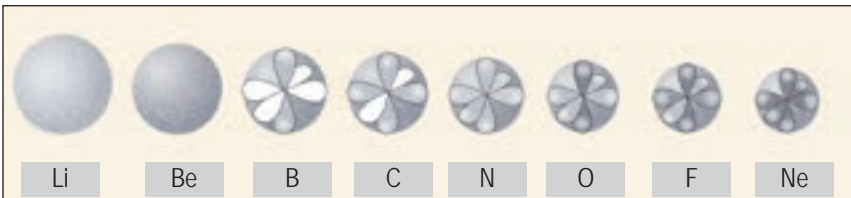
Figyelembe véve azt, hogy mindegyik elektron igyekszik elfoglalni az utolsó alháj üres orbitálját, ha pedig ilyen nincs, akkor „hozzáköltöz-

ni” a másik elektronhoz (ellentétes spinnel), felírjuk a 2. periódus többi elemeinek elektronképleteit:



17. ábra  
A 2. periódus  
elemeinek atomjai

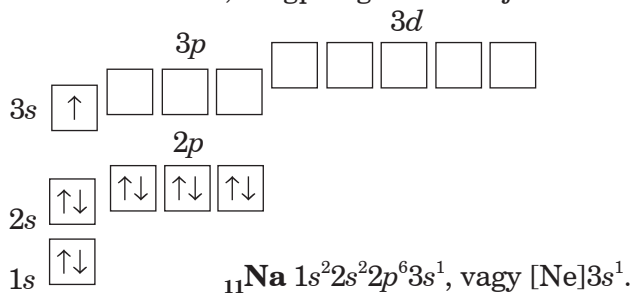
A 2. periódus elemeinek atomjaiban a külső energiaszintek elektronokkal való feltöltését a 17. ábra szemlélteti (a félig betöltött orbi-



tálok világosszürkék, a teljesen betöltöttek pedig sötétszürkék).

A 11. sorszámú elem, a nátrium atomjában megkezdődik a harmadik energiaszint feltöl-

tódése. A harmadik elektronhéjon megjelenik az első elektron, mégpedig a 3s-alhéjon:

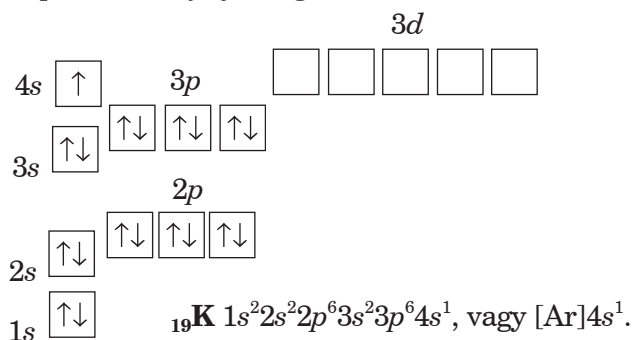


► Állítsátok össze a 3. periódusban található többi elem atomjainak elektronképletét!

Vegyétek figyelembe a következő tényeket:

- az atom elektronhéjainak száma megegyezik annak a periódusnak a számával, amelyikben az elem található;
- a külső elektronhéjon található elektronok száma megegyezik a főcsoport számával, amelyben az elem található<sup>1</sup>.

Most pedig összeállítjuk a káliumatom (19. rendszámú elem) elektronképletét, amely a 4. periódust nyitja meg:



A következő elem — a 20. rendszámú kalcium atomjában a 20-ik elektron szintén a 4s-elektrompályán helyezkedik el, ellentétes spinnel.

<sup>1</sup> Ez alól a hélium kivétel.



► Írjátok fel a kalciumatom elektronképletét!

Látható, hogy egyik atomban sincsenek azonos jellemzőkkel rendelkező elektronok: vagy különböző elektronpályákon vannak, vagy ugyanazon, de különböző spinnel rendelkeznek.

*A 4. periódusba tartozó elemek elektron-képleteinek összeállításakor figyelembe kell venni, hogy az elektronok energiája az alhéjakon ilyen sorrendben növekszik (2. vázlat):*



*A króm és a réz atomjaiban az elektronszintek feltöltésének rendje bizonyos mértékben felborul: egy elektron átmegy a 4s-elektronpályáról a 3d-elektronpályára (1. előzék).*

## ÖSSZEFOGLALÁS

**Az elektronok az atomban az energiaminimum elve szerint helyezkednek el.**

**Az atomok elektronképleteit a különböző elektronpályákon tartózkodó elektronok energiájának növekedését figyelembe véve állítják össze. Minden energiaszinten az elektronok először az s-atompályákat töltik fel, csak azután a p-atompályákat, először 1-1 párosítatlan elektronnal.**

**Az elektronthéjak száma megegyezik a periódus számával, a külső elektronthéjon található elektronok száma — a főcsoport számával, amelyben található az elem.**



37. A 2. periódus eleme atomjának az utolsó energiaszinten 6 elektronja van. Közülük hány párosított és hány párosítatlan?
38. A 2. periódus mely elemei atomjainak van egy párosítatlan elektronja, két párosítatlan elektronja?



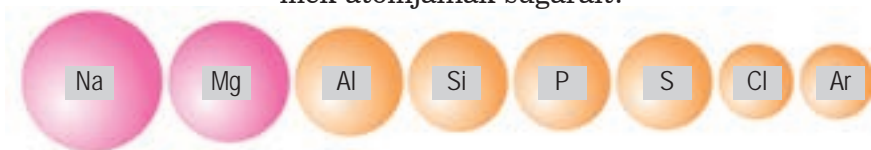
Az atom sugarának nagysága függ az atommag töltésétől és az elektronokat tartalmazó elektronhéjak számától.

Az előző tananyag rávilágított, hogy egyazon periódusba tartozó elemek atomjai azonos számú elektronhéjat tartalmaznak. Magtöltésük viszont növekszik. Minél nagyobb az atommag töltése, annál jobban vonzza az elektronokat, közelebb kerülnek az elektronhéjak és kisebb lesz az atom sugara. Ezt az összefüggést a fizika törvénye szabja meg, amely szerint a nagyobb töltéssel rendelkező részecske erősebben vonzza az ellentétes töltéssel rendelkező részecskét.

### **Az elemek atomjainak sugara a periódusban az atommag töltésének növekedésével balról jobbra csökken.**

A 18. ábra illusztrálja a 3. periódust alkotó elemek atomjai méretének változását.

► A 18. ábrát figyelembe véve hasonlítsátok össze a 3. periódus fémes és a nemfémes elemek atomjainak sugarait!



18. ábra  
A 3. periódus  
elemei atomjainak  
viszonyított méretei

Ha összehasonlítjuk a főcsoportokban található elemek atomjainak méretét, levonhatjuk a következtetést, hogy minél több energiaszintje van az atomnak, annál nagyobb az atom sugara.

### **Az elemek atomjainak sugara a főcsoportokban az elektronhéjak számának növekedésével, felülről lefelé növekszik.**

Mi a magyarázata annak, hogy egy alcsoporton belül az atom sugara nem az atommag töltésétől, hanem az elektronhéjak számától függ? Erre magyarázatot a következő példával adunk. Figyeljük meg az alkálifémek három képviselőjének, a lítium, a nátrium és a kálium atomjainak szerkezetét. Ezeknek az elemeknek



# 8

## A periódusos törvény és az atomok elektronszerkezete

E téma tananyaga segít nektek:

- megérteni a periódusos törvény fizikai lényegét;
- megmagyarázni az elemek atomsugarainak változását a periódusokban és a csoportokban.

**A periódusos törvény fizikai lényege.** Figyeljük meg az első 18 elem atomjainak külső elektronhéjait (20. ábra).

Amint látjuk, a kémiai elemek természetes sorában a külső elektronok száma az atomokban és elhelyezkedésük az atompályákon periódusosan ismétlődik. Például, a hidrogénatomban, a lítium-atomban, a nátrium-atomban az utolsó elektronhéjon egy *s*-elektron tartózkodik, a berillium-atomban, a magnézium-atomban két *s*-elektron, a fluor-atomban, a klór-atomban pedig összesen hét elektron — két *s*- és öt *p*-elektron.

A külső héjon levő elektronok (vegyérték-elektronok) alapján meg lehet jósolni az elem

20. ábra  
Az első három periódus atomjainak külső energiaszintjei

Periódus	Csoportok							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	H $1s^1$ (I)*							He $1s^2$
2	Li $2s^1$ (I)	Be $2s^2$ (II)	B $2s^2 2p^1$ (III)	C $2s^2 2p^2$ (IV)	N $2s^2 2p^3$ (IV)	O $2s^2 2p^4$ (II)	F $2s^2 2p^5$ (I)	Ne $2s^2 2p^6$
3	Na $3s^1$ (I)	Mg $3s^2$ (II)	Al $3s^2 3p^1$ (III)	Si $3s^2 3p^2$ (IV)	P $3s^2 3p^3$ (V)	S $3s^2 3p^4$ (VI)	Cl $3s^2 3p^5$ (VII)	Ar $3s^2 3p^6$

\* A zárójelben az elem állandó vagy maximális vegyértéke van feltüntetve.

kémiai jellegét. A 2. és 3. periódusok elemei — lítium, berillium, nátrium, magnézium, alumínium.

A 2. és 3. periódusok elemei — lítium, berillium, nátrium, magnézium, alumínium atomjaiban az utolsó elektronhéjon kevés elektron található — 1-től 3-ig. Ezek fémes elemek. A nemfémes elemek atomjaiban a külső elektronok száma nagyobb: 4-től 8-ig terjed. Vagyis, a külső elektronok alapján meg lehet jósolni az elem kémiai jellegét.

Mivel az atom külső elektronhéjának összetétele kihat az elem kémiai jellegére, ezért az elemek atomjai elektronszerkezetének periodikus változása okozza az anyagok összetételének és tulajdonságainak periódusos változását. Ebben rejlik a periódusos törvény fizikai lényege.

**Az elemek osztályozása az atomok elektron-szerkezete alapján.** A kémiai elemek egyik osztályozásának alapjául az atomok elektron-szerkezete szolgál. Az alapján, hogy az elem "utolsó" elektronja melyik alhéjra épül be, megkülönböztetnek *s*-elemeket, *p*-elemeket, *d*-elemeket és *f*-elemeket.

Az elemek mindegyik típusának kockái a periódusos rendszerben különböző színűek — rózsaszínűek (az *s*-elemek mezője), sárgák (*p*-elemek mezője), kékek (*d*-elemek mezője) vagy zöldek (*f*-elemek mezője).

Az *s*-elemek (a héliumon kívül) az I. és II. csoportok főcsoportjához, a *p*-elemek a III-VIII. csoportok főcsoportjaihoz tartoznak. Mindegyik mellékcsoport *d*-elemeket tartalmaz, az *f*-elemek a III. csoport mellékcsoportjába tartoznak. Ezek a lantanoidák és aktinoidák; kihelyezték őket a periódusos rendszer alapmezejének mezsgéjére.

**A periódusos rendszer és az elemek vegyértéke.** Mivel az elem vegyértéke függ atomjának elektronszerkezetétől, összefüggés várható az elemnek a periódusos rendszerben való elhelyezkedése és vegyértéke között. Ezt az

összefüggést a következő törvényszerűségek szemléltetik:

- az elem maximális vegyértéke egybeesik annak a csoportnak a számával, amelyikben az elem elhelyezkedik;
- a nemfémes elem vegyértéke a hidrogénnel alkotott vegyületében vagy a fémes elem vegyületében megegyezik a 8-as szám és annak a csoportszámnak a különbségével, amelyikben a nemfémes elem található;
- a páros számú csoportok nemfémes elemeinek páros számúak a vegyértékei, a nem páros számú csoportok nemfémes elemeinek nem páros számúak a vegyértékei.

Bizonyítékkul figyeljük meg a VI. főcsoportban található kén vegyületeiben a kén vegyértékét:



Létezik néhány elem, melynek maximális vegyértéke különbözik a periódusos rendszer megfelelő csoportjának számától (sorszámától). A nitrogén az V. csoport eleme, de vegyértéke nem haladja meg a négyet. Az oxigén vegyértéke II, a fluor vegyértéke — I, amelyek ugyancsak nem felelnek meg a csoportszámoknak (VI. és VII.). Ennek okát a későbbiekben ismeritek meg.

**Az atomok elektronszerkezete és az elemek vegyértéke.** A 20. ábra információja szerint az *s*- és a *p*-elemet tartalmazó csoport száma megegyezik az atom külső héján tartózkodó elektronok számával. Ebből következik, hogy az elem vegyértéke meghatározható az atom elektronszerkezete alapján, és nem csak az elektronok számától függ, hanem az elektrónhéjon való elhelyezkedésétől is. A hidrogén-atom 1 elektronnal rendelkezik ( $1s^1$ ), vegyértéke is I. A lítium-atom külső elektrónhéján egy elektron található ( $2s^1$ ), a fluor-atomnál viszont hét ( $2s^2 2p^5$ ), melyek közül csak egy párosítatlan

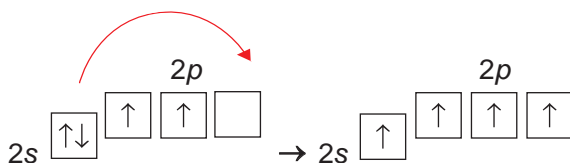
( $\uparrow\downarrow$   $\uparrow\downarrow$   $\uparrow\downarrow$   $\uparrow$ ). Mindkét elem I vegyértékű.

Az oxigén-atomnak 6 vegyértékelektronja van ( $2s^2 2p^4$ ), ebből csak kettő párosítatlan

( $\uparrow\downarrow$   $\uparrow\downarrow$   $\uparrow$   $\uparrow$ ): az oxigén vegyértéke — II.

Levonható a következtetés, hogy az atomban található párosítatlan elektronok száma határozza meg az elem lehetséges (vagy állandó) vegyértékeit<sup>1</sup>.

A szén az egyszerű anyagokban és a vegyületeiben (kivéve a CO képletű szénmonoxidban) IV vegyértékű, holott vegyértékelektronjai között csak két párosítatlan van. Megfelelő energia befektetésével a szénatom gerjesztett állapotba kerül: a 2s-orbitálról egy elektron a p-orbitál üres cellájába megy át. Így a párosítatlan elektronok száma négyre változik:



Ilyen elektron-emisszió történik (de csak hasonló energetikai szintek között) a foszfor, a kén, a klór és más elemek atomjaiban.

Az oxigén és a fluor külső elektronhéján nincs szabad orbitál, ezért ezek az atomok nem gerjeszthetők, így vegyértékük állandó.

A hélium- és a neon-atomok esetében a külső elektronhéj telítve van. A nyolc külső elektronos szerkezetet nemesgáz-szerkezetnek nevezzük, ez a legstabilabb elrendezés, így nem jellemző rájuk a vegyérték (mivel nem reagálnak más anyagokkal).

<sup>1</sup>A II. és III. főcsoportok elemeinek a vegyértéke megegyezik a vegyértékelektronok számával.



A periódusos törvény fizikai lényege az, hogy a magtöltések növekedésével az atomok elektronszerkezete periodikusan változik, ami az elemek kémiai jellegének, vegyértékének, az egyszerű anyagok és vegyületek tulajdonságainak periodikus változását idézi elő.

Az atomok elektronszerkezete alapján megkülönböztetnek *s*-, *p*-, *d*- és *f*-elemeket.

A csoport száma, amelyben az *s*- vagy *p*-elemek tartózkodnak, mutatja az atom külső elektronhéján levő elektronok számát és a maximális vegyértéket. Az elem vegyérték-lehetősége megegyezik a párosítatlan vegyértékelektronok számával.



46. Fokozatosan vagy periodikusan változik-e az elem sorszámának növekedésével:
  - a) az összes elektronok száma az atomban;
  - b) az elektronok száma a külső energiaszinten?
47. Írjátok egy oszlopba az elemek azon vegyjeleit, amelyek N betűvel kezdődnek. Minden vegyjel után tüntessétek fel a megfelelő elem elnevezését és típusát (*s*-, *p*-, *d*- vagy *f*-elem).
48. Milyen típusú elemekhez tartoznak azok az atomok, melyeknek elkelektronképlete a következő:
  - a)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ ;
  - b)  $1s^2 2s^2 2p^1$ ;
  - c)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ ?
49. Az elektronképletek összeállítása nélkül határozzátok meg a Cl, Pb, As, Kr atomjának utolsó energiaszintjén az elektronok számát.
50. Nevezzetek meg néhány kémiai elemet, melyek maximális vegyértéke VII lehet.
51. Milyen vegyértékű lehet azoknak az elemeknek, melyek elektronkonfigurációja:
  - a)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ ;
  - b)  $[\text{Ne}]3s^2 3p^5$ .

---

# 9 A kémiai elem jellemzése

---

A téma tananyaga segít nektek:

- megismerni a kémiai elem jellemzésének menetét;
- összeállítani egy kémiai elem jellemzését.

A periódusos törvény lényegét tudatosítva, ismerve, milyen információt tartalmaz a periódusos rendszer az elemekről, és az atom elektronszerkezetére támaszkodva, össze tudjátok állítani az elem jellemzését. A következő terv szerint ajánljuk ezt elvégezni:

1. Az elem elnevezése és vegyjele, helye a periódusos rendszerben (rendszám, a periódus száma, a csoport száma, főcsoport vagy mellékcsoport). Az egyszerű anyag elnevezése.

2. A relatív atomtömeg.

3. Az atom összetétele, vagyis a protonok, neutronok (ha az elem ahhoz a húsztartozik, amelyeknek csupán egy természetes nuklidjuk van) és elektronok mennyisége.

4. Az atom elektronszerkezete, azaz az elektronok elhelyezkedése az elektronszerkezeteken és alhéjakon.

5. Az elem típusa (*s*-, *p*-, *d*-, *f*-), kémiai jellege (fém vagy nemfém).

6. A vegyérték maximális és minimális értéke (a periódusos rendszernek az elemet tartalmazó csoportszáma alapján).

7. Az elem által alkotott egyszerű anyag típusa (fém vagy nemfém).

## GYAKORLAT. Állítsuk össze a foszfor jellemzését.

### Megoldás

1. A foszfor elem a 3. periódusban, az V. csoport, a főcsoportjában foglal helyet. Az elem vegyjele P ( 21. ábra).

<b>P</b>	<b>15</b>
Foszfor	30,974
[Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup>	

24. ábra

A foszfor kockája a periódusos rendszerben

2. Az elem relatív atomtömege 30,974 (kerekítve 31).

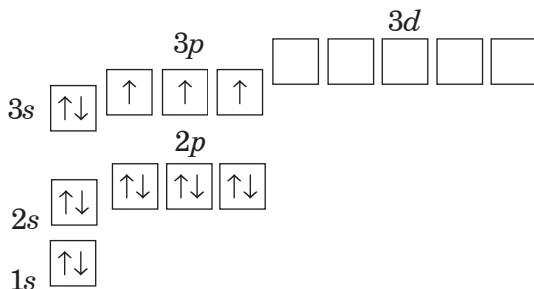
3. Az elem rendszáma (egyben protonszáma) 15. Ez a szám megmutatja, hogy a foszfor-atom összetételében 15 proton és 15 elektron van.

A foszfor azon húsz elem sorába tartozik (4.§), amelyeknek csupán egy természetes nuklidja van. A foszfor-nuklid nukleon-számát úgy kapjuk meg, hogy a relatív atomtömeg értékét először egész számmá kerekítjük:  $30,974 \approx 31$ . A nuklid magjában levő neutronok száma egyenlő a nukleon-szám (vagy tömegszám) és a protonszám különbségével:

$$31 - 15 = 16.$$

4. Mivel a foszfor a 3. periódusban foglal helyet, ezért az elektronok az atomjában három energiaszinten helyezkednek el. Az első és második szint betöltött; rajtuk megfelelően 2 és 8 elektron tartózkodik (ilyen a 10. elem — a neon atomjának elektron-szerkezete). A harmadik, külső elektronhéjon 5 elektron helyezkedik el (számuk a főcsoport eleme számára megegyezik a csoport sorszámával): 2 elektron a 3s-alhéjon, 3 pedig a 3p-alhéjon.

A foszforatom elektronképlete  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ , vagy  $[\text{Ne}] 3s^2 3p^3$ . Ennek grafikus változata (az utolsó energiaszint nemcsak betöltött, de üres atompályáinak (3d-orbitálok) feltüntetésével) így néz ki:



5. A foszfor a  $p$ -elemekhez tartozik, mivel az atom elektronhéjainak feltöltése során az utolsó elektron a  $p$ -elektronpályára kerül. A foszfor a nemfémes elemekhez tartozik; ez az elem a periódusos rendszer hosszú változatában a szaggatott vonaltól jobbra helyezkedik el.

6. A foszfor maximális vegyértéke egyenlő 5-el (ez az V. csoport eleme), minimális vegyértéke pedig  $8 - 5 = 3$  (az előbbi fejezet szabálya szerint határozzuk meg).

7. Mivel a foszfor nemfém, ezért egyszerű anyaga is nemfém. A foszfor néhány egyszerű anyagot alkot, a legfontosabb közöttük a vörös és a fehér foszfor. Az egyszerű anyag elnevezése megegyezik az elem nevével, vagyis foszfor.

► Jellemezzétek a fluort a periódusos táblázatban elfoglalt helye alapján!

Figyelmünket most arra az elemre összpontosítjuk, amelyet a periódusos rendszerben két kockában helyeznek el: az I. és a VII. főcsoportban. Ez a hidrogén. A hidrogén elhelyezése mindkét változatának megvannak az okai.

A hidrogén, az alkálifémekhez hasonlóan egy vegyértékű elem, atomja az utolsó (egyetlen) energiaszinten egy elektront tartalmaz.

Ugyanakkor a hidrogén hasonlít a halogénekhez is. Nemfémes elem, állandó vegyértéke egybeesik a halogének minimális vegyértékével. A hidrogénelem egyszerű anyaga gáz, amelynek molekulája kétatomos ( $H_2$ ), tulajdonságai tekintetében sok közös vonása van a halogénekkel: a fluorral  $F_2$ , a klórral  $Cl_2$ , a brómmal  $Br_2$  és a jóddal  $I_2$ .

A hidrogénnek a periódusos rendszerben való helyének melyik változatát kell előnyben részesíteni? Egyöntetű válasz e kérdésre nincs. Ezért ezt az elemet megtalálhatjuk mind az I. csoportban, mind a VII. csoportban. A hidrogén jellemzésekor a periódusos rendszerben való elhelyezkedésének mindkét változatát figyelembe kell venni a periódusos rendszerben.

**A kémiai elem jellemzése során meghatározzuk helyét a periódusos rendszerben, relatív atomtömegét, atomjának összetételét és elektronszerkezetét, kémiai jellegét, típusát (az elektronszerkezet szerint), maximális és minimális (a nemfémes elemek számára) vegyértékeit. Azonkívül feltüntetjük az elem egyszerű anyagának elnevezését és típusát.**



53. Jellemezzétek a fejezetben feltüntetett algoritmus szerint:
  - a) a lítiumot;
  - b) az oxigént;
  - c) az alumíniumot;
  - d) a ként.
53. Az alább felsorolt elemek közül jelöljétek ki azokat, melyek esetén nem lehet meghatározni a neutronok számát az atomban a relatív atomtömeg alapján: Na, Cl, H, Al, Fe.
54. Mely elemek maximális vegyértéke nem esik egybe az őket tartalmazó csoportok számával?
55. A periódusos rendszer mely csoportja nemfémes elemeinek van II-vel egyenlő minimális vegyértéke? Keressétek meg ezeket az elemeket!
56. Miben hasonlít a hidrogén és a klór — a VII. csoport elemének egyszerű anyaga? Miben különbözik a hidrogén a nátriumtól — az I. csoport egyszerű anyagától?

# 10

## A periódusos rendszer, az elemek kémiai jellege és az egyszerű anyagok tulajdonságai

A téma tananyaga segít nektek:

- tisztázni, hogyan változik az elemek jellege a periódusokban és a főcsoportokban;
- prognosztizálni az egyszerű anyagok kémiai tulajdonságait és aktivitását, figyelembe véve a megfelelő elemek elhelyezkedését a periódusos rendszerben.

**Az elemek kémiai jellege.** Már tudjátok, hogy vannak fémes és nemfémes elemek. A fémes elemek a periódusos rendszerben mindegyik periódus elején (a hosszú periódusokban a közepén is) helyezkednek el. A fémek atomjainak külső elektronhéján kevés elektron (1, 2, 3) található (2. táblázat). A periódusokat a nemfémes elemek zárják. Atomjaikban a külső elektronok száma nagyobb — 4-től 8-ig terjed:

2. táblázat

### A 3. periódus elemei atomjainak külső energiaszintjének elektronkonfigurációja

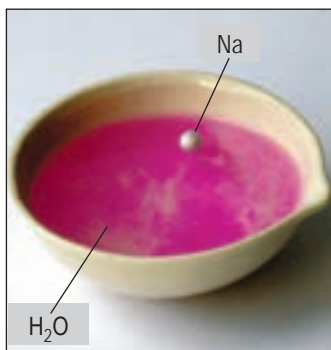
Csoportok							
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Na $3s^1$	Mg $3s^2$	Al $3s^2 3p^1$	Si $3s^2 3p^2$	P $3s^2 3p^3$	S $3s^2 3p^4$	Cl $3s^2 3p^5$	Ar $3s^2 3p^6$
Fémes elemek			Nemfémes elemek				

A fémes elemek egyszerű anyagként fémeket alkotnak, a nemfémes elemek nemfémeket. *Az elem kémiai jellegét elsősorban egyszerű anyagának kémiai tulajdonságai határozzák meg*, azaz figyelembe vesszük, a fémekre vagy a nemfémekre jellemző reakciókba lép-e az anyag, és ha kölcsönhatásba lép, akkor mennyire aktív.

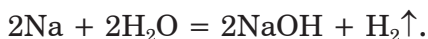
**Az azonos periódusba tartozó fémes elemek által alkotott egyszerű anyagok (a fémek) kémiai aktivitása.** Hasonlítsuk össze a 3. periódus fémes elemei által alkotott fémek aktivitását a vízzel való kölcsönhatásuk megfigyelésével. Egy vizet tartalmazó edénybe, melybe előzőleg fenolftalein indikátort cseppentünk, nátriumdarabkát helyezünk. Azonnal gáz kiválasztását észleljük (sistergést hallunk). A fém kölcsönhatása a vízzel hőt fejleszt, amelytől a fém megolvad, és megolvadt gömböcskéje „futkározni” fog a víz felszínén (22. ábra), ameddig el nem

22. ábra

A nátrium reakciója a vízzel (fenolftalein indikátor jelenlétében)



tűnik. Az indikátor az oldatban málnaszínűvé válik, ami lúg keletkezését tanúsítja:



A magnézium hasonló reakcióba lép, de csak melegítés hatására (23. ábra):



Az alumínium még a forró vízben is változatlan marad.

A kísérletek eredményei azt mutatják, hogy a fémek aktivitása vízzel való kölcsönhatásuk során az alumíniumtól a nátriumig növekszik.

**Na Mg Al**  
←  
**az aktivitás növekszik**

23. ábra

A magnézium kölcsönhatása a vízzel (fenolftalein indikátor jelenlétében)  
a) hidegen  
b) melegben



**A főcsoportok fémes elemei által alkotott egyszerű anyagok (a fémek) kémiai aktivitása.** Hasonlítsuk össze a II. csoport főcsoportja elemei fémjeinek viselkedését a vízzel szemben. A berillium nem reagál a vízgőzzel

Be  
Mg  
Ca

az aktivitás  
növekszik

még elég magas hőmérsékleten sem, a magnézium kölcsönhatásba lép a forró vízzel, a kalcium már közönséges körülmények között is reagál a vízzel.

► Állítsátok össze a kalcium vízzel való reakciójának egyenletét!

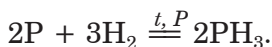
A fémek más reakcióit tanulmányozva, a következő törvényszerűség fedezhető fel:

**Az elemek fémes jellege és a fémek kémiai aktivitása a periódusokban jobbról balra, a főcsoportokban pedig fentről lefelé erősödik.**

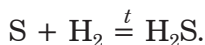
E törvényszerűséget elemezve, a következő következtetésre jutunk: a tipikus fémes elemek helye a periódusos rendszer hosszú változatában a bal alsó sarokban van. Ezek a francium, cézium, rádium.

**Az azonos periódusba tartozó nemfémes elemek által alkotott egyszerű anyagok (a nemfémek) kémiai aktivitása.** Hasonlítsuk össze a 3. periódus nemfémes elemei által alkotott egyszerű anyagok hidrogénnel való reakciójának sajátosságait.

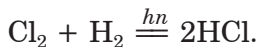
A szilícium nem reagál a hidrogénnel, a foszfor 300°C-nál magasabb hőmérsékleten és magas nyomáson lép vele reakcióba:



A kén a hidrogénnel 120 °C hőmérsékleten kezd reagálni:



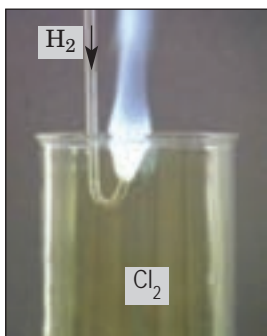
A klór és a hidrogén elegye megvilágításnál megy végbe, amit robbanás kísér (a sötétben a reakció nem megy végbe):



Ha a hidrogént meggyújtjuk a levegőn, azután az elvezető csövet bevisszük egy klórral megtelt edénybe, az égése folytatódik (24. ábra).



24. ábra  
A hidrogén  
égése klórgázban



Si P S Cl<sub>2</sub>  
→  
az aktivitás  
növekszik

Ezek és más tények bizonyítják, hogy az említett nemfémek aktivitása a szilíciumtól a klórig növekszik.

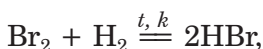
A kémiai aktivitás hasonló változását észleljük azoknál a nemfémeknél is, amelyeket a 2. periódus elemei alkotnak. A nitrogén a hidrogénnel hevítéskor és katalizátor jelenlétében reagál (a reakció terméke az NH<sub>3</sub> képletű ammónia). Az oxigén és hidrogén, a fluor és hidrogén elegyek kölcsönhatását robbanás kíséri: az első begyűjtéskor, a másik közönséges körülmények között, még sötétben is.

► Írjátok fel a megfelelő reakcióegyenleteket!

A periódusok utolsó elemeit a legpasszívabb nemfémek alkotják; amint számotokra már ismert, ezeket az anyagokat nemesgázoknak nevezzük.

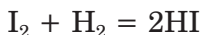
**A főcsoportok nemfémes elemei által alkotott egyszerű anyagok (a nemfémek) kémiai aktivitása.** Hasonlítsuk össze a VII. főcsoport elemei egyszerű anyagainak — a halogéneknek a hidrogénnel való reakcióit.

A fluor és a klór hidrogénnel való reakcióiról a fentiekben már szóltunk: a fluor nagyobb aktivitást mutat, mint a klór. A bróm a hidrogénnel csak hevítéskor és katalizátor jelenlétében reagál:



F<sub>2</sub>  
↑  
Cl<sub>2</sub>  
↑  
Br<sub>2</sub>  
↑  
I<sub>2</sub>  
az aktivitás  
növekszik

a jód és a hidrogén reakciója semmilyen körülmények között nem megy végbe teljesen:



Tehát a jódtól a fluorig a halogének csoportjában a kémiai aktivitás növekszik.

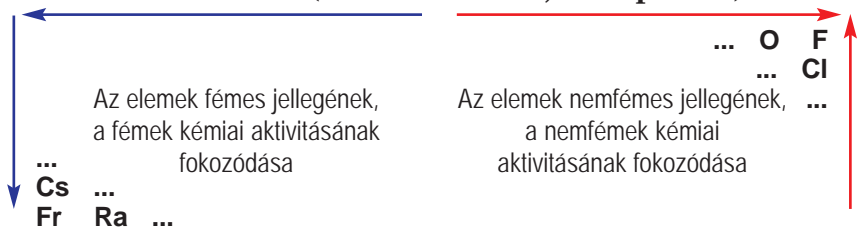
### **Az elemek nemfémes jellege és a nemfémek kémiai aktivitása a periódusokban balról jobbra fokozódik, a főcsoportokban pedig letről felfelé.**

*A tipikus nemfémes elemek helye a periódusos rendszer hosszú változatának jobb felső sarkában van. Ezek: a fluor, a klór, az oxigén.*

E fejezet tananyagát a 3. vázlat foglalja össze.

3. vázlat

#### **Az elemek kémiai jellegének és az egyszerű anyagok aktivitásának változása a periódusos rendszerben (hosszú változat, főcsoportok)**



#### **ÖSSZEFOGLALÁS**

**Az elem kémiai jellege egyszerű anyagának kémiai tulajdonságaitól függ.**

**Az elemek fémes jellege és a fémek aktivitása a periódusokban jobbról balra, a főcsoportokban pedig fentről lefelé erősödik. Az elemek nemfémes jellege és a nemfémek aktivitása a periódusokban és a főcsoportokban pedig fordítva.**

**A tipikus fémes elemek helye a periódusos rendszer hosszú változatában a bal alsó sarokban, a tipikus nemfémek pedig a jobb felső sarokban találhatóak.**



57. Miben nyilvánul meg az elemek kémiai jellege?
58. Határozzátok meg, milyen kémiai jelleggel rendelkeznek a +10, +12, +16, +20 és +35 magtöltéssel rendelkező kémiai elemek. Értékeljétek az anyagok kémiai átalakulásokban való részvételi képességét.
59. A 4. periódus melyik eleme alkotja a) a legaktívabb fémet; b) a legaktívabb nemfémet? Nevezzétek meg ezen elemek rendszámát és azoknak a csoportoknak a sorszámát, amelyekben található a periódusos rendszerben.
60. Melyik egyszerű anyagnak kell aktívabbnak lennie a kémiai reakciókban: a) a lítiumnak vagy a nátriumnak; b) a káliumnak vagy a kalciumnak; c) a kénnek vagy a szelénnek; d) a tellúrnek vagy a jódnak?
61. Az *A* és *B* egyszerű anyagokat a periódusos rendszer V. csoportjának elemei alkotják. Az egyik a levegő összetevője, a másiknak 124 a relatív molekulatömege. Írjátok fel a szóban forgó egyszerű anyagok képleteit, valamint az őket alkotó egyszerű anyagok vegyjeleit.

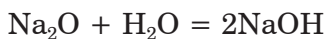
# 11

## A periódusos rendszer és a vegyületek kémiai tulajdonságai

A téma tananyaga segít nektek:

- megtudni, hogyan változik az elemek legmagasabb oxidjainak jellege a periódusokban és a főcsoportokban;
- előre jelezni a legmagasabb oxidok és a nekik megfelelő hidrátok kémiai tulajdonságait az elemnek a periódusos rendszerben elfoglalt helye alapján.

**Az oxidok.** Ilyen típusú vegyületeket majdnem mindegyik kémiai elem alkot. Az oxidok egy része kölcsönhatásba lép a vízzel, miközben bázis



vagy sav keletkezik



Azokat az oxidokat, amelyeknek bázis felel meg, *bázisképző* oxidoknak ( $\text{Na}_2\text{O}$  és mások) nevezzük, azokat pedig, amelyeknek sav felel meg, — *savképző* oxidoknak ( $\text{SO}_3$  és mások).

Az elemek számára a legjellemzőbb és legfontosabb oxidok azok, amelyekben az elem a legmagasabb vegyértékével szerepel; ez a vegyérték egybeesik a periódusos rendszer azon csoportjának számával, amelyben az adott elem tartózkodik.

Figyeljük meg, hogyan változnak a legmagasabb oxidok tulajdonságai az elemeknek a periódusos rendszerben való elhelyezkedésétől függően.

Vizsgáljuk meg a 2. periódus elemeinek legmagasabb oxidjait (3. táblázat).

3. táblázat

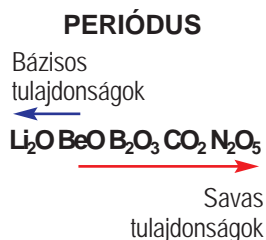
### A 2. periódus elemeinek legmagasabb oxidjai

<b>Kémiai elem</b>	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
<b>Oxid képlete</b>	$\text{Li}_2\text{O}$	$\text{BeO}$	$\text{B}_2\text{O}_3$	$\text{CO}_2$	$\text{N}_2\text{O}_5$	—	—	—
<b>Oxid jellege</b>	bázisképző	amfoter	savképző			—		

A második periódus első eleme a fémes lítium, amely a  $\text{Li}_2\text{O}$  képletű bázisképző oxidot alkotja. A második a berillium, amely szintén fémes elem.  $\text{BeO}$  képletű oxidjának kettős kémiai jellege van, azaz a bázisképző oxidokra és a savképző oxidokra jellemző kémiai tulajdonságai. Az ilyen vegyületeket, mint a berillium-oxid, amfoter oxidoknak nevezik; ezeket részletesen jellemezzük majd a 30. paragrafusban.

A 2. periódus többi eleme a nemfémes elemekhez tartozik. A bór, a szén, a nitrogén savképző oxidokat alkotnak —  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ . Az első két vegyületnek a savas tulajdonságai gyengén nyilvánulnak meg, a harmadiknak azonban teljes mértékben.

**A periódusokban a legmagasabb oxidok savas tulajdonságai balról jobbra erősödnek, a bázisos tulajdonságaik meg fordított irányban.**



Látható, hogy a 3. táblázatban az oxigén, a fluor és a neon vegyjelei alatt vonalak vannak. Ennek magyarázata a következő: az oxigénnek nem lehet oxidja. A fluor oxigénvegyülete nem tartozik az oxidokhoz, az  $\text{OF}_2$  képlet neve oxigén-fluorid. A neon nemesgáz — nem képez semmivel vegyületet.

A legmagasabb oxidok tulajdonságai mindegyik elemcsoport főcsoportjában szintén fokozatosan változnak. Példaként vizsgáljuk meg a III. főcsoport elemei oxidjait (4. táblázat).

4. táblázat

### A III. főcsoport elemeinek legmagasabb oxidjai

Elem	Az oxid képlete	Az oxid típusa
B	$\text{B}_2\text{O}_3$	Savképző
Al	$\text{Al}_2\text{O}_3$	Amfoter
Ga	$\text{Ga}_2\text{O}_3$	
In	$\text{In}_2\text{O}_3$	
Tl	$\text{Tl}_2\text{O}_3$	Bázisképző

**A legmagasabb oxidok savas tulajdonságai a főcsoportokban letről felfelé erősödnek, a bázisos tulajdonságok — ellenkezőleg.**

- Hasonlítsátok össze a II. főcsoport elemei oxidjainak tulajdonságait. Bebizonyosodik-e a fent említett következtetés?

**Bázisok, savak, amfoter hidroxidok.** Az oxidok vízzel való kölcsönhatásának termékei a

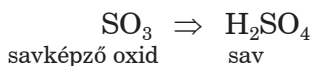
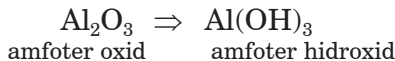
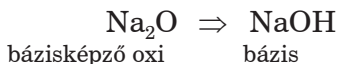
bázisok és a savak<sup>1</sup>. Az oxidok jelentős része nem reagál a vízzel, de a nekik megfelelő hidroxidok léteznek (ezeket más módszerekkel állítják elő). Ha az ilyen vegyület bázisképző oxidtól származik, akkor az bázis lesz, ha pedig a savképző oxidtól — akkor sav lesz, ha pedig amfoter oxidtól — akkor *amfoter hidroxid*:

## FŐCSOPORT

Bázisos  
tulajdonság



Savas  
tulajdonság



Látható, hogy az oxihidrátok bázisos és savas tulajdonságainak változása a periódusokban és a csoportokban megegyezik az oxidok tulajdonságainak változásaival. Ezt az 5. táblázat adatai is jól szemléltetik.

5. táblázat

### A 2. és a 3. periódus elemei oxidjainak hidrátjai

Csoportok						
I	II	III	IV	V	VI	VII
<b>Li</b> LiOH bázis (lúg)	<b>Be</b> Be(OH) <sub>2</sub> amfoter hidroxid	<b>B</b> H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> sav *	<b>C</b> H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> sav *	<b>N</b> HNO <sub>3</sub> sav ***	—	—
<b>Na</b> NaOH bázis (lúg)	<b>Mg</b> Mg(OH) <sub>2</sub> bázis	<b>Al</b> Al(OH) <sub>3</sub> amfoter hidroxid	<b>Si</b> H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> sav *	<b>P</b> H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> sav **	<b>S</b> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> sav ***	<b>Cl</b> HClO <sub>4</sub> sav ***

*Megjegyzés:* Egy csillaggal a gyenge savak vannak megjelölve, kettővel — a közepes erősségű savak, három csillaggal – az erős savak.

<sup>1</sup> Ezeknek az anyagoknak közös elnevezése — az oxidok hidrátjai.

**Létezik összefüggés a kémiai elemek a periódusos táblázatban elfoglalt helye és az oxidja hidrátjának kémiai tulajdonságai között.**

**A legmagasabb oxidok és hidroxidok bázisos tulajdonságai a periódusokban jobbról balra, a főcsoportokban — fentről lefelé, a savas tulajdonságok pedig ellenkező irányban erősödnek.**

?

62. Tartalmaz-e a periódusos rendszer információt az oxidokról? Ha igen, akkor melyet és a rendszer melyik változata — a hosszú vagy a rövid?
63. Véleményetek szerint az oxidok melyik típusába tartozik a rubídium-oxid és a jód-oxid? Feleletedet indokold!
64. A vegyületek közül melyiknek kifejezettebbek a bázisos ill. savas tulajdonságai:
 

a) $\text{Li}_2\text{O}$ vagy $\text{Na}_2\text{O}$ ;	c) $\text{KOH}$ vagy $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ;
b) $\text{SiO}_2$ vagy $\text{P}_2\text{O}_5$ ;	d) $\text{H}_2\text{TeO}_4$ vagy $\text{H}_2\text{SeO}_4$ ?
65. Írjátok fel a 3. periódus elemei legmagasabb oxidjainak képleteit. Hasonlítsátok össze a tulajdonságaikat, felhasználva a fejezetben található ismereteket az oxihidrátokról. Állítsátok össze a 3. periódus elemei legmagasabb oxidjainak táblázatát a 3. táblázat-hoz hasonlóan.

## 12 A periódusos törvény jelentősége

A téma tananyaga segít nektek:

- megérteni a periódusos törvény jelentőségét a kémia és más természettudományok fejlődése számára;
- megérteni a periódusos törvény és a periódusos rendszer alkalmazásának fontosságát a kémia tanulása közben.

A korszerű kémia elképzelhetetlen a periódusos törvény és a periódusos rendszer nélkül. A periódusos törvény vagy a periodicitás törvénye összefoglalja a kémiai elemekről, az általuk alkotott egyszerű anyagokról és vegyületeikről szóló ismereteket. Ez a törvény magyarázatot ad számos kémiai tényre, segít megérteni és megalapozni a kémiai elemek, az anyagok és átalakulásaik világában előforduló különböző törvényszerűségeket, megjósolni az ismeretlen vegyületek előállításának lehetőségeit.

Érdekes tudnivaló  
A fémgallium az ember tenyerében megolvad, mivel olvadáspontja +30°C

D. I. Mengyelejev a periódusos rendszerében üres kockákat hagyott ki és úgy vélte, hogy e kockákban az eddig még felfedezetlen, de a természetben létező elemek foglalnak majd helyet. Hamarosan fel is fedezték az első elemet, amelyet Mengyelejev megjósolt (ezt galliumnak nevezték el), azután következett a második elem (a szkandium), majd jött a harmadik (a germánium). Ez a periódusos rendszer diadala volt, amely nemcsak összegző, de prognosztizáló erejét is feltárta.

A D. I. Mengyelejev periódusos törvényének felfedezése ösztönözte a periodicitás okának keresését az elemek, egyszerű anyagok és egytípusú vegyületek körében. A tudósok koncentrálták erőfeszítéseiket az atomok és természetük kutatására. Az atom bonyolult felépítésének kiderítése a XIX–XX. század határán, majd később az atommagé is, az izotópok felfedezése segítettek bebizonyítani egyes elemek elhelyezkedését a periódusos rendszerben (például, az argon és a kálium, a tellúr és a jód elemek esetében), ami addig összeegyeztetetlen volt ezen elemek relatív atomtömegeivel. Eközben a periódusos törvény nem vesztette el erejét, hanem új fogalmazást nyert és feltárta fizikai értelmét (8. fejezet). Mengyelejev erről írta, hogy „a periódusos törvényt a jövő nem fenyegeti rombolással, hanem csupán felemelést és fejlődést ígér”.



A periódusos törvény jelentősége a kémiatudomány számára óriási. E törvényt sikeresen alkalmazzák más természettudományokban is; ez a törvény segít megérteni az anyagi világ tudományos képét. A biológiai tudósok bebizonyították, hogy a hasonló elemek és vegyületeik a szervezetben analóg funkciókat láthatnak el, néha — helyettesíthetik is egymást. A kőzetek, ásványok, ércek kémiai analízise alapján a geológusok kiderítették, hogy a hasonló elemek gyakran fordulnak elő a természetben együttesen. Az analóg összetételű vegyületeket vizsgálva, a fizikusok felfedezték belső szerkezetük és fizikai tulajdonságaik hasonlóságát.

A 2019-es évben a kémia tudománya a periódusos rendszer 150 éves évfordulóját méltatta (25. ábra).

25. ábra  
A Periódusos  
Rendszer  
Nemzetközi  
Évének logója



A periódusos törvény és periódusos rendszer képezik a kémiai elemek tanulmányozásának alapját. A tanulóknak és az egyetemi hallgatóknak nem érdemes megjegyezni a nagyszámú anyagok összetételét és kémiai tulajdonságait. Ez nem is lehetséges. A kémia tanulásának logikája az egyetemeken a periódusos rendszer minden főcsoportjának, úgyszintén minden alcsoportja elemeinek egyszerű anyagai és az elemek vegyületei összetételének és tulajdonságainak összehasonlításán alapszik. Nektek meg kell tanulnotok a periódusos törvényre támaszkodva és a periódusos rendszert használva kiemelni, érteni és előrelátni a legfontosabb ismereteket a kémiai elemekről és anyagokról.

*Az egyszerű anyagok és az elemek vegyülete változásának jellege a periódusokban és a csoportokban lehetőséget nyújt kideríteni és megalapozni a 2. és 3. periódusok egyes elemeinek hasonlóságát, amelyek a periódusos rendszerben az átló mentén helyezkednek el. Így kémiai tulajdonságuk szerint a lítium és magnézium, a berillium és alumínium hasonlóak, habár mindegyik párban az elemeknek különböző a vegyértékük. A bór és szilícium egyszerű anyagok — félvezetők; nagyon magas az olvadáspontjuk.*

## ÖSSZEFOGLALÁS

**A periódusos törvény a kémia alapvető törvénye. E törvény kapcsolatot teremt az összes kémiai elem között, lehetőséget nyújt megjósolni jellegüket, az egyszerű anyagok és a vegyületek tulajdonságait.**

**A periódusos törvényt a fizikusok, biológusok, geológusok, más szakmák tudósai alkalmazzák. A kémiát tanulni anélkül, hogy ne támaszkodjunk a periódusos törvényre és a periódusos rendszerre, lehetetlen.**



66. Miért segítette elő a periódusos törvény az új kémiai elemek felfedezését?
67. Keressétek meg a periódusos rendszerben az 1955-ben felfedezett Mendeleevium elemet. Milyen a rendszáma, a periódusa és a csoportszáma?
68. Milyen lehetséges okai vannak annak, hogy egy ásványban hasonló elemek találhatók?
69. Internet segítségével derítsétek ki, milyen főiskolák, tudományos kutatóintézetek viselik Mengyelejev nevét, milyen postabélyegeket és érmekeket bocsátottak ki a tudós, az általa felfedezett periódusos törvény és megalkotott periódusos rendszer tiszteletére. Számoljátok be a kémiaórákon kutatásokat eredményeiről.

# 2. rész

## A kémiai kötés és az anyag szerkezete

Szabad atomok a földi környezetben (a nemesgázokat kivéve) nem fordulnak elő, csak különféle módon egymáshoz kapcsolódva találhatók. A fémes elem számos atomja egymáshoz kapcsolódva fémeket alkot. A gyémánt, a grafit, a vörös foszfor a nemfémes elemek egyesült atomjait tartalmazzák. Az oxigén két atomja  $O_2$  molekulává kapcsolódik; ilyen molekulákból áll az oxigéngáz. A víz  $H_2O$  olyan molekulákat tartalmaz, melyek két hidrogénatomból és egy oxigénatomból állnak. Vannak anyagok, amelyek nem atomokból vagy molekulákból, hanem ionokból tevődnek össze (mint például a nátrium-klorid —  $NaCl$ , a kalcium-oxid —  $CaO$ ).

**Az atomok, molekulák, ionok kölcsönhatását, melynek eredményeképpen a részecskék együtt maradnak, kémiai kötésnek nevezik.**

A kémiai kötés képződésekor energia szabadul fel, a kötés megbomlásakor az energia elnyelődik.

# 13

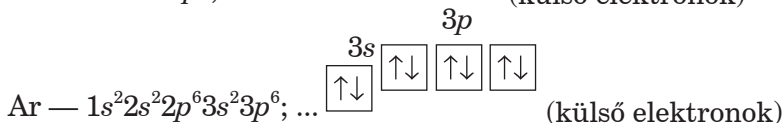
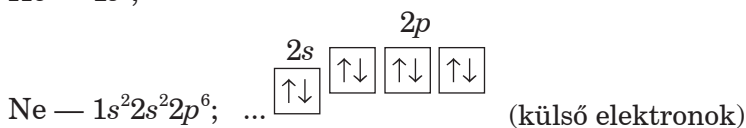
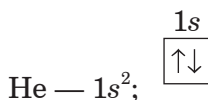
## Az elektronhéjak stabilitása. Az ionok

E téma tananyaga segít nektek:

- megérteni, hogy az atomok mely elektronhéjai a legstabilabbak;
- felírni az ionok képleteit;
- meghatározni az ionok elektronszerkezetét;
- tisztázni, hogy miben különböznek az ionok az atomoktól.

**A nemesgázok atomjainak elektronszerkezete.** Az egyszerű anyagok közül csupán a nemesgázok — a hélium, a neon, az argon, a kripton, a xenon, a radon — állnak különálló atomokból. A tudósoknak sokáig nem sikerült kémiai reakcióra bírni a nemesgázokat; atomjaik „nem akartak” egyesülni más elemek atomjaival<sup>1</sup>. Kémiai passzivitásuk oka csak akkor vált érthetővé, amikor megismerték az atomok szerkezetét.

Az 1–3. periódus nemesgáz elemei atomjainak elektronszerkezete a következő:



<sup>1</sup> A XX. század második felében a kémikusok előállították a kriptonnak, a xenonnak és a radonnak a fluorral és az oxigénnel való néhány vegyületét.

A héliumatom két elektronja betölti az első energiaszintet. A neonatom elektronburka két betöltött elektronhéjból tevődik össze: az elsón 2 elektron van, a másodikon — 8. Az argon atomjában ezeken a szinteken kívül van egy harmadik, amely befejezetlen: 8 elektron helyezkedik el rajta, amelyek a  $3s$ - és  $3p$ -alhéjakat töltik be.

A kripton, xenon és radon atomjaiban az utolsó (befejezetlen) energiaszinteken is 8–8 elektron foglal helyet (mégpedig két  $s$ -elektron és hat  $p$ -elektron).

### Elektronoktett $ns^2np^6$

Figyelembe véve a nemesgázok kémiai passzivitását és a megfelelő elemek atomszerkezetét, az alábbi következtetést vonhatjuk le: a külső 8-elektronos elektronhéj az atom számára előnyös és stabil<sup>1</sup>. A 8 külső elektronos szerkezetet *nemesgázszerkezetnek* vagy *elektronoktettnek*<sup>2</sup> szokták nevezni.

Más elemek atomjai képesek változtatni elektron-szerkezetüket úgy, hogy az utolsó energiaszint nyolc elektront tartalmazzon. Eközben az atomok ionokká alakulnak át.

**Ionok.** Ez a típusú kémiai részecske számos vegyület összetételében megtalálható.

### Az ion olyan elektromos töltéssel rendelkező részecske, amely az atomból egy vagy több elektron elvesztése vagy felvétele eredményeképpen keletkezik.

#### Kationok $H^+, Ba^{2+}$

Ha a semleges atom elektront veszít, akkor átalakul pozitív töltésű ionná; az atomokból elektronfelvétellel negatív töltésű ionok keletkeznek. A pozitív töltésű ionokat *kationoknak*, a negatív töltésű ionokat *anionoknak* nevezik.

#### Anionok $Cl^-, S^{2-}$

Az ionok kémiai képletében a töltést felső index-szel jelölik az elem vegyjelétől jobbra, miközben először a számot írják fel (az 1-est nem írják), azután pedig a töltés előjelét:  $Na^+$ ,  $Ba^{2+}$ ,  $H^+$ ,  $Cl^-$ ,  $S^{2-}$ . Az első ion kémiai képletét így

<sup>1</sup> A héliumatom stabilitását az egyedüli két elektronnal feltöltött  $1s$ -orbitál biztosítja.

<sup>2</sup> A szó a latin octo szóból ered, ami nyolcat jelent.

Érdekes tudnivaló  
A fémek elemek  
legmagasabb  
töltése +4 lehet,  
a nemfémek  
elemek  
legalacsonyabb  
töltése -3

olvassák: „nátrium egyszeresen pozitív”, az utolsót — „kén-kétszeresen negatív”. Ezeket a kémiai részecskéket így nevezzük: „nátrium-ion” (vagy „nátrium-kation”), „kén-ion” (vagy „kén-anion”)<sup>1</sup>.

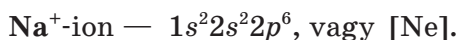
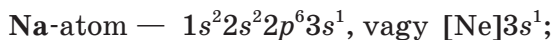
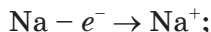
Léteznek ezenkívül összetett ionok, amelyeket néhány atom alkot. Például, a nátrium-hidroxid NaOH összetételében a Na<sup>+</sup>-ionokon kívül OH<sup>-</sup>-anionok (hidroxidionok) is szerepelnek.

**Pozitív töltésű ionok képződése.** A 11. rendszámú nátrium a periódusos rendszerben a nemesgáz neon után következik. A nátriumatom magja 11 protont tartalmaz (a mag töltése +11), körülötte ugyanennyi elektron kering. Közülük egy a külső (a harmadik) energiaszinthez tartozik, nyolc pedig — az utolsó előtti szinthez ( $2s^22p^6$ ).

A kémiai reakció közben a nátriumatom könnyen elveszíti az egyedüli 3s-elektronját és ionná változik. Ezen részecske töltését így határozzuk meg: +11 (az atommag töltése, ami a protonok össztöltése) –10 (az elektronok össztöltése) = +1. Mivel a mag változatlan marad, az ion, amint az atom is, a nátrium elemhez tartozik.

A nátriumion Na<sup>+</sup> elektronszerkezete ugyanolyan, mint a passzív neon elem atomja (mindkét részecske 10—10 elektront tartalmaz). Ez az ion stabil, mivel külső elektronoktettel (vagyis nemesgázszerkezettel) rendelkezik.

Felírjuk a nátriumatom ionná alakulásának sémáját és a kémiai részecskék elektronképleteit:



---

<sup>1</sup> A fordító megjegyzése: a negatív töltésű ionoknak, illetve anionoknak elterjedtebb az az elnevezése, amely a megfelelő sav anionját tünteti fel, hozzáadva az „-id” végződést. Például: „kénion” helyett gyakrabban használjuk a „szulfidion” elnevezést, amely a H<sub>2</sub>S képletű szulfidsavra (kénhidrogénsavra) utal.

*A nemesgázszerkezet (oktett) másképpen is kialakulhatott volna — a nátriumatom egyetlen külső elektronjához még hét elektron kapcsolódásával. Azonban ez nem történik meg. Nyilvánvalóan az atomnak könnyebb egy elektront leadni, mint hetet felvenni.*

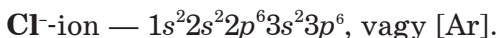
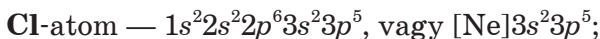
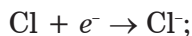
A  $\text{Na}^+$ -kation minden nátriumvegyület összetételében előfordul, közöttük a  $\text{Na}_2\text{O}$  oxidban, a  $\text{NaOH}$  képletű nátrium-hidroxidban, a nátrium-kloridban —  $\text{NaCl}$ .

► Írjátok fel a magnéziumatom megfelelő ionná való átalakulásának vázlatát és tüntessétek fel mindkét részecske elektronképletét.

**A fémek atomjainak a külső energiaszinten nincs sok elektronja (leggyakrabban egytől háromig) és képesek leadni őket, ezáltal kationokká alakulnak.**

**Negatív töltésű ionok képződése.** A 17. rendszámú elem — a klór atomjának a külső energiaszintjén 7 elektron helyezkedik el ( $3s^23p^5$ ). Ez az atom képes felvenni egy elektront (amelyiket átadhatja neki, például, a nátriumatom) és  $\text{Cl}^-$ -ionná alakulni. A klór-anion elektronszerkezete ugyanolyan, mint a nemesgáz argon atomjáé.

A klóratom ionná alakulásának sémája és a kémiai részecskék elektronképletei ezek:



Klór-anionokat ( $\text{Cl}^-$ ) tartalmaznak a fémek elemek klórral alkotott bináris vegyületei, közöttük a nátrium-klorid ( $\text{NaCl}$ ) is.

► Írjátok fel az oxigénatom megfelelő ionná való átalakulásának sémáját és tüntessétek fel mindkét részecske elektronképletét.

**A nemfémes elemek atomjainak (a nemesgázokon kívül) a külső energiaszintjén négytől hétig terjedő elektronjuk van és képesek elektronokat felvenni, anionokká alakulva.**

*A főcsoportok elemei ionjainak zöme a külső energiaszinten elektron-oktettet tartalmaz.*

Az ionok és a nekik megfelelő elemek atomjainak relatív molekulatömege gyakorlatilag azonos, mivel az elektronok tömege elhanyagolható.

**Az ionok és az atomok különbözősége.** Mindegyik elem ionja és atomja különbözik egymástól az elektronok számának tekintetében, ugyanakkor atommagjuk egyenlő pozitív töltéssel rendelkezik. Ezért az ionok, az atomoktól eltérően, elektromosan töltött részecskék.

Az atom és az ion eltérő elektronszerkezete okozza a részecskék különböző méretét. A nátriumban a 3. energiaszint egy elektront tartalmaz, a nátriumionban az elektronok csupán két elektronszinten helyezkednek el. Ezért a  $\text{Na}^+$ -ion sugara jelentősen kisebb, mint a nátriumatomé. A klóratomban és klórionban az elektronok három energiaszinten helyezkednek el. Azonban a klórionban egy elektronnal több van, ezért a sugara kissé nagyobb, mint a klóratomé, mivel a változatlan számú proton több elektronra hat, így az egy elektronnal több vonzó hatás kisebb mértékű, és növekszik az elektronok között ható taszítóerő.

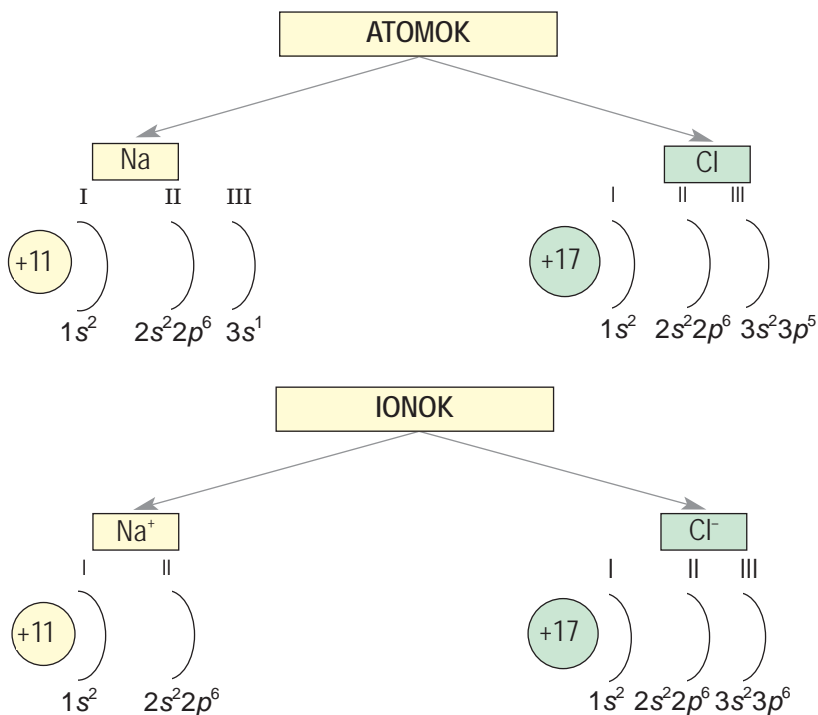
A  $\text{Na}^-$  és  $\text{Cl}^-$ -atomok, valamint a  $\text{Na}^+$ - és  $\text{Cl}^-$ -ionok elektronszerkezete, illetve a kémiai részecskék sugarainak értékei a 4. vázlaton vannak feltüntetve.

Az ionok tulajdonságaikban is különböznek az atomoktól. Azok az atomok, amelyekből a fémnátrium áll, reakcióba képesek lépni a vízmolekulákkal, a  $\text{Na}^+$ -ionok azonban ezekkel a molekulákkal nem reagálnak. A klóratomok könnyen egyesülnek  $\text{Cl}_2$  molekulát alkotva, ugyanakkor a  $\text{Cl}^-$ -ionokra ez nem jellemző.

A hidrogén az egyedüli nemfémes elem, amelynek atomja nem csupán  $\text{H}^-$ -anionná, de



## A nátrium és a klór atomjainak és ionjainak jellemzői



H<sup>+</sup>-kationná is alakulhat. Bármilyen sav vizes oldata tartalmazhat hidrogénionokat (H<sup>+</sup>), amelyek savas ízt kölcsönöznek az oldatnak, megváltoztatják az indikátorok színét. A hidrogénatomoknak (H) nincs ilyen tulajdonságuk. Az ionoktól eltérően az atomok könnyen egyesülnek H<sub>2</sub> molekulát képezve, amely egy egyszerű anyag, a hidrogén alkotórésze. A H<sup>-</sup>-ionok tulajdonságaikban különböznek a hidrogénatomtól és a H<sup>+</sup>-ionoktól is. Többek között ezek a részecskék nem létezhetnek vizes oldatban, mivel reakcióba lépnek a víz molekuláival.

### ÖSSZEFOGLALÁS

**Az atomok legstabilabb elektronhéja nyolc elektront tartalmaz (oktett-szabály).**

**Az ionok elektromos töltéssel rendelkező kémiai részecskék, melyek elektronleadással vagy felvétellel keletkeznek.**

**A fémek atomjai le tudják adni a külső elektronhéj elektronjait és pozitív töltésű ionná (kationná) alakulnak, a nem-fémek atomjai pedig fel tudnak venni elektronokat és negatív ionná (anionná) alakulnak.**

**A kationoknak kisebb sugaruk van, mint a megfelelő atomoknak. Az anionok sugarukat tekintve csak kissé különböznek az atomoktól. Az atomok és a belőlük képződött ionok tulajdonságai eltérőek.**

?

70. Mi a közös a nemesgázok atomjainak elektronstruktúrájában?
71. Melyik részecske tartalmaz több elektront:
  - a) az atom vagy a megfelelő kation;
  - b) az atom vagy a megfelelő anion?
72. A Rb, Br, Sr, N elemek közül melyek képesek kationokat alkotni, s melyek anionokat? Határozzátok meg mindegyik elem ionjának töltését és írjátok fel a kémiai részecske képletét.
73. Írjátok fel az alábbi ionok elektronképleteit:  $\text{Be}^{2+}$ ,  $\text{P}^{3-}$ ,  $\text{F}^-$  és  $\text{K}^+$ .
74. Nevezetek meg három kationt és két aniont, amelyeknek ugyanolyan elektronhéjuk van, mint az  $\text{F}^-$ -ionnak.
75. Melyik atomnak van ugyanolyan elektronstruktúrája, mint az alumíniumionnak? Írjátok fel a részecske elektronképletét és ábrázoljátok grafikusán.
76. Írjátok fel azon részecskék kémiai képletét, amelyek külső energiaszintjének elektronstruktúrája  $3s^23p^6$ .
77. Melyik elem atomja tartalmaz 2 elektronnal kevesebbet, mint a magnéziumion?
78. Állítsátok össze az elektronképletét annak a részecskének, amelynek 16 protonja és 18 elektrona van. Nevezétek meg ezt a részecskét.
79. Írjátok fel a hidrogén-kation és hidrogén-anion hidrogénatomból való keletkezésének vázlatát. Melyik részecskének van a legkisebb sugara — a kationnak, az anionnak vagy az atomnak? Miért?
80. Válasszátok ki a legnagyobb és a legkisebb sugarú részecskét: az Ar atomja, a  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ -ionok esetében. A feleletet indokoljátok meg.

# 14

## Az ionos kötés. Ionos vegyületek

E téma tananyaga segít nektek:

- tisztázni, hogyan egyesülnek egymással az ionok;
- megérteni az ionos anyagok felépítését;
- megmagyarázni az ionokból álló vegyületek fizikai tulajdonságait.

**Az ionos kötés. Az ionos vegyületek.**  
Számos anyag létezik, amely elektrosztatikus erők hatása következtében pozitív és negatív töltésű ionokból képződik.

**Az ellentétes ionok közötti vonzást az anyagban ionos kötésnek nevezzük.**

A kation és az anion annál erősebben vonzza egymást, minél nagyobb mindegyik részecske elektromos töltése és minél kisebb a távolság közöttük, ütköződésüknél pedig, ha minél kisebb a sugaruk. Ezt a fizika egyik törvénye tanúsítja.

**Az ionokból felépülő vegyületeket ionos vegyületeknek nevezzük.**

Az ionos vegyületekhez tartozik a fémes elemek oxidjainak zöme, a lúgok, az alkálifémek vegyületei a halogénekkal, a kénnel stb. Mindezen anyagok tartalmaznak fém-kationokat (például,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ). Az anionok szerepét az ionos oxidokban az  $\text{O}^{2-}$ -ionok töltik be, a lúgokban az  $\text{OH}^-$ , a  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  és mások. Megjegyezzük, hogy két nemfémből keletkezett vegyület, például a hidrogén-klorid  $\text{HCl}$ , a széndioxid  $\text{CO}_2$  egyike sem tartalmaz ionokat, vagyis nem ionvegyület.

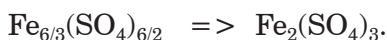
Ahhoz, hogy összeállítsuk az ionos vegyület képletét, ismerni kell a megfelelő kationok és

anionok összetételét és töltéseit. Mivel minden anyag elektromosan semleges, ezért az ionos anyagban *a kationok és anionok töltéseinek mennyisége megegyezik, vagyis a töltések összege nullával egyenlő.*

**GYAKORLAT. Állítsátok össze azon vegyület képletét, amely  $\text{Fe}^{3+}$  és  $\text{SO}_4^{2-}$  ionokat tartalmaz.**

**Megoldás**

Felírjuk együtt a kationt és aniont:  $\text{Fe}^{3+} \text{SO}_4^{2-}$ . Megkeressük azt a legkisebb számot, amelyik maradék nélkül osztható az ionok töltéseinek értékével, azaz a 3 és 2 legkisebb közös többszörösét — ez a 6-os. Ha ezt a számot elosztjuk 3-mal és 2-vel, megkapjuk a kémiai képlet megfelelő indexeit. Elhagyva az ionok töltéseit, leírjuk a vegyület képletét:



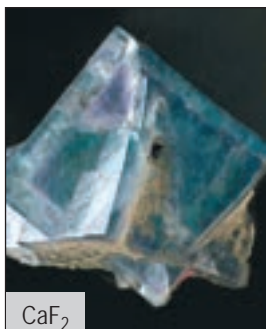
Az ionos vegyület képlete megmutatja a kationok és anionok arányát. Például, a lítium-oxidban  $\text{Li}_2\text{O}$ :



**Az ionos vegyületek szerkezete.** Minden ionos vegyület természetes körülmények között szilárd, kristályos anyag.

Minden egyes anyag kristályainak megvan a jellegzetes alakja (26. ábra), amely a kristályt alkotó kémiai részecskék rendezett elhelyezke-

26. ábra  
Természetes  
kristályok



désének köszönhető. Ha a konyhasót vizsgáljuk nagyítóüvegen keresztül, észrevehetjük benne a színtelen kis kristálykockákat.

Az ionos anyagok kristályaiban az ellentétes töltésű ionok egymáshoz közel, az azonos töltésűek pedig távolabb helyezkednek el. Minden irányban megfigyelhető a kationok és anionok pontos váltakozása. Az ionok elhelyezkedése a kristály belsejében az anyag összetételétől függ, azaz a kationok és anionok számarányától, valamint ezen részecskék sugarainak arányától.

*A kristályos anyagokon kívül léteznek amorf szilárd anyagok. Ezekhez tartozik, többek között, az üveg, amely az anyagban kaotikusan elhelyezkedő különböző ionokból tevődik össze. Üvegből bármilyen alakú tárgyat el lehet készíteni, ha azonban az üvegtárgyat széttörjük, alaktalan törmeléket kapunk.*

**Kristályrácsok.** A kristályok belső szerkezetét kristályrács segítségével modellezik. Ez a részecskék elhelyezkedésének vázlata vagy térbeli modellje a kristály egy kis részében (27. ábra). Az ilyen modellt alapján el lehet képzelni az egész anyag szerkezetét.

A golyócskák (gömbök) a kristályrácsokban az anyag kémiai részecskéit — ionjait, atomjait vagy molekuláit imitálják. Ezek a kristályrács csomópontjain helyezkednek el. A gömbpálcika modellekben (27. a ábra) a golyócskáknak tet-szöleges mérete van és nem érintkeznek egymással. Vannak azonban kalottamodellek is (27. b ábra). Bennük a golyócskák sugarai arányosak a részecskék sugaraival és a legközelebbi golyócskák érintkeznek is egymással (a részecskék rendszerint tömören vannak „becsomagolva” a kristályba). A kalottamodell a molekulakonfigurációt sokkal élethűbben adja vissza, a gömbpálcika modell viszont szemléltetőbb, mert a kis gömbök nem gátolják a betekintést a kristály belsejébe.

Ha az ionos vegyületek kristályrácsaiban kijelölünk egy legkisebb ismétlődő töredéket (elemi

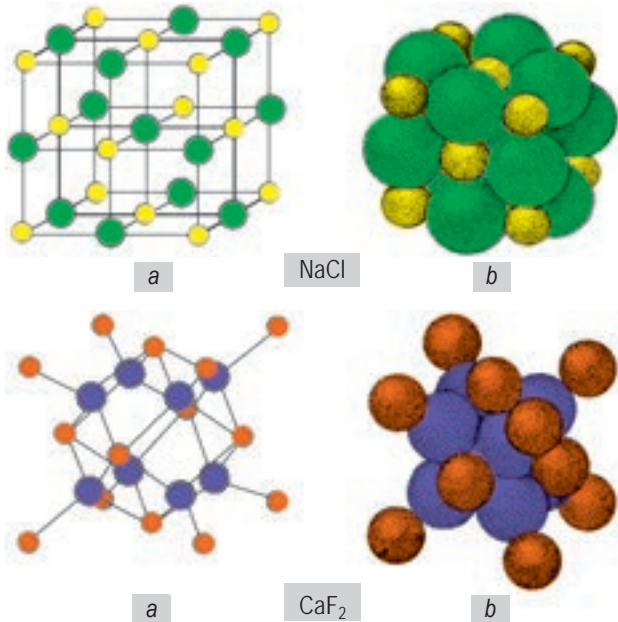
### 27. ábra

Ionos vegyületek  
kristályrácsai:

a) gömbpálcika modell;

b) kalottamodell.

A sárga gömbök  $\text{Na}^+$   
kationok,  
a téglaszínűek —  $\text{Ca}^{2+}$ ;  
zöld színű a  $\text{Cl}^-$ ,  
kék a  $\text{F}^-$

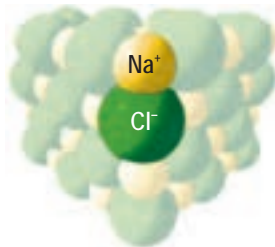


cellát), akkor ez a vegyület képlet-egysége és megfelel a kémiai képletének (28. ábra).

**Az ionos vegyületek fizikai tulajdonságai.** Az ionok elég erősen kötődnek egymáshoz. Ahhoz, hogy elszakítsuk az ionos kötést, jelentős energiát kell befektetni. Ezzel magyarázzák az ionos anyagok többségének a magas olvadási és forráspontját. Olvadás közben a kristályok szétroncsolódnak, az ionok közötti kötések meggyengülnek, forrás közben pedig az ionok szétválnak egymástól és „kilépnek” a folyadékból. A nátrium-klorid ( $\text{NaCl}$ )  $+801^\circ\text{C}$ -os hőmérsékleten olvad (ezt a hőmérsékletet nem lehet elérni, ha az anyagot szeszgő vagy labo-

### 28. ábra

A konyhasó  
kristályának  
szerkezeti  
egysége  
(elemi cellája)



ratóriumiumi gázégő segítségével hevítjük), és 1465°C-on forr. A másik ionos vegyület, a magnézium-oxid (MgO) olvadáspontja és forráspontja még magasabb: 2825°C, illetve 3600°C. Ennek magyarázata a következő. A Mg<sup>2+</sup>- és az O<sup>2-</sup>-ionoknak nagyobb a töltése és kisebb a sugara, mint a Na<sup>+</sup>- és a Cl<sup>-</sup>-ionoknak, ezért erősebben kötődnek. Ahhoz, hogy a magnézium-oxidot megolvasszuk, a vegyületet magasabb hőmérsékletre kell hevíteni, mint a nátrium-kloridot.

Az ionos anyagok szilárd állapotban nem vezetnek az elektromos áramot, olvadáskor vagy vizes oldataikban viszont elektromos vezetők.

*Ismeretes, hogy az elektromos áram a töltéssel rendelkező részecskék (elektronok, ionok) irányított mozgása. A kristályban az ionok helyhez kötöttek és nem képesek vándorolni. Az anyag megolvadása során a kristályok folyadékká alakulnak, amelyben az ionok minden irányban mozoghatnak. Ha az olvadáskor az egyenáram forrásához (akkumulátor) elektródokat helyezünk, a kationok a negatív töltésű elektród felé, az anionok a pozitív töltésűek felé kezdenek mozogni. Így a megolvadt ionos anyagban elektromos áram keletkezik.*

## ÖSSZEFOGLALÁS

**Az ionos kötés az ellentétes töltéssel rendelkező ionok közötti kölcsönhatás az anyagban.**

**Az ionvegyületek sorába számos oxid és a fémes elemek más vegyületei tartoznak.**

**Az ionos vegyületek többsége természetes körülmények között kristályos állapotú.**

**Szerkezetüket kristályrács modellel ábrázoljuk. A kristályban az ionos vegyület minden egyes ionját több ellentétes töltésű ion veszi körül.**

**Az ionos kötés eléggé erős. Ezért az ionos anyagok olvadás- és forráspontja magas. Olvasztott állapotban vezetik az elektromos áramot.**

?

81. Milyen kémiai kötést nevezünk ionos kötésnek? Mik azok az ionos vegyületek?
82. Írjátok fel azokat a kémiai képleteket, amelyek ionos anyagoknak felelnek meg: a  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{BaF}_2$ ,  $\text{Fe}$ . Indokoljátok meg a választásotokat.
83. Írjátok fel azon ionok képleteit, amelyekből a következő anyagok állnak:
  - a) oxidok  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ;
  - b) bázisok  $\text{LiOH}$ ,  $\text{Ba(OH)}_2$ .
84. Állítsátok össze azoknak a vegyületeknek a képleteit, amelyeket az alábbi ionok alkotnak:
  - a)  $\text{Ag}^+$  és  $\text{O}^{2-}$ ;
  - b)  $\text{Sr}^{2+}$  és  $\text{OH}^-$ ;
  - c)  $\text{Al}^{3+}$  és  $\text{NO}_3^-$ ;
  - d)  $\text{Na}^+$  és  $\text{PO}_4^{3-}$ .
85. Mi a kristályrács? Milyen részecskék helyezkednek el a következő ionvegyületek kristályrácsának csomópontjaiban:  $\text{CaS}$ ,  $\text{Li}_3\text{N}$ ,  $\text{BaH}_2$ ,  $\text{KOH}$ ?
86. Véleményetek szerint az alábbi anyagok közül melyiknek magasabb az olvadáspontja:
  - a)  $\text{Li}_2\text{O}$  vagy  $\text{Na}_2\text{O}$ ;
  - b)  $\text{CaO}$  vagy  $\text{CaF}_2$ ?Feleleteket indokoljátok meg és ellenőrizték, megtalálva a megfelelő információt az interneten.
87. Számítsátok ki az ionok tömegszázalékát a következő vegyületekben:  $\text{Mg}_3\text{N}_2$  és  $\text{Mg(OH)}_2$ .

---

# 15

## A kovalens kötés

---

E fejezet anyaga segít nektek:

- megérteni, hogyan egyesülnek egymással az atomok;
- tisztázni, milyen kötést nevezünk kovalensnek;



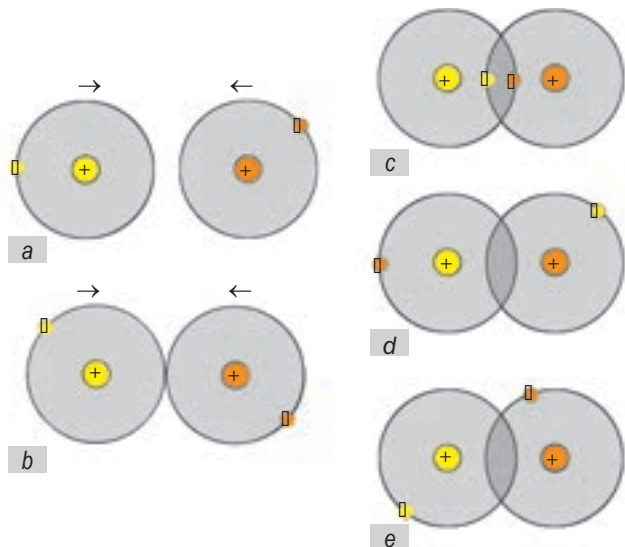
- megkülönböztetni az egyszeres, a kettős és a hármas kovalens kötést;
- összeállítani a molekulák elektronképleteit.

Egyesülni nemcsak az ellentétes töltésű ionok tudnak, hanem az elektromosan semleges atomok is, amelyek lehetnek egyforma elemekből, vagy különbözőkből is. Ennek köszönhetően vannak molekuláris és atomos felépítésű anyagok.

**Kémiai kötés a  $H_2$  molekulában.** Vizsgáljuk meg, hogyan keletkezik a hidrogénmolekula ( $H_2$ ) két hidrogén-atomból. Mindkét hidrogénatomnak egy elektronja van (29. a ábra). A hidrogénatom elektronképlete  $1s^1$ , ennek grafikus változata —  $1s \begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$ .

Ahhoz, hogy  $H_2$ -molekula képződjön, a két hidrogén-atomnak közelednie kell egymáshoz. A két hidrogénatom gömb alakú elektronfelhője egymáshoz közelítve kölcsönhatásba lép egymással (29. b ábra) az atommagok vonzóerővel hatnak az elektronokra, eközben taszítóhatás is fellép úgy az atommagok, mint az elektronok között. Amikor a vonzóerők és taszítóerők

29. ábra  
 $H_2$  molekula képződése;  
 a — két különálló hidrogénatom;  
 b — az atomok közeledése;  
 c, d, e — a  $H_2$  molekula átfedett elektronfelhőkkel és különbözőképpen elhelyezkedő elektronokkal



kiegyenlítődnek, az atomok megállapodnak (29. c ábra). Az elektronpályák átfedésének tér-részében az elektronok az egyik atomból a másikba vándorolnak (29. c, d, e ábra). Mindkét hidrogénatom „kapott” egy pótelektront és előnyös kételektronos héja lesz (olyan, amilyen a héliumatomnak van). A két atom számára közös lesz az elektronpár.

## **Az atomok közötti közös elektronpár képződésével létesülő kötést kovalens<sup>1</sup> kötésnek nevezzük.**

A hidrogénmolekulában levő kovalens kötést kétféleképpen szokás feltüntetni: **H:H** vagy **H–H**.

Az első jelölést a molekula *elektronképletének* nevezzük; minden egyes elektront ponttal jelölünk benne. A másik jelölés a *szerkezeti* képlet — ezt már ismeritek a 7. osztály anyagából. Mostantól tudni fogjátok, hogy a két atom közös elektronpárját vonallal jelöljük.

A hidrogénmolekula atomból való képződését ilyen séma segítségével ábrázolhatjuk:



**Kémiai kötés a HCl molekulában.** Vizsgáljuk meg, hogyan egyesül két különböző atom: a hidrogén és a klór atomja HCl molekulát alkotva.

► Írjátok fel ezen atomok elektronszerkezetét.

A hidrogénatomban egy elektron van, a klóratom külső elektronhéján pedig 7 elektron található, amelyek közül egy párosítatlan. Mindkét atomnak előnyös egy elektront szerezni. A hidrogénatom feltölti egyetlen energiaszintjét ( $1s^2$ ), a klóratomnak külső elektronoktettje lesz ( $3s^23p^6$ ).

---

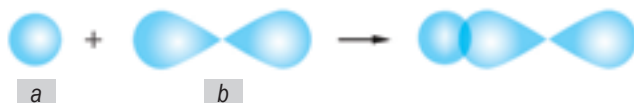
<sup>1</sup> A szó a latin „co” prefixumból (jelentése -val,-vel, együtt) és a latin „valentia” szóból ered, amely a vegyérték fogalmát fejezi ki.

Az atomok közeledésének eredményeképpen a hidrogénatom  $1s$ -atompályája átfedi a klóratom  $3p$ -atompályáját (30. ábra); a megfelelő párosítatlan elektronokból közös elektronpár alakul ki.

A hidrogén-klorid molekulájának elektron- és szerkezeti képlete:



valamint a HCl molekula képződését atomokból így szemléltethetjük:



30. ábra

Az atompályák átfedése a HCl molekula

képződésekor:

$a$  — a H-atom

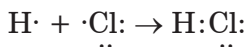
$1s$ -atompályája;

$b$  — a Cl-atom

$3p$ -atompályája

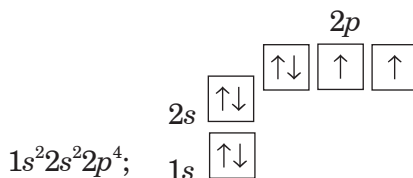
a párosítatlan  
elektronnal

A molekula képletét a közös elektronpár feltüntetésével egyszerűsített elektronképletnek nevezzük. Ha minden egyes atom összes külső elektronját feltüntetjük, akkor teljes elektronképletet kapunk. A hidrogén-klorid molekulája képződésének megfelelő vázlatát így tüntetjük fel:

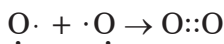


**Az  $\text{O}_2$  és  $\text{N}_2$  molekulákban található kötések.** Az oxigénatomok között az oxigénmolekulában ( $\text{O}_2$ ) kovalens kötés létezik, amely különbözik a  $\text{H}_2$  és HCl molekuláinak kötéseitől.

Az oxigénatom elektronképlete:  $1s^2 2s^2 2p^4$ , ennek grafikus változata:



Az atom  $p$ -elektronpályáin két párosítatlan elektron van jelen. Két oxigénatom egyesülésekor ezek az elektronok két közös elektronpárt hoznak létre:



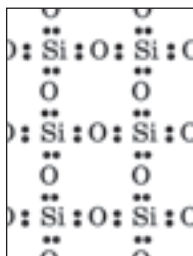
Most már mindkét atomnak külső elektronok-tettje van, vagyis a nemesgázszerkezetet két közös elektronpár létesítésével érik el. Az oxigénmolekula teljes elektronképlete  $\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}}::\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}}$ , a szerkezeti pedig  $\text{O}=\text{O}$ .

Azt a kovalens kötést, amely egy közös elektronpár segítségével valósul meg (például, a  $\text{H}_2$ , a  $\text{HCl}$ -molekulákban), egyszeres kötésnek, két elektronpár segítségével létrejövót pedig (az  $\text{O}_2$ -molekulában) kettős kötésnek nevezzük. Van hármas kötés is, amely három közös elektronpár segítségével jön létre. Ilyen kötéssel egyesülnek a nitrogénatomok a nitrogénmolekulában ( $\text{N}_2$ ):



Kovalens kötés nem csupán a molekuláris, de az atomos szerkezetű egyszerű és összetett anyagokban is létezik (31. ábra). Ez a fajta kötés csak a nemesgázoknál hiányzik.

A fentiekből az következik, hogy az atomok között a kovalens kötés létrejöttének az a szükséges feltétele, hogy mindegyik kapcsolódó atomnak legyen egy vagy több párosítatlan elektronja. *Jegyezzétek meg: a nemfémek elemek atomjai kovalens kötéssel kapcsolódnak.*



31. ábra  
Kovalens kötések a szilícium(IV)-oxidban ( $\text{SiO}_2$ )

**A kovalens kötés egy, két vagy három közös elektronpár képződése eredményeképpen jön létre az atomok párosítatlan elektronjai révén.**

**Az egy közös elektronpár által alkotott kötést egyszeres kovalens kötésnek, két elektronpár általit kettős kötésnek, három elektronpár általit hármas kötésnek nevezük.**

**Kovalens kötéssel kapcsolódnak egymáshoz a nemfém elemek atomjai.**



88. Milyen kötést nevezünk kovalens kötésnek? Milyen részecskék között jön létre ez a kötés?
89. Miért nem vehet részt a kovalens kötésben:
  - a) a magnéziumatom;
  - b) a neonatom?
90. A felsorolt képletek közül válasszátok ki azokat, amelyek kovalens kötésű anyagoknak felelnek meg:  $\text{Br}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaBr}$ ,  $\text{BaS}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}_3\text{N}_2$ ,  $\text{CH}_4$ .
91. Írjátok fel az egyszerűsített és teljes elektronképleteit, valamint a szerkezeti képleteit az  $\text{I}_2$ ,  $\text{SiH}_4$  és az  $\text{SO}_3$  molekuláknak.
92. Hogyan jön létre a kovalens kötés két fluoratomnak  $\text{F}_2$  molekulává való egyesülése során? Nevezzétek meg az egymást átfedő elektronpályákat. Jellemezzétek a kötés sajátosságait.
93. Jellemezzétek a vízmolekula kémiai kötését. Állítsátok össze a molekula hidrogén- és oxigénatomokból való képződésének vázlatát, felhasználva a részecskék egyszerűsített és teljes elektronképletét. Ábrázoljátok a vízmolekula szerkezeti képletét.

# 16

## Poláris és apoláris kovalens kötés. Az elemek elektronegativitása

E téma tananyaga segít nektek:

- megérteni, hogy a molekulákban a különböző elemek atomjain miért jelennek meg elektromos töltések;
- megkülönböztetni a poláris és az apoláris kovalens kötések;
- tisztázni, hogy az atom mely tulajdonságát nevezik elektronegativitásnak.

### **Poláris és apoláris kovalens kötés.**

Összetett anyagból sokkal több van, mint egyszerűből. Ezért a kovalens kötés különböző atomok között gyakrabban képződik, mint az azonos atomok között. Ezekben az esetekben a közös elektronpárok rendszerint „nagyobb mértékben” az egyik atomhoz tartoznak.

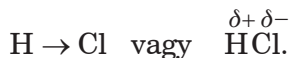
Vizsgáljuk meg a hidrogén-klorid (HCl) molekuláját. A kutatások eredményei azt mutatták, hogy ebben a molekulában a kovalens kötés két kötő elektronja gyakrabban fordul elő a klóratom közelében, mint a hidrogénatomnál. Amint kiderült, a közös elektronpár a klóratom felé tolik el,



amely egy csekély, az egységénél kisebb ( $-0,2$ ) negatív töltésre tesz szert, a hidrogénatom pedig ugyanolyan értékű, de pozitív töltésre ( $+0,2$ ).

Az atomok részleges töltését  $\delta$  (delta) görög betűvel jelöljük „+” vagy „-” előjelekkel.

A kovalens kötés vizsgált sajátosságát így ábrázolják:



**Az olyan kovalens kötést, amelyben egy vagy több közös elektronpár eltolódik az egyik atom irányába, poláris kötésnek nevezik, ha pedig nincs ilyen eltolódás, apoláris kötésnek.**

Kovalens poláris kötés található sok összetett anyagban, mint például HF, NH<sub>3</sub>, SO<sub>3</sub>, SiCl<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, stb.; valamint összetett ionokban, úgymint OH<sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, és mások. Apoláris kovalens kötéssel kapcsolódnak a nemfémek atomjai egyszerű anyagot alkotva — úgy molekuláris vagy atomos szerkezettel (például, a grafit, illetve a gyémánt).

► Milyen kovalens kötés található a Br<sub>2</sub>, illetve a HBr molekuláiban?

**Az elemek elektronegativitása.** A kémiai elemek elektronvonzó képességükkel is jellemezhetők: melyik vonzza magához erősebben a közös elektronpárt.

**Az elem atomjának azt a tulajdonságát, hogy egy másik atommal közös elektronpárt a maga irányába vonz, elektronegativitásnak nevezük.**

A HCl molekulájában a kovalens kötés polaritását megvizsgálva azt mondhatjuk, hogy a klór elektronegatívabb elem, mint a hidrogén.

Az elemek elektronegativitásának mennyiségi értékelésére táblázatot használunk, amelyet L. Pauling amerikai tudós állított össze (6. táblázat).

Ennek megfelelően a cézium elektronegativitása a legkisebb, a fluoré a legnagyobb. A fémek

elemek elektronegativitásának értéke kisebb, mint a nemfémeké. Ez érthető is, hisz a fémek atomjai képesek leadni az elektronjaikat és átalakulni kationokká, a nemfémek atomjai pedig felvenni az elektronokat és anionokká alakulni.

6. táblázat

**Az 1-3 periódus elemei elektronegativitásának viszonyított értékei**

Periódus	Csoport							
	I	II	II	IV	V	VI	VII	VIII
1	<b>H</b> 2,1							<b>He</b> —
2	<b>Li</b> 1,0	<b>Be</b> 1,5	<b>B</b> 2,0	<b>C</b> 2,5	<b>N</b> 3,0	<b>O</b> 3,5	<b>F</b> 4,0	<b>Ne</b> —
3	<b>Na</b> 0,9	<b>Mg</b> 1,2	<b>Al</b> 1,5	<b>Si</b> 1,8	<b>P</b> 2,1	<b>S</b> 2,5	<b>Cl</b> 3,0	<b>Ar</b> —

**A periódusokban az elemek elektronegativitása balról jobbra, a csoportokban (főcsoportokban) pedig lentől felfelé növekszik.**

A 6. táblázatból hiányoznak a hélium, a neon, az argon elektronegativitásának értékei. Ezeknek az elemeknek az atomjai nem alkotnak vegyületeket, nem képesek kationokká vagy anionokká alakulni.

Az atomok elektronegativitási értékei alapján könnyen megállapítható a kovalens kötés jellege. Azonos elektronegativitású atomok kovalens apoláris kötést létesítenek. Ilyen kötés van a  $N_2$ , a  $PH_3$ , a  $CS_2$  molekulákban. Eltérő elektronegativitású nemfémek poláris kovalens kötéssel kapcsolódnak egymáshoz.



Érdekes  
tudnivaló

A vízmolekulában mindegyik hidrogénatomnak +0,17 elektromos töltése van, az oxigénatomnak pedig -0,34

Vizsgáljuk meg a vízmolekulát ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Az oxigén-atom és mindkét hidrogénatom között egyszeres kovalens kötés van; ilyen kötés a molekulában kettő van. Mivel az oxigénnek magasabb az elektronegativitása (3,5), mint a hidrogénnek (2,1), ezért atomja maga felé mozdítja el a közös elektronpárt:



Tehát a víz molekulájában a kovalens kötések polárisak.

- ▶ Ábrázoljátok az  $\text{NH}_3$  képletű ammónia-molekula szerkezeti képletét és jelöljétek a vegyjelek felett a részleges töltéseket.

*Minél nagyobb az elemek elektronegativitásának különbsége, annál polárisabb a kötés az atomok között.*

- ▶ Melyik molekulában nagyobb a kovalens kötés polaritása: a  $\text{HCl}$ -ban vagy a  $\text{HI}$ -ban?

## ÖSSZEFOGLALÁS

**Ha a kovalens kötés két különböző elem atomjai között jön létre, rendszerint ezekben az atomokban nem keletkezik nagy töltés. E töltések gerjedésének oka a közös elektronpár eltolódása az egyik atomtól a másikhoz. Az ilyen kovalens kötést poláris kötésnek nevezzük. Ha a közös elektronpár nem tolódik el, akkor a kötés kovalens apoláris.**

**Az atomnak azt a tulajdonságát, hogy egy másik atommal közös elektronpárt maga felé vonz, elektronegativitásnak nevezzük. Az elektronegativitás a periódusokban balról jobbra, a csoportokban (főcsoportokban) pedig letről felfelé növekszik.**



94. A kovalens kötéssel összekapcsolt atomokban miért jelenhetnek meg részleges elektromos töltések? Milyen kovalens kötést nevezünk polárisnak, és milyen apolárisnak?
95. A felsorolt képletek közül válasszátok ki azokat, amelyek ionos kötésű, apoláris kovalens kötésű és poláris kovalens kötésű anyagoknak felelnek meg: HF, CO<sub>2</sub>, MgO, Li<sub>3</sub>N, Br<sub>2</sub>, BCl<sub>3</sub>. Választásotokat indokoljátok meg!
96. Mit értünk az elem elektronegativitása alatt?
97. Hogyan változik az elemek elektronegativitása a periódusos rendszer periódusaiban és főcsoportjaiban?
98. A 6. táblázat adatai alapján állítsátok sorba a nemfémeket, amelyekben az elektronegativitás balról jobbra csökken.
99. A 6. táblázat adatai alapján a felsorolt anyagok képletében húzzátok alá a legnagyobb elektronegativitású elem vegyjelét: AlCl<sub>3</sub>, CF<sub>4</sub>, SO<sub>2</sub>, NaH, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, LiOH, HClO<sub>4</sub>.
100. A δ betű alkalmazásával jelöljétek ki az atomokon megjelent töltéseket a következő molekulák képleteiben: OF<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, SiCl<sub>4</sub>. Ezekben a molekulákban melyik kötés a legpolárisabb, s melyik a legkevésbé poláris?
101. Fejezd be helyesen az alábbi mondatot: „A kálium és a kalcium elektronegativitásának értéke megfelelően egyenlő...”:  
a) 0,8 és 1,0;                      c) 1,0 és 1,2;  
b) 1,0 és 0,8;                      d) 0,8 és 0,6 .  
Vegyétek figyelembe és hasonlítsátok össze a káliumhoz és kalciumhoz hasonló elemek elektronegativitásának értékeit, felhasználva a 6. táblázatot.
102. Az elemeket a kémiai képletekben rendszerint elektronegativitásuk növekedése sorrendjében szokták felírni. Válasszátok ki azokat a képleteket a felsoroltak közül, amelyekben be van tartva ez a sorrend: Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NaOH, CH<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>.

# 17

## Molekuláris és atomos szerkezetű anyagok

E téma tananyaga segít nektek:

- megismerni az olyan anyagok szerkezetét, amelyek molekulákból állnak;

- megmagyarázni a molekuláris szerkezetű anyagok fizikai tulajdonságait;
- megérteni az olyan anyagok szerkezetét és fizikai tulajdonságait, amelyek atomokból állnak.

**Molekulák közötti kölcsönhatás.** Felépítésétől függetlenül az anyag három halmazállapotban létezhet. A molekuláris anyagoknak szilárd és cseppfolyós állapota azért lehetséges, mert a molekuláik vonzzák egymást, habár mindegyik molekula töltés nélküli. Az ilyen jelenséget nevezik *molekulák közötti*, vagy *intermolekuláris kölcsönhatásnak*.

Az erős kovalens és ionos kötésekkel ellentétben a molekulák közötti kölcsönhatás elég gyenge. Ez a kölcsönhatás magában foglalja az egyik molekula atomjai elektronjainak vonzását a többi molekula atommagjaihoz, de gyakran az aszimmetrikus töltéeloszlással rendelkező molekulák kölcsönös vonzását is. Ilyen kölcsönhatás létezik például a vízben, egyes szerves vegyületekben. Ez fontos feltétele az élő szervezetek létezésének bolygónkon.

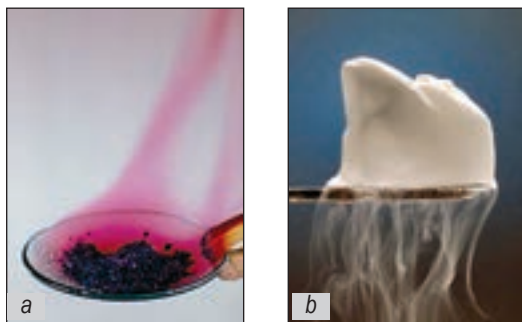
**A molekuláris anyagok fizikai tulajdonságai.** Annak következtében, hogy a molekulák közötti kölcsönhatás gyenge, a molekuláris szerkezetű anyagok lényegesen különböznek az ionos anyagoktól fizikai tulajdonságaikban. A molekuláris anyagok keménysége kicsi, olvadás- és forráspontja alacsony, illékonyak. Egyes molekuláris anyagok hevítéskor szilárd állapotból gáznemű állapotba alakulnak át anélkül, hogy közben cseppfolyós állapotot vennének fel. Az ilyen jelenséget szublimációnak<sup>1</sup> nevezzük. Ilyen tulajdonsága van a jódnak ( $I_2$ ), a szén(IV)-oxidnak —  $CO_2$  (31. ábra). A jég  $0^\circ C$  alatt szintén párává ala-

---

<sup>1</sup> A szakkifejezés a latin „sublimare” szóból ered, jelentése: felemelni.

### 32. ábra

A jód (a) és a szén(IV)-oxid (b) szublimációja



kul, bár igaz, nagyon lassan. Ennek köszönhetően a mosott fehérnemű a fagyban is kiszárad.

Számos molekuláris anyagnak szaga van (vagyis illékony). Jól ismeritek a kén-dioxid ( $\text{SO}_2$ ) szúrós szagát, ami a gyufa meggyújtásakor keletkezik (a gyufafej összetételében ugyanis kén is van). Az ammóniát ( $\text{NH}_3$ ) is könnyű felismerni szagáról. Ez a gáz válik ki a patikában is kapható vizes oldatából, a „szalmiákszeszből”. Semmivel nem téveszthető össze az ecetsav ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) szaga, amelynek oldatát (az étellecetet) a háztartásban használjuk.

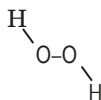
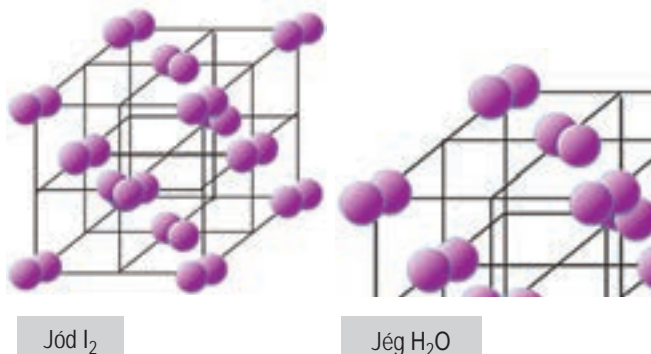
A molekuláris anyagok egyik halmazállapotukban sem vezetnek a villamos áramot, mivel az őket alkotó molekulák nem rendelkeznek töltéssel. Számos ilyen típusú szilárd anyag kristályokat képez (33. ábra).

*A molekuláris anyagok kémiai képletei megmutatják molekuláik összetételét és egyes esetekben lehetnek többszörösek az indexeik.*

*Példaként vesszük a hidrogén-peroxidot —  $\text{H}_2\text{O}_2$ . A vegyület molekulájának szerkezeti képlete:*

<sup>1</sup> A szilárd szén(IV)-oxidot „szárazjégnek” nevezik. A hőmérséklet emelkedésekor ez az anyag nem folyadékká alakul, hanem gázzá (széndioxiddá), vagyis szublimál. A szárazjeget korábban a fagyalt hűtésére alkalmazták.

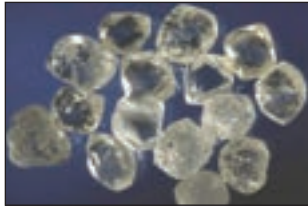
33. ábra  
Molekuláris anyagok  
kristályrácsai



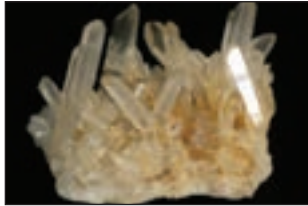
*Éppen ilyen molekulák (nem pedig HO) jellemzik ezt az anyagot. A  $H_2O_2$  képletet, amely a molekula reális (valós) összetételét tükrözi, valós képletnek nevezik (a HO képletet pedig legegyszerűbb képletnek). A molekuláris anyagok többségének a valós képlete egybeesik a legegyszerűbb képletével.*

**Atomszerkezetű anyagok.** Léteznek anyagok, amelyekben az atomok egymás között kovalens kötéssel kapcsolódnak. Közöttük vannak néhány nemfémes elem egyszerű anyagai (például, a bór, grafit, gyémánt, szilícium), egyes összetett anyagok (például, a szilícium(IV)-oxid  $SiO_2$ ).

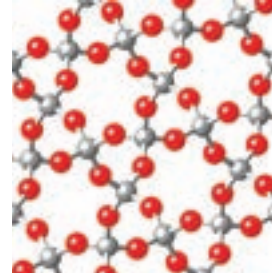
Az anyag kristálya, amely atomokból tevődik össze, egy gigantikus molekulára hasonlít (34. ábra). Annak köszönhetően, hogy a kovalens kötés erős, az atomszerkezetű anyagoknak magas olvadáspontjuk és forráspontjuk van, gyakorlatilag nem oldódnak sem a vízben, sem más oldószerekben, nagy a keménysége (gyémánt, szilícium-karbid — SiC).



Gyémánt C



Kvarc  $\text{SiO}_2$



34. ábra  
Atomszerkezetű  
anyagok és  
kristályrácsaik

## 1. SZ. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

### Ismerkedés különböző anyagok fizikai tulajdonságaival

A tálcán a következő anyagok mintái találhatóak: grafit (atomos szerkezetű), karbamid (molekuláris szerkezetű) és kálium-bromid (ionos szerkezetű).

Rendelkezésetekre áll: kémcsőtartó kémcsövekkel, spatula (vegyszeres kanál), spriccflakon vízzel, kerámialap szárazszesszel, laboratóriumi állvány bunsen-karikával, porceláncsésze.

Figyeljétek meg az anyag külalakját. Vizsgáljátok meg, oldódnak-e a vízben.

Tanulmányozzátok, mi történik az anyaggal melegítés hatására. Melyik vegyület olvadt meg?

Töltsétek be a táblázatot, feltüntetve az anyag szerkezetét, a benne található kémiai kötés típusát, valamint a fizikai tulajdonságait:

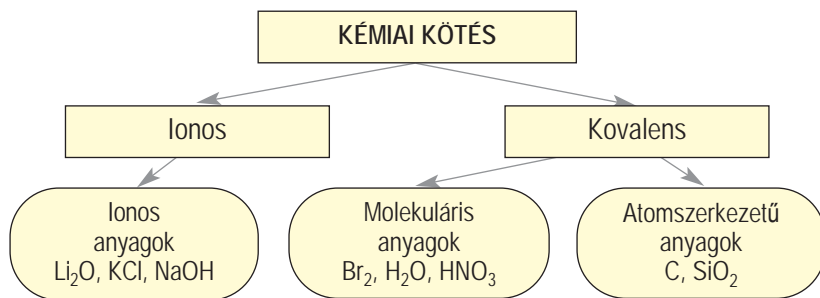
halmazállapot, szín, a részecskék jellege, vízben való oldódása, mérsékelt hőmérsékletnél való olvadása.

Az anyagok jellemzése	Anyagok		
	grafit	karbamid	kálium-bromid

A kémiai kötésekről és az anyagszerkezetről szóló ismereteket az 5. vázlat összegezi.

5. vázlat

### A kémiai kötések típusai és az anyagok szerkezete



A fémek fématomokból állnak, a közöttük létrejövő kölcsönhatást fémes kötésnek nevezik. A fémes kötés különbözik az ionos és a kovalens kötéstől. Ha sok fématom kerül egymáshoz közel, a fémek könnyen leadják elektronjait, amelyek állandó mozgásban vannak és átjárnak egyik atomtól a másikhoz. Ennek a nem helyhez kötött (delokalizált) elektronrendszernek köszönhetőek a fémekre jellemző fizikai tulajdonságok, többek között, hogy vezetik az elektromos áramot.

### ÖSSZEFOGLALÁS

**A molekulák közötti kölcsönös vonzás elég gyenge. Ezért a molekuláris szerkeze-**

**tű anyagok keménysége kicsi, alacsony az olvadáspontjuk és a forráspontjuk, egyeseknek szaga van. A molekuláris anyagok nem vezetnek az elektromos áramot.**

**Az atomszerkezetű anyagokban az atomok erősen kapcsolódnak egymáshoz. Az ilyen anyagok jellegzetes fizikai tulajdonságai a magas olvadás- és forráspont, nagy keménység és hogy nem oldódnak a vízben.**

?

103. Milyen lehet a molekulák közötti kölcsönhatás? Minek köszönhető?
104. Az X vegyület természetes körülmények között szilárd halmazállapotú, van szaga, gyenge hevítéskor megolvad. Molekuláris vagy ionos vegyület ez az anyag? A kémiai kötés mely típusa található benne? A feleletet indokoljátok meg.
105. A felsorolt anyagok között tüntessétek fel a molekuláris anyagokat: paraffin, etil-alkohol, kálium-hidroxid, kalcium-oxid, nitrogén, ólom, szilícium(IV)-oxid. Indokoljátok meg választásotokat.
106. Megállapítható-e az anyag felépítése (ionos, molekuláris, atomos) külseje, halmazállapota alapján? A feleletet indokoljátok meg.
107. Keressétek meg a megfelelőséget:
- | <i>az anyag képlete</i> | <i>olvadáspont, °C</i> |
|-------------------------|------------------------|
| 1) NaH;                 | a) +638;               |
| 2) HCl;                 | b) -114.               |
- Adjatok rá megfelelő magyarázatot!
108. Próbáljátok megmagyarázni, miért van az, hogy a felsorolt halogén anyagoknak rendes körülmények között különböző a halmazállapotuk: fluor ( $F_2$ ) és klór ( $Cl_2$ ) — gázok, bróm ( $Br_2$ ) — folyadék, jód ( $I_2$ ) — kristályos anyag.
109. A hidrogén-klorid (HCl) és a fluor ( $F_2$ ) molekulái körülbelül egyforma tömegűek (bizonyítsátok ezt), de lényegesen különböznek forráspontjuk tekintetében:  $-84^\circ C$  (HCl), illetőleg  $-187^\circ C$  ( $F_2$ ). Mi az oka ennek a különbségnek?
110. A SiC képletű vegyületnek atomos kristályrácsa van. Határozzátok meg fizikai tulajdonságait és ellenőriztétek azt, megkeresve a megfelelő információt az interneten.



## 1. SZ. GYAKORLATI MUNKA

### Vegyületek fizikai tulajdonságainak vizsgálata

A munka elvégzéséhez a következő szilárd halmazállapotú anyagokat kapjátok:

1. változat: kálsalétrom, kvarchomok, kén;
2. változat: kalcinált szóda, citromsav, alumínium.

Rendelkezésetekre áll: kémcsőállvány kémcsövekkel, spriccflakon vízzel, üvegbot, vegyszeres kanál, laboratóriumi állvány bunsen-karikával, porceláncsésze, kerámialap és szesztabletta.

Vizsgáljátok meg a kiosztott anyagokat! Milyen a színük, és a jellegük? Külső kinézetük alapján mi bizonyítja, hogy kristályos anyagok?

Vizsgáljátok meg, oldódnak-e a vízben?

Tanulmányozzátok az anyagok viselkedését melegítés hatására. Figyelem! Mindkét változatban a szesztabletta égéshőjének hatására csak az egyik vegyület olvad meg. Határozzátok meg ezt az anyagot kísérletileg, majd ellenőrizzétek lexikon vagy internet segítségével.

Elvégezve a vizsgálatokat töltsétek be a táblázatot feltüntetve az anyagok fizikai tulajdonságait. Ezekből a tulajdonságokból vonjátok le a következtetést, milyen az adott anyag szerkezete, milyen kötés található benne.

Az anyagok jellemzése	Anyagok		

# 3. rész

## Az anyagmennyiség. Számítások kémiai képletek alapján

Néhány évszázaddal ezelőtt az alkimisták, a különböző kísérletekhez készülve és azok megvalósítása után, gyakran mérték az anyagokat, meghatározták térfogatukat. Miután M. V. Lomonoszov és A. L. Lavoisier felfedezték az anyagok tömegmegmaradásának törvényét a reakciók során, a kémia gyorsan fejlődni kezdett és megszerezte a pontos (egzakt) tudományok státusát. A számítások a kémiai kísérletezések és kutatások szerves részeivé váltak.

---

# 18

## Anyagmennyiség

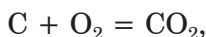
---

A téma tananyaga segít nektek:

- megismerni az anyagmennyiséget mint fizikai mennyiséget, valamint a mértékegységét — a mól;
- kideríteni, mennyi és milyen kémiai részecskét tartalmaz 1 mol anyag;
- feladatok megoldásában az anyagmennyiség kiszámítására vagy annak alkalmazásával.

**Az anyagmennyiség.** Már tudjátok, hogy az anyagok felépítése lehet atomos, molekuláris vagy ionos. Egyes anyagok átalakulása más anyagokká az atomoknak molekulákká való összekapcsolódása, a molekulák atomokra való bomlása, valamint az atomok vagy ionok átcsoportosítása útján mehet végbe.

A szén égésének reakcióját



kommentálva azt mondjátok, hogy minden egyes szénatom reakcióba lép egy oxigénmolekulával, miközben egy szén-dioxid-molekula képződik.

Érdekes tudnivaló  
Az  
anyagmennyiséget  
az oldatok  
összetételének  
jellemzésére  
használgják  
a kutató  
laboratóriumokban

Ahhoz, hogy előkészítsünk bármilyen kémiai kísérletet, szükségtelen megszámlolni az atomokat, molekulákat, nem is tudnánk. A vegyészek egy olyan fizikai mennyiséget használnak, amely az anyag bizonyos adagjában fellelhető legkisebb részecskéinek számával határozható meg. E mennyiség elnevezése — anyagmennyiség, amit  $n$  betűvel jelölnek; korábban (és egyes forrásokban napjainkban is) a „ $\nu$ ” (nú) görög betű volt a jele.

Az anyagmennyiség mértékegysége a mol<sup>1</sup>.

A tudósok meghatározták, hogy bármilyen atomszerkezetű egyszerű anyag 1 mol mennyiségében 602 000 000 000 000 000 000 000 atom található. E számot úgy is felírhatjuk, hogy  $602 \cdot 10^{21}$  (21 — a nullák száma az előző írásmódban), vagy  $6,02 \cdot 10^{23}$ . 1 mol molekuláris szerkezetű anyagban<sup>2</sup>  $6,02 \cdot 10^{23}$  molekula található.

► Hány molekula van 1/2 mol szén-dioxid gázban?

Az ionos vegyületek és összetett atomos szerkezetű anyagok esetében a  $6,02 \cdot 10^{23}$  szám az

---

<sup>1</sup> A szakkifejezés a latin „moles” szóból ered, jelentése: töménytelen mennyiség.

<sup>2</sup> A mol mértékegységet nem ragozzuk, ha előtte szám található, ha nincs szám — ragozódik, és hosszú magánhangzóra alakul. Szószerkezetre példa: adva van 5 mol vas; a víz minden móljának tömege 18 g.

anyag kémiai képletében előforduló kémiai részecskék (ionok, atomok) csoportját<sup>1</sup> fejezi ki. A nátrium-klorid számára a képlet-egység nem más, mint a  $\text{Na}^+$ -kation és  $\text{Cl}^-$ -anion, a szilícium (IV)-oxidban ( $\text{SiO}_2$ ) szilíciumatomot és két oxigénatomot jelent.

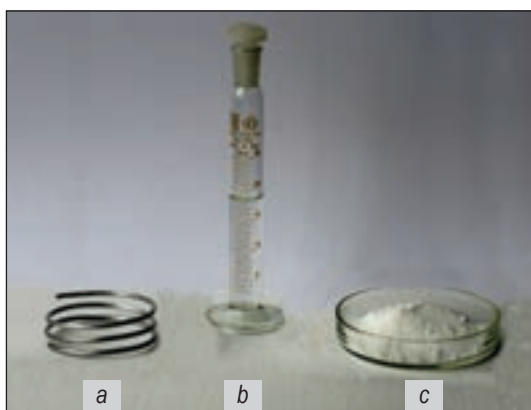
**1 mol – az anyagnak az a mennyisége (halmaza), amely  $6,02 \cdot 10^{23}$  alkotó kémiai részecskét (atomot, molekulát vagy iont) tartalmaz.**

► Mennyi kationt és aniont tartalmaz 1 mol lítium-oxid?

A  $6,02 \cdot 10^{23}$  szám nem véletlenszerű. A tudósok meghatározták, hogy ennyi atom van a természetben legelterjedtebb  $^{12}\text{C}$ -atom 12 grammnyi tömegében. De ugyanennyi molekula található 18 g vízben is. Látható, hogy a tömegek számbeli értéke megegyezik a szén relatív atomtömegével ( $A_r(\text{C}) = 12$ ), illetve a víz relatív molekulatömegével ( $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18$ ).

Az 35. ábra alapján elképzelést nyerhetünk a különböző anyagok 1 mol mennyiségének halmazáról.

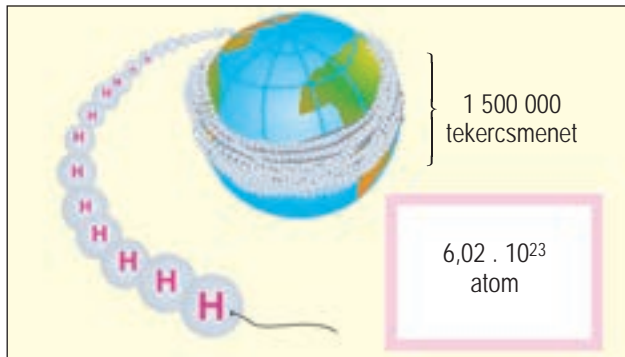
Az „anyagmennyiség” fogalmát nemcsak az anyagokra vonatkozóan használják, hanem egyes kémiai részecskékre is, mint például az ionokra.



35. ábra  
1 mol mennyiségű  
anyagok halmaza:  
a – alumínium;  
b – víz;  
c – konyhasó

<sup>1</sup> A részecskék ilyen csoportját az anyag képlet-egységének nevezik.

**Annak érzékeltetésére, hogy ez a  $6,02 \cdot 10^{23}$  milyen hatalmas szám, nézzünk néhány példát. Ez a szám milliárdszor felülmúlja a Földön lakó összes ember fején, bajuszában és szakállában található haj- és szőrszálának számát. Ha a Föld felületét ilyen mennyiségű ( $6,02 \cdot 10^{23}$ ) teniszlabdával terítenék be, a „bevonat” vastagsága kb. 100 km-t tenne ki. Ha pedig ( $6,02 \cdot 10^{23}$ ) hidrogénatomot, a legkisebbet az összes atom közül, egymáshoz illesztve egy sorba leraknánk, olyan vonalat kapnánk, melynek hosszúsága kb.  $6 \cdot 10^{10}$  km. Egy ilyen hosszúságú fonállal a Földgolyót az egyenlítő mentén 1 500 000-szer tekerhetnénk (36. ábra).**



36. ábra  
A hidrogén  
atomjainak 1 mólja

A  $6,02 \cdot 10^{23}$  számot Avogadro-számnak nevezték el A. Avogadro olasz tudós tiszteletére. Jelölése —  $N_A$ , dimenziója pedig az alábbi kifejezésből következik:

$$N_A = \frac{6,02 \cdot 10^{23}}{1 \text{ mol}} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}.$$

Levezetjük az anyagmennyiség képletét a kémiai részecskék számának ismeretében. Feltételezzük, hogy az adott anyag  $N$  molekulát tartalmaz, ekkor a következő aránypár alakul ki:

1 mol anyag  $N_A$  részecskét tartalmaz,  
 $n$  mol anyag —  $N$  részecskét.

Ebből következik

$$n = \frac{N}{N_A}$$

$$n = \frac{N}{N_A}.$$

## Amadeo Avogadro (1776—1856)



*Kiváló olasz fizikus és kémikus. Hipotézist állított fel az anyagok, egyebek között a gázok molekuláris szerkezetéről. Ő fedezte fel az egyik gáztörvényt (1811), amelyet később az ő nevééről neveztek el. Pontosította egyes elemek atomtömegét, meghatározta a víz, ammónia, szén-dioxid, szén-monoxid, metán, kénhidrogén stb. molekuláinak összetételét. Kidolgozta a gáznemű anyagok molekulatömege meghatározásának kísérleti módszereit.*

**Számítási feladatok** az anyagmennyiség és az Avogadro-szám alkalmazásával.

### 1. FELADAT. Az alumínium milyen anyagmennyisége tartalmaz $3,01 \cdot 10^{24}$ atomot?

*Adva van:*

$$N(\text{Al}) = 3,01 \cdot 10^{24} \text{ atom}$$

$$n(\text{Al}) \text{ — ?}$$

*Megoldás*

Azt a képletet alkalmazzuk, ami tükrözi az anyagmennyiség és a kémiai részecskék közötti összefüggést:

$$n(\text{Al}) = \frac{N(\text{Al})}{N_A} = \frac{3,01 \cdot 10^{24}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = \frac{30,1 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 5 \text{ mol.}$$

*Felelet:*  $n(\text{Al}) = 5 \text{ mol.}$

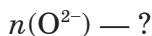
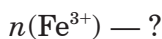
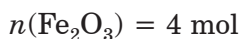
Bármilyen molekuláris anyag egy móljában mindig több mint 1 mol atom van. 1 mol oxigén  $\text{O}_2$  — 2 mol oxigénatomot, 1 mol metán  $\text{CH}_4$  — 1 mol szénatomot és 4 mol hidrogén-atomot tartalmaz (5 mol az összes atomok anyagmennyisége).

► Milyen anyagmennyiségű atomot tartalmaz 1 mol ózon  $\text{O}_3$ , 2 mol fehér foszfor  $\text{P}_4$ , 0,5 mol ammónia  $\text{NH}_3$ ?

Az ionos vegyületekben az ionok mennyiségét hasonló módon számítják ki.

**2. FELADAT. Határozzuk meg a 4 mol anyagmennyiségű vas(III)-oxidban (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) a kationok és az anionok anyagmennyiségét.**

*Adva van:*



*Megoldás*

A vas(III)-oxid képlet-egységében 2 Fe<sup>3+</sup>-ion és 3 O<sup>2-</sup>-ion található. Ezért 1 mol Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2 mol Fe<sup>3+</sup>-ionból és 3 mol O<sup>2-</sup>-ionból tevődik össze. 4 mol ilyen vegyületben az ionok anyagmennyisége négyszer több:

$$n(\text{Fe}^{3+}) = 2 \cdot n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 4 \text{ mol} = 8 \text{ mol};$$

$$n(\text{O}^{2-}) = 3 \cdot n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 3 \cdot 4 \text{ mol} = 12 \text{ mol}.$$

*Felelet:  $n(\text{Fe}^{3+}) = 8 \text{ mol}; n(\text{O}^{2-}) = 12 \text{ mol}.$*

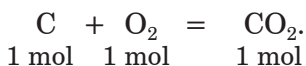
A vegyület képlete alapján meg lehet határozni a benne levő atomok és ionok anyagmennyiségének arányát is. vegyük például a metánt — CH<sub>4</sub>:

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) = 1 : 4,$$

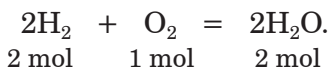
a vas(III)-oxidban pedig:

$$n(\text{Fe}^{3+}) : n(\text{O}^{2-}) = 2 : 3.$$

Térjünk vissza a C + O<sub>2</sub> = CO<sub>2</sub> kémiai reakcióhoz, amit a téma elején tárgyaltunk. Ha nem 1 atom szénről és 1 molekula oxigénről, illetve szén(IV)-oxigénről beszélünk, hanem mindegyik típusú kémiai részecske 6,02 • 10<sup>23</sup> mennyiségéről, akkor a reakcióegyenlet a megfelelő beírásokkal a következő alakot veszi fel:



Tehát, *a reagensek és a reakciótermékek anyagmennyiségei megegyeznek (vagy arányosak) a kémiai egyenlet együtthatóival.* Nézzünk még egy példát:



## ÖSSZEFOGLALÁS

**Az anyagmennyiséget a kémiában az anyag kémiai részecskéinek száma (képlet-egység) alapján határozzák meg.**

**Az anyagmennyiség mértékegysége a mol. 1 mol  $6,02 \cdot 10^{23}$  számú kémiai részecskét (atomot, molekulát, atomhalmazt vagy ionhalmazt) tartalmaz. A  $6,02 \cdot 10^{23}$  számot Avogadro-számnak nevezik, aminek segítségével kiszámítható az anyagmennyiség.**

?

111. Mit nevezünk anyagmennyiségnek? Mi a jele és mi a mértékegysége?
112. Határozzátok meg minden egyes elem atomjainak az anyagmennyiségeit (szóbelileg): a) 1 mol brómban  $\text{Br}_2$ ; b) 3 mol kénhidrogénben  $\text{H}_2\text{S}$ ; c) 1/3 mol foszfinban  $\text{PH}_3$ .
113. A pontok helyét számokkal pótoljátok:
- a) 3 mol víz  $\text{H}_2\text{O}$  ... mol molekulát, ... mol hidrogénatomot, ... mol oxigén-atomot tartalmaz;
- b) 2 mol  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ionos vegyület ... mol  $\text{Ca}^{2+}$ -iont és ... mol  $\text{OH}^-$ -iont, illetve ....képlet-egységet tartalmaz.
114. Végezzétek el a számításokat és töltsétek be a táblázatot:

$N(\text{H}_3\text{PO}_4)$	$n(\text{H}_3\text{PO}_4)$ , mol	$n(\text{H})$ , mol	$n(\text{P})$ , mol	$n(\text{O})$ , mol
$12,04 \cdot 10^{23}$				

115. Milyen anyagmennyiségű szén(IV)-oxid tartalmaz (szóbelileg):
- a)  $3,01 \cdot 10^{23}$  molekulát;
- b)  $12,04 \cdot 10^{23}$  oxigénatomot.
116. Tartalmazhat-e 1 mol anyag több mint  $6,02 \cdot 10^{23}$  atomot? Válaszokat indokoljátok meg és hozzatok fel példákat.
117. A kalcium-klorid ( $\text{CaCl}_2$ ) milyen anyagmennyisége tartalmaz  $3,01 \cdot 10^{24}$   $\text{Ca}^{2+}$ -iont? Hány  $\text{Cl}^-$ -ion van a vegyület ilyen mennyiségében? (Szóbelileg.)
118. Milyen anyagmennyiségű metán ( $\text{CH}_4$ ) tartalmaz annyi atomot, mint:
- a) 1 mol  $\text{P}_2\text{O}_2$ -oxid;
- b) 0,3 mol  $\text{HNO}_3$ -sav;
- c) 2,5 mol  $\text{CO}$ -oxid?



119. Milyen anyagmennyiségű konyhasó (NaCl) tartalmaz annyi iont, mint:
- 0,2 mol CaO-oxid ;
  - 2 mol Li<sub>2</sub>O-oxid ;
  - 0,4 mol Na<sub>2</sub>S vegyület ?
120. Nevezzétek meg az elemek anyagmennyiségeinek arányát az alábbi képletekkel rendelkező anyagokban: CaO, MgF<sub>2</sub>, HClO<sub>4</sub>, Fe(OH)<sub>3</sub> (szóbelileg).
121. Olvassátok el a kémiai reakciókat, felhasználva a „mol” fogalmát:
- $S + 2Cl_2 = SCl_4$ ;
  - $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$ ;
  - $2H_2O_2 = 2H_2O + O_2\uparrow$ .

---

# 19 A móltömeg

---

A téma tananyaga segít nektek:

- értelmezni a móltömeg (vagy moláris tömeg) fizikai fogalmát;
- kiszámítani az egyszerű és összetett anyagok móltömegeinek értékeit;
- feladatokat megoldani a móltömeg alkalmazásával.

**Móltömeg.** Az anyagmennyiséggel kapcsolatos fontos mennyiség a móltömeg vagy moláris tömeg. Ezt a mennyiséget a gyakorlatban számos helyen felhasználják a számításoknál: például, a kémiai kísérlet előkészítése során, a technológiai folyamatok bevezetésekor a gyárakban, kémiai reakciók tanulmányozása eredményeinek feldolgozásakor.

## A móltömeg — 1 mol anyag tömege.

A móltömeget az *M* latin betűvel jelölik, mértékegysége — *g/mol*.

*Az anyag 1 móljának tömege megegyezik az illető anyag relatív atom- vagy molekulatömegének grammokban kifejezett értékével. Ahhoz, hogy felírjuk bármilyen anyag móltömegét*

(moláris tömegét), elegendő meghatározni a relatív atom- vagy molekulatömeget és hozzáírni a mértékegységet (g/mol):

$$A_r(\text{C}) = 12 \quad \Rightarrow \quad M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol};$$

$$M_r(\text{H}_2\text{S}) = 34 \quad \Rightarrow \quad M(\text{H}_2\text{S}) = 34 \text{ g/mol}.$$

Az atomos szerkezetű összetett anyagokban vagy az ionvegyületekben nem találhatók molekulák, így a móltömegük értéke számbelileg megegyezik az őket alkotó atomok vagy ionok<sup>1</sup> relatív tömegének összegével<sup>2</sup>:

$$M(\text{Li}_2\text{S}) = 2M(\text{Li}^+) + M(\text{S}^{2-}) = 46 \text{ g/mol}.$$

► Számítsátok ki és írjátok fel az ammónia  $\text{NH}_3$  és az alumínium-oxid  $\text{Al}_2\text{O}_3$  móltömegeinek értékeit.

A „mol” fogalmát nemcsak az anyagoknál alkalmazzák, hanem a más kémiai részecskékénél (atomok, molekulák, ionok) is, így az utóbbiaknál is léteznek móltömegek. Figyelembe véve, hogy 1 mol  $\text{OH}^-$  egyenlő  $16 \text{ g} + 1 \text{ g} = 17 \text{ g}$  (az elektronok tömegét elhanyagolhatjuk, mivel az nagyon kicsi), felírjuk a hidroxid-ion móltömegének értékét:

$$M(\text{OH}^-) = 17 \text{ g/mol}.$$

Levezetjük a tömeg, az anyagmennyiség és a móltömeg kapcsolatát kifejező képletet. Ha például, 1 mol hidrogénatom tömege 1 g, akkor  $n$  mol ilyen atomnak akkora tömege lesz, amely  $n$ -szer nagyobb, vagyis  $n$  g. Felírjuk a megfelelő matematikai kifejezést:

$$m(\text{H}) = n \cdot M(\text{H}) = n \text{ mol} \cdot 1 \text{ g/mol} = n \text{ g}.$$

A tömeg ( $m$ ) kiszámítható az anyagmennyiség ( $n$ ) és a moláris tömeg ( $M$ ) ismeretében:

$$m = n \cdot M.$$

---

<sup>1</sup> Az ionok relatív molekulatömegéről a 13.§-ban volt szó.

<sup>2</sup> Az atom- és ionszerkezetű anyagok moláris tömege megegyezik a képletesség móltömegével.

Ebből következik

$$n = \frac{m}{M}; M = \frac{m}{n}.$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$M = \frac{m}{n}$$

Tehát a móltömeg vagy moláris tömeg nem egyéb, mint a tömeg aránya az anyagmennyiséghez.

**Számítási feladatok.** A feladatok megoldásánál két módszert vizsgálunk meg: az egyik számítás az egyenes arányosság alapján történik, a másik — a fent említett képletek alkalmazása szerint. Mindkét esetben használjuk az anyag móltömegét.

**1. FELADAT.** Számítsuk ki a metán ( $\text{CH}_4$ ) anyagmennyiségét, ha a vegyület tömege 6,4 g.

Adva van:

$$m(\text{CH}_4) = 6,4 \text{ g}$$

$$n(\text{CH}_4) \text{ — ?}$$

Megoldás

1. módszer

1. Kiszámítjuk a vegyület móltömegét:

$$\begin{aligned} M(\text{CH}_4) &= M(\text{C}) + 4M(\text{H}) = \\ &= 12 \text{ g/mol} + 4 \cdot 1 \text{ g/mol} = 16 \text{ g/mol}. \end{aligned}$$

2. Megkeressük a metán anyagmennyiségét egyenes arányosság alapján:

$$\begin{aligned} 1 \text{ mol CH}_4 &\text{ tömege } 16 \text{ g,} \\ x \text{ mol CH}_4 &\text{ — } 6,4 \text{ g;} \end{aligned}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{16}{6,4};$$

$$x = n(\text{CH}_4) = \frac{1 \text{ mol} \cdot 6,4 \text{ g}}{16 \text{ g}} = 0,4 \text{ mol.}$$

2. módszer

Alkalmazzuk a paragrafusban ismerttetett egyik képletet:

$$n(\text{CH}_4) = \frac{m(\text{CH}_4)}{M(\text{CH}_4)} = \frac{6,4 \text{ g}}{16 \text{ g/mol}} = 0,4 \text{ mol.}$$

Felelet:  $n(\text{CH}_4) = 0,4 \text{ mol.}$

**2. FELADAT.** Milyen tömeggel rendelkezik 1,5 mol anyagmennyiségű vas.

Adva van:

$$n(\text{Fe}) = 1,5 \text{ mol}$$

$$m(\text{Fe}) \text{ — ?}$$

Megoldás

1. módszer

A vas egyszerű anyag, amely a vas-elem atomjaiból áll.

$$M(\text{Fe}) = 56 \text{ g/mol.}$$

Kiszámítjuk a vas tömegét egyenes arányosság alapján:

$$1 \text{ mol Fe tömege } 56 \text{ g,}$$

$$1,5 \text{ mol Fe} \quad \text{—} \quad x \text{ g;}$$

$$x = m(\text{Fe}) = \frac{1,5 \text{ mol} \cdot 56 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 84 \text{ g.}$$

### 2. módszer

Alkalmazzuk a paragrafusból ismert képletet:

$$\begin{aligned} m(\text{Fe}) &= n(\text{Fe}) \cdot M(\text{Fe}) = \\ &= 1,5 \text{ mol} \cdot 56 \text{ g/mol} = 84 \text{ g.} \end{aligned}$$

*Felelet:*  $m(\text{Fe}) = 84 \text{ g.}$

### 3. FELADAT. Számítsuk ki $10^{24}$ nátriumatom tömegét.

*Adva van:*

$$N(\text{Na}) = 10^{24} \text{ atom}$$

$$m(\text{Na}) \text{ — ?}$$

*Megoldás*

### 1. módszer

Mivel  $M(\text{Na}) = 23 \text{ g/mol}$ , a mol nátriumatom tömege  $23 \text{ g}$ . Figyelembe véve, hogy  $1 \text{ mol}$  anyag  $6,02 \cdot 10^{23}$  anyagi részecskét tartalmaz, felállítjuk az aránypárt és megoldjuk:

$$6,02 \cdot 10^{23} \text{ nátriumatom tömege } 23 \text{ g,}$$

$$10^{24} \text{ nátriumatom tömege Na} \text{ — } x \text{ g;}$$

$$x = m(\text{Na}) = \frac{10^{24} \cdot 23 \text{ g}}{6,02 \cdot 10^{23}} = \frac{230 \text{ g}}{6,02} = 38,2 \text{ g.}$$

### 2. módszer

1. Képlet alapján kiszámítjuk a nátrium anyagmennyiségét:

$$\begin{aligned} n(\text{Na}) &= \frac{N(\text{Na})}{N_A} = \frac{10^{24}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = \\ &= \frac{10 \text{ mol}}{6,02} = 1,66 \text{ mol.} \end{aligned}$$

2. Kiszámítjuk a nátriumatomok tömegét:

$$\begin{aligned} m(\text{Na}) &= n(\text{Na}) \cdot M(\text{Na}) = \\ &= 1,66 \text{ mol} \cdot 23 \text{ g/mol} = 38,2 \text{ g.} \end{aligned}$$

*Felelet:*  $m(\text{Na}) = 38,2 \text{ g.}$

**A móltömeg (moláris tömeg) — 1 mol anyag tömege. A móltömeg számbelileg megegyezik a relatív atom- vagy molekula-tömeggel. Az atom- és az ionszerkezetű anyagok moláris tömege számbelileg megegyezik az atomok vagy ionok relatív tömegének összegével.**

**A móltömeg a tömeg és az anyagmennyiség hányadosa.**

?

122. Kössétek össze a megfelelő kifejezéseket:
 

1) $M_r(\text{CO}_2)$ ;	a) 44 g;
2) $m(\text{CO}_2)$ ;	b) 44 g/mol;
3) $M(\text{CO}_2)$ ;	c) 44.
123. Számítsátok ki az alábbi képletekkel rendelkező anyagok móltömegeit:  $\text{F}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{Li}_2\text{O}$ ,  $\text{Mg}_3\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaOH}$ . (Szóbelileg.)
124. Milyen a móltömegük az alábbi képletekkel felírt atomoknak és ionoknak:  $\text{Cu}$ ,  $\text{Ar}$ ,  $\text{Br}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{S}^{2-}$ . (Szóbelileg.)
125. Bizonyos vegyület tömege 12,8 g, anyagmennyisége 0,2 mol. Számítsátok ki a vegyület móltömegét. (Szóbelileg.)
126. Számítsátok ki 0,25 mol magnézium-foszfid  $\text{Mg}_3\text{P}_2$  tömegét.
127. A szén-dioxid ( $\text{CO}_2$ ) anyagmennyisége 2 mol, a kén-dioxidé ( $\text{SO}_2$ ) — 1,5 mol. Melyik vegyületnek nagyobb a tömege? (Szóbelileg.)
128. Milyen az anyagmennyisége 24 g magnéziumnak, 80 g brómnak, 200 g krétának? (Szóbelileg.)
129. Melyik anyag tartalmazza a legnagyobb anyagmennyiséget, s melyik a legkisebbet: 10 g kalcium, 16 g oxigén vagy 8 g nátrium-hidrid ( $\text{NaH}$ )? (Szóbelileg.)
130. Hány molekulát és atomot tartalmaz 3,4 g ammónia  $\text{NH}_3$ ? (Szóbelileg.)
131. Melyik anyag tartalmaz több molekulát és atomot (szóbelileg):
  - a) 1 g szén-dioxid ( $\text{CO}_2$ ) vagy 1 g kén-dioxid ( $\text{SO}_2$ );
  - b) 1 mol víz vagy 1 mol kénsav ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )?
132. A „Borzsonyi” ásványvíz 1 litere 80 mg  $\text{Ca}^{2-}$ -iont, 55 mg  $\text{Mg}^{2+}$ -iont tartalmaz. Melyik fajtájú ionból van több ebben a vízben? (Szóbelileg.)
133. Számítsátok ki a víz egy molekulájának tömegét grammokban, felhasználva a víz móltömegét és az Avogadro-számot.

# 20

## A móltérfogat. Avogadro törvénye

A téma tananyaga segít nektek:

- megismerni egy fizikai mennyiség, a móltérfogat fogalmát;
- megérteni, hogy egyforma térfogatú különböző gázok miért tartalmaznak egyenlő számú molekulát;
- feladatokat megoldani a móltérfogat alkalmazásával.

**A móltérfogat.** Az anyag mennyiségét nemcsak tömegével jellemezhetjük, hanem térfogatával is. Ezért nem véletlen, hogy a móltömegén kívül használatos egy másik fizikai mennyiség is: a *móltérfogat (moláris térfogat)*.

**Móltérfogatnak nevezik az anyag 1 moljának térfogatát.**

A móltérfogat jelölése —  $V_M$ , mértékegysége —  $\text{cm}^3/\text{mol}$ ,  $\text{l/mol}$ .

A fizikából ismeretes a sűrűség ( $\rho$ ), a tömeg ( $m$ ) és a térfogat ( $V$ ) közötti összefüggés, amiből a tömeg képlete:

$$m = \rho \cdot V.$$

Hasonló összefüggés létezik a móltömeg és móltérfogat között:

$$M = \rho \cdot V_M.$$

$$M = \rho \cdot V_M$$

Ebből a képletből levezethető egy másik képlet:

$$V_M = \frac{M}{\rho}$$

$$V_M = \frac{M}{\rho}.$$

Ezt a képletet alkalmazva kiszámíthatjuk bármilyen anyag móltérfogatát. E célból ki kell számítanunk az anyag móltömegét és megkeresni a kézikönyvben a sűrűségét.

Mindegyik szilárd és cseppfolyós anyagnak megvan a sajátos móltérfogata (például, az alumínium, a konyhasó, a víz és az alkohol móltérfogatai rendre — 10, 27, 18 és 58 cm<sup>3</sup>/mol). Az anyagoknak a móltérfogata és a sűrűsége szilárd és cseppfolyós halmazállapotban alig függ a hőmérséklettől és a nyomástól.

A gázok hevítésre vagy a nyomás csökkenésekor lényegesen kitágulnak, hűtéskor vagy a nyomás növekedésekor összenyomódnak. Ennek az oka, hogy a gázok molekulái saját méretükhöz képest nagy távolságra vannak egymástól (ellentétben a cseppfolyós és a szilárd anyagokkal). A körülmények változásakor változik a gáz sűrűsége és a móltérfogata. Ezért eme fizikai mennyiségek értékeinek magadásakor okvetlen feltüntetik a megfelelő hőmérsékletet és nyomást is.

**Normál  
körülmények  
között (n. k.):  
0°C-nál;  
760 Hgmm  
nyomásnál**

**A gázoknál n. k.  
 $V_M = 22,4$  l/mol**

A tudósok kiderítették, hogy különböző gázok 1 móljának térfogata azonos körülmények között azonos. Meghatározták, hogy 0°C hőmérsékleten és 760 Hgmm (vagy 101,3 kPa) nyomásnál a gázok móltérfogata 22,4 l/mol. A feltüntetett körülményeket *normál körülményeknek* (rövidítve n. k.) nevezik.

**1 mol tetszőleges gáz térfogata normál körülmények között 22,4 l.**

*Az anyag fizikai tulajdonságainak jellemzésekor feltüntetik a természetes körülmények közötti halmazállapotát is. Ebben az esetben legtöbbször annak a helyiségnek a körülményeit veszik figyelembe, amelyben az anyagot tanulmányozzák vagy alkalmazzák. Ez hozzávetőleg +20°C és 760 Hgmm nyomás — ez a szobahőmérséklet.*

A térfogat ( $V$ ), az anyagmennyiség ( $n$ ) és a móltérfogat ( $V_M$ ) közötti összefüggést a következő képlet írja le (próbálgatók levezetni önállóan):

$$V = n \cdot V_M.$$

$$n = \frac{V}{V_M}$$

$$V_M = \frac{V}{n}$$

E képletből két másikat fejezhetünk ki:

$$n = \frac{V}{V_M} ; \quad V_M = \frac{V}{n}.$$

Tehát, a *móltérfogat a gáz térfogatának és az anyagmennyiségének hányadosa.*

**Avogadro törvénye.** Már tudjátok, hogy 1 mol hidrogén, oxigén vagy más gáz normál körülmények között 22,4 l térfogatot foglal el és  $6,02 \cdot 10^{23}$  molekulát tartalmaz. A XIX. sz. elején A. Avogadro a gázokkal végzett kísérletei alapján elsőként feltételezte, hogy a különböző gázok azonos térfogataiban a molekulák száma megegyezik. Mivel ez a hipotézis a továbbiakban kísérleti bizonyítást és elméleti megalapozást is nyert, törvény lett belőle.

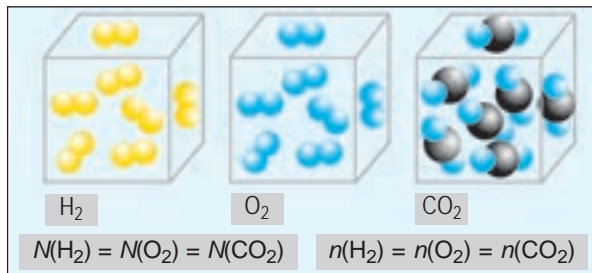
Avogadro törvénye szerint:

**a különböző gázok azonos térfogatai azonos hőmérsékleten és nyomáson egyenlő számú molekulát tartalmaznak<sup>1</sup>.**

Az Avogadro-törvény fontos következménye így hangzik:

**Ugyanazon térfogatú különböző gázok ugyanazon a hőmérsékleten és nyomáson azonos mennyiségű anyagot tartalmaznak.**

Az ismertetett törvényt a 37. ábra összegezi.



37. ábra  
Azonos számú  
molekula és  
anyagmennyiség  
a gázok azonos  
térfogataiban

<sup>1</sup> A nemesgázoknál – egyenlő számú atomok.



**Шамітасі феладаток** аз Авогадро-тврвнй  
алкalmazására.

**1. FELADAT.** Számítsuk ki 0,4 g hidrogéngáz térfogatát normál körülmények között.

*Adva van:*

$m(\text{H}_2) = 0,4 \text{ g}$   
n. k.

$V(\text{H}_2) = ?$

*Megoldás*

*1. módszer*

1. Kiszámítjuk a hidrogén anyagmennyiségét:

$$n(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{0,4 \text{ g}}{2 \text{ g/mol}} = 0,2 \text{ mol.}$$

2. Kiszámítjuk a hidrogén térfogatát egyenes arányosság alapján:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol H}_2 \text{ térfogata } 22,4 \text{ l,} \\ 0,2 \text{ mol H}_2 \quad \quad \quad \text{—} \quad x \text{ l;} \end{array}$$

$$x = V(\text{H}_2) = (0,2 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ l}) : 1 \text{ mol} = 4,48 \text{ l.}$$

*2. módszer*

1. Kiszámítjuk a hidrogén anyagmennyiségét:

$$n(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{0,4 \text{ g}}{2 \text{ g/mol}} = 0,2 \text{ mol.}$$

2. Képlet segítségével kiszámítjuk a hidrogén térfogatát:

$$\begin{aligned} V(\text{H}_2) &= n(\text{H}_2) \cdot V_M = \\ &= 0,2 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ l/mol} = 4,48 \text{ l.} \end{aligned}$$

*Felelet :  $V(\text{H}_2) = 4,48 \text{ l.}$*

**2. FELADAT.** Számítsátok ki a molekulák számát 1 liter oxigén-gázban normál körülmények között.

*Adva van:*

$V(\text{O}_2) = 1 \text{ l}$   
n. k.

$N(\text{O}_2) = ?$

*Megoldás*

*1. módszer*

Kiszámítjuk az oxigénmolekulák számát 1 liter gázban n. k. egyenes arányosság segítségével:

22,4 l oxigénben  $6,02 \cdot 10^{23}$  molekula van,  
1 l oxigénben —  $x$  molekula van;

$$\begin{aligned} x = N(\text{O}_2) &= \frac{1 \text{ l} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{22,4 \text{ l}} = 0,27 \cdot 10^{23} = \\ &= 2,7 \cdot 10^{22} \text{ (molekula).} \end{aligned}$$

## 2. módszer

Kiszámítjuk az oxigénmolekulák számát 1 liter gázban n. k. Ezért az alábbi képletekből

$$n = \frac{N}{N_A} \text{ és } n = \frac{V}{V_M}$$

kifejezzük a részecskék számát ( $N$ ):

$$N = \frac{N_A \cdot V}{V_M}$$

Elvégezzük a számításokat:

$$\begin{aligned} N(\text{O}_2) &= \frac{6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \cdot 1 \text{ l}}{22,4 \text{ l/mol}} = 0,27 \cdot 10^{23} = \\ &= 2,7 \cdot 10^{22} \text{ (molekula)}. \end{aligned}$$

*Felelet:*  $N(\text{O}_2) = 2,7 \cdot 10^{22}$  molekula.

Ezt a feladatot két lépésben is megoldhatjuk: a megfelelő képletek segítségével először kiszámítjuk az oxigén anyagmennyiségét, majd a molekulák számát.

### 3. FELADAT. Számítsátok ki a szénmonoxid (CO) gáz sűrűségét normál körülmények között.

*Adva van:*

CO

n. k.

$\rho(\text{CO})$  — ?

*Megoldás*

#### 1. módszer

1. Meghatározzuk a szénmonoxid móltömegét:

$$M(\text{CO}) = 28 \text{ g/mol.}$$

2. Kiszámítjuk a sűrűségét n. k. egyenes arányosság alapján:

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ mol CO, vagyis } 28 \text{ g térfogata } 22,4 \text{ l,} & & \\ x \text{ g CO} & \text{---} & 1 \text{ l;} \end{array}$$

$$x = m(\text{CO}) = \frac{28 \text{ g} \cdot 1 \text{ l}}{22,4 \text{ l}} = 1,25 \text{ g;}$$

$$\rho(\text{CO}) = 1,25 \text{ g/l.}$$

#### 2. módszer

1. Meghatározzuk a szénmonoxid móltömegét:

$$M(\text{CO}) = 28 \text{ g/mol.}$$

2. Képlet segítségével kiszámítjuk a szénmonoxid sűrűségét n. k.:

$$M = \rho \cdot V_M \Rightarrow \rho = \frac{M}{V_M};$$

$$\rho(\text{CO}) = \frac{M(\text{CO})}{V_M} = \frac{28 \text{ l/mol}}{22,4 \text{ l/mol}} = 1,25 \text{ g/l.}$$

Felelet:  $\rho(\text{CO}) = 1,25 \text{ g/l.}$

## ÖSSZEFOGLALÁS

**A móltérfogat 1 mol anyag térfogata. Ez a fizikai mennyiség nem más, mint a térfogat és az anyagmennyiség hányadosa.**

**A szilárd és cseppfolyós anyagok móltérfogata különböző, a gázoké (egyazon hőmérsékleten és nyomáson) azonos. Normál körülmények között (a hőmérséklet  $0^\circ\text{C}$  és a nyomás  $760 \text{ Hgmm}$ ) bármilyen gáz 1 moljának térfogata  $22,4 \text{ l}$ .**

**A különböző gázok azonos térfogatai azonos hőmérsékleten és nyomáson azonos számú molekulát tartalmaznak (Avogadro törvénye).**

?

134. Mi az anyagok móltérfogata? Hogyan lehet ezt a mennyiséget kiszámítani?
135. A nitrogéngáz sűrűsége<sup>1</sup> normál körülmények között egyenlő  $1,25 \text{ g/l}$ . Számítsátok ki a gáz móltérfogatát.
136. A gáz sűrűsége n. k.  $1,43 \text{ g/l}$ . Mekkora a gáz móltömege?
137. Határozzátok meg a gázok térfogatait (szóbelileg):
  - a)  $10 \text{ mol}$  anyagmennyiségű hidrogénnek;
  - b)  $3,4 \text{ g}$  tömegű kénhidrogénnek ( $\text{H}_2\text{S}$ );
  - c)  $0,28 \text{ g}$  tömegű szén-monoxidnak ( $\text{CO}$ ).
138. Az ember egy nap folyamán a levegővel együtt  $500 \text{ l}$  szén-dioxidot lélegez ki. Határozzátok meg ekkora térfogatú szén-dioxid gáz tömegét.
139. Számítsátok ki a móltömegét annak a gáznak, amelynek  $60 \text{ g}$  tömege  $44,8 \text{ l}$  térfogatú. (Szóbelileg.)
140. Mi tartalmaz több molekulát:  $1 \text{ l}$  víz,  $1 \text{ l}$  oxigén vagy  $1 \text{ l}$  hidrogén? Válaszotokat indokoljátok meg.
141. Egyenlő tömegű gázaink vannak — hidrogén és metán  $\text{CH}_4$ . Milyen a térfogataik aránya?

<sup>1</sup> Ebben és a következő fejezetek feladataiban a gázok sűrűsége, térfogata és móltérfogata normál körülményekre vonatkoznak.

## ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA

### A gázok térfogatainak aránya a kémiai reakciókban

Avogadro törvénye szerint a gázok azonos térfogatai azonos számú molekulát tartalmaznak (egyforma körülmények mellett). Ha az egyik gáz mindegyik molekulája reagál a másik gáz egy molekulájával, például, a



reakció során, akkor az anyagok egyenlő térfogatainak kell kölcsönhatásba kerülni, mondjuk, 1 liter  $\text{H}_2$  és 1 liter  $\text{Cl}_2$ . A vízképződés reakciójában



egy térfogat oxigénre két térfogat hidrogénnek kell jutni, amely kölcsönhatásba lép vele. Csak ilyen körülmények között valósul meg az a feltétel, hogy a hidrogénmolekulák száma kétszer lesz több, mint az oxigénmolekulák száma, amint azt a kémiai egyenlet „megköveteli”.

E következtetések összefoglalásaként jelenik meg a gázok térfogatarányainak törvénye, amelyet J. L. Gay-Lussac francia tudós fedezett fel 1808-ban: **A reakcióba lépő gázok térfogatai úgy aránylanak egymáshoz és a reakció gáznemű termékeinek térfogataihoz, mint a nem nagy egész számok.**

Idővel a tudósok megállapították, hogy e számok a kémiai reakciók megfelelő együtthatói.

Tehát, az (1) és (2) reakciókban a gázok térfogatait így jellemezhetjük:

$$V(\text{H}_2) : V(\text{Cl}_2) : V(\text{HCl}) = 1 : 1 : 2;$$

$$V(\text{H}_2) : V(\text{O}_2) = 2 : 1.$$

Gay-Lussac törvényének alkalmazása lehetővé teszi, hogy a kémikus vagy a vegyészmérnök meghatározza a reakciók megvalósításához felhasználandó gázok térfogatát. Megmérni a gáz térfogatát sokkal könnyebb, mint lemérni tömegét a mérlegen.

# 21

## A gázok relatív sűrűsége

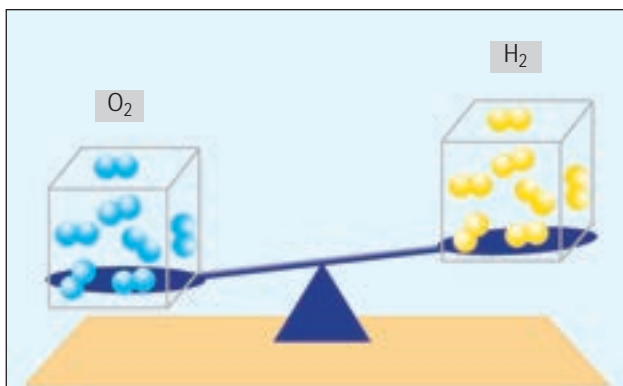
E téma tananyaga segít nektek:

- tisztázni a gáz relatív sűrűségének lényegét;
- megérteni, hogyan lehet kiszámítani az egyik gáz relatív sűrűségét a másikhöz viszonyítva;

➤ feladatokat megoldani a gázok relatív sűrűségének felhasználásával.

**A gázok relatív sűrűsége.** A különböző gázok egyenlő térfogatai azonos számú molekulát tartalmaznak<sup>1</sup>. Azonban az azonos térfogatú gázok tömegei általában különbözőek, mivel a különböző anyagok molekuláinak rendszerint különböző a tömegük. 1 cm<sup>3</sup> oxigén tömege normál körülmények között egyenlő 0,00143 g, az ugyanolyan térfogatú hidrogéné pedig — 0,0000893 g. Tehát, az oxigén nehezebb a hidrogénnél (38. ábra). Hányszor? Elosztjuk 1 cm<sup>3</sup> oxigén tömegét 1 cm<sup>3</sup> hidrogén tömegével

$$\frac{m(\text{O}_2)}{m(\text{H}_2)} = \frac{0,00143 \text{ g}}{0,0000893 \text{ g}} = 16.$$



38. ábra  
Azonos térfogatú  
gázok tömegének  
összehasonlítása

A 16-os számot nevezik az oxigén hidrogénhez viszonyított sűrűségének, vagy relatív sűrűségnek. Ezt a mennyiséget  $D$  betűvel jelölik, felírásának módja:

$$D_{\text{H}_2}(\text{O}_2) = 16.$$

**A gáz relatív sűrűsége egy másik gázhoz viszonyítva nem más, mint egy bizonyos térfogatú gáz tömegének aránya egy másik azonos térfogatú gáz tömegéhez (azonos hőmérséklet és nyomás mellett).**

<sup>1</sup> Azonos körülmények mellett.

1 cm<sup>3</sup> anyag tömege lényegében megegyezik a sűrűségével. Az oxigén és hidrogén sűrűsége (normál körülmények között) a következő:

$$\begin{aligned}\rho(\text{O}_2) &= 0,00143 \text{ g/cm}^3, \\ \rho(\text{H}_2) &= 0,0000893 \text{ g/cm}^3.\end{aligned}$$

Annak megállapításához, hogy az oxigén hány-szor nehezebb a hidrogénnél, elegendő elosztani az oxigén sűrűségét a hidrogén sűrűségével:

$$D_{\text{H}_2}(\text{O}_2) = \frac{\rho(\text{O}_2)}{\rho(\text{H}_2)} = \frac{0,00143 \text{ g/cm}^3}{0,0000893 \text{ g/cm}^3} = 16.$$

Ebből a képletből érthetővé válik, miért nevezik ezt a fizikai mennyiséget relatív (viszonyított) sűrűségnek.

A relatív sűrűségnek, ugyanúgy, mint a relatív atom- vagy molekulatömegnek, nincsen mértékegysége.

Ha 22,4 l oxigént és hidrogént veszünk normál körülmények között, ezen gázok tömegének (grammban) számértéke megegyezik mól-tömegükkel vagy relatív molekulatömegükkel. Ebből következnek az oxigénnek hidrogénhez viszonyított sűrűsége számításának alábbi változatai:

$$D_{\text{H}_2}(\text{O}_2) = \frac{M(\text{O}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{M_r(\text{O}_2)}{M_r(\text{H}_2)} = \frac{32}{2} = 16.$$

Átalakítjuk a fenti képleteket általános alakúvá. Jelöljük a nehezebb gázt *B* betűvel, a könnyebbet *A* betűvel, az első gáznak a másodikhoz viszonyított sűrűségét pedig a következőképpen:

$$D_A(B) = \frac{m(B)}{m(A)} = \frac{\rho(B)}{\rho(A)} = \frac{M_r(B)}{M_r(A)} = \frac{M(B)}{M(A)}.$$

Jegyezzétek meg: a gázok tömegének arányát csak abban az esetben használhatjuk a relatív sűrűségük kiszámításánál, ha  $V(B) = V(A)$ .

► Számítsuk ki a szén-dioxid (CO<sub>2</sub>) héliumra vonatkoztatott sűrűségét!

Érdekes tudnivaló  
Az összes ismert  
gáz között  
a legkönnyebb  
a hidrogén (H<sub>2</sub>),  
a legnehezebb a  
radon (Rn)

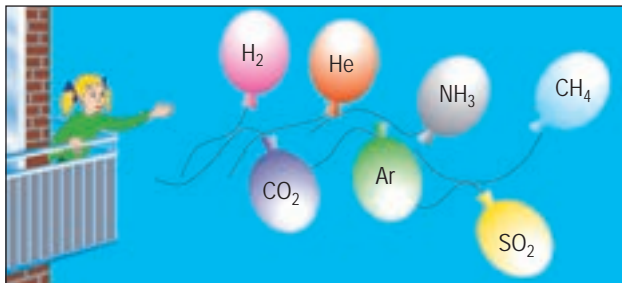
$$M_r(\text{lev.}) = 29$$

A gázok sűrűségét gyakran a levegő sűrűségével hasonlítják össze. Bár a levegő gázok elegye, mégis olyan gáznak tekinthetjük, amelynek a relatív molekulatömege egyenlő 29. Ez a szám a levegő átlagos relatív molekulatömege. Ez a szám a 32 és 28 számok között található, amelyek a levegő legfontosabb alkotórészei — az oxigén ( $\text{O}_2$ ) és a nitrogén ( $\text{N}_2$ ) relatív molekulatömegei.

► Bizonyítsátok be, hogy a hidrogén-, hélium- és metángázok könnyebbek a levegőnél.

Nagyon egyszerű eldönteni, hogy egy gáz könnyebb-e vagy nehezebb a levegőnél. Elegendő megtölteni vele egy léggömböt és elengedni (39. ábra).

39. ábra  
A különböző gázokkal megtöltött léggömbök mozgása a levegőben



A  $B$  gáz levegőhöz viszonyított sűrűségét a következő képlettel számíthatjuk ki:

$$D_{\text{lev.}}(B) = \frac{M_r(B)}{29} = \frac{M(B)}{29 \text{ g/mol}}.$$

**Számítási feladatok megoldása** a viszonyított sűrűség képletének alkalmazásával.

### 1. FELADAT. Számítsátok ki a széndioxid hidrogénhez és levegőhöz viszonyított sűrűségét!

*Adva van:*

$\text{CO}_2$

$D_{\text{H}_2}(\text{CO}_2) \text{ — ?}$

$D_{\text{lev.}}(\text{CO}_2) \text{ — ?}$

*Megoldás*

A számításokhoz a képleteket alkalmazva szükségünk lesz a vegyületek relatív molekulatömegére:

$$D_{\text{H}_2}(\text{CO}_2) = \frac{M(\text{CO}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{44 \text{ g/mol}}{2 \text{ g/mol}} = 22;$$

$$D_{\text{lev.}}(\text{CO}_2) = \frac{M(\text{CO}_2)}{M(\text{lev.})} = \frac{44 \text{ g/mol}}{29 \text{ g/mol}} = 1,52.$$

*Felelet* :  $D_{\text{H}_2}(\text{CO}_2) = 22$ ;  $D_{\text{lev.}}(\text{CO}_2) = 1,52$ .

A kapott eredmény alapján a széndioxid 1,52-szer nehezebb a levegőnél. Ez azt is jelenti, hogy a levegő ugyanennyiszor könnyebb a szén-dioxidnál.

Ha az ismeretlen  $B$  gáznak meg van határozva a viszonyított sűrűsége, akkor ki lehet számítani a  $B$  gáz móltömegét az alábbi képlet alapján:

$$M(B) = D_A(B) \cdot M(A).$$

**2. FELADAT.** Az  $X$  gáz (kénvegyület) hidrogénhez viszonyított sűrűsége 17. Számítsátok ki az  $X$  gáz móltömegét és következtessetek le a vegyület képletére.

*Adva van:*

$$D_{\text{H}_2}(X) = 17$$

$$M(X) \text{ — ?}$$

$$X \text{ — ?}$$

*Megoldás*

1. Kiszámítjuk az  $X$  vegyület móltömegét:

$$\begin{aligned} M(X) &= D_{\text{H}_2}(X) \cdot M(\text{H}_2) = \\ &= 17 \cdot 2 \text{ g/mol} = 34 \text{ g/mol}. \end{aligned}$$

2. Meghatározzuk a vegyület képletét.

Mivel  $M(S) = 32 \text{ g/mol}$ , az  $X$  vegyület molekulája csak egy kén-atomot tartalmazhat. A másik elemre a vegyület móltömegében  $34 - 32 = 2 \text{ g/mol}$  jut. Nyilvánvaló, hogy ez az elem a hidrogén  $M(\text{H}) = 1 \text{ g/mol}$  és atomjainak száma a vegyületben — kettő, mivel  $2M(\text{H}) = 2 \text{ g/mol}$ . A vegyület képlete tehát  $\text{H}_2\text{S}$ .

*Felelet*:  $M(X) = 34 \text{ g/mol}$ ; a gáz képlete  $X = \text{H}_2\text{S}$ .

## ÖSSZEFOGLALÁS

**Bármilyen gáznak egy másik gázhoz viszonyított sűrűsége az egyik gáz bizonyos térfogata tömegének és a másik gáz ugyanolyan térfogatú tömegének aránya (azonos hőmérsékleten és nyomáson). A gáz relatív**



**sűrűsége megmutatja, hogy hányszor nehezebb az egyik gáz a másiknál.**

**Az összehasonlítandó gáz szerepét gyakran a levegő tölti be, amely 29 relatív molekulatömeggel rendelkező gáznak tekintendő.**

**A gáz viszonyított sűrűsége alapján ki lehet számítani a móltömegét.**

?

142. Hasonlítsátok össze a „relatív sűrűség” és a „sűrűség” fizikai mennyiségeket.
143. A gáz relatív sűrűsége esetében miért nem tüntetik fel a nyomást és a hőmérsékletet?
144. Határozzátok meg a levegő sűrűségét normál körülmények között.
145. Számítsátok ki a hidrogénhez viszonyított sűrűségét az alábbi képletekkel jelölt gázoknak: He, Ne, CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>, CO, SiH<sub>4</sub>, SO<sub>2</sub>. (Szóbelileg.)
146. Nevezetek meg két-három gázt, amelyek nehezebbek a levegőnél és bizonyítsátok ezt be.
147. Egy gáznemű egyszerű anyag hidrogénhez viszonyított sűrűsége 24. Határozzátok meg az anyag képletét. (Szóbelileg)
148. Az A gáz levegőhöz viszonyított sűrűsége egyenlő 1,59. Határozzátok meg ezen gáz relatív molekulatömegét.
149. Egy bizonyos gáz 1,7-szer könnyebb a levegőnél. Nehezebb vagy könnyebb a metánnál CH<sub>4</sub> és hányszor?
150. 2 liter X gáz tömege egyenlő 3,75 g-mal, az ugyanolyan térfogatú Y gáz tömege — 2,32 g. Határozzátok meg az X gáz sűrűségét, valamint az Y gázhoz viszonyított sűrűségét.
151. Egy bizonyos gáz 1 litere normál körülmények között 1,96 g tömegű. Milyen ezen gáz nitrogénhez viszonyított sűrűsége?

## AZ ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA

### A levegő átlagos moláris tömegéről (móltömegéről)

Miért van az, hogy a levegő átlagos relatív molekulatömege 29, s nem 30 — ami az oxigén és a nitrogén relatív molekulatömegének (32 és 28) számtani középarányosa? Azért, mert a levegő nem azonos mennyiségűt tartalmazza ezeknek a gázoknak: az oxigén térfogatszázaléka — 21%, a nitrogéné pedig — 78%.

Kiszámítjuk a levegő átlagos móltömegét (amely szám szerint megegyezik az átlagos relatív molekulatömeggel).

Tételezzük fel, hogy a levegő csupán oxigénből és nitrogénből áll. Vegyük e gázok térfogatrészeinek<sup>1</sup> megközelítő értékeit a levegőben:

$$\varphi(\text{O}_2) = 0,2; \quad \varphi(\text{N}_2) = 0,8.$$

1 liter levegő 0,2 l oxigént és 0,8 l nitrogént tartalmaz, 22,4 liter levegő —  $0,2 \cdot 22,4$  l, vagyis 0,2 mol oxigént és  $0,8 \cdot 22,4$  l, vagyis 0,8 mol nitrogént.

Kiszámítjuk 1 mol levegő (gáz) tömegét:

$$\begin{aligned} m(\text{lev.}) &= n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) + n(\text{N}_2) \cdot M(\text{N}_2) = \\ &= 0,2 \text{ mol} \cdot 32 \text{ g/mol} + 0,8 \text{ mol} \cdot 28 \text{ g/mol} = 28,8 \text{ g} \approx 29 \text{ g}. \end{aligned}$$

Vagyis  $M(\text{lev.}) = 29 \text{ g/mol}$ .

---

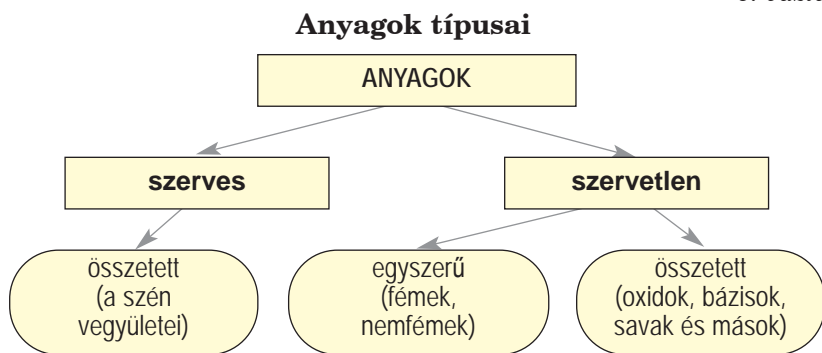
<sup>1</sup> A térfogatrészt a görög  $\varphi$  („fi”) betűvel jelölik.

# 4. fejezet

## A szervesetlen vegyületek alapvető csoportjai

Mint tudjátok, az összes anyagot szerves és szervesetlen anyagokra osztályozzák (6. vázlat).

6. vázlat



**A kémiatudománynak azt az ágazatát, amely a szervesetlen anyagokat vizsgálja, szervesetlen *kémiának* nevezzük.**

A szervesetlen anyagok száma meghaladja a több százszázat. A kémiában a szervesetlen vegyületek nagy részét bizonyos csoportokra osztályozták. Az osztályozásnál figyelembe vették összetételüket, vagyis azt, hány kémiai elem és konkrétan melyek alkotják az egyes vegyülete-

ket, valamint az anyagok kémiai jellegét, tulajdonságát is (például, hogy bázisokkal vagy savakkal lép reakcióba az anyag, vagy esetleg mindkettővel).

A szervesetlen vegyületek néhány csoportját alapvetőnek tekintik. Ezeket fogjuk tárgyalni a könyv további részében.

Kémiai tanulmányaitokban már találkoztatok olyan vegyületekkel, amelyek általános elnevezése — oxidok. Egyes fémek oxidja kölcsönhatásba lép a vízzel. A keletkező vegyületek a bázisok. A nemfém-oxidok és a víz kölcsönhatásának eredményeképpen sav keletkezik. Az oxidokon, bázisokon, savakon kívül a szervesetlen vegyületek alapvető csoportjaihoz sorolják még az *amfoter hidroxidokat* és a *sókat* is.

---

# 22

## Oxidok

---

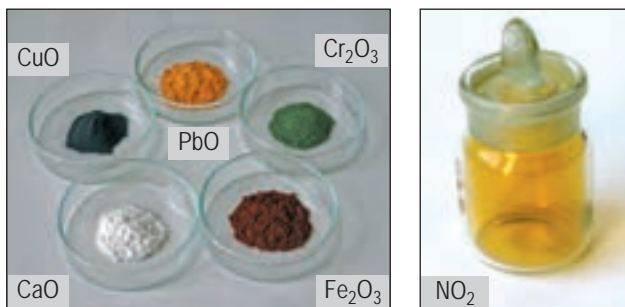
A téma tananyaga segít nektek:

- felidézni az oxidok összetételét;
- összeállítani az oxidok szerkezeti képletét;
- begyakorolni az oxidok elnevezését és kémiai képletének felírását;
- ismeretet szerezni az oxidok természetben való elterjedtségéről.

**Az oxidok összetétele és képletei.** Tudjátok, hogy az oxidok a különböző elemek oxigénnel alkotott bináris (két elemből álló) vegyületei.

Majdnem mindegyik elem képez oxidokat (40. ábra). Az állandó vegyértékkel rendelkező elemeknek egy oxidja van. Így az egy vegyértékű lítium  $\text{Li}_2\text{O}$  képletű oxidot képez, a két vegyértékű kalcium oxidja —  $\text{CaO}$ , a három vegyértékű

40. ábra  
Oxidok



Érdekes tudnivaló  
A legtöbb oxidot  
a nitrogén  
alkotja::  
 $N_2O$ ,  $NO$ ,  
 $N_2O_3$ ,  $NO_2$ ,  
 $N_2O_4$ ,  $N_2O_5$ .

### Oxidok $E_mO_n$

bór oxidja —  $B_2O_3$ . Ha az elemnek változó a vegyértéke, akkor az néhány oxidot alkot. Például, a réznek ismert vegyületei a  $Cu_2O$  és  $CuO$ , a krómnak —  $CrO$ ,  $Cr_2O_3$  és  $CrO_3$ .

Figyelembe véve a kémiai elemek lehetséges vegyértékeit a vegyületekben, felírjuk az oxidok általános képleteinek sorát:  $E_2O$ ,  $EO$ ,  $E_2O_3$ ,  $EO_2$ ,  $E_2O_5$ ,  $EO_3$ ,  $E_2O_7$ ,  $EO_4$ . Ezeket a képleteket megtalálhatjuk a periódusos rendszer rövid változatában is (első előzők). A felsorolt képletek alapján az oxidok általános képlete:  $E_mO_n$ .

Emlékeztetőül: a kémiai elem legmagasabb vegyértéke megegyezik a csoport számával, amelyikben az elem található. Azokat az oxidokat, amelyekkel az elem ilyen vegyértékkel szerepel, az elem *legmagasabb oxidjainak* nevezzük.

► Írjátok fel a foszfor, a kén és a klór legmagasabb oxidját!

A molekuláris szerkezetű oxidok esetében a kémiai képlet mellett szerkezeti képletet is használnak, ahol az atomok közötti kötést vonalakkal jelölik:



Az atom körül található vonalak száma megegyezik az adott elem vegyértékével. A szerkezeti képlet összeállításánál figyelembe kell venni, hogy egyforma atomok az oxidok

molekuláiban nem kapcsolódnak egymáshoz. Egy vonalka egy közös elektronpárt jelent, vagyis egyszeres kovalens kötést; két vonalka — két közös elektronpárt (kettős kötést), három vonalka — három közös elektronpárt (háromas kötést) jelez.

► Írjátok fel a szén-dioxid molekula szerkezeti képletét!

**Az oxidok elnevezése.** A 7.osztályban megtanultatok kémiai elnevezést adni az oxidoknak. Megemlíttük, hogy az oxid elnevezését az elem nevéből és az „oxid” szóból képezzük, melyek közé kötőjelet teszünk:

CaO — kalcium-oxid;

B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — bór-oxid.

Ha az elem több oxidot alkot, akkor az elem elnevezése után zárójelbe foglalt római számmal jelöljük a vegyértékét:

FeO — vas(II)-oxid;

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — vas(III)-oxid.

A vegyület elnevezésében csupán a szó második részét ragozzák: kalcium-oxidot, vas(II)-oxiddal.

► Állítsátok össze a MgO, a SO<sub>2</sub>, a P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> oxidok kémiai elnevezéseit.

Egyes oxidnak, a kémiai elnevezésén kívül, van még hagyományos (hétköznapi) neve is. Ilyen például az égetett mész — CaO és a kén-dioxid — SO<sub>2</sub> elnevezés.

**Oxidok a természetben.** Bolygónk három burkának mindegyike: az atmoszféra, a hidroszféra és a litoszféra is tartalmaz oxidokat. A legelterjedtebb oxid az atmoszférában és a hidroszférában a víz, a litoszférában pedig a szilícium(IV)-oxid (SiO<sub>2</sub>). A szilícium-oxid képezi a kvarc nevű ásványt, a homoknak és a gránitnak pedig alkotórésze. A levegő kevés mennyiségű szén-dioxidot (CO<sub>2</sub>) tartalmaz. A legtöbb oxid a litoszférában van. Ezek az oxidok a kőzetek,

Érdekes tudnivaló  
A víz esetében  
nem használják  
a hidrogén-oxid  
kémiai elnevezést.

talajok, ásványok összetételében fordulnak elő (41. ábra). A  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  képletű vas (III)-oxid — fő alkotórésze egyes vasérceknek.

41. ábra  
Oxid-összetételű  
ásványok kristályai



Kvarc  $\text{SiO}_2$



Kassziterit vagy ónkő  $\text{SnO}_2$



Kuprit  $\text{Cu}_2\text{O}$

#### ÖSSZEFOGLALÁS

**Az oxid — az elem oxigénnel alkotott bináris vegyülete. Az oxidok általános képlete —  $E_m\text{O}_n$ .**

**Az oxidoknak kémiai elnevezésük van, némelyiküknek azonkívül még a hagyományos nevét is használják. Az oxid kémiai elnevezése a megfelelő elem nevéből és az “oxid” szóból áll, amelyet kötőjellel kapcsolunk össze.**

**A természetben számos oxid található. Közülük legelterjedtebbek a víz és a szilícium(IV)-oxid.**

?

152. Milyen vegyületeket nevezünk oxidoknak? A felsorolt kémiai képletek között keressétek meg azokat, amelyek oxidoknak felelnek meg:  $\text{PbO}$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{LiOH}$ ,  $\text{SeO}_3$ ,  $\text{HClO}$ .
153. Állítsátok össze az arzén oxidjainak három- és öt-vegyértékű, valamint a tellúr (IV és VI vegyértékű) oxidjainak képleteit.
154. Állítsátok össze azon oxidok képleteit, amelyek  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  kationokat tartalmaznak.

155. Állítsátok össze a  $\text{SO}_2$  és a  $\text{I}_2\text{O}_5$  oxidok molekuláinak szerkezeti képleteit.
156. Írjátok fel a következő elnevezésű vegyületek képleteit:  
 a) nitrogén(IV)-oxid; c) berillium-oxid;  
 b) titán(III)-oxid; d) mangán(VII)-oxid.
157. Nevezzétek meg a következő oxidokat:  $\text{SrO}$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ .
158. Számítsátok ki az elemek tömegrészarányát a kén(IV)-oxidban és a kén(VI)-oxidban.
159. Számítsátok ki a tömegét (szóbelileg):  
 a) 2 mol titán(IV)-oxidnak;  
 b)  $10^{23}$  molekulát tartalmazó nitrogén(II)-oxid mennyiségének.
160. Az osztály tanulói az óra 45 perce alatt a levegővel együtt 1,1 kg szén-dioxidot lehelnek ki. Milyen térfogatot foglal el e gáz-mennyiség normál körülmények között?

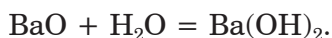
# 23

## Bázisok

A téma tananyaga segít nektek:

- felidézni a bázisok összetételét;
- használni a szervetlen vegyületek vízben való oldhatóságának táblázatát;
- begyakorolni a bázisok kémiai elnevezését.

**A bázisok összetétele és képlete.** A 7. osztályos kémiai tananyagból már ismeretes számotokra, hogy némely fémes elem oxidja reagál a vízzel:



**Bázisok**  
 $M(\text{OH})_n$

A reakciók termékei a bázisok csoportjába tartoznak: összetételük  $M(\text{OH})_n$  általános képletnek felel meg. Minden vegyület bázis, aminek összetételében található fém és egy vagy több  $\text{OH}^-$  csoport:  $M(\text{OH})$ ,  $M(\text{OH})_2$  vagy  $M(\text{OH})_3$ .

Minden bázis ionos anyag.



## A bázis olyan vegyület, amely fémes elemek kationjából $M^{n+}$ és hidroxid-anionokból $\text{OH}^-$ tevődik össze.

Mindegyik bázis bizonyos oxidból származik. Az ilyen oxidokat bázisképző oxidoknak nevezik. A fémes elem ionjának töltése a bázisban és az oxidban megegyezik. Számos bázisképző oxid nem lép kölcsönhatásba a vízzel; ezeknek az oxidoknak a megfelelő bázisait más reakciók segítségével állítják elő.

► Írjátok fel annak a bázisnak a képletét, amely a  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  oxidnak felel meg.

Egyes vegyületeket, amelyeknek általános képlete  $M(\text{OH})_n$ , nem sorolják a bázisokhoz, mivel olyan kémiai tulajdonságokkal rendelkeznek, amelyek a bázisokra is, és a savakra is jellemzőek. Ezeket a vegyületeket amfoter hidroxidoknak nevezik, róluk a 30. fejezetben tárgyalunk részletesebben.

Azok a bázisok, melyeket az alkálifémek és az alkáliföldfémek elemei alkotnak, jól oldódnak a vízben. Általános elnevezésük — *lúgok*. A magnézium-hidroxid nem tartozik a lúgokhoz. A többi bázis vízben nem oldódik.

Információt szerezni a szervesetlen vegyületek vízben való oldhatóságáról az oldhatósági táblázatból lehet (II. előzők). Bemutatjuk egy részletét ennek a táblázatnak:

Anion	Kationok									
	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{Ag}^+$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Ba}^{2+}$	$\text{Mn}^{2+}$	$\text{Hg}^{2+}$	$\text{Ni}^{2+}$	$\text{Fe}^{2+}$
$\text{OH}^-$	o	o	—	k	k	o	n	—	n	n

Az anyag kationja és anionja cellájából húzott egyenes találkozásánál található betűk adnak információt az anyag oldhatóságára vonatkozóan: „o” — vízben oldódik; „k” — kevésbé oldódik; „n” — vízben gyakorlatilag nem oldódik. A „—” azt jelenti, hogy ilyen anyag nem létezik.

Ilyen vonalak láthatók az  $\text{AgOH}$  és a  $\text{Hg}(\text{OH})_2$  hidroxidok esetében (a megfelelő oxidok:  $\text{Ag}_2\text{O}$  és  $\text{HgO}$  azonban léteznek).

**A bázisok elnevezése.** A bázisok nevét a fémes elem nevéből és a hidroxid szóból képezzük, melyek közé kötőjelet teszünk. Például, a  $\text{NaOH}$  képletű vegyületet nátrium-hidroxidnak, a  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  bázist magnézium-hidroxidnak nevezzük. A bázisok elnevezésében csupán a második szóhoz illesztjük a ragot: nátrium-hidroxidot, magnézium-hidroxiddal.

Ha a fémes elem különböző töltésű kationokat alkot, az elnevezésben feltüntetjük az értéket az elem elnevezése után ((zárójelbe foglalt római számokkal, a „+” nélkül):

$\text{Cr}(\text{OH})_2$  — króm(II)-hidroxid.

► Nevezétek meg a  $\text{KOH}$  és a  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  képletekkel jelölt bázisokat.

A lúgoknak, amelyeknek a legszélesebb az alkalmazási köre, a kémiai elnevezésén kívül van még hagyományos, hétköznapi nevük is:

$\text{NaOH}$  — marónátron, lúgkő;

$\text{Ca}(\text{OH})_2$  — oltott mész.

Az első vegyület elnevezése onnan ered, hogy a szilárd nátrium-hidroxid és oldatai roncsolják a különböző anyagokat, vegyi égéseket váltanak ki a bőrön. A második vegyületet az előállítási módszer szerint nevezték el: a mész „oltása” (a kalcium-oxid (égetett mész) és a víz reakciója).

A bázisok, az oxidoktól eltérően, a természetben nem fordulnak elő.

## ÖSSZEFOGLALÁS

**A bázisok fémes elemek vegyületei  $M(\text{OH})_n$  általános képlettel.**

**Mindegyik bázis ionos vegyület, amely fémes elemek  $M^{n+}$  kationjaiból és  $\text{OH}^-$  hidroxid-anionokból tevődik össze.**

**A vízben oldható bázisokat lúgoknak nevezzük.**

**A bázis kémiai elnevezése a fémes elem elnevezéséből és a „hidroxid” szóból képződik.**

**Minden bázisnak egy bázisképző oxid felel meg, melyekben a fém-kationoknak azonos a töltésük értéke.**

?

161. Milyen vegyületeket neveznek bázisoknak? Írjátok fel a kétszeres pozitív töltésű kationokat tartalmazó fémes elemek által alkotott bázisok általános képletét. Mi a lúg?
162. Állítsátok össze a cézium-hidroxid és a titán(III)-hidroxid képleteit.
163. Írjátok fel azon bázisok képleteit, amelyek megfelelnek a következő képletű oxidoknak:  $K_2O$ ,  $VO$ ,  $La_2O_3$ .
164. Milyen anyagmennyiségű iont tartalmaz 1 mol  $NaOH$ ,  $Fe(OH)_2$ ? (Szóbelileg.)
165. Számítsátok ki a 0,2 mol lítium-hidroxid tömegét. (Szóbelileg.)
166. Hány kationt és aniont tartalmaz:
  - a) 0,1 mol nátrium-hidroxid;
  - b) 1/2 mol magnézium-hidroxid?Nevezzétek meg mindegyik ion tömegét az anyagok feltüntetett mennyiségeiben.
167. Melyik bázis tartalmaz több iont: a 3 mol anyagmennyiségű bárium-hidroxid vagy a 4 mol anyagmennyiségű kálium-hidroxid? A feleletet magyarázzátok megl.

## AZ ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA

### Egy különleges bázis

Az ammónia gáz nagyon jól oldódik a vízben. Ez az oldat (a hétköznapi elnevezése szalmiákszesz) kevés ammónium-iont ( $NH_4^+$ ) és hidroxid-iont ( $OH^-$ ) tartalmaz, kémiai tulajdonságai alapján a hígított lúgoldatokra hasonlít. Az a kémiai átalakulás, amely az ammónia vízben való oldódása közben végbemegy, a következő sémával magyarázható:



a megfelelő bázis pedig az ammónium-hidroxid, amit  $\text{NH}_4\text{OH}$  képlettel jelölnek. A vegyületet az oldatból kiválasztani nem lehet, mert melegítésnél a bomlásainak termékét kapjuk: az ammóniát és a vizet (párát).

## 24 Savak

A téma tananyaga segít nektek:

- osztályozni a savakat bizonyos jellemzőik szerint;
- meghatározni a savalkotó elem vegyértékét;
- összeállítani a savmolekula szerkezeti képletét;
- megismerni a savak neveit;
- ismeretet szerezni a savak természetben való előfordulásáról.

**A savak összetétele és képletei.** A nemfémes oxidok majdnem mindegyike reagál vízzel<sup>1</sup>. A reakciótermékek a *savak*:

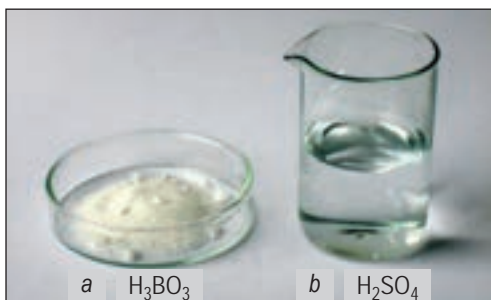


Azokat az oxidokat, amelyektől savak származnak, *savképző oxidoknak* nevezik. Az olyan savak, amelyek az oxidoktól származnak, az *oxigéntartalmú savak* csoportjába tartoznak (42. ábra), általános képletük  $\text{H}_m\text{EO}_n$ .

A savakhoz tartoznak a periódusos rendszer VI. és VII. csoportjaiba tartozó nemfémes elemek hidrogén-vegyületeinek ( $\text{HF}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  és mások) vizes oldatai is. A nemfémes elemek hidrogénnel alkotott vegyületeiből képződő savakat

<sup>1</sup> Kivétel a  $\text{SiO}_2$ .

42. ábra  
Savak:  
a — bórsav  
(borátsav);  
b — kénsav  
(szulfátsav)

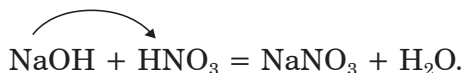
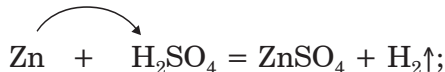


oxigénmentes savaknak nevezik. Az ilyen savak általános képlete  $H_nE$ .

A savak mindegyike molekuláris vegyület. Bármilyen sav molekulája egy vagy néhány hidrogénatomot tartalmaz.

**A savak olyan vegyületek, amelyek molekulái a kémiai reakciók során fémes elem atomjára (ionjaira) cserélhető hidrogénatomokat tartalmaznak.**

Néhány példa az ilyen reakciókra:



**Savak**  
 $H_nE$   
 $H_mEO_n$

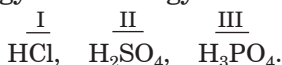
A cserélődni képes hidrogénatomok számától függően<sup>1</sup> minden savat egybázisú (vagy egyértékű — például HCl, HNO<sub>3</sub>), kétbázisú (vagy kétértékű — H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), hárombázisú (vagy háromértékű H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)<sup>1</sup> savra osztunk.

A savban a hidrogénatomhoz kapcsolódó atomot vagy atomcsoportot *savmaradék*nek nevezik.

A hidrogénatomok száma a sav molekulájában meghatározza a savmaradék vegyértékét. Ha a savmolekula egy hidrogénatomot tartal-

<sup>1</sup> Vannak savak, melyek molekuláiban minden egyes hidrogénatom cserélődése lehetetlen.

maz, a savmaradék egy vegyértékű, ha két atomot — két vegyértékű és így tovább.



Tehát, a „vegyérték” fogalmát nemcsak az atomoknál, hanem olyan atomcsoportoknál is alkalmazzuk, melyekben az atomok egymással kapcsolódnak.

► Nevezzétek meg a  $\text{HNO}_3$  és a  $\text{H}_2\text{S}$  savak savmaradékait és állapítsátok meg azok vegyértékét!

Azt az elemet, amely a savat alkotja, *savképző elemnek* nevezik (ez a központi atom). Megmutatjuk, hogyan lehet kiszámítani vegyértékét a  $\text{H}_2\text{SO}_4$  képletű savban. A hidrogén és az oxigén vegyjelei fölött feltüntetjük az elemek vegyértékét:



A négy oxigénatom összvegyértéke  $4 \cdot 2 = 8$ , a két hidrogénatomé pedig  $2 \cdot 1 = 2$ . Az összvegyértékek különbsége adja meg a központi elem atomjának a vegyértékét:  $8 - 2 = 6$ . Vagyis a kén vegyértéke VI. A kapott eredményt feltüntetjük a vegyjel fölött:



Érdekes tudnivaló  
A  $\text{HClO}$  és a  
 $\text{HClO}_3$  savaknak  
megfelelő  
klór-oxidok nem  
ismertek.

Ismerve a savképző elem vegyértékét a savban, könnyen meg lehet határozni azt az oxidot, amelytől származik. Például, a  $\text{H}_2\text{SO}_4$  savnak az  $\text{SO}_3$  oxid felel meg (benn a kén vegyértéke szintén VI).

► Határozzátok meg a foszfor vegyértékét a  $\text{H}_3\text{PO}_4$  savban és nevezzétek meg a képletét a megfelelő savképző oxidnak.

A savaknál nem csak a kémiai, de a szerkezeti képleteket is használják. Ekkor azonban figye-

lembe kell venni, hogy az oxigéntartalmú savak zömében a központi (savképző elem) atom kovalens kötéssel kapcsolódik az oxigén-atomokkal.

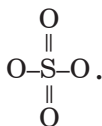
**GYAKORLAT. Állítsuk össze a  $\text{H}_2\text{SO}_4$  képletű savnak a szerkezeti képletét.**

*Megoldás*

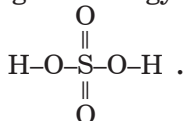
1. *módszer.* A kén elem a  $\text{H}_2\text{SO}_4$  kénsavban hat vegyértékű. Elhelyezünk a savképző kénatom körül 6 vonalkát:



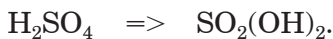
Ezekkel a vonalkákkal (vegyérték-egységgel) kapcsolódik négy kétvegyértékű oxigénatomhoz is. Elhelyezzük az oxigénatomokat a kénatom körül. Két oxigénatomnak „kiutalunk” két- két vonalkát, a másik kettőnek csupán egy-egy jut:



A kénatom minden egyes vegyértékét felhasználtuk, de a baloldali és jobboldali oxigénatomokhoz hozzáírunk balról is, jobbról is egy-egy hidrogént (mivel az oxigén két vegyértékű):



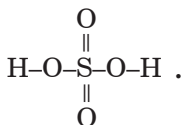
2. *módszer.* Felírjuk a vegyület kémiai képletét, mivel a sav kétbázisú, kijelölve benne a két OH atomcsoportot (hidroxil-csoportot):



A hidroxil-csoport — egy vegyértékű:  $\text{---O---H}$ , összekapcsoljuk vonalkával mindegyik OH-csoportot a kénatommal:



Mivel a kénatom hat vegyértékű, körülötte elhelyezünk még négy vonalkát és mindkét vonalkapárhoz beírjuk az oxigénatomokat:



► Állítsátok össze a  $\text{H}_3\text{PO}_4$  sav molekulájának szerkezeti képletét!

**A savak megnevezése.** A savaknak a kémiai és hagyományos elnevezésüket is használjuk (7. táblázat).

7. táblázat

### A legfontosabb savak

Képlet	Elnevezés*	
	kémiai	hagyományos
HF	fluorid-sav	fluorhidrogén-sav, folysav
HCl	klorid-sav	klórhidrogén-sav, sósav <sup>1</sup>
H <sub>2</sub> S	szulfid-sav	kénhidrogén-sav
HNO <sub>2</sub>	nitrit-sav	salétromos-sav
HNO <sub>3</sub>	nitrát-sav	salétromsav
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	karbonát-sav	szénsav
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	metaszilikát-sav	kovasav
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	szulfít-sav	kénes-sav
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	szulfát-sav	kénsav
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	ortofoszfát-sav	ortofoszfor-sav

\* Наведено перші слова назви.

A savak kémiai elnevezése egy összetett szó, melynek második része — sav, amit kötőjellel írunk.

Az első szó gyökere a savképző kémiai elem latin nevéből származik (klorid-sav — a klór vegyülete). Az oxigénmentes savak első szavának -id képzője van (H<sub>2</sub>S — szulfid-sav). Az oxigéntartalmú savak esetében az első szónak különböző képzője lehet. Ha a savképző elem a vegyületben a legmagasabb vegyértékkel szerepel, akkor az -át képzőt használjuk (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> —

VI  
pel, akkor az -át képzőt használjuk (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> —

<sup>1</sup> A savat sósavnak azért nevezték el, mert régebben a kősóból (NaCl) állították elő.



szulfát-sav), ha a vegyértéke alacsonyabb a lehetségesnél — az -it képzőt ( $\text{H}_2\text{SO}_3$  — szulfit-sav). A  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  és a  $\text{H}_3\text{PO}_4$  savak kémiai elnevezéseiben megtalálhatjuk a „meta” és „orto” előtagokat is (7. táblázat).

A legtöbb sav hagyományos (triviális) elnevezése az egyszerű anyagoktól vagy az elemek hidrogén-vegyületeitől származik.

**Savak a természetben.** Bolygónkon számos sav található. Szénsav keletkezik a szén-dioxid  $\text{CO}_2$  gáznak a vízben való oldódása eredményeképpen. A vulkánkitörések során a légkörbe kénhidrogén  $\text{H}_2\text{S}$  és kén-dioxid  $\text{SO}_2$  gázok kerülnek. Az első vegyület vízben oldódva szulfidsavat (kénhidrogén-savat), a másik vízzel reagálva szulfit-savat (kénes-savat) képez. A gyomorsav klorid-savat (sósavat) tartalmaz.

A növény- és az állatvilág is gazdag savakban, ezek viszont szerves vegyületek. Citromsavat, almasavat, sóskasavat egyes gyümölcsök, bogyók, zöldségek tartalmaznak (43. ábra), hangyasavat a hangyák (ezért fájdalmas a csípésük), a méhek mérge, a csalán tartalmaz. Amikor megsavanyodik a tej — tejsav, a bor savanyodásánál — ecetsav keletkezik. Tejsavat tartalmaz ezenkívül a savanyított káposzta, az állati takarmány, a siló; ez a sav gyülemlik fel az izmokban munka közben.



43. ábra  
Szerves savak  
természetes  
forrásai

## ÖSSZEFOGLALÁS

**A sav vegyület, amelynek molekulája egy vagy több, a reakciók során fémes elem atomjaival (ionjaival) helyettesíthető hidrogén-atomot tartalmaz.**

**Megkülönböztetnek oxigénmentes savakat (általános képlet  $H_nE$ ) és oxigéntartalmú savakat ( $H_mE O_n$ ). A savmolekulában található hidrogénatomok száma szerint megkülönböztetnek egybázisú, kétbázisú, hárombázisú savakat.**

**Az oxigéntartalmú savaknak egy savképző oxid felel meg. Mindkét vegyületben a savképző elemnek ugyanaz a vegyértéke.**

**A savaknak kémiai és hagyományos elnevezésük van.**

**A savak igen elterjedt vegyületek a természetben.**



168. Határozzátok meg, mi a sav. Mi a savmaradék?
169. Tüntessétek fel a savmaradékokat az alábbi savak képleteiben  $H_2Te$ ,  $HNO_2$  és  $H_3AsO_4$ . Milyenek a vegyértékeik?
170. Milyen sajátágaik alapján osztályozzák a savakat?
171. Írjátok be a  $HClO_3$ ,  $HBr$ ,  $H_2TeO_3$ ,  $HF$ ,  $HNO_2$ ,  $H_2Se$ ,  $H_3AsO_4$  savak képleteit a táblázat megfelelő oszlopába

Savak				
oxigén-tartalmú	oxigén-mentes	egybázisú	kétbázisú	hárombázisú

172. Állítsátok össze a  $HI$ ,  $HClO$ ,  $H_2TeO_3$  savak szerkezeti képleteit
173. Rajzoljátok fel a  $HIO_3$  és a  $H_2TeO_4$  savak szerkezeti képleteit, elsőként a hidroxil-csoportokat kapcsolva a savalkotó elemhez. Milyen vegyértéke lesz a központi atomnak? Írjátok fel a savaknak megfelelő oxidok képleteit!

174. Keressétek meg a képleteknek megfelelő megnevezéseket:

*A sav képlete*

*A sav elnevezése*

1)  $\text{H}_2\text{SeO}_3$ ;

a) szelenid-sav;

2)  $\text{H}_2\text{Se}$ ;

b) szelenát-sav;

3)  $\text{H}_2\text{SeO}_4$ ;

c) szelenit-sav.

175. Számítsátok ki a kémiai elemek anyagmennyiségét:

a) 0,1 mol salétromsav;

b) 0,5 mol kénsav. (Szóbelileg).

176. Számítsátok ki a 6,2 g tömegű bórsav  $\text{H}_3\text{BO}_3$  anyagmennyiségét. (Szóbelileg.)

177. Számítsátok ki az elemek tömegrészét a fluoridsavban (folyósavban). (Szóbelileg).

178. Két oxigéntartalmú sav létezik, amelyek móltömege azonos és 98 g/molal egyenlő. Nevezzétek meg ezeket a savakat és írjátok fel kémiai képleteiket.

---

## 25 Sók

---

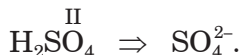
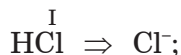
A téma tananyaga segít nektek:

- megérteni, hogy mit nevezünk sóknak;
- összeállítani a sók képletét és kémiai elnevezését;
- ismeretet szerezni a sók természetben való elterjedtségéről.

**A sók összetétele és képletei.** A sók osztályába tartozik az a vegyület, amelyet naponta használunk az ételünkben. Ez a konyhasó  $\text{NaCl}$ . Már tudjátok, hogy ez a só  $\text{Na}^+$ - és  $\text{Cl}^-$ -ionokból tevődik össze. A táblára krétával írtok, ami nem más, mint  $\text{CaCO}_3$ . Ez a vegyület szintén a sók csoportjába tartozik. A krétában  $\text{Ca}^{2+}$  és  $\text{CO}_3^{2-}$ -ionok vannak.

**A sók fém-kationból és savmaradék-anionból álló ionvegyületek.**

A savmaradék ionjának negatív töltése van; ennek a töltésnek az értéke egybeesik a savmaradék vegyértékével:



**Sók**  
 $M_m A_n$   
 $M_m (\text{EO}_n)_p$

A sóknak, mint a savaknak is, két általános képlete van:  $M_m A_n$  és  $M_m (\text{EO}_n)_p$ . Az első képletnek azok a sók felelnek meg, amelyek oxigénmentes savak savmaradékainak ionjait tartalmazzák, a második képletnek pedig olyan sók, amelyek anionjai oxigéntartalmú savakból származnak. A sók képleteinek példái: LiF, CaS, NaNO<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>.

Ahhoz, hogy összeállítsuk a só képletét, ismerni kell a kation és anion töltéseit és figyelembe kell vennünk azt, hogy bármilyen vegyület elektromosan semleges. Hasonlóan járunk el, mint a 14. §-ban tanultakkor. Az ionok töltésének kiderítése céljából felhasználhatjuk a 2. belső borítólapon elhelyezett táblázatot (úgynevezett oldhatósági táblázatot).

► Állítsátok össze a só képletét, amelyik Fe<sup>3+</sup>- és NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-ionokat tartalmaz!

A sóknál, akár csak a többi ionvegyületek esetében is, a szerkezeti képleteket nem használják.

**A sók elnevezése.** Mindegyik sónak megvan a kémiai elnevezése, de egyes sóknak még hagyományos elnevezése is van (8. táblázat). A sók kémiai elnevezésekor a fém nevéhez hozzátesszük a savból származó savmaradék nevét, melyek közé kötőjelet teszünk. Ha a fémes elem különböző töltésű kationokat alkot, a kation töltésértékét római számmal tüntetik fel az elem megnevezése után (8. táblázat, 44. ábra). A vegyület nevében csak a savmaradék-részt ragozzák.

## Egyes sók képletei és elnevezései

Képletek	Elnevezés	
	kémiai	hagyományos
$KNO_3$	kálium-nitrát	kálisalétrom
$K_2CO_3$	kálium-karbonát	hamuzsír
$CaF_2$	kalcium-fluorid	folypát
$FeCl_2$	vas(II)-klorid	—
$Fe_2(SO_4)_3$	vas(III)-szulfát	—

44. ábra  
Sók<sup>1</sup>

- Nevezzétek meg a következő képletű sókat:  
 $KF$ ,  $PbCO_3$ ,  $Ba_3(PO_4)_2$ ,  $CrCl_3$ .

*Léteznek sók, amelyek az ammónium-hidroxidtól ( $NH_4OH$ ) származnak (130. old.). Összetételükben megtalálható az  $NH_4^+$  ammónium-kation. Az ilyen vegyületek képletei és elnevezéseik:*

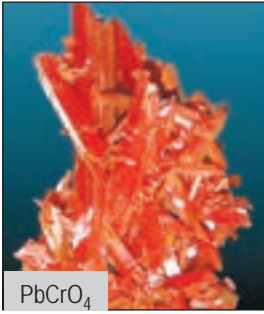
*$NH_4Cl$  — ammónium-klorid;*

*$(NH_4)_2SO_4$  — ammónium-szulfát;*

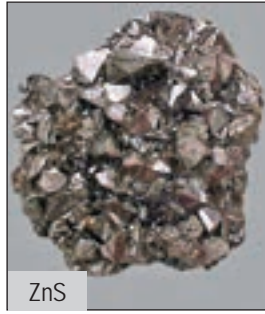
*$NH_4NO_3$  — ammónium-nitrát.*

*A két utóbbi vegyületet nitrogéntartalmú műtrágyaként alkalmazzák.*

<sup>1</sup> Ezek kristályrácsaiban, kivéve a kálium-kromátot, vízmolekulák is találhatóak.



PbCrO<sub>4</sub>



ZnS



BaSO<sub>4</sub>

45. ábra  
Egyes ásványok  
kristályai

**Elterjedésük a természetben.** A földkéreg összetételében számos só található (45. ábra). Többségük szilikát. Közöttük drágakövek is találhatóak: a világoskék topáz (alumínium-szilikát), a sárgás cirkon (cirkónium-szilikát), a színtelen fenakit (berillium-szilikát), és mások.

Számos lelőhelye létezik a nátrium-kloridnak NaCl (kősó), a kálium-kloridnak KCl (szilvin), a kalcium-karbonátnak CaCO<sub>3</sub> (kréta, mészkő, márvány). Az utóbbi vegyület a teknősök, korallok, a tojáshéj felépítésének alapját képezi (46. ábra). A ZnS, Cu<sub>2</sub>S, PbS szulfidok olyan ércek, amelyek a fémek előállításának nyersanyagai.



46. ábra  
Kalcium-  
karbonát az élő  
természetben

A hidroszférában különböző sók vannak oldott állapotban. A tengervíz főleg nátrium-kloridot és magnézium-kloridot tartalmaz, az édesvizek leginkább kalcium- és magnézium-sókat (főleg karbonátokat és szulfátokat).

A sók fém-kationból és savmaradék-anionból álló ionos vegyületek. A sók általános képletei:  $M_m A_n$  és  $M_m (EO_n)_p$ .

Mindegyik sónak van kémiai elnevezése, egyes sóknak a hagyományos elnevezésüket használják.

A sók nagyon elterjedtek a természetben.

?

179. Milyen vegyületeket neveznek sóknak? Összetételük szerint miben hasonlítanak a sók a bázisokra és miben különböznek tőlük?
180. Állítsátok össze azon sók képleteit, amelyek a következő ionokból állnak:  $Li^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $NO_3^-$ ,  $CO_3^{2-}$ .
181. Helyezzétek a táblázat megfelelő kockájába az alábbi sókat képező ionok képleteit —  $Al(NO_3)_3$ ,  $BaBr_2$ ,  $K_3PO_4$ ,  $Na_2S$ :

Kationok		Anionok	
egyszeresen pozitív töltésűek	többszörösen pozitív töltésűek	egyszeresen negatív töltésűek	többszörösen negatív töltésűek

182. Nevezzétek meg az alábbi képletekkel rendelkező sókat:  $NaBr$ ,  $Al_2S_3$ ,  $Li_2SO_4$ ,  $CaSO_3$ .
183. Állítsátok össze a cézium-jodidnak, alumínium-fluoridnak, króm(III)-szulfátnak, lítium-ortofoszfátnak a képletét.
184. Egyforma vagy különböző anyagmennyiségű anionokat tartalmaznak 20 g  $CaCO_3$  és 20 g  $CaBr_2$ ? (Szóbelileg.)
185. Vegyelemzés segítségével megállapították, hogy a nátrium-szulfát egy bizonyos adagja 0,5 mol  $SO_4^{2-}$ -iont tartalmaz. Milyen anyagmennyiségű és milyen tömegű nátrium-iont tartalmaz a vegyületnek ilyen adagja? (Szóbelileg.)
186. Melyik vegyület tartalmazza a legnagyobb számú iont összesen: 1 mol alumínium-szulfát, 2 mol vas(III)-nitrát, 3 mol bárium-klorid vagy 4 mol lítium-fluorid?
187. Kísérletek céljára azonos tömegű anyagokat vettek: vas(III)-ortofoszfátot, nátrium-kloridot és kalcium-karbonátot. Hasonlít-

sátok össze az ionok össz mennyiségét az adott sók egyforma tömegében és válasszátok ki a helyes feleletet:

- a) a legtöbb ion a vas(III)-ortofoszfát adagjában van;
- b) a legtöbb ion a nátrium-klorid adagjában van;
- c) a legtöbb ion a kalcium-karbonát adagjában van;
- d) a sók kiválasztott adagjaiban azonos mennyiségű ion van.

# 26

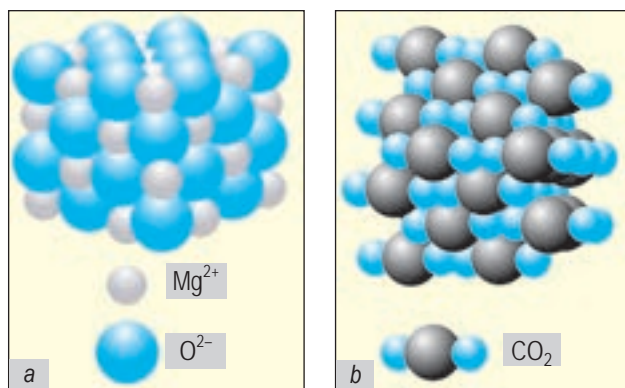
## Az oxidok felépítése, tulajdonságaik és felhasználásuk

A téma tananyaga segít nektek:

- megérteni, hogyan függnek az oxidok fizikai tulajdonságai a szerkezetüktől;
- elsajátítani a bázisképző és savképző oxidok kémiai tulajdonságait;
- megérteni, mi a cserebomlási reakció;
- megismerni az oxidok felhasználásának területeit.

**Az oxidok szerkezete és fizikai tulajdonságai.** Az oxidok fizikai tulajdonságai, mint más anyagoké is, belső felépítésüktől függenek, attól, milyen részecskékből állnak — atomokból, molekulákból vagy ionokból.

A bázisképző oxidoknak ionos szerkezetük van (47. a ábra). Bennük az ellentétes töltésű



47. ábra

Szerkezeti modellek:  
a — magnézium-oxid;  
b — szén(IV)-oxid  
szilárd  
halmazállapotban



ionok erősen vonzzák egymást. Ezért ezek az oxidok közönséges körülmények között szilárd anyagok, amelyek magas hőmérsékleten olvadnak (9. táblázat). Az ionos oxidok zöme nem oldódik a vízben, amelyek oldódnak, azok reagálnak is a vízzel.

9. táblázat

### Egyes oxidok szerkezete és olvadáspontja

Kémiai képlet	Az oxid szerkezete	Olvadáspont °C
CaO	ionos	2613
Li <sub>2</sub> O		1438
H <sub>2</sub> O	molekuláris	0
SO <sub>2</sub>		-75
SiO <sub>2</sub>	atomos	1710

Érdekes tudnivaló  
Közönséges  
körülmények  
között a H<sub>2</sub>O,  
Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub>,  
Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>  
képletű oxidok —  
folyadékok.

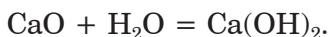
Majdnem mindegyik savképző oxid molekulából tevődik össze (47. b ábra). A molekulák közötti vonzóerő nagyon gyenge. Ezért olvadáspontjuk és forráspontjuk (9. táblázat) nem magas, és halmazállapotuk közönséges körülmények között különböző. Sokan ezek közül illó anyagok, oldódnak a vízben (számos oxid esetében az oldódás során vegyi reakciók mennek végbe), egyeseknek szaguk van.

A szilícium(IV)-oxidnak SiO<sub>2</sub> és néhány más oxidnak atomszerkezete van. Ezek a szilárd anyagok magas olvadás- (9. táblázat) és forrásponttal rendelkeznek. Nem oldódnak a vízben.

**Az oxidok kémiai tulajdonságai.** Az oxidok készsége más anyagokkal kölcsönhatásba lépni szerkezeti típusuktól függ. Megvizsgáljuk külön-külön azokat a reakciókat, amelyekbe a bázisképző, valamint a savképző oxidok lépnek. Tudjátok, hogy bázisképző oxidoknak nevezik azokat az oxidokat, amelyek bázisoknak felelnek meg, savképzőknek pedig azokat, amelyek savaknak felelnek meg.

## A bázisképző oxidok reakciói

**Vízzel való kölcsönhatás.** Tudjátok, hogy a bázisképző oxidok közül csupán az alkálifémek és az alkáliföldfémek elemei lépnek kölcsönhatásba a vízzel; eközben lúgok keletkeznek. Ilyen reakció megy végbe például, ha égetett meszet (CaO) vízzel kevernek:

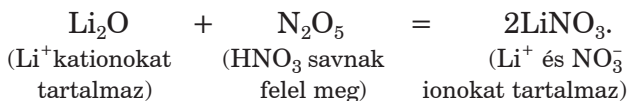
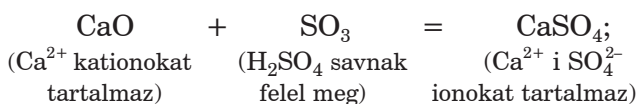


A fémes elem kationjának töltéséből és a hidroxid-anionból kiindulva lehet levezetni a reakció termékének (bázis) a képletét.

► Állítsátok fel a nátrium-oxid vízzel való reakciójának egyenletét!

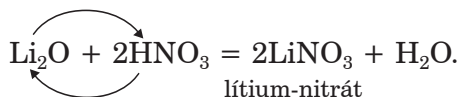
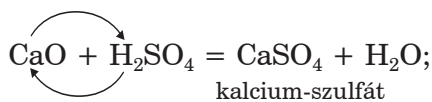
**Reakciók savképző oxidokkal.** A bázisképző oxidok kölcsönhatásba lépnek az ellentétes jellegű vegyületekkel, azaz olyanokkal, amelyeknek savas tulajdonságaik vannak. Közöttük vannak a savképző oxidok is.

A bázisképző és savképző oxidok kölcsönhatásának terméke egy só. A kapott vegyület a bázisképző oxid fémes elemének kationjából és a savképző oxidból származó savmaradék anionjából tevődik össze. A bázisképző és savképző oxidok közötti reakciók egyenleteinek példái:



► Állítsátok össze a kalcium-oxid és a nitrogén(V)-oxid között végbemenő reakció egyenletét!

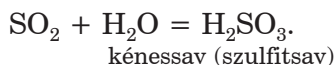
**Reakciók savakkal.** A bázisképző oxidok nem csak savképző oxidokkal, hanem savakkal is reagálnak. Az ilyen reakció termékei a só és a víz:



**Azokat a reakciókat, melyek során a vegyületek kicsérelik alkotórészeiket, *cserebomlási reakcióknak* nevezzük.**

### A savképző oxidok reakciói

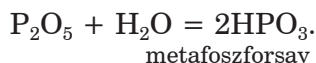
**Vízzel való kölcsönhatás.** Majdnem az összes savképző oxid reagál a vízzel (kivétel a  $\text{SiO}_2$ -oxid). Eközben oxigéntartalmú savak keletkeznek.



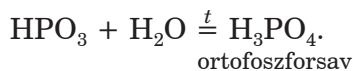
A savképző oxidok vízzel való reakciói termékeinek — a savaknak a képleteit, úgy állítják össze, hogy sorba veszik a reagensek képleteiben előforduló minden egyes atomot: a hidrogént, a savalkotó elemet, az oxigént.

► Állítsátok össze a nitrogén(V)-oxid vízzel való reakciójának egyenletét!

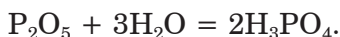
A foszfor(V)-oxid kölcsönhatásának a vízzel vannak bizonyos sajátosságai. Szobahőmérsékleten a következő reakció megy végbe:



A reakció terméke hőmérséklet hatására tovább reagál a vízzel, más savvá alakulva át:

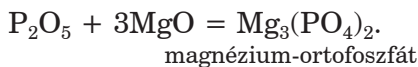


Gyakran az egyesített kémiai reakciót írják fel:

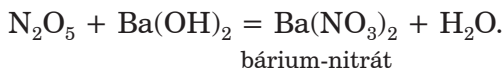
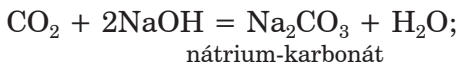


**Reakciók a bázisképző oxidokkal.** A savképző oxidok reagálnak az ellentétes vegyi jellegű vegyületekkel — a bázisképző oxidokkal és a bázisokkal.

A savképző és bázisképző oxidok egymás közötti kölcsönhatásáról már esett szó. Még egy hasonló reakciót írunk fel a  $P_2O_5$  savképző oxid részvételével:



**Reakciók bázisokkal.** A savképző oxidok reagálnak a bázisokkal, miközben só és víz keletkezik:



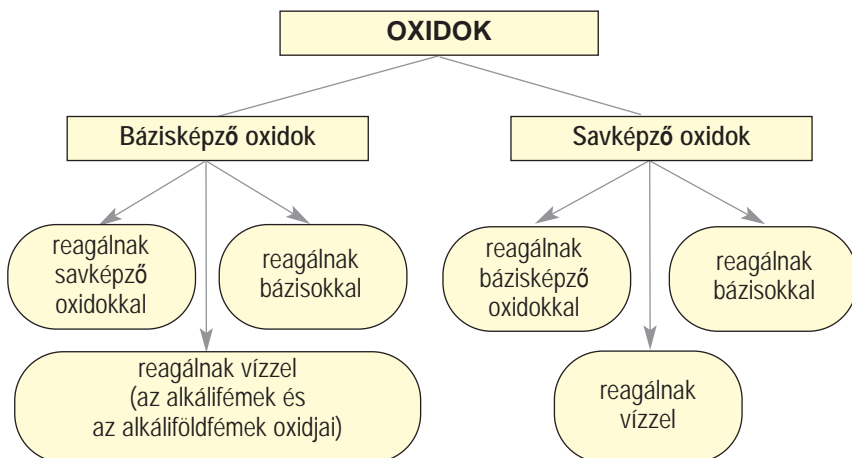
A só attól a savtól származik, amelyik az adott savképző oxidnak felel meg.

► Állítsátok össze a kén(IV)-oxid és a kalcium-hidroxid reakciójának egyenletét!

Az ismertetett anyagot a 7. vázlat foglalja össze.

7. vázlat

### Az oxidok kémiai tulajdonságai

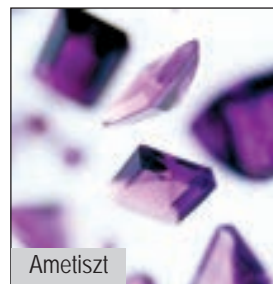
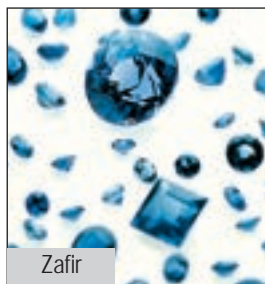


Egyes fémek oxidja mind bázisos, mind savas tulajdonságokkal rendelkezik. Ezekkel a vegyületekkel való reakciókat a 30. fejezetben tárgyaljuk majd.

**Az oxidok alkalmazása.** A gyakorlatban néhány tucat oxidot használnak. Mindenki tudja, hogy a legtöbbet használt oxid — a víz. A vasércből (melyek vasoxidokat tartalmaznak) állítják elő a vasat. A kvarc  $\text{SiO}_2$  a kvarcüveg gyártásának nyersanyaga. Ez az üveg, a közönséges üvegtől eltérően, átengedi az ultraibolya sugarakat (a kvarcégó alatt ugyanúgy leburnulhatunk, mint a napon). A homokot, mely főleg a  $\text{SiO}_2$  oxidból áll, az üvegyártásnál alkalmazzák, azonkívül, akárcsak az égetett meszet ( $\text{CaO}$ ), homokot is használnak az építkezéseken. Sok oxid a vegyiparban nyersanyagként vesz részt. A korund kristályoknak ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) magas a keménysége. E vegyület pora csiszolóanyagként szolgál a fém-, kerámia- és más fajtájú felületek megmunkálásánál. Egyes oxidokat festékek alapanyagaként használják:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — a barna,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  — a zöld, a  $\text{TiO}_2$  és  $\text{ZnO}$  — a fehér festék alapanyaga.

Más oxidokkal szennyezett természetes és adalékanyagokkal színezett mesterséges alumínium oxidok: mint a rubin ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ -mal szennyezett), a zafír (vas- és titán-oxid szennyeződés), valamint szilícium-oxidok: például, az ametiszt (vas-oxiddal szennyezett) kristályait az ékszerek gyártására használják (48. ábra).

48. ábra  
Drágakövek



A bázisképző oxidoknak ionos szerkezetük van. Ezek szilárd anyagok. Többségük vízben nem oldódik. A bázisképző oxidok kölcsönhatásba lépnek a savképző oxidokkal, savakkal, vízzel csak az alkálifémek és az alkáliföldfémek oxidjai reagálnak.

A savképző oxidok molekulákból tevődnek össze, különböző halmazállapotuk van, olvadás- és forráspontjuk nem magas, vízben oldódnak, egyesek közülük illékonyak, szaguk van. A savképző oxidok reagálnak a vízzel, bázisképző oxidokkal és bázisokkal.

Azokat a reakciókat, amelyek során a vegyületek felcserélik alkotórészeiket, cserébomlási reakcióknak nevezik.

Az oxidok alkalmazása széleskörű.



188. A két vegyület —  $\text{Cl}_2\text{O}$  és  $\text{Li}_2\text{O}$  — közül az egyik közönséges körülmények között gáznemű és szaga van. Nevezzétek meg e vegyületet és indokoljátok meg választásotokat.
189. A felsorolt oxidok közül válasszátok ki az ionos anyagokat:  $\text{P}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}_7$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{SO}_3$ .
190. Írjátok be a táblázat megfelelő kockáiba az alábbi oxidok képleteit:  $\text{Li}_2\text{O}$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}_7$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{SO}_2$ :

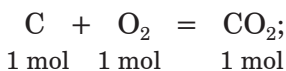
OXIDOK	
BÁZISKÉPZŐ	SAVKÉPZŐ

191. Soroljátok fel minden bázisképző oxidot, melyek reagálnak a vízzel. Írjátok fel két megfelelő kémiai egyenletet általános alakban, az oxidokat  $\text{M}_2\text{O}$  és  $\text{MO}$  képletekkel jelölve.
192. Fejezzétek be a reakciók sémáit és állítsátok fel a kémiai egyenleteket:
- a)  $\text{SrO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$   
 $\text{MgO} + \text{Cl}_2\text{O}_7 \rightarrow$   
 $\text{CaO} + \text{HNO}_3 \rightarrow$
- b)  $\text{SeO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$   
 $\text{SiO}_2 + \text{BaO} \rightarrow$   
 $\text{I}_2\text{O}_5 + \text{NaOH} \rightarrow$

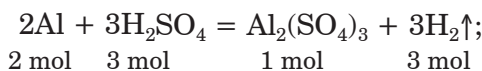


mennyiségeinek, a gázok térfogatainak kiszámítását is a kémiai egyenlet alapján valósítják meg. Eközben felhasználják a relatív atom- és molekulatömegeket vagy a moláris tömegeket. Ilyen számítások lehetővé teszik a kémikus vagy a vegyészmérnök számára a kémiai folyamatokhoz szükséges és az azok útján előállítható termékek mennyiségének megtervezését, elkerülni a kiinduló anyagok szükségtelen feleslegét.

Ebben a paragrafusban néhány feladat megoldása van bemutatva a kémiai egyenletek felhasználásával. Megjegyezzük, hogy az egyenletekben szereplő együtthatók aránya megegyezik a reakcióban részt vevő, illetve keletkező elemek, vegyületek anyagmennyiségének arányával:



$$n(\text{C}) : n(\text{O}_2) : n(\text{CO}_2) = 1 : 1 : 1;$$



$$n(\text{Al}) : n(\text{H}_2\text{SO}_4) : n(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) : n(\text{H}_2) = 2 : 3 : 1 : 3.$$

**1. FELADAT. Milyen anyagmennyiségű lítium-hidroxid keletkezik, ha 4 mol lítium-oxid megfelelő mennyiségű vízzel reagál?**

*Adva van:*

$$n(\text{Li}_2\text{O}) = 4 \text{ mol}$$

$$n(\text{LiOH}) = ?$$

*Megoldás*

1. Összeállítjuk a reakcióegyenletet:

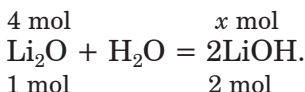


A reakció alapján látható, hogy egy meghatározott mennyiségű lítium-oxidból kétszer több anyagmennyiségű lítium-hidroxid keletkezik.

2. Előkészítjük az aránypár felállításához szükséges jelöléseket. A  $\text{Li}_2\text{O}$  és  $\text{LiOH}$  vegyületek képletei alatt feltüntetjük anyagmennyiségeiket a kémiai reakció együtthatói alapján (megfelelően 1 mol, 2 mol), a képletek fölött pedig a feladat feltételei között szereplő oxid



anyagmennyiségét (4 mol) és a hidroxid ismeretlen anyagmennyiségét ( $x$  mol):



3. Kiszámítjuk a lítium-hidroxid anyagmennyiségét.

Felállítjuk az aránypárt és megoldjuk azt: a reakcióegyenlet szerint

1 mol  $\text{Li}_2\text{O}$ -ból keletkezik 2 mol  $\text{LiOH}$ ,  
a feladat feltétele szerint

$$4 \text{ mol Li}_2\text{O-ból} \quad \text{—} \quad x \text{ mol LiOH};$$
$$\frac{1}{4} = \frac{2}{x}; \quad x = n(\text{LiOH}) = \frac{4 \cdot 2}{1} = 8 \text{ (mol)}.$$

*Felelet:*  $n(\text{LiOH}) = 8 \text{ mol}$ .

## 2. FELADAT. A szén-dioxid milyen tömege reagál 28 g kalcium-oxiddal?

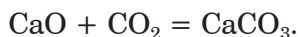
*Adva van:*

$$\frac{m(\text{CaO}) = 28 \text{ g}}{m(\text{CO}_2) \text{ — ?}}$$

*Megoldás*

*1. módszer*

1. Felírjuk a reakcióegyenletet:



Az egyenlet szerint egyforma anyagmennyiségű oxidok lépnek reakcióba: itt 1 mol  $\text{CaO}$  és 1 mol  $\text{CO}_2$ .

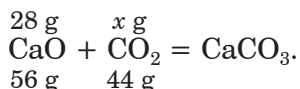
2. Kiszámítjuk a feladat feltételeiben említett anyagok móltömegét:

$$M(\text{CaO}) = 56 \text{ g/mol}; \quad M(\text{CO}_2) = 44 \text{ g/mol}.$$

1 mol  $\text{CaO}$  tömege 56 g, 1 mol  $\text{CO}_2$  pedig — 44 g.

3. Elkészítjük az aránypár felállításához szükséges jelöléseket.

Beírjuk a feladatban szereplő ismert és ismeretlen tömegeket: a reagensek képlete alatt a vegyületek 1 móljának tömegeit, a képletek fölött pedig — a feladat feltételéből ismert kalcium-oxid tömegét és a szén-dioxid ismeretlen tömegét:



4. Kiszámítjuk a szén-dioxid tömegét.

Felállítjuk és megoldjuk az aránypárt:  
az egyenlet szerint

56 g CaO reagál 44 g CO<sub>2</sub>,  
a feladat feltétele szerint  
28 g CaO — x g CO<sub>2</sub>-vel;

$$\frac{56}{28} = \frac{44}{x}; \quad x = m(\text{CO}_2) = \frac{28 \cdot 44}{56} = 22 \text{ (g)}.$$

2. módszer

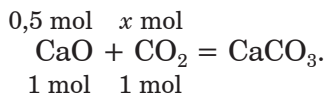
1. Felírjuk a reakcióegyenletet:



2. Kiszámítjuk a kalcium-oxid anyagmennyiségét:

$$n(\text{CaO}) = \frac{m(\text{CaO})}{M(\text{CaO})} = \frac{28 \text{ g}}{56 \text{ g/mol}} = 0,5 \text{ mol}.$$

3. Felírjuk a reagensek képletei alá az együtthatókkal megegyező anyagmennyiségeket, a képlet fölé az előzőleg kiszámolt kalcium-oxid anyagmennyiségét és a szén-dioxid ismeretlen anyagmennyiségét:



4. Az aránypár segítségével kiszámítjuk a szén-dioxid anyagmennyiségét:

$$x = n(\text{CO}_2) = \frac{0,5 \cdot 1}{1} = 0,5 \text{ (mol)}.$$

5. Kiszámítjuk a szén-dioxid tömegét:

$$\begin{aligned} m(\text{CO}_2) &= n(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2) = \\ &= 0,5 \text{ mol} \cdot 44 \text{ g/mol} = 22 \text{ g}. \end{aligned}$$

*Felelet:*  $m(\text{CO}_2) = 22 \text{ g}$ .

**3. FELADAT.** Milyen térfogatú kén-dioxid (n. k.) reagál nátrium-hidroxiddal abban az esetben, ha a keletkezett nátrium-szulfit anyagmennyisége 0,2 mol?

*Adva van:*

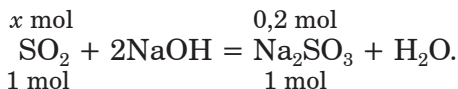
$$n(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 0,2 \text{ mol}$$

n. k.

$$V(\text{SO}_2) \text{ — ?}$$

*Megoldás*

1. Felírjuk a reakcióegyenletet és jelöljük az ismert és ismeretlen anyagmennyiségeket:



2. Meghatározzuk a kén-dioxid anyagmennyiségét.

Felállítjuk és megoldjuk az aránypárt.

1 mol  $\text{SO}_2$ -ből keletkezik 1 mol  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,

$x$  mol  $\text{SO}_2$ -ből — 0,2 mol  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ;

$$x = n(\text{SO}_2) = \frac{1 \cdot 0,2}{1} = 0,2 \text{ (mol)}.$$

3. Kiszámítjuk a kén-dioxid térfogatát normál körülmények között:

$$\begin{aligned} V(\text{SO}_2) &= n(\text{SO}_2) \cdot V_M = \\ &= 0,2 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ l/moi} = 4,48 \text{ l}. \end{aligned}$$

*Felelet:*  $V(\text{SO}_2) = 4,48 \text{ l}$ .

Egyes feladatokban két reakcióról van szó, amelyek egy időben mennek végbe. Ilyenkor ismeretlen bevezetésére van szükség, és a megoldáshoz matematikai egyenletet állítunk fel.

**4. FELADAT. Elegendő víz hozzáadásakor 11,6 g lítium-oxid és kalcium-oxid keverékéhez 17,0 g hidroxidkeverék keletkezik. Határozzátok meg az oxidok tömegeit a keverékben.**

*Adva van:*

$m(\text{Li}_2\text{O},$

$\text{CaO}) =$

$= 11,6 \text{ g}$

$m(\text{LiOH},$

$\text{Ca}(\text{OH})_2) =$

$= 17,0 \text{ g}$

$m(\text{Li}_2\text{O}) - ?$

$m(\text{CaO}) - ?$

*Megoldás*

1. Legyen a lítium-oxid tömege  $x$  g. Akkor a 11,6 g kalcium-oxid tömege (grammokban) egyenlő lesz:

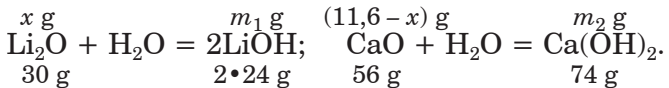
$$m(\text{CaO}) = m(\text{Li}_2\text{O}, \text{CaO}) - m(\text{Li}_2\text{O}) = 11,6 - x \text{ (g)}.$$

2. Kiszámítjuk a lítium és kalcium oxidjainak, valamint hidroxidjainak móltömegét:

$$M(\text{Li}_2\text{O}) = 30 \text{ g/mol}; M(\text{LiOH}) = 24 \text{ g/mol};$$

$$M(\text{CaO}) = 56 \text{ g/mol}; M(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 74 \text{ g/mol}.$$

3. Felállítjuk a reakcióegyenleteket a reagensek és termékek tömegeinek feltüntetésével, a LiOH és a  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -vegyületek ismeretlen tömegeit megfelelően  $m_1$  és  $m_2$ -vel jelölve:



4. Felírjuk a két aránypárt és megkapjuk a hidroxidok számítására alkalmas matematikai kifejezéseket:

$$\frac{x}{30} = \frac{m_1}{2 \cdot 24}; \quad \frac{11,6 - x}{56} = \frac{m_2}{74};$$

$$m_1 = m(\text{LiOH}) = \frac{2 \cdot 24x}{30} = 1,6x;$$

$$m_2 = m(\text{Ca(OH)}_2) = \frac{(11,6 - x) \cdot 74}{56} = 15,3 - 1,32x.$$

5. Kiszámítjuk az oxidok tömegeit külön-külön:

$$m_1 + m_2 = m(\text{LiOH}) + m(\text{Ca(OH)}_2) = 17,0;$$

$$1,6x + 15,3 - 1,32x = 17,0;$$

$$x = m(\text{Li}_2\text{O}) = 6,07 \text{ (g)};$$

$$m(\text{CaO}) = 11,6 - 6,07 = 5,53 \text{ (g)}.$$

*Felelet:  $m(\text{Li}_2\text{O}) = 6,07 \text{ g}$ ;  $m(\text{CaO}) = 5,53 \text{ g}$ .*

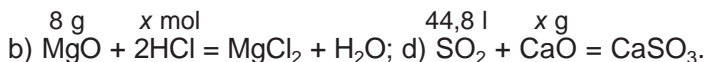
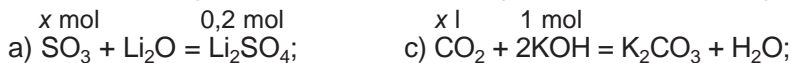
## ÖSSZEFOGLALÁS

**Ahhoz, hogy kiszámíthassák a kiinduló reagensek és a reakciótermékek tömegeit, anyagmennyiségeit, a gázok térfogatait, a kémiai egyenleteket használják fel.**

**A feladatok megoldását aránypárok felállításával valósítják meg, s azon képletek segítségével, amelyek tükrözik a megfelelő fizikai mennyiségek összefüggéseit.**



197. Keressétek meg az  $x$  értékét az alábbi jegyzetekben (szóbelileg):



198. Milyen anyagmennyiségű foszfor(V)-oxid képződik 0,1 mol foszfornak elegendő mennyiségű oxigénnel való kölcsönhatása során?

199. A reakció az  $A + 3B = 2C + 3D$  egyenlet szerint megy végbe. Milyen anyagmennyiségű  $C$  és  $D$  anyagok keletkeznek, ha reakcióba lép:



200. Milyen tömegű magnézium-oxid keletkezik 12 g magnézium elégetése során? (Szóbelileg.)
201. Milyen térfogatú kén-dioxid  $\text{SO}_2$  (n. k.) képződik 16 g kén elégetése során? (Szóbelileg.)
202. Számítsátok ki azon kalcium-nitrát tömegét, amely 50 g 10%-os salétromsav-oldat kalcium-oxiddal való reakciója során keletkezik.
203. Számítsátok ki a szén-dioxid azon bázisainak tulajdonságait és alkalmazásuk térfogatát (n. k.), amely 37 g kalcium-hidroxid kalcium-karbonáttá való átalakításához szükséges.
204. Foszfor(V)-oxid és szilícium(IV)-oxid keverékéhez víz felesleget öntöttünk, minek következtében 98 g ortofoszforsav keletkezett és 20 g szilárd anyag maradt meg. Számítsátok ki a foszfor(V)-oxid tömegét és tömegszázalékát az oxidok keverékében.
205. 20 g lítium-oxidhoz 180 g vizet öntöttek, határozzátok meg a kapott oldatban a lúg tömegrész-arányát, ha az oxid és a víz közötti reakció teljesen végbemegy.
206. A kén-dioxid és szén-dioxid gázok 1,52 g tömegű elegyének a bárium-oxiddal való kölcsönhatása során 6,11 g sókeverék képződött. Határozzátok meg a kiinduló gázok tömegeit az elegyben.

---

## 28

### A bázisok tulajdonságai és alkalmazásuk

---

A téma tananyaga segít nektek:

- megérteni a bázisok fizikai tulajdonságait;
- elsajátítani a bázisok kémiai tulajdonságát;
- megjósolni a lúgnak a sóval való reakcióját;
- megismerni a bázisok alkalmazásának területeit.

**A bázisok fizikai tulajdonságai.** Már tudjátok, hogy minden egyes bázis egy fémes elem pozitív töltésű ionjából és hidroxid-ionokból ( $\text{OH}^-$ ) áll. A bázisok, akár az ionos oxidok, közönséges körülmények között szilárd anya-

gok. Magas olvadásponttal kellene rendelkezniük, azonban már enyhe melegítés során is majdnem minden bázis felbomlik (megfelelő oxidra és vízre). Megolvasztani csupán a nátrium-hidroxidot és kálium-hidroxidot lehet (e vegyületek olvadáspontjai megfelelően 318 °C és 380 °C).

A bázisok többsége nem oldódik a vízben (49. ábra). Kis mértékben oldódnak a  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  és  $\text{Sr}(\text{OH})_2$  képletű hidroxidok, jól oldódnak az alkálielemek (Li, Na, K, Rb, Cs) hidroxidjai és a  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  vegyület. Már tudjátok, hogy a vízben oldódó bázisokat lúgoknak nevezik.

49. ábra

Az oldatokban végbemenő kémiai reakciók során keletkezett bázisok csapadékai



A lúgok és oldataik érintésre szappanszerűek, számos anyagot roncsolnak, a bőrön, nyálkahártyán vegyi égést okoznak, erősen károsítják a szemet (50. ábra). Ezért lett a nátrium-hidroxidnak a hétköznapi neve marónátron. A lúgokkal és oldataikkal való munka közben legyetek különösen óvatosak! Ha lúgdodat kerül a kezetekre, azonnal bő vízzel mossátok le és forduljatok segítségért a tanárhoz vagy laboránsához. Tőlük megkapjátok valamely anyag (például az ecetsav) híg oldatát, amellyel kezelni kell a bőrfelületet a lúgmaradék semlegesítése végett. Ezután a kezeteket jól mossátok meg hideg vízzel.

**A bázisok kémiai tulajdonságai.** A bázisok más anyagokkal való kölcsönhatásának szá-

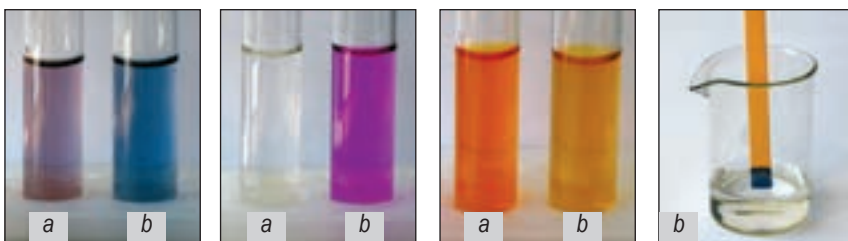
50. ábra  
Veszélyességi  
jelzés a nátrium-  
hidroxidot  
tartalmazó  
edény címkején



mos lehetősége e vegyületek vízben való oldhatóságától függ. A lúgok a kémiai átalakulásokban jelentősen aktívabbak a vízben nem oldódó bázisoktól, amelyek például a sókkal és egyes savakkal nem reagálnak.

51. ábra  
Az indikátorok  
színe  
vízben (a),  
lúgoldatban (b)

**Hatásuk az indikátorokra.** A lúgoldatok hatására megváltozik az indikátor színe (51. ábra). Ezzel a kísérlettel már találkoztatok a 7. osztályos tananyagban. A vízben nem oldódó bázisok nem hatnak az indikátorokra.



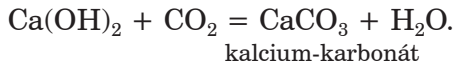
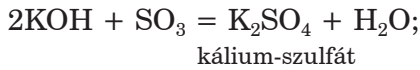
lakmusz

fenolftalein

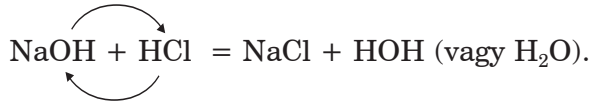
metilnarancs

univerzális  
indikátor

**Reakciók savképző oxidokkal.** A vízben oldódó és nem oldódó bázisok kölcsönhatásba lépnek az ellentétes jellegű vegyületekkel, azaz olyanokkal, amelyeknek savas tulajdonságaik vannak. Ezek között a vegyületek között található a savképző oxidok. A megfelelő reakciót a 26. §-ban tárgyaltuk. Nézzünk néhány további példát:



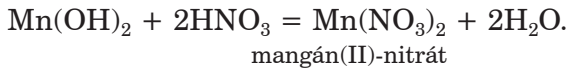
**Reakciók savakkal.** A bázisnak a savval való kölcsönhatása közben a vegyületek kicserélik alkotórészeiket:



Ez — cserebomlási reakció.

Kideríteni, maradt-e még lúg a sav bizonyos adagjának hozzáadása után, úgy lehetséges, hogy 1-2 csepp fenolftalein-oldatot adunk az oldathoz. Ha nem jelent meg málnavörös szín, akkor a lúg teljesen reagált a savval.

Az oldhatatlan bázis savval való reakciójának példája:



**A bázisok és savak között végbemenő reakciót *semlegesítési* (közömbösítési) reakciónak nevezik.**

## 2. SZÁMÚ LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

### **Oldatban lejátszódó semlegesítési reakció**

A nátrium-hidroxid oldatát tartalmazó kémcsőbe cseppentetek 1-2 csepp fenolftaleint, majd pipetta segítségével cseppenként adagoljatok hozzá hígított kénsavoldatot addig, míg el nem tűnik az indikátor színe. A kémcső tartalmát fokozatosan keverjük össze üvegpálcikával vagy rázással.

Miért színtelenedett el az oldat?

Írjátok fel a megfelelő reakcióegyenletet!

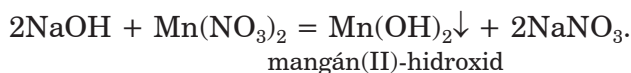


**A lúgok reakciói a sókkal.** Ezek oldatokban játszódó cserebomlási reakciók, melyek reakció-terméke új bázis és új só. Ahhoz, hogy a reakció végbemenjen, a kiinduló sónak vízben oldódó vegyületnek kell lennie, az új bázisnak vagy új sónak pedig vízben nem oldódónak, csapadéknak.

Derítsük ki a reakció lehetőségét a nátrium-hidroxid és a mangán(II)-nitrát között. Használjuk az oldhatósági táblázatot (feltüntetjük egy részletét):

Anionok	Kationok							
	Li <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	...	Zn <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	...
OH <sup>-</sup>	o	o	o		n	n	n	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	o	o	o		o	o	o	

A NaOH lúg és a Mn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> só oldhatók a vízben. Ezen anyagok kicserélik ionjaikat, ha vízben nem oldódó vegyület keletkezik. Ilyen vegyület a Mn(OH)<sub>2</sub> bázis, az új só NaNO<sub>3</sub> pedig megmarad az oldatban. Vagyis a nátrium-hidroxid és a mangán(II)-nitrát közötti reakció végbe megy:

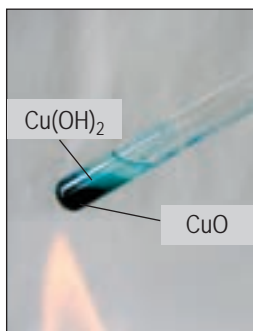


► Reagálhat-e egymással a bárium-hidroxid és a kálium-karbonát az oldatban? Pozitív felelet esetén írjátok fel a megfelelő kémiai egyenletet.

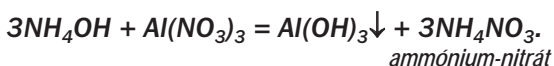
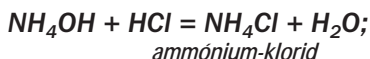
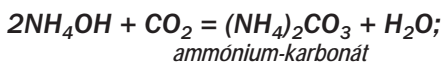
**Hőbomlás.** Majdnem mindegyik bázis (a nátrium-hidroxid és a kálium-hidroxid kivételével) hevítéskor megfelelő oxidra és vízre bomlik (52. ábra):



52. ábra  
A réz(II)-hidroxid  
hőbomlása



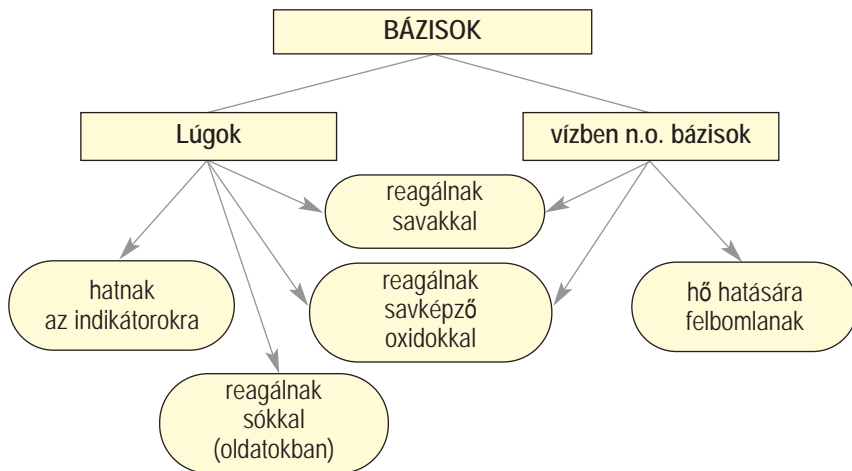
Az ammónium-hidroxid (az ammónia ( $\text{NH}_3$ ) vizes oldata<sup>1</sup>) a lúgokhoz hasonlóan megváltoztatja az indikátorok színét, kölcsönhatásba lép a savképző oxidokkal, savakkal, sókkal:



Az ismertetett anyagot a 8. vázlat foglalja össze.

8. vázlat

### A bázisok kémiai tulajdonságai



<sup>1</sup> Erről ismereteket a 130. oldalon találhattok az „Érdeklődők számára” cikkben.

**A bázisok alkalmazása.** Széleskörű alkalmazást a bázisok közül csupán a lúgok nyertek, elsősorban a kalcium-hidroxid és a nátrium-hidroxid. Már tudjátok, hogy az „oltott mész” néven szereplő anyag nem más, mint a kalcium-hidroxid  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Az oltott meszet kötőanyagként használják az építészetben: homokkal és vízzel keverve – ez a habarcs. Az így elkészített keveréket ráviszik a téglára, e keverékkel vakolják a falakat. A bázisnak a szén-dioxiddal és szilícium(IV)-oxiddal való reakciója eredményeképpen a keverék megszilárdul.

► Állítsátok össze a leírt reakciók egyenleteit!

Érdekes tudnivaló  
A magnézium-hidroxid egyes gyógyszer és kozmetikai szer összetevője.

A kalcium-hidroxidot azonkívül felhasználja a cukoripar tisztításra, a mezőgazdaság (savas talajok semlegesítésére) kalcium-karbonát előállítására (a fogkrém egyik alapanyaga). A nátrium-hidroxidot felhasználják a szappangyártásnál (létrehozzák a lúg reakcióját a zsírokkal), műszálak gyártásánál, a papíriparban, a gyógyszergyártásnál, a bőriparban, a kőolajtisztításnál stb.

## ÖSSZEFOGLALÁS

**A bázisok — ionos szerkezetű szilárd anyagok. A bázisok többsége nem oldódik a vízben. A vízben oldódó bázisok (lúgok) megváltoztatják az indikátorok színét.**

**A bázisok kölcsönhatásba lépnek a savképző oxidokkal és savakkal; a lúgok oldatai reagálnak vízben oldódó sókkal is.**

**A vízben nem oldódó bázisok melegítéskor a megfelelő oxidra és vízre bomlanak.**

**A bázis és sav között végbemenő reakciót semlegesítési (közömbösítési) reakciónak nevezik.**

**A kalcium- és a nátrium-hidroxidnak nagy gyakorlati jelentősége van.**

# ?

207. Jellemezzétek a bázisok fizikai tulajdonságait.
208. Hogyan változtatják meg színüket lúg jelenlétében az ismert indikátorok?
209. Hozzatok fel példákat bázisokkal végbemenő cserebomlási, semlegesítési és bomlási reakciókra.
210. Egészítsétek ki a reakciók vázlatait és állítsátok össze a reakció-egyenleteket:
- |   |  |
|---|--|
| a) $\text{KOH} + \text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow$              | c) $\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{SO}_3 \rightarrow$        |
| $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$                  | $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$ |
| b) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ | d) $\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow$       |
| $\text{LiOH} + \text{NiCl}_2 \rightarrow$                       | $\text{Bi}(\text{OH})_3 \xrightarrow{t}$                     |
211. Írjátok fel a bázisok (baloldali oszlop) és sók (jobb oldali oszlop) közötti reakciók egyenleteit (ha azok lehetségesek):
- |                     |                  |
|---------------------|------------------|
| kálium-hidroxid     | kalcium-karbonát |
| mangán(II)-hidroxid | vas(II)-nitrát   |
| bárium-hidroxid     | nátrium-szulfát  |
212. Mely reakciók segítségével lehet megvalósítani a nyilakkal jelölt átalakulásokat:
- a)  $\text{Li}_2\text{O} \rightarrow \text{LiOH} \rightarrow \text{Li}_2\text{SO}_4$ ;  
b)  $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{CaBr}_2$ .
- Írjátok fel a megfelelő reakciók egyenleteit.
213. Internetforrások segítségével keressetek információkat a mészvízciről, és annak alkalmazásáról.
214. Milyen anyagmennyiségű magnézium-hidroxid lép reakcióba 12,6 g salétromsavval?
215. Számítsátok ki a vas(II)-hidroxid azon tömegét, mely 0,05 mol nátrium-hidroxid és feleslegben vett vas(II)-szulfát kölcsönhatása eredményeképpen képződik.
216. Milyen térfogatú kén-dioxid (n. k.) szükséges a báriumionok (vízben nem oldódó só összetételében) teljes kicsapatásához az olyan oldatból, amely 34,2 g bárium-hidroxidot tartalmaz?
217. Milyen tömegű csapadék keletkezik 70,4 g 4%-os kálium-hidroxid és feleslegben vett mangán(II)-klorid kölcsönhatásakor?
218. 25,1 g nátrium-hidroxid és bárium-hidroxid keverékének a semlegesítésére 25,2 g salétromsavat használtak. Határozzátok meg a nátrium-hidroxid tömegszázalékát a kiinduló keverékben.

# 29

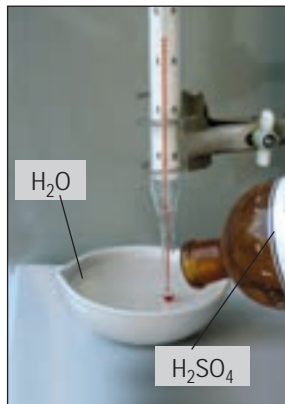
## A savak tulajdonságai és alkalmazása

A téma tananyaga segít nektek:

- megismerni a savak fizikai tulajdonságait;
- elsajátítani a savak kémiai tulajdonságait;
- következtetni a sav fémekkel való reakciójának lehetőségére;
- megismerni a savak alkalmazásának területeit.

**A savak fizikai tulajdonságai.** Mindegyik savnak molekuláris szerkezete van. Mivel a savakban a molekulák egymáshoz gyengén vonzódnak (a bázisképző oxidokban és bázisokban található ellentétes töltésű ionoktól eltérően), ezért a savaknak alacsony az olvadáspontjuk, többségük szobahőmérsékleten folyadék. A savak oldódnak a vízben (a  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  sav kivételével), számos esetben oldhatóságuk végtelen, azaz a vízzel bármilyen arányban keverednek oldatot képezve. Egyes savak oldódását hőkiválás kíséri (53. ábra).

Már ismeretes, hogy az oxigénmentes savak a gázok vizes oldatai. E gázok a VI. és VII. csoport nemfémes elemei hidrogénnel alkotott vegyüle-



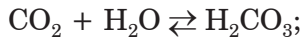
53. ábra  
Kénsav oldása  
vízben

tei (például a  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HCl}$ ). Ezek a gázok oldataikból még a megszokott körülmények között is kiválnak.

Illékony sav az, amely gyenge melegítéskor már gázneművé válik, ilyen a salétromsav ( $\text{HNO}_3$ ), s ezenkívül néhány más sav. Az illó savaknak szaga van.

Az ortofoszforsav ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ), bórsav ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ), kovasav ( $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ) — szilárd anyagok. Ezek a vegyületek, akárcsak a kénsav ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), nem illékonyak.

A szénsav (karbonátsav) és a kénessav (szulfitsav) csupán vizes oldataikban léteznek. A megfelelő oxidok nem lépnek teljesen kölcsönhatásba a vízzel, a keletkező savak pedig részben oxidokra és vízre bomlanak:

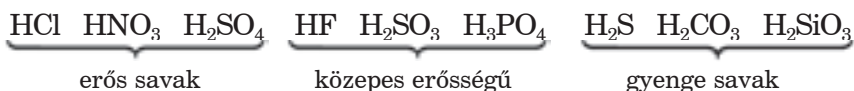


A savak többsége — mérgező anyag. Komoly mérgezéseket és égési sebeket okozhatnak a bőrön. Ezért a savakkal, akárcsak a lúgokkal, nagyon óvatosan kell dolgozni, betartva a biztonsági szabályokat. Ha a savoldat a kezünkre kerül, azt azonnal nagy mennyiségű folyóvízzel kell lemosnunk, azután a bőrt híg szódabikarbóna oldattal kezeljük (a maradék sav semlegesítése céljából). A legvégén kezünket bő vízzel öblítsük le.

**A savak kémiai tulajdonságai.** A savak más anyagokkal való reagáló képessége nagymértékben függ aktivitásuktól, stabilitásuktól, illanóságuktól, a vízben való oldhatóságuktól. A savak kémiai tulajdonságait jellemezve mindezt figyelembe kell venni.

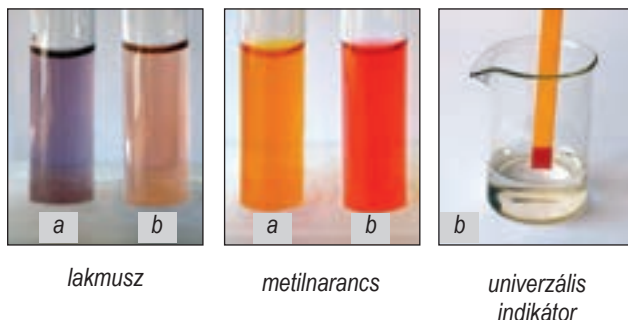
A savak különböző kémiai aktivitásúak lehetnek. A nagyon aktív savakat erős savaknak nevezik, a kevésbé aktívabbakat gyengének. Léteznek még közepes erősségű savak is. Mindegyikre az alábbi sorban találhattok példát (lásd a II. előzékét is):

Érdekes tudnivaló  
A metafoszforsav  
3 vagy több  
molekulából áll:  
( $\text{HPO}_3$ ) $_n$  ( $n \geq 3$ ).



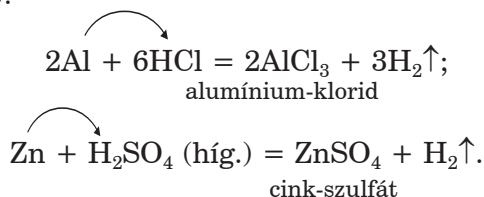
**Hatásuk az indikátorokra.** A savak a vizes oldatokban megváltoztatják az indikátorok színét (54. ábra), de nem az összes indikátorét, mint a lúgok esetében.

54. ábra  
Indikátorok színe a vízben (a), savoldatban (b)



► Melyik indikátor színe nem változik sav hatására?

**Reakciók fémekkel.** Az oxigénmentes savak mindegyike, a kénsav (hígított oldatban) s más oxigéntartalmú sav hidrogénfejlődéssel és só képződésével reagálnak a fémekkel (55. ábra):



Az ilyen reakciók során a fémes elem atomjai, amelyeket az egyszerű anyag tartalmaz, behelyettesítik a másik elem (jelen esetben a hidrogén) atomjait.

**Az olyan egyszerű és összetett anyagok közötti reakciót, melynek eredményeképpen új egyszerű és összetett anyagok képződnek, helyettesítési reakciónak nevezik.**

## Mikola Mikolajevics Beketov (1827—1911)



*Kiváló orosz és ukrán kémikus, a Pétervári Tudományos Akadémia akadémikusa. Kutatta a sók vizes oldatban végbemenő reakcióit a fémekkel. Ő ajánlotta a kiszorítási sort, vagyis a fémek aktivitási sorát (1865). Kidolgozta és leírta a fémek előállításának egyik módszerét — a metalotermiát. Hozzájárult a fizikai kémia mint önálló tudomány kialakulásához. A harkovi egyetem professzoraként dolgozott (1855—1887), és az általa létrehozott tanszéken elsőként tanította a fizikai kémia tantárgyat. Az Orosz Fizika-kémiai Társaság elnöke volt.*

55. ábra  
Alumínium pénzérme  
(1992. kibocsátású  
2 kopekes)  
reakciója sóssal



A savakkal nem mindegyik fém reagál. A fém és a sav közötti reakció lehetőségére a *fémek aktivitási sora* segítségével következtetünk. Ezt a sort először egy hazai kémikus, M. M. Beketov állította össze a fémek savakkal és sókkal való kölcsönhatásának tanulmányozása alapján. Feltüntetjük ennek a sornak egy részletét korszerű alakban (lásd a II. előzékét):

Li K Ba Ca Na Mg Al Mn Cr Zn Fe Cd Ni Sn Pb (**H<sub>2</sub>**) Cu Ag Pt Au



a fémek kémiai aktivitása növekszik



56. ábra  
Fémek viselkedése  
hígított  
kénsavoldatban



Az aktivitási sor része a nemfémes hidrogén. Azok a fémek, amelyek a hidrogéntől balra helyezkednek el, kölcsönhatásba lépnek a sósavval és a hígított kénsavval (miközben hidrogén válik ki), a jobb oldalon elhelyezkedő fémek pedig nem reagálnak velük (56. ábra):



### 3. SZÁMÚ LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

#### A fémek kölcsönhatása sósavval

Vegyetek két kémcsövet. Az első kémcsőbe helyezzetek egy vasszeget vagy vashuzalt, a másikba kis mennyiségű magnéziumport vagy magnézium-forgácsot. Vizsgáljátok meg mindegyik fém viselkedését a hígított sósavban.

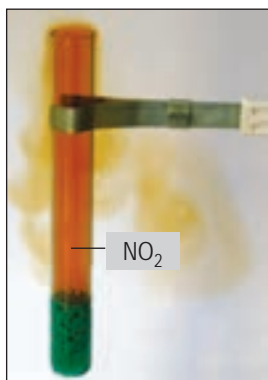
Melyik fém reagál a savval aktívabban? Egyeznek-e a kísérletek eredményei a vas és a magnézium a fémek aktivitási sorában elfoglalt helyével?

Állítsátok össze a reakciók egyenleteit! Vegyétek figyelembe, hogy a vasnak a keletkező vegyületben a vegyértéke II.

A salétromsav és a tömény<sup>1</sup> kénsavoldat fémekkel végbemenő reakciói során a hidrogén helyett más anyagok keletkeznek (57. ábra).

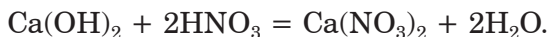
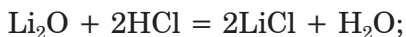
<sup>1</sup> A tömény oldat sokkal több savat tartalmaz, mint vizet.

57. ábra  
A réz reakciója  
salétromsavval



Ezekkel a reakciókkal a későbbiekben fogtok megismerkedni.

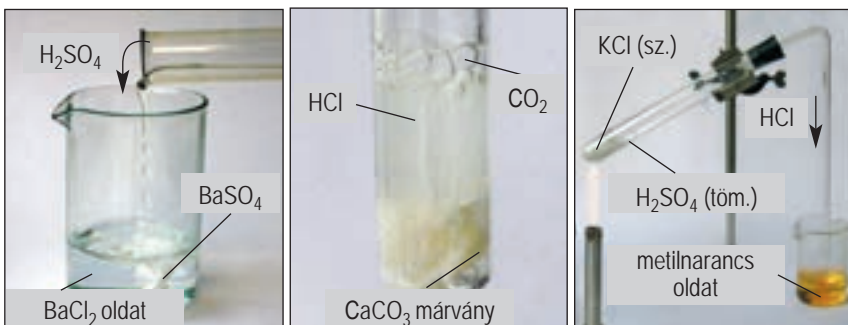
**Reakciók a bázisképző oxidokkal és bázisokkal.** Minden savra jellemző a közömbösítési reakció, vagyis hogy kölcsönhatásba lép az ellentétes típusú vegyületekkel — bázisképző oxidokkal, bázisokkal. Ezeknek a reakcióknak a terméke só és víz:



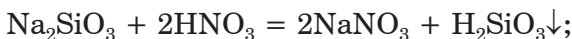
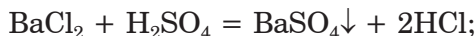
Az ilyen kémiai átalakulásokat már az előző paragrafusokban tárgyaltuk.

**Reakciók sókkal.** A savak és sók között cserébomlási reakciók mennek végbe. Nézzük meg azokat az eseteket, amikor ezek a reakciók valóban végbemennek (58. ábra).

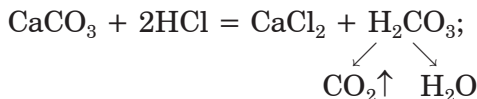
58. ábra  
Savak  
reakciói sókkal



- ha a reakció terméke – a só vagy a sav, csapadék formájában kiválik (ezt az oldhatósági táblázat alapján deríthetjük ki):



- ha a keletkezett sav illékony vagy gáznemű, vagy ha gázfejlődéssel bomlik:

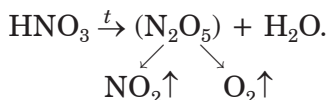


- ha a reakcióba lépő sav erős, a keletkezett sav pedig gyengébb. Példaként szolgálhatnak az előbbi reakciók.

**Az oxigéntartalmú savak hőbomlása.** Az oxigéntartalmú savak hevítéskor, a szénsav és a kénsav közönséges körülmények között megfelelő savképző oxidra és vízre bomlanak:



A salétromsav hőbomlásánál a vegyület egyszerre három anyagra bomlik: nitrogén(IV)-oxidra, oxigénre és vízre (a salétromsavnak megfelelő  $\text{N}_2\text{O}_5$  oxid egyáltalán nem stabil):

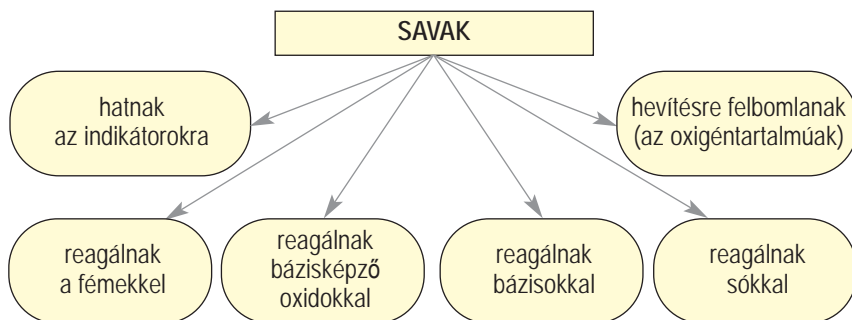


Az ismertetett tananyagot a 9. vázlat foglalja össze.

**A savak alkalmazása.** A legnagyobb mértékben a kénsavat, sósavat, salétromsavat és az ortofoszforsavat használják (10. táblázat). Ezeket a savakat nagy mennyiségben állítják elő a vegyi üzemekben.

<sup>1</sup> A „sz.” rövidítés „szilárd anyagot” jelent, a „töm.” pedig „tömény oldatot”.

## A savak kémiai tulajdonságai



A mindennapi életben leginkább felhasznált szerves savak: az ecetsav ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) vizes oldata, amit étkezési ecetként ismerünk, a citromsav (konzerválószer), az aszkorbinsav (C-vitamin). Szerkezetek, fűtőelemek felületéről a vízkő ecettel vagy citromsav vizes oldatával is eltávolítható.

10. táblázat

## Savak alkalmazása

Sav	Alkalmazási területei
$\text{H}_2\text{SO}_4$	Más savak, sók, műtrágyák, színezékek, robbanószerke- rek, gyógyszerek, szintetikus szálak gyártása, kőolaj- termékek tisztítása, gépkocsik ólomakkumulátorainak elektrolitja
HCl	Sók, festékek, gyógyszerek gyártása
$\text{HNO}_3$	Műtrágyák, robbanóanyagok, színezékek gyártása
$\text{H}_3\text{PO}_4$	Műtrágyák, mosószerek, rozsdoldók gyártása

## ÖSSZEFOGLALÁS

**A savak molekuláris anyagok, oldódnak a vízben. A savak megváltoztatják az indikátorok színét, de másként, mint a lúgok.**

**Az oxigénmentes savak és a kénsav oldata a legtöbb fémmel hidrogénfejlődéssel és**

**só képződésével reagál. Az ilyen reakciókat helyettesítési reakcióknak nevezik. Megvalósulásuk lehetőségét a fémek aktivitási sora segítségével határozhatjuk meg.**

**A savak reagálnak a bázisképző oxidokkal, bázisokkal, sókkal. Az oxigéntartalmú savak hevítéskor felbomlanak.**

**A savakat széleskörűen alkalmazzák különböző területeken.**

?

219. Nevezzétek meg a savak jellegzetes fizikai tulajdonságait. Mi az oka ezeknek?
220. Meg lehet-e különböztetni lakmusz, fenolftalein, univerzális indikátor segítségével a savoldatokat a lúgoldatoktól? Ha igen, akkor hogyan?
221. Fejezzétek be a megkezdett reakciókat és alakítsátok át reakcióegyenletekké:
- |  |  |
|--|--|
| a) $\text{Mg} + \text{HBr} \rightarrow$            | b) $\text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ |
| $\text{BaO} + \text{HNO}_3 \rightarrow$            | $\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow$          |
| $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow$ | $\text{K}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$ |
222. A pontok helyett írjátok be a hiányzó vegyületek képleteit, figyelembe véve, hogy a reagensek mindenütt savak, és a kapott vázlatokat alakítsátok át reakcióegyenletekké:
- |   |  |
|---|--|
| a) $\text{Fe} + \dots \rightarrow \text{FeCl}_2 + \dots;$                 | b) $\text{Al} + \dots \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \dots;$ |
| $\text{Li}_2\text{O} + \dots \rightarrow \text{Li}_3\text{PO}_4 + \dots;$ | $\text{Cr}(\text{OH})_2 + \dots \rightarrow \text{CrSO}_4 + \dots;$    |
| $\text{KOH} + \dots \rightarrow \text{KNO}_3 + \dots;$                    | $\text{AgNO}_3 + \dots \rightarrow \text{Ag}\downarrow + \dots .$      |
223. Írjátok fel a hígított kénsav és a következő anyagok között végbemenő reakciók egyenleteit (ha a reakciók végbemennek):
- |                   |                       |
|-------------------|-----------------------|
| a) cink;          | d) fluorhidrogén-sav; |
| b) ezüst;         | e) bárium-hidroxid;   |
| c) szén(IV)-oxid; | f) ólom(II)-nitrát.   |
224. Mindegyik átalakulásra írjátok fel 2-2 reakcióegyenletet:
- |  |   |
|--|---|
| a) $\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2;$                         | b) $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{K}_2\text{S};$ |
| c) $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2.$ |   |
225. Ahhoz, hogy megvalósítsuk a nátrium-klorid és a kénsav közötti reakciót, a szilárd állapotú sóhoz tiszta savat öntünk és a keveréket felhevítjük. Magyarázzátok meg, miért nem a vegyületek oldatait alkalmazzák és miért van szükség hevítésre.

226. Internetes információk segítségével készítsetek beszámolót a fluorhidrogén-sav (folsav) felhasználásáról.
227. Milyen tömegű 5%-os kénsavoldatra van szükség 8 g nátrium-hidroxid semlegesítésére?
228. Sósavfelesleg és 10 g ezüstpor és cinkpor keverékének reakciója során 0,7 l hidrogén (n. k.) szabadult fel. Számítsátok ki az ezüst tömegszázalékát a keverékben.

#### HÁZI KISÉRLET

##### **Egyes anyagok hatása a zöldséglevekre**

A cékla, a vöröskáposzta leve olyan festékanyagot tartalmaz, amely indikátorként viselkedik. A következő kísérletet ajánljuk elvégezni valamelyikükkel.

Apróra vágott céklából vagy káposztából préseljétek ki egy evőkanál levét, öntsétek egy 100 ml vizet tartalmazó pohárba és jól keverjétek össze. A kapott oldatot osszátok szét (egyenlő térfogatban) 5 pohárba. Ugyancsak készítsetek elő 30-40 ml szódobikarbóna és mosószappan vizes oldatait.

Az előkészített zöldséglé vizes oldatait tartalmazó poharakba adagoljatok: az egyikbe 1 teáskanál citromlevet, a másodikba ugyanannyi étkezési ecetet, a harmadikba szódobikarbóna-oldatot, a negyedikbe a mosószappan oldatát. Az ötödik pohár tartalma a színek összehasonlítását szolgálja majd.

Mit észleltek? Melyik oldatban mutattatok ki savat, illetve lúgot<sup>1</sup>?

A kísérlet eredményeit írjátok be a füzetbe.

---

## 30 Amfoter oxidok és hidroxidok

---

A téma tananyaga segít nektek:

- kideríteni, milyen vegyületeket neveznek amfoternek;
- megérteni az amfoter oxidok és hidroxidok kémiai jellegét;

---

<sup>1</sup> Ebben a kísérletben a lúg a szóda, valamint a szappan vízzel való kölcsönhatása során alakul ki.

- összeállítani az amfoter vegyületeknek a savakkal, lúgokkal, oxidokkal való kölcsönhatása eredményeként keletkező reakciótermékek képleteit.

**Amfoter vegyületek.** Vannak oxidok, melyek savas és bázisos tulajdonságokkal is rendelkeznek. Ilyen oxidokhoz tartoznak a 11. paragrafusban említett  $\text{BeO}$  és  $\text{Al}_2\text{O}_3$  képletű vegyületek. Ezeknek az oxidoknak felelnek meg a  $\text{Be}(\text{OH})_2$  és az  $\text{Al}(\text{OH})_3$  képletű hidroxidok, melyek szintén reagálnak úgy savakkal, mint lúgokkal.

**A kémiai vegyületnek azt a sajátosságát, hogy savként és bázisként egyaránt képes viselkedni, *amfoter*<sup>1</sup> tulajdonságnak, a vegyületet pedig *amfoter vegyület*-nek nevezik.**

Feltüntetjük a legfontosabb amfoter vegyületek képleteit:

<i>Oxidok</i>	$\Leftrightarrow$	<i>Hidroxidok</i>
$\text{ZnO}$		$\text{Zn}(\text{OH})_2$
$\text{PbO}$		$\text{Pb}(\text{OH})_2$
$\text{SnO}$		$\text{Sn}(\text{OH})_2$
$\text{Al}_2\text{O}_3$		$\text{Al}(\text{OH})_3$
$\text{Cr}_2\text{O}_3$		$\text{Cr}(\text{OH})_3$
$\text{Fe}_2\text{O}_3$		$\text{Fe}(\text{OH})_3$

Szerkezetüket és fizikai tulajdonságaikat tekintve, az amfoter oxidok hasonlítanak a bázisképző oxidokra. Ezek a vegyületek ionokból állnak, magas olvadáspontjuk van. Az amfoter oxidok nem oldódnak a vízben.

Az amfoter hidroxidok szintén vízben nem oldódó anyagok; melegítéskor nem olvadnak meg, hanem felbomlanak.

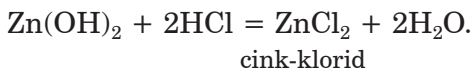
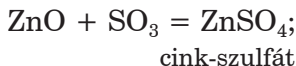
**Az amfoter oxidok és hidroxidok kémiai tulajdonságai.** Az amfoter vegyületek kölcsön-

---

<sup>1</sup> A szakkifejezés a görög „amphoterosz” szóból származik, amelynek jelentése: mindkettő.

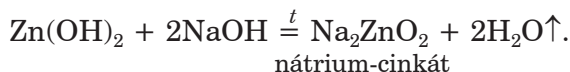
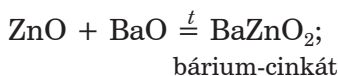
hatásba lépnek a savképző és bázisképző oxidokkal, savakkal, lúgokkal.

Az amfoter oxidok és hidroxidok savképző oxidokkal és savakkal való kölcsönhatásukban *bázisos tulajdonságokat* mutatnak:



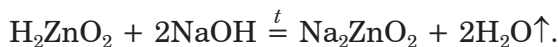
Az ilyen reakciók termékei (a sók) cink-kationokat ( $\text{Zn}^{2+}$ ) tartalmaznak.

Az amfoter vegyületek bázisképző oxidokkal és lúgokkal szemben *savas tulajdonságokat* tanúsítanak:

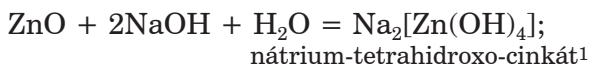


A reakció eredményeképpen sók keletkeznek, amelyekben a cinkatomok az anionokban ( $\text{ZnO}_2^{2-}$ ) vannak.

Az utolsó egyenlet olyan reakciónak felel meg, amelyben szilárd lúg szerepel, s nem az oldata. Ahhoz, hogy a keletkező só képlete érthetővé váljon számotokra, megváltoztatjuk a cink-hidroxid képletében az elemek sorrendjének jelölését a savakra jellemző alak szerint:



Az amfoter oxidok és hidroxidok reagálnak a lúg vizes oldatával is természetes körülmények között:



---

<sup>1</sup> A „tetra” előtag (görög nyelvből fordítva — négy) a só anionjában található hidroxil-csoportok számára utal.

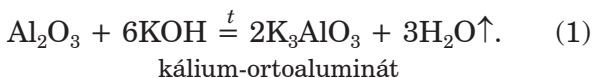


A képletekben szögletes zárójelben van elkülönítve a só anionja  $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ .

A két utolsó reakció termékének képletét úgy kapjuk meg, ha a  $\text{Na}_2\text{ZnO}_2$  képletben két két-vegyértékű oxigénatomot helyettesítünk négy egy-vegyértékű hidroxil-csoporttal:

Ha a bázisképző oxiddal vagy lúggal reagál egy három-vegyértékű elemet tartalmazó amfoter vegyület, akkor két változata lehet az anyagok kölcsönhatásának.

Megvizsgáljuk az alumínium-oxid és kálium-hidroxid közötti reakciókat. Az egyik reakció terméke olyan só lesz, amelyik az alumínium-hidroxidtól ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ) mint savtól ( $\text{H}_3\text{AlO}_3$ ) származik:

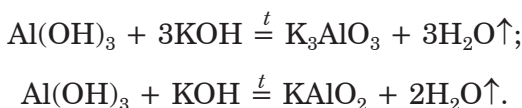


A másik reakció terméke — egyszerűbb összetételű só. Levezetjük a képletét, kiderítve először a megfelelő „sav” (a valóságban — amfoter vegyület) képletét. E célból összegezzük az összes atomot, amelyek az alumínium-oxidban ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) és a vízben ( $\text{H}_2\text{O}$ ) találhatóak. A kapott  $\text{H}_2\text{Al}_2\text{O}_4$  képletben kettővel egyszerűsítjük az indexeket ( $\text{HAlO}_2$ ) és kicseréljük a hidrogén vegyjelét a kálium vegyjelére:  $\text{KAlO}_2$ . A megfelelő kémiai reakció:



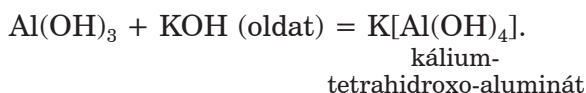
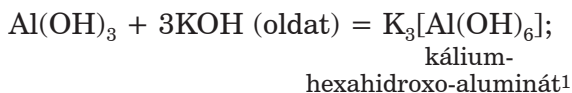
Összehasonlítva az (1) és (2) reakciókban a reagensek előtti együtthatókat, azt látjuk, hogy ortoaluminát akkor képződik, ha az alumínium-oxidhoz háromszor több lúgot adunk.

Ugyanilyenek lesznek a termékei az alumínium-hidroxid részvételével végbemenő reakcióknak is:



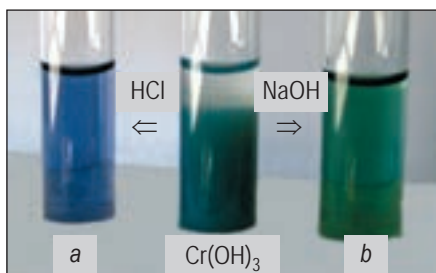
Érdekes tudnivaló  
A  $\text{HAlO}_2$  vegyület,  
amelynek képletét  
gyakran mint  
 $\text{AlO}(\text{OH})$  írják fel,  
a természetben  
is előfordul több  
ásvány  
összetételében.

Ha az alumínium-hidroxid a lúg vizes oldatával reagál, akkor olyan sók keletkeznek, amelyekben az anionok hidroxil-csoportokat tartalmaznak (a reakciók normál körülmények között mennek végbe):



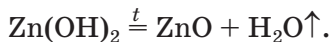
Az 59. ábrán a króm(III)-hidroxid ( $\text{Cr(OH)}_3$ ) amfoter jellegét bizonyító kísérlet eredményei vannak bemutatva.

59. ábra  
A króm(III)-hidroxid  
a) sávval  
b) lúggal való  
kölsönhatásának  
eredménye



- ▶ Állítsátok össze a króm(III)-hidroxid sósavval és nátrium-hidroxid oldatával való reakcióinak egyenleteit!

Melegítéskor az amfoter hidroxidok ugyanúgy, mint a vízben nem oldódó bázisok, megfelelő oxidokra és vízre bomlanak:

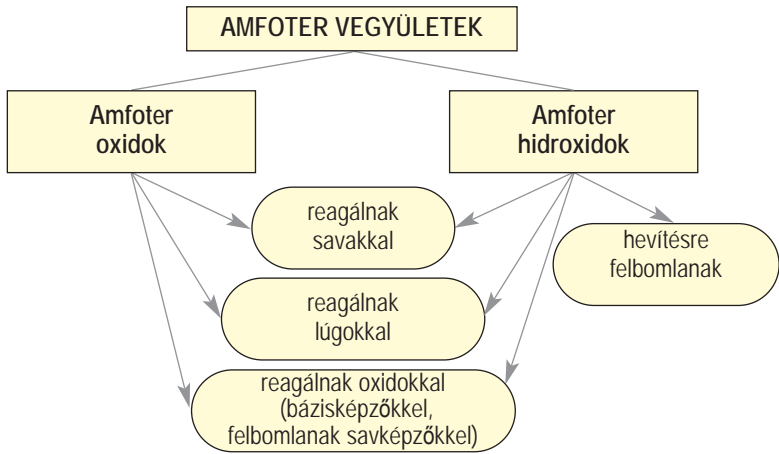


- ▶ Írjátok fel az alumínium-hidroxid hőbomlásának reakcióegyenletét!

Az ismertetett anyagot a 10. vázlat foglalja össze.

<sup>1</sup> A „hexa” előtag (görögből fordítva — hat) a só anionjában található hidroxil-csoport számára utal.

## Az amfoter vegyületek kémiai tulajdonságai



### ÖSSZEFOGLALÁS

A fémes elemek egyes oxidjai és hidroxidjai mind bázisos, mind savas tulajdonságokkal rendelkeznek. Az ilyen anyagokat amfoter vegyületeknek nevezik.

Fizikai tulajdonságaikat illetően az amfoter oxidok hasonlóak a bázisképző oxidokhoz, az amfoter hidroxidok pedig a vízben nem oldódó bázisokhoz.

Az amfoter vegyületek kölcsönhatásba lépnek a savakkal és lúgokkal, a savképző és bázisképző oxidokkal, miközben sók keletkeznek. Az amfoter hidroxidok melegítéskor felbomlanak.

?

229. Milyen vegyületeket neveznek amfoter vegyületeknek? Nevezetek meg néhány amfoter oxidot és hidroxidot.
230. Fejezzétek be a cink- és alumíniumvegyületek részvételével végbemenő reakciók vázlatát és állítsátok össze a kémiai egyenleteket:
- a)  $\text{ZnO} + \text{HCl} \rightarrow$   
 $\text{ZnO} + \text{SiO}_2 \xrightarrow{t}$   
 $\text{Zn(OH)}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \xrightarrow{t}$

- b)  $\text{Al(OH)}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$   
 $\text{Al(OH)}_3 + \text{LiOH (sol)} \rightarrow$  (két változat)  
 $\text{Al(OH)}_3 + \text{Mg(OH)}_2 \xrightarrow{t}$  (két változat)
231. Fejezzétek be a sémákat és állítsátok össze a kémiai egyenleteket:
- a)  $\text{Pb(OH)}_2 + \text{HBr} \rightarrow$       b)  $\text{Fe(OH)}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$   
 $\text{SnO} + \text{NaOH} \xrightarrow{t}$                        $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Li}_2\text{O} \xrightarrow{t}$  ( két változat)  
 $\text{Sn(OH)}_2 \xrightarrow{t}$                                        $\text{Cr(OH)}_3 \xrightarrow{t}$
232. Állítsátok össze a berillium-oxid és a bárium-hidroxid között végbemenő reakciók egyenleteit két változatban: melegítéskor és a lúg oldatával.
233. Hogyan lehet felismerni a fehér színű, por alakú magnézium-hidroxidot és a cink-hidroxidot, tekintetbe véve a kémiai tulajdonságaik különbözőségét?
234. Egy amfoter hidroxid moláris tömege 103 g/mol. Melyik ez a vegyület?
235. Milyen tömegű vas(III)-oxid tartalmaz annyi iont, mint amennyi molekulát tartalmaz 11 g szén(IV)-oxid?
236. 39 g alumínium-hidroxid hőbomlása közben 20 g alumínium-oxid képződött. Teljesen felbomlott-e a kiinduló vegyület?
237. Határozzátok meg az ólom(II)-oxid tömegét, amely 20 g 10%-os nátrium-hidroxiddal lép reakcióba.

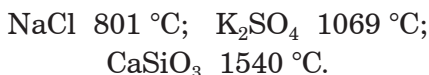
# 31

## A sók tulajdonságai és alkalmazásuk

A téma tananyaga segít nektek:

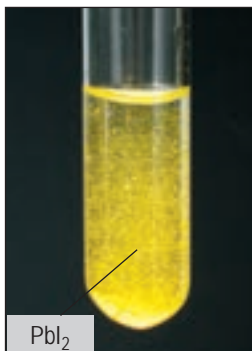
- megismerni a sók fizikai tulajdonságait;
- elsajátítani a sók kémiai tulajdonságait;
- megjósolni a só fémekkel való reakciójának lehetőségét;
- megismerni a sók alkalmazásának területeit.

**A sók fizikai tulajdonságai.** A sók az ionos vegyületekhez hasonlóan természetes körülmények között kristályos anyagok. A sóknak többnyire magas az olvadáspontjuk:



A sók egy része oldódik a vízben, egyesek csupán kis mértékben (60. ábra), a többi vízben nem oldódó vegyület. A megfelelő információt megtaláljátok az oldhatósági táblázatban (lásd a tankönyv hátsó előzőkét).

60. ábra  
Az ólom(II)-jodid csapadéka, amely a vegyület forró oldatának lehűlése után keletkezett



Az oldódó sók közül a nátrium-kloridnak sós az íze, a magnézium-szulfát keserű. Az ólom és a berillium sói édesek, de rendkívül mérgezőek. Számos só ízének kiderítésekor bizonyára egyes alkimisták életükkel fizettek.

A sók különféleképpen hathatnak a növényekre, az állatokra és az emberre. Vannak közöttük olyan vegyületek, amelyek a növények számára szükséges elemeket tartalmaznak: nitrogént, foszfort, káliumot. Ezeket műtrágyaként alkalmazzák. A konyhasót naponta használjuk az ételünkben, hogy kiegészítsük tartalékát a szervezetben (ez a vegyület állandóan kiválasztódik a szervezetből az izzadsággal és a vizelettel).

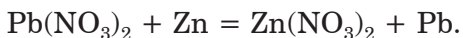
**A sók kémiai tulajdonságai.** A sók egyszerű és összetett anyagokkal végbemenő különböző reakciókban vesznek részt.

**Reakciók fémekkel.** A sók vizes oldatukban fémekkel reagálhatnak, miközben új só és egy másik fém keletkezik (61. ábra). Gyakran mondják, hogy az egyik fém „kitaszítja” a másikat a vegyületéből. Ez helyettesítési reakció, amely csak abban az esetben megy végbe, ha a fém aktívabb a reagens só fém-kationjánál, vagyis az

61. ábra  
Az ólom(II)-nitrát-  
oldat és a cink  
között végbemenő  
reakció eredménye



aktivitási sorban tőle balra helyezkedik el (lásd a II. előzékét):



#### 4. SZÁMÚ LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

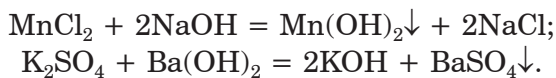
### Fémek kölcsönhatása a sók vizes oldataival

A kémcsőbe óvatosan tegyetek be egy vasszeget és öntse-  
tek rá kis mennyiségű réz(II)-szulfát oldatot. Mi megy végbe  
a fém felületén? Változik-e idővel az oldat színe?

Állítsátok össze a reakció egyenletét. Vegyétek figyelem-  
be, hogy az egyik termék a vas(II) vegyülete.

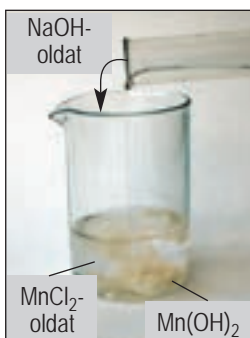
**Reakciók lúgokkal.** A lúgok és savak  
kémiai tulajdonságait tanulmányozva megis-  
merkedtetek e vegyületeknek a sókkal való köl-  
csönhatásával. A sók képesek egymással is rea-  
gálni. Az említett reakciók mindegyike csere-  
bomlási reakció.

A só és a lúg közötti reakció csupán oldatok-  
ban megy végbe (a vízben nem oldódó sók a  
lúgokkal nem reagálnak). Ez a reakció akkor  
megy végbe, ha a reakciótermék egyike — a bázis  
vagy a só — nem oldódik a vízben (62. ábra):



Az ilyen reakciók lehetőségének előrejelzésére  
használatok az oldhatósági táblázatot.

62. ábra  
A mangán(II)-klorid és a nátrium-hidroxid oldatban lejátszódó reakciója



## 5. SZÁMÚ LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

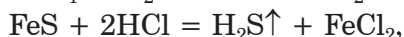
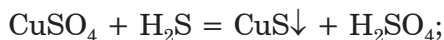
### Sók és lúgok vizes oldatainak kölcsönhatása

Öntsetek a kémcsőbe egy kevés réz(II)-szulfát oldatot és adjatok hozzá keverés közben néhány csepp nátrium-hidroxid oldatot. Mit észleltek? Milyen vegyület csapódik ki?

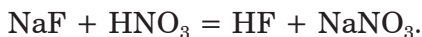
Ha a réz(II)-szulfát oldatához annyi lúgoldatot adagoltok, amennyi a só réz(II)-hidroxiddá alakításához szükséges, akkor az ülepités elteltével a csapadék fölötti oldat színtelenné válik. Ez az oldat csupán nátrium-szulfátot fog tartalmazni ( $\text{Na}^+$  és  $\text{SO}_4^{2-}$ -ionokat).

Állítsátok össze a reakcióegyenletet!

**Reakciók savakkal.** A só (mind az oldódó, mind a vízben nem oldódó) kölcsönhatásba léphet savakkal, miközben új só és új sav keletkezik. Az ilyen reakciókat gyakran csapadék (63. ábra) vagy gázkiválás kíséri:



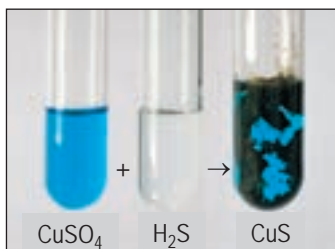
de gyakran észrevétlenek maradnak:



Azok az esetek, amelyekben a só és a sav közötti reakciók lehetségesek, a 29. §-ban voltak elemezve.

### 63. ábra

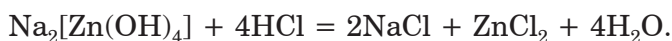
A réz(II)-szulfát és szulfid sav oldatban való reakciójának eredménye



Amfoter hidroxidok és lúgok kölcsönhatásából képződött sók különbözőképpen reagálnak savakkal. Kis mennyiségű savval amfoter hidroxid keletkezik:

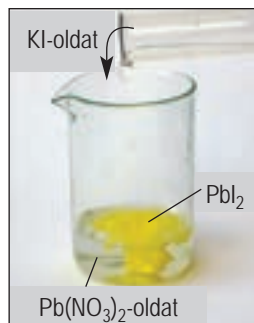
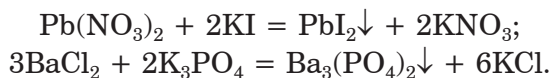


Savfőlösleg esetén a reakciótermék két új só:



► Írjátok fel a  $\text{K}[\text{Cr}(\text{OH})_4]$  és a salétromsav között lejátszódó reakció két változatát!

**Reakciók más sókkal.** Két só közötti kölcsönhatás csupán az oldatban megy végbe (a reagenseknek vízben oldódóknak kell lenniük), miközben két új só keletkezik. A reakció abban az esetben megy végbe, ha az egyik reakciótermék vízben nem vagy kevésbé oldódik, vagyis csapadékként válik ki (64. ábra):



### 64. ábra

Ólom(II)-nitrát és kálium-jodid oldatok közötti reakció



## 6. SZÁMÚ LABORATÓRIUMI KISÉRLET

### Sók oldatai közötti reakciók

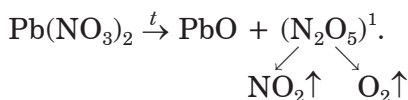
Öntsetek a kémcsőbe egy kevés nátrium-karbonát oldatot és adjatok hozzá néhány csepp kalcium-klorid oldatot. Mit észleltek?

Állítsátok össze a reakció egyenletét!

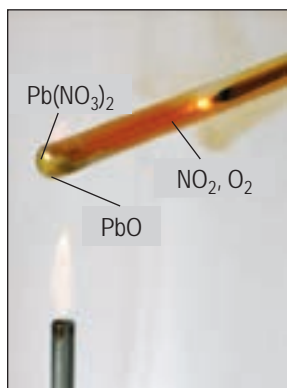
**Oxigéntartalmú sók hőbomlása.** A gázne-mű, illékony vagy instabil savképző oxidok által képzett sók hevítéskor felbomlanak. E reakciók terméke rendszerint két megfelelő oxid:



A nitrátok, akárcsak a salétromsav, a nitro-gén(V)-oxidtól ( $\text{N}_2\text{O}_5$ ) származnak. Azonban a nitrátok hevítésekor ez az oxid nem képződik, mivel nem stabil, könnyen bomló oxid:



Az alkálifémek sói vagy nem bomlanak fel hevítéskor (karbonátok, szulfátok), vagy bom-



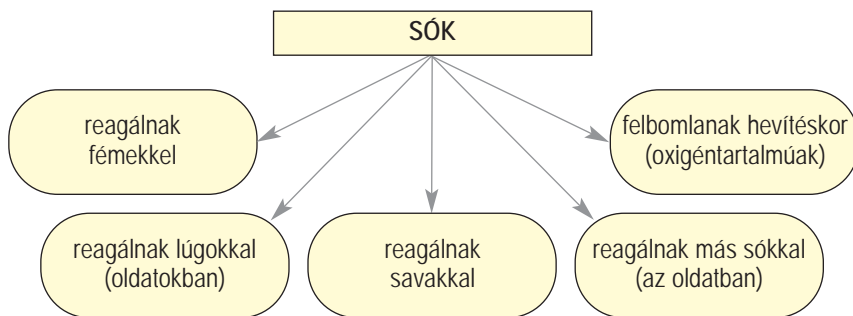
65. ábra  
Az ólom(II)-nitrát  
hőbomlása

<sup>1</sup> Így bomlanak fel a fém-nitrátok a magnéziumtól a rézig bezárólag (lásd a fémek aktivitási sorát).

lásuknak bizonyos sajátosságai vannak. Az ismertetett tananyagot a 11. vázlat foglalja össze.

11. vázlat

### Sók kémiai tulajdonságai



**A sók alkalmazása.** Számos sónak többféle alkalmazása van. A nátrium-klorid a vegyiparban a klór, a sósav, a nátrium-hidroxid, a szóda gyártásának fontos nyersanyaga. E vegyület nélkülözhetetlen az étel ízesítésénél, konzerválásnál. A kálium-kloridot, kálium-szulfátot, kálium-nitrátot, a kalcium-foszfátokat és másokat műtrágyaként használják (66. ábra). A kalcium-karbonátot mészkő alakjában az építkezéseken használják, a gyárakban pedig ebből állítják elő az égetett meszet. A mesterségesen előállított  $\text{CaCO}_3$ -t fogkrémhez adagolják. Az iskolában a táblára krétával írnak, s ez szintén kalcium-kar-



66. ábra  
A műtrágyagyár  
terméke

bonát. A kalcium-szulfátot (gipszet) az építkezéseken és a gyógyászatban alkalmazzák. Az edény és más háztartási tárgyak mosogatásának és tisztításának, a mosás előtti vízlágyításnak legegyszerűbb szere a kalcinált szóda, azaz a nátrium-karbonát. A kalcinált szódát krétával vagy mészkővel együtt az üvegyártásban használják.

## ÖSSZEFOGLALÁS

**A sók ionos anyagok. A sóknak magas az olvadáspontjuk, a vízben való oldhatóságuk nem egyforma.**

**A sók kölcsönhatásba lépnek a fémekkel, miközben más só és más fém keletkezik. Az ilyen reakciók abban az esetben mennek végbe, ha a fém-reagens aktívabb a reakció termékeként keletkezett fémnél (ezt a fémek aktivitási sora alapján határozhatjuk meg).**

**A sók cserebomlási reakciókba lépnek a lúgokkal, savakkal, más sókkal. Egyes oxigéntartalmú sók hevítéskor a megfelelő oxidokra bomlanak.**

**Számos sónak van gyakorlati alkalmazása.**

?

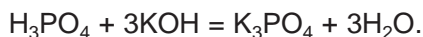
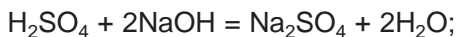
238. Jellemezzétek a sók fizikai tulajdonságait. Hozzatok fel példákat a vízben jól oldódó, kis mértékben oldódó és vízben nem oldódó sókra.
239. Fejezzétek be a reakciók sémáit és állítsátok össze a kémiai egyenleteket:
- a)  $\text{HgSO}_4 + \text{Mg} \rightarrow$   
 $\text{SrSO}_3 + \text{HBr} \rightarrow$
- b)  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{LiOH} \rightarrow$   
 $\text{K}_3\text{PO}_4 + \text{FeCl}_3 \rightarrow$

- c)  $\text{CrSO}_4 + \text{KOH} \rightarrow$   
 $\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$  (2 változat)
240. A pontok helyett írjátok be a sók képletét és alakítsátok át a sémákat reakcióegyenletekké:
- a)  $\dots + \text{Zn} \rightarrow \dots + \text{Cu};$   
 $\dots + \text{HI} \rightarrow \dots \downarrow + \text{HNO}_3;$
- b)  $\dots + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O};$   
 $\dots + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + \dots;$
- c)  $\dots + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \dots;$   
 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \dots \rightarrow \text{PbCO}_3 \downarrow + \dots .$
241. Írjátok fel azon reakciók egyenleteit (ha azok lehetségesek), amelyek a következő vegyületek között mehetnek végbe:
- a) kálium-szilikát és salétromsav;  
 b) nátrium-szulfát és magnézium-nitrát;  
 c) réz(II)-klorid és bárium-szulfát;  
 d) króm(III)-szulfát és nátrium-hidroxid;  
 e) kálium-szulfid és higany(II)-nitrát.
242. Írjátok fel azon reakciók egyenleteit, amelyek segítségével megvalósíthatók a következő átalakulások:
- a)  $\text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{KNO}_3;$   
 b)  $\text{AlCl}_3 \rightarrow \text{AlPO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3;$   
 c)  $\text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{ZnCO}_3 \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{K}_2\text{ZnO}_2.$
243. Milyen maximális tömegű vas(III)-fluoridot lehet előállítani 4,84 g vas(III)-nitrátból? Hogyan végeznéd el ezt a kísérletet?
244. Elegendő-e 13 g cinkpor 33,1 g ólom(II)-nitrát ólommal való teljes átalakulásához?
245. Egy vaslemeznek a réz(II)-szulfát oldatába való helyezése után tömege 0,8 grammal megnövekedett. Számítsátok ki a lemezen kivált réz tömegét.
246. Határozzátok meg a nátrium-klorid és a 96%-os kénsavoldat tömegét, ami szükséges annyi hidrogén-klorid előállításához, amiből 500 g 7,3%-os sósavoldat készíthető.

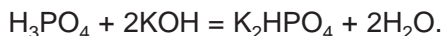
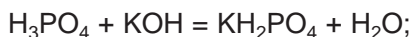
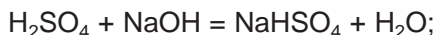
## ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA

### Savanyú sók

Tudjátok, hogy a savnak lúggal való kölcsönhatása során a sav minden egyes molekulájának hidrogénatomjai a fémes elem atomjaival (pontosabban ionjaival) „helyettesítődnek”:



De lehetséges-e, hogy a több-bázisos sav molekulájában csak a hidrogén-atomok egy része helyettesítődjön? Igen. A megfelelő reakciók eredményeképpen keletkeznek az úgynevezett *savanyú sók*:



A  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  és  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  savanyú sókat oldott állapotban tartalmazza a csapvíz. A víz forralásakor a vegyületek felbomlanak:



és az edény falán vízkő keletkezik – a  $\text{CaCO}_3$  és  $\text{MgCO}_3$  karbonátok keveréke

A kalcium és az ortofosfor-sav savanyú sói:  $\text{CaHPO}_4$  és  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  a foszfortartalmú műtrágyák fő alkotórészei, amelyeket megfelelően precipitátumnak, illetve szuperfoszfátnak neveznek. A nátrium és a szénsav savanyú sóját ( $\text{NaHCO}_3$ ) minden gazdasszony ismeri: ez a szódabikarbóna (az étkezési szóda) (68. ábra).

Kémiai megnevezésük:

$\text{NaHCO}_3$  — nátrium-hidrogénkarbonát;

$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  — kalcium-dihidrogénortofoszfát.



67. ábra  
Szuperfoszfát

68. ábra  
Szóda:  
a — kalcinált ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ),  
b — szódabikarbóna vagy  
étkezési szóda ( $\text{NaHCO}_3$ )

## 2. SZÁMÚ GYAKORLATI MUNKA

# A szervetlen vegyületek legfontosabb csoportjai tulajdonságainak tanulmányozása

### I. VÁLTOZAT

A sósav kémiai tulajdonságainak tanulmányozása

#### 1. KÍSÉRLET

A sósav hatása az indikátorra

Pipetta vagy üvegpálcika segítségével vigyetek rá egy csepp hígított sósavat az univerzális indikátorpapírra. Hogyan változik az indikátor színe?

#### 2. KÍSÉRLET

A sósav reakciója fémmel

A kémcsőbe óvatosan helyeztetek be egy cinkdarabkát és öntsetek hozzá 1 ml hígított sósavat. A kémcső tartalmát kissé meg lehet melegíteni. Mit észleltek?

#### 3. KÍSÉRLET

A sósav reakciója a bázisképző (amfoter) oxiddal

A kémcsőbe szórjatok egy kevés magnézium-oxidot vagy vas(III)-oxidot, és öntsetek hozzá 1 ml hígított sósavat. (A reakció meggyorsítása céljából az amfoter oxidot és savat tartalmazó kémcsövet fel lehet melegíteni, de kerüljétek el az oldat forralását.) Milyen változások mennek végbe az anyagokkal?

#### 4. KÍSÉRLET

A sósav reakciója lúggal

Öntsetek a kémcsőbe 1 ml hígított sósavat és adjatok hozzá 1–2 csepp fenolftalein-oldatot. Adagoljátok a kémcső-

be cseppenként az oldat keverése közben nátrium-hidroxid oldatot a málnavörös színeződés megjelenéséig. Miről tanúskodik ez a hatás?

### **5. KÍSÉRLET**

Sósav reakciója vízben nem oldódó (vagy amfoter) hidroxiddal

Magnézium-hidroxid vagy vas(III)-hidroxid csapadék előállításához öntsetek egy kémcsőbe 1 ml magnézium-klorid (vagy vas(III)-klorid) oldatot és cseppenként adagoljatok hozzá nátrium-hidroxidot a csapadék megjelenéséig. Ezután a csapadékot (vízben nem oldódó bázist) tartalmazó kémcsőbe öntsetek 1-2 ml sósav-oldatot. Milyen változások figyelhetők meg a kémcsőben?

### **6. KÍSÉRLET**

A sósav reakciója sóval

Öntsetek a kémcsőbe 1–2 ml nátrium-karbonát-oldatot és adjatok hozzá 1–2 ml sósav-oldatot. Mit tapasztaltok?

## **II. VÁLTOZAT**

A nikkell(II)-szulfát tulajdonságainak tanulmányozása

### **1. KÍSÉRLET**

A nikkell(II)-szulfát fizikai tulajdonságainak tanulmányozása

Figyelmesen nézzétek meg a kiosztott nikkell-sót, és írjátok le megfigyeléseiteket. Tüntessétek fel a vegyület részecskéinek jellegét (kristály, por, különböző alakú darabkák).

Derítsétek ki, oldódik-e a nikkell(II)-szulfát a vízben.

E célból egy kémiai pohárba öntsetek vizet, szórjatok bele kb. 1/4 teáskanálnyi vegyületet, és keverjétek össze az elegyet üvegpálcikával. Mi a kísérlet eredménye? A kapott eredmény egyezik-e az oldhatósági táblázat adataival?

A só elkészített oldatából öntsetek négy kémcsőbe.

## 2. KÍSÉRLET

A nikkell(II)-szulfát reakciója fémmel

A nikkell(II)-szulfát-oldatot tartalmazó kémcsőbe helyeztek egy cinkdarabkát. 1–2 percig melegítétek a kémcső tartalmát, de ne forraljátok az oldatot. Változik-e a fém felülete, az oldat színe?

## 3. KÍSÉRLET

A nikkell(II)-szulfát reakciója lúggal

Egy másik nikkell(II)-szulfát oldatát tartalmazó kémcsőbe öntetek ugyanolyan térfogatú nátrium-hidroxid oldatot. Milyen változásokat észleltek?

## 4. KÍSÉRLET

A nikkell(II)-szulfát reakciója a sókkal

A megmaradt két nikkell(II)-szulfát oldatát tartalmazó kémcső egyikébe öntetek nátrium-karbonát oldatot, a másikba bárium-klorid oldatot. Mit tapasztaltok?

Mindegyik kísérlet elvégzése során írtok be az alábbi táblázatba tevékenységeiteket, megfigyeléseiteket (rögzítétek az anyag oldódását, csapadék képződését, a gázkiválást, szag megjelenését vagy hiányát, az oldat színének megjelenését vagy változását stb.). A kísérlet befejezése után írtok be a táblázatba következtetéseiteket és a megfelelő reakcióegyenleteket.

A cselekvés sorrendje	Megfigyelés	Következtetés
<i>Kísérlet ...</i>		
...	...	...
A reakció egyenlete:		





247. Végbemegy-e a reakció a gyakorlati munka mindkét változatában a 2. kísérlet során, ha a cink helyett:
- magnéziumot;
  - ezüstöt veszünk?
- Indokoljátok meg a feleletet.
248. Végbemegy-e a reakció a 6. kísérlet (I. változat) vagy a 4. kísérlet (II. változat) során, ha a nátrium-karbonátot felcseréljük:
- kalcium-karbonáttal;
  - nátrium-nitráttal?
- A feleleteket indokoljátok meg.
249. A gyakorlati munka elvégzése során milyen típusú reakciókat valósítottatok meg?

## 32

### A szervesetlen vegyületekre vonatkozó ismeretek összefoglalása

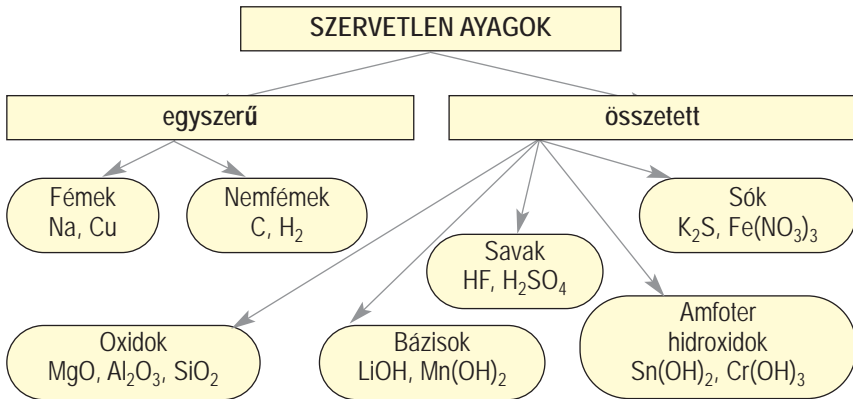
A téma tananyaga segít nektek:

- áttekintést nyerni a szervesetlen anyagok osztályozásáról;
- megérteni a kémiai elem típusa és vegyületeinek jellege közötti kapcsolatot;
- meggyőződni arról, hogy az egyazon csoportba tartozó vegyületeknek szerkezetük hasonló.

Ebben a paragrafusban összegezve van mindaz, amit megismertetek az egyszerű anyagokról, az oxidokról, bázisokról, savakról, amfoter vegyületekről, sókról. Számotokra ismeretes, milyen részecskékből tevődnek össze a különböző szervesetlen anyagok, továbbá megismertetek a részecskék között ható kémiai kötéstípusokat is. A tények sokasága bizonyítja, hogy *az anyagok összetétele és szerkezete kihat fizikai és kémiai tulajdonságaikra.*

**A szervesetlen anyagok osztályozása.** Számotokra ismeretes, hogy a szervesetlen anyagokhoz számos egyszerű anyag — fémek és nemfémek tartoznak, valamint az összetett anyagok jelentős száma is (a szén vegyületein kívül) (12. vázlat).

## Szervetlen anyagok osztályozása

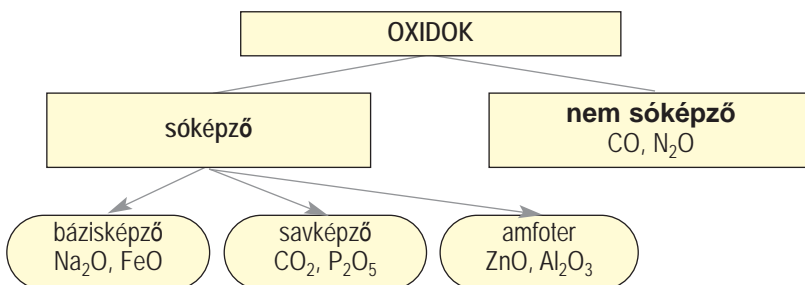


- Milyen vegyületcsoportoknak vannak ilyen általános képletei:  $E_mO_n$ ,  $M(OH)_n$ ,  $H_nA$ ,  $H_mEO_n$ ,  $M_mA_n$ ,  $M_m(EO)_p$ ?

**Oxidok** — az elemek bináris oxigénvegyületei. Léteznek bázisképző, savképző és amfoter oxidok. Habár e vegyületek hasonlók összetételük szerint, azonban különböznek kémiai tulajdonságaikban. Mindezeket sóképző oxidoknak nevezik, mivel ezek a vegyületek sóvá alakulnak, kölcsönhatásba lépve a savakkal vagy/és bázisokkal, ellentétes jellegű oxidokkal.

Néhány oxid ( $N_2O$ ,  $NO$ ,  $CO$ ,  $SiO$ ,  $H_2O$ ) nem tanúsít sem bázisos, sem savas tulajdonságokat. Az általános elnevezésük: nem-sóképző oxidok. (13. vázlat).

## Oxidok csoportosítása



A fémek nem csupán bázisképző és amfoter oxidokat képesek alkotni, hanem savképző oxidokat is. Az  $M_2O$  általános képletű vegyületek között csak bázisképző oxidok vannak. Az ilyen típusú oxidok sorába tartozik az  $MO$  összetételű vegyületek többsége. Az  $M_2O_3$  és  $MO_2$  oxidok általában amfoter jellegűek, az  $M_2O_5$ ,  $MO_3$  és  $M_2O_7$  vegyületek pedig a savképző oxidokhoz tartoznak.

Egyes fémek elemekből mindhárom típusú oxid létrejöhet. Így, a krómnak van  $CrO$  bázisképző oxidja,  $Cr_2O_3$  képletű amfoter oxidja és  $CrO_3$  összetételű savképző oxidja. Amint látjuk, a fémek elemek vegyértékének növekedésével oxidjainak bázisos tulajdonságai gyengülnek, a savas tulajdonságai erősödnek.

A nemfémek elemekből savképző és nem sóképző oxidokat alkotnak.

A bázisképző és amfoter oxidok ionokból tevődnek össze, a savképző és nem sóképző oxidok pedig molekulákból, néha — atomokból.

**Bázisok** — olyan vegyületek, amelyek fémek kationjaiból  $M^{n+}$  és hidroxid-anionokból  $OH^-$  állnak. A bázisokat két csoportra osztjuk: a vízben oldódó (lúgok) és vízben nem oldódó bázisok csoportjára. A lúgok kémiaiilag aktívabbak a vízben nem oldódó bázisoknál, amelyek például nem reagálnak a sókkal, egyes savakkal és savképző oxidokkal, hevítés közben pedig felbomlanak.

**Savak** — olyan vegyületek, melyek molekuláinak összetételében fématommal (ionnal) helyettesíthető egy vagy több hidrogénatom található. A sav molekulájában a hidrogénatomhoz vagy atomokhoz kapcsolódó molekularészletet (atomot vagy atomcsoportot) savmaradéknak nevezik. A savakat összetételük szerint oxigén-mentesekre ( $H_nA$ ) és oxigéntartalmúakra ( $H_mEO_n$ ), értékűségük szerint — egybázisú és több-bázisú savakra, kémiai aktivitásuk szerint — erős, gyenge és közepes erősségű savakra osztjuk.

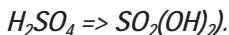
Érdekes tudnivaló  
A bórsav nagyon  
gyenge sav;  
oldatában  
a metilnarancs  
nem változtatja  
meg a színét.

A lúgokat és savakat az oldatban az indikátor segítségével különböztetjük meg.

**Amfoter hidroxidok** — összetételük szerint bázisokra hasonlító, de kettős kémiai jelleggel rendelkező vegyületek. Ezek az anyagok a savakkal bázisként reagálnak, a lúgokkal pedig savként.

Az amfoter hidroxidok bázisos tulajdonságai jobban érvényesülnek, mint a savas tulajdonságok. Például, a vas(III)-hidroxid  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  elég gyorsan kölcsönhatásba lép az erős savak oldatával, lúgok oldatával azonban lassan reagál és nem alakul át teljesen.

*A bázisokat, amfoter hidroxidokat és oxigéntartalmú savakat néha a vegyületek olyan csoportjába egyesítik, amelynek általános elnevezése — „az oxidok hidrátjai” (azaz az oxidok vegyületei a vízzel). Használják még a „hidroxid” rövidített elnevezést is. Ennek az elnevezésnek az alapja az, hogy a vegyületek képleteiben megtalálhatók a hidroxilcsoportok — OH (az oxigéntartalmú savak képleteiben is ki lehet emelni):*



**Sók** — olyan vegyületek, melyek fémes elemek kationjaiból és savmaradék-anionokból állnak. A só valamely bázisos tulajdonságokkal rendelkező anyag és egy savas tulajdonságú anyag kölcsönhatásának a terméke.

**A szeretlen anyagok szerkezete.** Az egyszerű anyagok atomokból és molekulákból állnak. A nemfémeknek atomos vagy molekuláris felépítése van; ezen anyagok molekuláiban az atomok apoláris kovalens kötésekkel egyesülnek. A nemesgázokban az atomok közötti kötések hiányoznak.

A fémek olyan atomokból tevődnek össze, amelyek nagyon szorosan helyezkednek el. Az elektronok könnyen átmennek egyik atomtól a másikig és kialakítják az úgynevezett fémes kötést. A mozgékony elektronok a fémeknek

áramvezetési képességet biztosítanak, ez az oka különleges („fémes”) fényüknek, magas hővezető-képességüknek.

*Az összetett szervesetlen anyagoknak ionos, molekuláris, néha — atomos szerkezetük van. Ionokból tevődnek össze a bázisos és amfoter oxidok, bázisok, sók.*

Érdekes tudnivaló  
A  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  képletű oxidban  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  és  $\text{O}^{2-}$  ionok vannak.

► Irjátok fel azoknak a kationoknak és anionoknak képleteit, amelyek megtalálhatók a következő vegyületekben:  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{MgS}$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ .

A savképző és nem sóképző oxidoknak, illetve a savaknak molekuláris szerkezetük van. Mivel ezen anyagok molekuláiban különböző elemek atomjai egyesülnek egymással, a kovalens kötések bennük főleg polárisak.

► Rajzoljátok meg a  $\text{Cl}_2\text{O}$  és  $\text{HClO}_3$  molekulák szerkezeti képleteit. Nyilakkal jelöljétek ezekben a képletekben a kovalens kötések elektronpárjainak eltolódását.

## ÖSSZEFOGLALÁS

**A szervesetlen anyagokhoz tartoznak az egyszerű anyagok (fémek, nemfémek), valamint számos összetett anyag, amelyeket osztályokba sorolunk. A szervesetlen vegyületek legfontosabb csoportjai az oxidok, bázisok, savak, amfoter hidroxidok, sók.**

**Kémiai tulajdonságaik alapján az oxidokat sóképzőkre és nem sóképzőkre osztjuk, a sóképzőket pedig bázisképző, savképző és amfoter oxidokra. A bázisokat vízben oldódókra (lúgok) és vízben nem oldódókra csoportosítják. A savak csoportosítása összetételük szerint (oxigéntartalmú és oxigénmentes), kémiai tulajdonságaik szerint**

(egyértékű és többértékű), valamint erősségük szerint (erős, gyenge és közepesen erős savak) történik.

Az egyszerű anyagok atomokból vagy molekulákból állnak, az összetett szervesen anyagok pedig molekulákból vagy ionokból.

?

250. Töltsétek ki a táblázatot, a megfelelő oszlopokba beírva a következő oxidok képleteit:  $\text{Ag}_2\text{O}$ ,  $\text{PbO}$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{I}_2\text{O}_5$  és  $\text{SO}_3$ :

Oxidok		
bázisképző	amfoter	savképző

251. Találjátok meg a megfelelő párt:

*Az oxid képlete*

- 1)  $\text{MnO}$ ;
- 2)  $\text{MnO}_2$ ;
- 3)  $\text{Mn}_2\text{O}_7$ ;

*Az oxid típusa*

- a) amfoter;
- b) bázisképző;
- c) nem sóképző;
- d) savképző.

252. Nevezétek meg azokat a részecskéket, amelyekből a kalcium-oxid, az alumínium-oxid és a szén(II)-oxid áll.
253. Hozzatok fel egy-egy példát az olyan savakra, amelyek molekulái két, három, négy, öt, hat, hét és nyolc atomot tartalmaznak. Jelezzétek értékűségüket.
254. Írjátok fel annak a két amfoter hidroxidnak a kémiai képleteit, melyeknek legkisebb a moláris tömege.
255. Válasszátok ki a felsorolt képletsorozatból a sók képleteit és magyarázzátok meg választásotokat:  $\text{PbI}_2$ ,  $\text{MgF}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{ClF}$ .
256. A szilícium, oxigén és hidrogén tömegeinek aránya, az általuk alkotott vegyületekben 7 : 16 : 1. Állítsátok fel a vegyület képletét.  
A szervesen vegyületek mely csoportjába tartozik és miért?
257. Milyen térfogatú klór-hidrogén gázt szükséges feloldani n. k. 1 liter vízben, hogy 20 %-os sósavoldatot kapjunk?

# 33

## Szervetlen anyagok közötti származási kapcsolatok

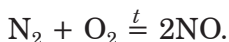
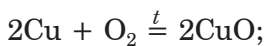
E téma tananyaga segít nektek:

- rendszerezni az egyszerű anyagok részvételével végbemenő kémiai reakciókat;
- megismerni ugyanazon elem vegyületeinek kölcsönös átalakulásának lehetőségeit.

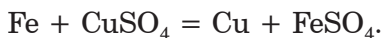
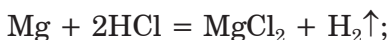
Ebben a fejezetben az egyszerű anyagok és szervetlen vegyületek részvételével végbemenő kémiai átalakulásokat összegezzük. Elolvasva ezt a tananyagot, jobban megértitek azokat a kapcsolatokat, amelyek az egy és ugyanazon elem által képződött anyagok között léteznek, valamint előállításuk lehetőségeit.

**Azokat az anyagok közötti kapcsolatokat, amelyek a származásukon és kémiai tulajdonságaikon alapsznak, származási (genetikai<sup>1</sup>) kapcsolatoknak nevezik.**

**Az egyszerű anyagok részvételével végbemenő kémiai átalakulások.** Számotokra ismeretes, hogy az egyszerű anyagok többsége — fémek és nemfémek — reagál az oxigénnel, oxidokká alakulva:

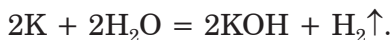


Majdnem minden fém reagál savakkal és sókkal; minden ilyen reakció termékei között van só:

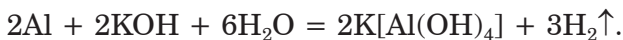
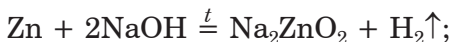


<sup>1</sup> A szakszó a görög „genos” – születés, származás szóból származik.

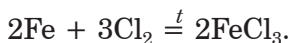
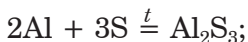
A legaktívabb fémek a vízzel reagálva lúgokat képeznek:



A lúgokkal azok a fémek lépnek kölcsönhatásba, amelyek amfoter oxidokat és hidroxidokat alkotó elemekből képződtek:



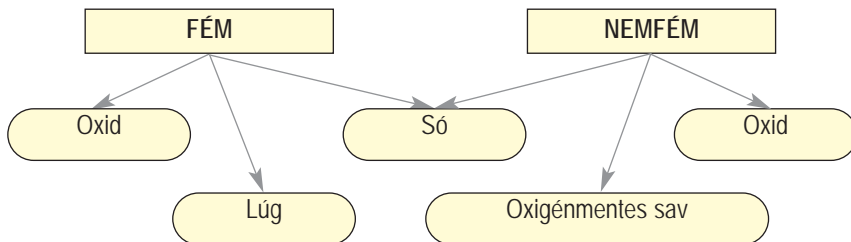
A VI. és VII. csoport elemei által alkotott nemfémek reakcióba lépnek a hidrogénnel. Az ilyen reakciók termékeinek ( $H_2S$ ,  $HF$ , és mások) oldatai oxigénmentes savak. Ezek a nemfémek azonkívül sókat képezve kölcsönhatásba lépnek a fémekkel:



A 14. vázlat az egyszerű anyagoknak azt a képességét szemlélteti, hogy kémiailag át tudnak alakulni különböző csoportba tartozó vegyületekké.

14. vázlat

### Az egyszerű és összetett anyagok közötti származási kapcsolatok



**Összetett anyagok részvételével végmenő kémiai reakciók.** A szervesetlen vegyületek képesek különféle kölcsönös átalakulásra.

A vízzel majdnem mindegyik savképző oxid és egyes bázisképző oxidok is kölcsönhatásba lépnek. Az első esetben a reakció terméke oxigéntartalmú sav lesz, a másodikban — lúg.



- Állítsátok fel azoknak az oxidoknak a reakcióit vízzel, amelyek eredményeképpen  $\text{HMnO}_4$  sav és  $\text{Sr}(\text{OH})_2$  bázis képződik.

Mindegyik vegyület — oxid, bázis, amfoter hidroxid, sav — bizonyos reakciók folytán megfelelő sóvá alakul. A vízben nem oldódó bázisok, amfoter hidroxidok, oxigéntartalmú savak vagy sók hevítésével oxidokat lehet előállítani.

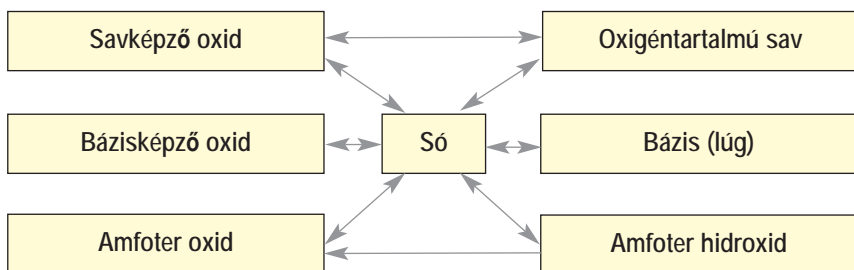
Érdeemes megjegyezni a következő törvényszerűségeket:

- ha két vegyületnek egyező tulajdonságai vannak (például két bázisképző oxid, bázisképző oxid és bázis), akkor azok egymással<sup>1</sup> nem lépnek kölcsönhatásba
- az ellentétes jellegű vegyületek közötti reakciók szinte mindig végbemennek;
- amfoter vegyületek kölcsönhatásba lépnek a bázisos és savas jellegű vegyületekkel, de egymás között nem reagálnak.

A különböző csoportokba tartozó vegyületek közötti átalakulások lehetőségeit a 15. vázlat összegzi.

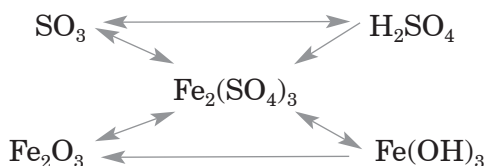
15. vázlat

### A szervesetlen vegyületek különböző csoportjai közötti származási kapcsolatok



Egy fémes és egy nemfémes elem — a vas és a kén vegyületei közötti származási kapcsolat vázlatja:

<sup>1</sup> A sók kivételt képeznek.



Felhasználva az ilyen vázlatokat, megtervezhetjük és megvalósíthatjuk a szervesetlen vegyületek kémiai átalakulásait. Például, az



vázlat megmutatja a sav előállításának lehetőségét savképző oxidból és annak felhasználását a megfelelő só előállításához.

## 7. SZÁMÚ LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

### Kísérleti feladatok megoldása

Rendelkezésekre állnak a következő oldatok: nátrium-karbonát, cink-szulfát, nátrium-hidroxid és híg sósavoldat.

Melyik anyagokkal megy végbe az oldatban cserebomlási reakció? Állítsátok össze a megfelelő reakcióegyenleteket!

Végezzétek el a sók részvételével történő cserebomlási reakciókat.

Melyik reakció terméke reagál sósavoldattal? Bizonyítsátok be kísérlettel és írjátok fel a reakcióegyenletet.

A kísérletek eredményei alapján ajánljatok egy átalakulási vázlatot a cink vegyületeivel:



A téma tananyaga bizonyítja, mennyire fontos, hogy a kémia tanulásakor megismerjük és megértsük az egyszerű anyagok és a különböző osztályokba tartozó szervesetlen vegyületek: oxidok, bázisok, savak, amfoter hidroxidok, sók

közötti származási kapcsolatokat. A különböző csoportokban található szervesetlen vegyületek előállításának módszerei megtalálhatók a Mellékletben (214-217. old.).

## ÖSSZEFOGLALÁS

**Az anyagok eredetére és kémiai tulajdonságaikra alapuló kapcsolatot származási kapcsolatnak nevezük.**

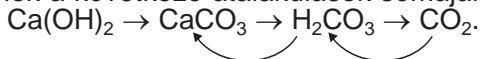
**Egyszerű anyagok részvételével végbenő kémiai reakciók segítségével oxidokat, sókat, lúgokat, oxigénmentes savakat lehet előállítani.**

**Az oxidok, bázisok, amfoter hidroxidok, savak, sók képesek kölcsönösen átalakulni, a többségük akkor, ha a reagensek kémiai jellege eltérő.**

?

258. Lehet-e a 15. vázlatot kibővíteni, hozzáadva a nem sóképző oxidot? A feleletet indokoljátok meg.
259. Írjátok fel azoknak a reakcióknak az egyenleteit, amelyek kiinduló anyagai csupán a lítium, oxigén, víz, valamint ezen anyagok kölcsönhatásának termékei. Állítsátok össze a megfelelő folyamatos átalakulások sémáját.
260. Írjátok fel az anyagok folyamatos átalakulásának néhány sémáját, amelyekben az első anyag egy fém vagy nemfém, a második só és a harmadik bázis vagy sav.
261. A 15. vázlatban az alsó irányvonal miért csak egy oldalra irányul? Lehetséges-e amfoter oxidból előállítani megfelelő amfoter hidroxidot? Pozitív válasz esetén magyarázzátok meg, hogyan valósítanátok meg az ilyen kísérletet.
262. Írjátok be a megfelelő vegyületek kémiai képleteit az alábbi átalakulások sémájába:
  - a) oxid  $\rightarrow$  bázis  $\rightarrow$  só (báriumvegyületek);
  - b) oxid  $\rightarrow$  sav  $\rightarrow$  só (foszforvegyületek);
  - c) oxid  $\rightarrow$  hidroxid  $\rightarrow$  só (alumíniumvegyületek).Állítsátok össze a megfelelő reakciók egyenleteit.

263. Írjátok fel azoknak a reakcióknak az egyenleteit, amelyek megfelelnek a következő átalakulások sémájának:



Hogyan lehet átalakítani a kalcium-karbonátot kalcium-hidroxid-dá két egymás utáni reakció segítségével?

264. Írjátok fel a reakciók egyenleteit, amelyek segítségével meg lehet valósítani az anyagok alábbi folyamatos átalakulásait:
- a)  $\text{Br}_2 \rightarrow \text{HBr} \rightarrow \text{MgBr}_2 \rightarrow \text{AgBr}$ ;
  - b)  $\text{Al} \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al(OH)}_3 \rightarrow \text{Na}_3\text{AlO}_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ;
  - c)  $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{BaSO}_3$ ;
  - d)  $\text{ZnS} \rightarrow \text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{Zn(OH)}_2 \rightarrow \text{Zn(NO}_3)_2 \rightarrow \text{ZnCO}_3 \rightarrow \text{ZnO}$ ;
  - e)  $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2 \rightarrow \text{CuS}$ .
265. Válasszatok ki két olyan sót, amelyek kölcsönhatásba lépnek egymással az oldatban, két oldhatatlan sót alkotva. Írjátok fel a megfelelő reakcióegyenletet.
266. 1,15 g nátrium teljesen reagált a vízzel, a reakció terméke pedig a kénsavval. Számítsátok ki a sav anyagmennyiségét, amely részt vett a második reakcióban.
267. Milyen tömegű alumínium-oxid keletkezik azon alumínium-hidroxid melegítésekor, amely 21,3 g alumínium-nitrát szükséges mennyiségű lúggoldattal való reakciója során jön létre?

### 3. SZÁMÚ GYAKORLATI MUNKA

## Kísérleti feladatok megoldása

### I. VÁLTOZAT

Reakciók megvalósítása kémiai átalakulások sémája szerint

Rendelkezésekre állnak: magnézium-oxid<sup>1</sup>, salétromsav oldat és nátriumsók: -nitrát, -karbonát- és -ortofoszfát vizes oldatai.

**A feladat.** Válasszatok reagenseket (a kiadott vegyszerek közül) az átalakulások sémájához

$\text{MgO} \xrightarrow{1} \text{Mg(NO}_3)_2 \xrightarrow{2} \text{MgCO}_3 \xrightarrow{3} \text{Mg(NO}_3)_2 \xrightarrow{4} \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$   
és valósítsátok meg a megfelelő reakciókat.

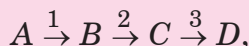
<sup>1</sup> A tanár megváltoztathatja a magnézium-oxidot magnézium-hidroxidra.

## II. VÁLTOZAT

A kémiai átalakulások sémájának összeállítása és a reakciók megvalósítása

Rendelkezésekre állnak: vas(III)-klorid, nátrium-hidroxid és nátrium-ortofoszfát oldatai, valamint hígított kénsavoldat.

**A feladat.** Ajánljatok átalakulási sémát (csak a kiosztott oldatokat használhatjátok):



ahol **A** — vas(III)-klorid, **B**, **C** és **D** — a vas más vegyületei. Valósítsátok meg a megfelelő reakciókat.

A kémiai kísérlet elvégzése előtt az I. vagy II. változat szerint töltsétek ki a táblázatot:

Képlet	
anyagok az átalakítási sémában	reagensek (felhasználási sorrendben)
... → ... → ... → ... (→ ...)	... .. (...)

A cserebomlási reakció megvalósítása közben a második reagens oldatát adagoljátok kis adagokban a szükséges eredmény elérése céljából. Így lehet a kísérletekben elkerülni a járulékos (mellék-) reakciókat az alkalmazott reagens és az előbbi anyag feleslege között.

A kísérletek menetét, megfigyeléseiteket (rögzítsétek a csapadék képződését, annak kinézetét, gázkiválást, szag jelenlétét vagy hiányát, a szín megváltozását vagy megjelenését stb.), következtetéseiteket, valamint a reakcióegyenleteket írjátok be a táblázatba:

A kísérlet menete	Megfigyelés (tapasztalat)	Következtetés
1. kísérlet. Az ... → ... átalakulás megvalósítása		
...	...	...
Reakcióegyenlet		
2. kísérlet. . . .		



Az I. változathoz.

268. Milyen reagenst nem használtak a kísérlet során? Miért?
269. Káros-e a reagens feleslege, amelyet az első átalakulás megvalósítására alkalmaztunk a második reakció lefolyására? A feleletet indokoljátok meg.
270. Lehet-e magnézium-oxidból magnézium-ortofoszfátot előállítani, ha a kiosztott reagensek közül csak egyet használunk fel? Miért?
271. Ajánljatok olyan reagenseket, amelyek segítségével a magnézium-oxidot közvetlenül át lehet alakítani magnézium-ortofoszfáttá. Írjátok fel a megfelelő kémiai egyenletet.

A II. változathoz.

272. Lehet-e közvetlenül előállítani a vas(III)-kloridból azt a vegyületet, amely utolsóként szerepel az átalakítás ajánlott átalakulási sémában, ha a kiosztott reagensek közül csak egyet lehet felhasználni? Pozitív felelet esetében írjátok fel a reakció egyenletét.
273. Milyen egymás utáni anyagátalakulásokat lehet megvalósítani a következő reagens-oldatok hiányában:
- a) nátrium-ortofoszfát;
  - b) lúg ?
- A feleleteket adjátok meg annak a táblázatnak az alakjában, amely a gyakorlati munka leírásában elsőként szerepel.

---

## 34 Szervetlen vegyületek, a környezet és az ember

---

A téma tananyaga segít nektek:

- tudomást szerezni a természet szervetlen vegyületekkel való szennyeződéséről;
- meggyőződni a káros anyagok környezetbe kerülésének megelőzésére tett intézkedések fontosságáról.

**A környezet hulladékkal való szennyezése.** A XIX. sz. közepéig az emberiség a ter-

mészet anyagait főként nagyobb átalakítás nélkül használta. Mesterséges anyagokat kis mennyiségben termeltek, és azok használati köre elhanyagolható volt. Azokban az időkben szinte ismeretlen volt a környezetben a hulladék.

Az ipar, a közlekedés, a mezőgazdaság gyors ütemű fejlődésével rohamosan növekedett a természetben nem létező szervetlen és szerves anyagok előállítása és alkalmazása. A termelés melléktermékei, az anyagok feleslege a levegőbe, a folyókba, az állóvizekbe, a talajba került, s ez negatívan hatott a növényekre, az állatokra, az emberi szervezetre. Jelenleg bolygónk szennyeződését veszélyesnek (fenyegetőnek) tartják, egyes régióit — katasztrófálistnak.

**Az atmoszféra szennyezettsége gázne-mű oxidokkal.** Jelentős kárt okoznak a környezetnek az  $\text{SO}_2$  és  $\text{NO}_2$  gázok. Az  $\text{SO}_2$  akkor keletkezik, amikor olyan tüzelőanyag ég el, amely kénvegyületeket tartalmaz. E gáz atmoszférába jutásának alapvető forrásai a hőerőművek (villanytelepek), amelyek alacsony értékű szénet alkalmaznak.  $\text{NO}_2$ -oxid az  $\text{NO}$ -gáznak a levegő oxigénjével való kölcsönhatásának a terméke.  $\text{NO}$  pedig a levegő főkomponensei — a nitrogén és az oxigén közötti reakció következtében keletkezik magas hőmérsékletű égésnél. Elsősorban a gépkocsik motorjában és a repülőgépek hajtóművében jön létre, de a fűtés során is keletkezik. A nitrogén(IV)-oxid a salétromsav gyártási folyamata során keletkező füstgázban van jelen. Barna színe miatt ez a gáz bizonyos színárnyalatot kölcsönöz a kéményeken át távozó füstnek (69. ábra).

Kölcsönhatásba lépve a légköri nedvességgel és az oxigénnel, az  $\text{SO}_2$  és  $\text{NO}_2$  oxidok  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{HNO}_3$  savakká alakulnak. Az esővel és hóval együtt a föld felszínére jutnak és

Érdekes tudnivaló  
Nem nagy  
mennyiségű  
 $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}$   
gázok keletkeznek  
vulkánkitörések  
alatt is.

69. ábra  
NO<sub>2</sub> — oxidot  
tartalmazó  
füstgázok  
(úgynevezett  
„rókafarok“)



károsítják a növényeket, az élő szervezeteket, az épületeket, rongálják a történelmi emlékműveket, meggyorsítják a fémek korrózióját. Ezen kívül a kénsav és a salétromsav kölcsönhatásba lép a litoszféra egyes anyagaival. Ilyen reakciók eredményeképpen olyan oldódó sók keletkeznek, amelyek bizonyos része a fémek mérgező ionjait tartalmazzák.

A nitrogén oxidjai kölcsönhatásba lépnek az ózonnal is; ez a légköri ózonréteg elvékonyodásához vezet, amelynek az a szerepe, hogy megvédi az élő szervezeteket a napfény ultraibolya sugarainak káros hatásától.

A szénmonoxid CO, amely a tüzelőanyagok és üzemanyagok oxigénhiányos nem teljes elégetésekor jön létre, nagyon mérgező gáz. A kén- és nitrogénoxidokkal együtt jelen van a megapoliszok, ipari területek erősen szennyezett levegőjében. A levegőnek ezt az állapotát nevezik szmognak. A szmog káros hatást fejt ki a növényekre, súlyosbítja az emberek különböző betegségeit.

Már tudjátok, hogy a légkör tartalmaz kis mennyiségű széndioxidot. Ez a gáz, valamint néhány más gáz (köztük a vízgőz) képezik az úgynevezett melegházhatást, azaz visszatartják a hőenergia egy részét a Földön. A széndioxid tartalmának állandó növekedése a levegőben a villamosenergia-rendszer, az autóipar fejlődése miatt az utóbbi évtizedekben az éghajlat felmelegedése, a sarki övezetekben, a gleccsereken a jégtakaró csökkenése figyelhető meg. A tudósok



nem zárják ki, hogy néhány évtized múlva a világoceán szintje annyira megnövekszik, hogy sok terület (köztük Európa alacsony fekvésű részei) víz alá kerül.

**A vizek és a talaj szennyezettsége lúgokkal és savakkal.** Egyes vegyi üzemek szennyvize lúgokat tartalmaz (leggyakrabban nátrium-hidroxidot). Ezek az anyagok veszélyesek a növény- és állatvilágra, a bőrön égési sebeket okoznak, roncsolják a nyálkahártyát.

A lúgok káros hatása a környezetre nem tartós. A lúgok reakcióba lépnek a széndioxiddal, amely jelen van a levegőben, és veszélytelen karbonáttá alakulnak. Hasonló átalakulást szenved idővel a mésztej ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), ami szintén lúg, maró anyag, ha érintkezik a levegő széndioxidjával.

A vízben nem oldódó bázisok, a lúgoktól eltérően, korlátoltabb alkalmazást nyertek. Ezeket a hidroxidokat nem állítják élő nagy mennyiségekben, és nem jár jelentős negatív következményekkel, ha bekerülnek a környezetbe.

A vegyiparban leggyakrabban a kénsavat használják, ritkábban a salétromsavat és a sósavat. Ezen anyagok maradékai előfordulnak a vegyi üzemek, a polimetallikus (különböző fémtartalmú) ércek feldolgozó üzeimeiben. A megnevezett vegyületeknek széles spektrumú negatív hatásuk van a környezetre, az élő szervezetekre.

**A talaj szennyezettsége sókkal.** A különböző területeken alkalmazott sók egy része veszélyes anyag. Ez bizonyos mértékben vonatkozik a műtrágyákra is — a kálium-kloridra és szulfátra, a nitrátokra, az ammónium-sókra (ezeket a vegyületeket említettük a 140. oldalon). A műtrágyák mértéktelen használatával bizonyos ionok bekerülnek a talajba, a földművelés és az állattenyésztés termékeibe, valamint a vízmedencékbe, ahonnan a víz a lakott települések vizébe is bekerül. Ezenkívül a

## 70. ábra

A víz „virágzása”



műtrágyák feleslegei a vízben kiváltják az algák intenzív növekedését (70. ábra), későbbi rothadását és pusztulását, ami károsan hat a halakra, a folyók és tavak élővilágára. A víztározók növény- és állatvilágára hasonló káros hatással vannak a foszfáttartalmú mosószerek, amelyek a természetben nem bomlanak fel, és agásodást okoznak.

A szakemberek különös figyelmet fordítanak az úgynevezett nehéz fémek sói hatásának az élő szervezetekre, a természetre és az ember szervezetére. Az ilyen vegyületek helyes kémiai elnevezése — a nagy relatív atomtömegekkel rendelkező fémes elemek sói. Ezek között vannak a következő elemek: Hg, Pb, Cd, Ba, Cu, Zn, Ni és más vegyületek. Nem véletlen, hogy az ivóvíz számára meg vannak határozva a kationok, valamint más ionok egészségügyileg megengedett koncentrációja.

Érdekes tudnivaló  
A „könnyűfém”-  
nek számító  
berillium sói  
nagyon  
mérgezőek.

*Az anyagok hatása a szervezetre gyakran a vízben való oldhatóságuktól és a kémiai tulajdonságaiktól függ. „Mérgező anyag” jelölést találhatunk a vízben oldódó anyagok csomagjainak címkéjén a báriumvegyületek — hidroxid, klorid, nitrát és mások esetében. Veszélyes a szervezet számára az oldhatatlan  $BaCO_3$  só is, ugyanis ha ez a só a gyomorba kerül, reagál majd az ott levő sósavval és oldható  $BaCl_2$  sóvá változik. A báriumszulfát ( $BaSO_4$ ) viszont veszélytelen a szervezet számára, mivel nem oldódik a vízben és nem reagál a sósavval. Ezt a sót keverik össze vízzel (bárium-kása) és itatják meg a beteggel a gyomor röntgenvizsgálata előtt.*

A káros anyagok sorába tartoznak még az oldható sók, amelyek  $F^-$ ,  $S^{2-}$ ,  $CrO_4^{2-}$  és néhány másfajta aniont tartalmaznak.

*A  $F^-$ -ionok jelentéktelen mennyiségben szükségesek az ember számára; jelen vannak a csontnak és a fogaknak szervetlen alapját képező kalcium-vegyületekben. A fogak romlásának megelőzése céljából a fogkrémek összetételéhez kis mennyiségben fluorvegyületeket adnak.*

Az építkezések rohamos fejlődése az építkezési hulladékok: szilikátanyagok, kő, betonmaradékok felhalmozódását okozzák. Alapjukat a szilikátok és alumínátok alkotják. Ezek az anyagok nem mérgezőek, de a talajra kerülve gátolják a föld felhasználását különböző célokra.

Ugyanúgy szennyezik a környezetet a szénnek a hőerőművekben való elégetése után fennmaradó salak oxid- és sótartalma. Jelentős területeket foglalnak el a meddőhányók — a bányákból kitermelt szén és talaj keveréke, amely alkalmatlan tüzelőanyagként való felhasználásra (71. ábra).

**A környezetszennyeződés csökkentésére irányuló intézkedések.** Az utóbbi időben látványosan növekszik a napenergia, valamint a szélenergia és a föld méhében rejlő energiák felhasználása. A belső égésű motorok helyébe elektromos hajtóművek és gépek jönnek; terjed az elektromos autók gyártása. Mindez lehetőséget nyújt javítani a légkör minőségét.



71. ábra  
Meddőhányók

A korszerű üzemekben meghonosodnak a füstgázok és szennyvizek tisztítását szolgáló módszerek. A módszerek zöme előírányozza a kémiai reakciók megvalósításának azon módját, hogy a káros anyagok veszélytelenekké váljanak. Ha a szennyvíz anyaga savas tulajdonságú, a folyadékot mész és kréta segítségével, természetes anyagokkal semlegesítik. A lúgos szennyvizekhez a legolcsóbb sav oldatát — kénsavoldatot adnak. Ezeknek a reakcióknak a termékei nem ártalmasak a környezetre. Nagyon érdemes a savas és lúgos ipari szennyvizeket összekeverni, aminek következtében végbemegy a kölcsönös semlegesítés. Egyes ipari létesítmények szennyvizének tisztítása céljából cserebomlási reakciókat végeznek a mérgező elemek vízben nem oldódó vegyületeinek képződésével, amelyeket azután szűréssel választanak el.

A bányaiipar, a hőerőművek, a kohászati üzemek szilárd hulladékait utak építésére vagy építkezési keverékek gyártásánál használják fel, néha átdolgozzák azokat.

A környezetvédelemben mindenkinek részt kell vállalnia. A természetnek a következő nemzedékek számára történő megóvására irányuló mozgalom az emberiség progresszív fejlődésének elválaszthatatlan részévé válik (72. ábra).



72. ábra  
Park

**Az ipar, a közlekedés, az energetikai hálózat, a mezőgazdaság intenzív fejlődésének következménye a levegő, a hidroszféra, a föld felszínének rohamos ütemben végbe-menő szennyeződése különböző anyagokkal. Ezeknek az anyagoknak jelentős része kárt okoz a növényeknek, az állatoknak és az emberi szervezetnek.**

**A természetes közeg megőrzésére irányuló, az emberiség által realizált intézkedések: a megújuló energiaforrások felhasználása, az ipari szennyvizeket és füstgázokat ártalmatlanító hatékony technológiák bevezetése, a levegőt nem szennyező közlekedési eszközök gyártásának gyorsütemű fejlődése.**



274. Ismeretes, hogy a széndioxid a vízzel reagálva szén-savat képez. Miért nem sorolják ezt a gázt a savas esőket kiváltó oxidok közé?
275. Hogy gondoljátok, a savas esők okozhatják-e a márvány (összetétele a kalcium-karbonát), gipsz, alabástrom (a két utóbbi építőanyag alapja — a kalcium-szulfát) pusztulását? A feleletet indokoljátok meg.
276. Nevezetek meg néhány vegyületet, amelyek kölcsönhatásba léphetnek a kéndioxiddal és felhasználhatók a füstgázok kén(IV)-oxid tartalmának lekötéséhez.
277. Milyen tömegű krétát kell venni 1 tonna ipari szennyvíz semlegesítéséhez, ha a szennyvízben a kénsav tömegszázaléka 0,49 %?
278. Milyen térfogatarányban szükséges elegyíteni a savas és lúgos ipari szennyvizeket teljes kölcsönös semlegesítésük céljából, ha a klór-hidrogén tömegrészaránya az egyik folyadékban 0,73 %, a nátrium-hidroxid tömegrészaránya a másikban — 0,16 %? Feltételezzük, hogy a két folyadéknak ugyanolyan a sűrűsége, mint a víznek.

# Utószó

Befejeződött a tanév, a kémia tanulásának második éve. Biztosak vagyunk abban, hogy érdekesek voltak számotokra e tantárgy órái.

Az atom felépítése már nem titok előttetek. Azt is megtudtátok, hogyan és miért egyesülnek egymással az anyag legkisebb részecskéi. A tankönyvet olvasva „belelátatok” a kristályokba és meggyőződtek arról, hogy bennük az atomok, molekulák és ionok bizonyos rend szerint helyezkednek el. Arról is értesültek, hogy a kémiában az anyag mennyiségeit nem csak tömegük és térfogatuk szerint határozzák meg és hasonlítják össze, hanem az őket alkotó részecskék száma szerint is.

Megismertétek, milyen információt tartalmaz a kémiai elemekről a periódusos rendszer, és megértettétek, mennyire fontos tudni azt alkalmazni. Ez a rendszer szemlélteti a D. I. Mendelejev által felfedezett periódusos törvényt, a kémia alapvető törvényét.

A 8. osztályos tananyaggal kibővítettétek ismereteiteket az oxidokról, bázisokról, savakról, értesültetek a szerves vegyületek más csoportjainak létezéséről — az amfoter hidroxidokról és a sókról. Reméljük, hogy mindegyikőtök megtanulta e vegyületek képleteit összeállítani, előrelátni kémiai tulajdonságaikat, valamint gyakorlatot szereztetek új típusú számítási feladatok megoldásában.

A 9. osztályos kémia anyaga szintén érdekes lesz. Elképzelést nyertek majd az oldatokról, tudomást szereztetek a kémiai reakciók lefolyásának sajátosságairól, megismertek a legfontosabb szerves anyagokkal, leginkább azokkal, amelyekkel a környezetünkben találkozhatunk.

Kívánjuk nektek, a 9. osztályban újabb sikereket érjete el a kémia tanulása terén.

*A szerzők*

# Melléklet

## Szervetlen vegyületek előállításának módszerei

### OXIDOK

Reagensek	Példák
Egyszerű anyag és oxigén*	$4\text{Al} + 3\text{O}_2 = 2\text{Al}_2\text{O}_3;$ $\text{Si} + \text{O}_2 \xrightarrow{t} \text{SiO}_2$
Vízben nem oldódó bázis (hőbomlás)	$\text{Mg}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t} \text{MgO} + \text{H}_2\text{O}\uparrow$
Amfoter hidroxid (hőbomlás)	$2\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{t} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}\uparrow$
Oxigéntartalmú só (hőbomlás)**	$\text{ZnCO}_3 \xrightarrow{t} \text{ZnO} + \text{CO}_2\uparrow;$ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t} \text{PbO} + (\text{N}_2\text{O}_5)$ $\begin{array}{cc} \swarrow & \searrow \\ \text{NO}_2\uparrow & \text{O}_2\uparrow \end{array}$

\* Az oxigénnel nem reagálnak a nemesgázok, a klór, a bróm, az arany, a platina. A nátrium, a kálium, a fluor oxigénnel való reakciójának terméke nem tartozik az oxidok közé.

\*\* Hevítés hatására nem bomlanak fel azok a sók, melyek nem illékony savképző oxidokból alakulnak ki, vagy a savmaradék amfoter oxidból képződik, valamint az alkáli fémek karbonátjai és szulfátjai.

### BÁZISOK

Reagensek	Példák
Fém (alkáli- vagy alkáliföldfém) és víz	$2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow;$ $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\uparrow$
Alkálifém vagy alkáliföldfém oxidja és víz	$\text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{LiOH};$ $\text{BaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ba}(\text{OH})_2$

Só és lúg (oldatai)*	$\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{KOH};$ $\text{NiCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Ni}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaCl}$
Sóoldat és ammónia vizes oldata*	$\text{FeSO}_4 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

\* A reakció akkor megy végbe, ha a reakciótermék csapadék (vízben nem oldódik).

### AMFOTER HIDROXIDOK

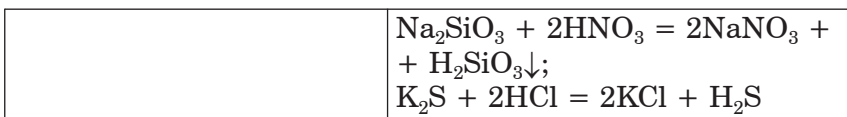
Reagensek	Példák
Só, amelyik a fém-kationt tartalmazza és lúg* (oldataikban)	$\text{BeSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Be}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$
Só, amelyik a fém-kationt tartalmazza és ammónia vizes oldata (oldataikban)	$\text{FeCl}_3 + 3\text{NH}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{NH}_4\text{Cl}$
Só, melynek anionjában fémelem található és sav* (oldataikban)	$\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

\* A reakcióegyenlet alapján kiszámított mennyiségben.

### SAVAK

Reagensek	Példák
A VI. és VII. főcsoport nemfémes elemei és hidrogén (a továbbiakban a reakciótermék vízben való oldása)	$\text{H}_2 + \text{S} \stackrel{t}{=} \text{H}_2\text{S};$ $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \stackrel{t}{=} 2\text{HCl}$
Savképző oxid* és víz	$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$
Só és sav (oldataikban) **	$\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{HCl};$





\* Kivéve a szilícium(IV)-oxidot.

\*\* A reakció végbemegy:

a) ha a reakciótermék egyike csapadék (vízben nem oldódik);

b) ha a reagens sav erősebb, mint a keletkező sav. Illékony, de erős savat szilárd só és erős, de nem illékony sav kölcsönhatásával állítják elő:



## SÓK

Reagensek	Példák
Fém és nemfém a VI. vagy VII. főcsoport elemei	$2\text{Al} + 3\text{S} \stackrel{t}{=} \text{Al}_2\text{S}_3;$ $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \stackrel{t}{=} 2\text{FeCl}_3$
Fém és sav (sósav vagy híg kénsavoldat)*	$\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\uparrow;$ $\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{híg}) = \text{MgSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$
Fém és só (oldatban)**	$\text{Fe} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 = \text{Cu} + \text{Fe}(\text{NO}_3)_2$
Bázisképző oxid és savképző (vagy amfoter) oxid	$3\text{FeO} + \text{P}_2\text{O}_5 \stackrel{t}{=} \text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2;$ $\text{CaO} + \text{ZnO} \stackrel{t}{=} \text{CaZnO}_2$
Bázisképző oxid és sav (vagy amfoter hidroxid)	$\text{NiO} + 2\text{HNO}_3 = \text{Ni}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O};$ $\text{MgO} + 2\text{Cr}(\text{OH})_3 \stackrel{t}{=} \text{Mg}(\text{CrO}_2)_2 + 3\text{H}_2\text{O}\uparrow$
Bázis és savképző (vagy amfoter) oxid	$\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{SO}_2 = \text{BaSO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O};$ $\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3 \stackrel{t}{=} \text{Mg}(\text{FeO}_2)_2 + \text{H}_2\text{O}\uparrow$
Bázis és sav (vagy amfoter hidroxid)	$\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O};$ $3\text{NaOH} (\text{old.}) + \text{Al}(\text{OH})_3 = \text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$
Sav és amfoter oxid	$2\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Al}_2\text{O}_3 \stackrel{t}{=} 2\text{AlPO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}\uparrow$
Sav és amfoter hidroxid	$2\text{HCl} + \text{Zn}(\text{OH})_2 = \text{ZnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

Só és sav (oldataikban)***	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{PbSO}_4\downarrow + 2\text{HNO}_3$
Só és lúg (oldataikban)****	$\text{CuCl}_2 + 2\text{KOH} = 2\text{KCl} + \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow$
Két só (oldataikban)****	$\text{Na}_2\text{S} + \text{FeSO}_4 = \text{FeS}\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$

\* A reakció akkor megy végbe, ha a fém az aktivitási sorban a hidrogéntől balra helyezkedik el.

\*\* A reakció akkor megy végbe, ha a reagáló fém aktívabb a sóban kationként található fémnél.

\*\*\* A reakció végbemegy:

a) ha a reakciótermék egyike csapadék;

b) ha a reagáló sav erősebb, mint a reakciótermékként kialakuló sav.

\*\*\*\* A reakció akkor megy végbe, ha a reakciótermék vízben nem oldódik.

# A feladatok és gyakorlatok megoldásai

## 1. fejezet

6. A legaktívabbak a lítium és a fluor.
19. a) A kalcium és a bárium.
30. Az  $s$ -orbitál gömbszimmetrikus; ez a pálya egyforma minden irányban. A vízmolekulának 9 változata és molekulái tömegének 5 értéke lehet.
34. A  $4s$ -elektronnak az energiaszintje kissé alacsonyabb, mint a  $3d$ -elektronnak.
40. Oxigén, magnézium.
44. b.
45. a) hélium; b) francium.
47. Ilyen vegyjele van 8 elemnek.
53. Cl, H, Fe (használgátok a 4. §-ban található információát).
54. A következő elemek: N, O, F, Cu, Au, Fe.
55. A IV. és a VI. csoport nemfémes elemeinek.
61. A —  $N_2$ ; B —  $P_4$ .
64. d) erősebben kifejezett savas tulajdonsága a  $H_2SeO_4$  vegyületnek van.

## 2. fejezet

73.  $P^{3-}$ -ion:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ .
74. A részecskék közül egy — a  $Mg^{2+}$ -kation.
76. A részecskék közül egy — a  $K^+$ -ion.
77. Az oxigénatomban.
80. A legnagyobb sugara a  $Cl^-$ -ionnak van, a legkisebb — a  $Ca^{2+}$ -ionnak<sup>+</sup>.
85. A  $Li^+$ - és  $N^{3-}$ -ionok; a  $K^+$ - és  $OH^-$ -ionok.
86. b) CaO.
87.  $w(OH^-) = 58,6 \%$ .  
 $4\delta^- - \delta^+$
100.  $CH_4$ . Ebben a molekulában a legkisebb a poláris kötés az atomok között.
101. a.
108. Az anyagok olvadáspontja és a forráspontja a molekulák tömegétől függ (gondolkodjatok el azon, hogyan lehet ezt megmagyarázni).

109. Figyeljetelek oda a molekulákban található atomok közötti kötések sajátosságaira.

### 3. fejezet

112. c)  $n(\text{P}) = 1/3$  mol;  $n(\text{H}) = 1$  mol.  
114.  $n(\text{O}) = 8$  mol.  
115. b)  $n(\text{CO}_2) = 1$  mol.  
116. Lehet (a molekuláris szerkezetű egyszerű anyagoknál, atomszerkezetű vagy molekulászerkezetű összetett anyagoknál).  
117.  $n(\text{CaCl}_2) = 5$  mol;  $N(\text{Cl}^-) = 6,02 \cdot 10^{24}$ .  
118. a)  $n(\text{CH}_4) = 1$  mol; b)  $n(\text{CH}_4) = 0,3$  mol;  
c)  $n(\text{CH}_4) = 1$  mol.  
119. a)  $n(\text{NaCl}) = 0,2$  mol; b)  $n(\text{NaCl}) = 3$  mol;  
c)  $n(\text{NaCl}) = 0,6$  mol.  
120.  $n(\text{Fe}) : n(\text{O}) : n(\text{H}) = 1 : 3 : 3$ .  
126.  $m(\text{Mg}_3\text{P}_2) = 33,5$  g.  
130.  $N(\text{atom}) \approx 4,8 \cdot 10^{23}$ .  
132. A  $\text{Mg}^{2+}$ -ionok száma nagyobb.  
133.  $m(\text{molekula H}_2\text{O}) \approx 3 \cdot 10^{-23}$  g.  
136.  $M(\text{lev.}) = 32$  g/mol.  
138.  $m(\text{CO}_2) = 982$  g.  
140. 1 liter vízben.  
141.  $V(\text{H}_2) : V(\text{CH}_4) = 8 : 1$ .  
144.  $\rho(\text{lev.}) = 1,295$  g/l.  
148.  $M_r(\text{gáz A}) = 46$ .  
149. A gáz a metánnál 1,07-szer nehezebb.  
150.  $\rho(X) = 1,875$  g/l;  $D_Y(X) = 1,62$ .  
151.  $D_{\text{N}_2}(\text{gáz}) = 1,57$ .

### 4. fejezet

159. b)  $m(\text{NO}) \approx 5$  g.  
160.  $V(\text{CO}_2) = 560$  l.  
167. A bárium-hidroxidban.  
173. A savak képlete kiemelve a hidroxilcsoportokat:  $\text{IO}_2(\text{OH})$ ,  $\text{TeO}_2(\text{OH})_2$ .  
186. A legtöbb iont a bárium-klorid tartalmaz.  
187. b.

192. a)  $\text{MgO} + \text{Cl}_2\text{O}_7 = \text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$ ;  
 b)  $\text{I}_2\text{O}_5 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaIO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ .
202.  $m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 6,5 \text{ g}$ .
204.  $m(\text{P}_2\text{O}_5) = 71 \text{ g}$ ;  $w(\text{P}_2\text{O}_5) = 78 \%$ .
205.  $w(\text{LiOH}) = 16 \%$ .
206.  $m(\text{SO}_2) = 0,64 \text{ g}$ ;  $m(\text{CO}_2) = 0,88 \text{ g}$ .
210. a)  $2\text{KOH} + \text{N}_2\text{O}_5 = 2\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
 b)  $3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ .
211. 3 reakció lehetséges.
215.  $m(\text{Fe}(\text{OH})_2) = 2,25 \text{ g}$ .
216.  $V(\text{SO}_2) = 4,48 \text{ l}$ .
217.  $m(\text{csapadék}) = 2,225 \text{ g}$ .
218.  $w(\text{NaOH}) = 31,9 \%$ .
223. 3 reakció lehetséges.
225. Vegyéték figyelembe a reakció egyik termékének tulajdonságait.
227.  $m(\text{sol H}_2\text{SO}_4 \text{ de } 5 \%) = 196 \text{ g}$ .
228.  $w(\text{Ag}) = 79,7 \%$ .
230. b)  $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{LiOH} (\text{oldat}) = \text{Li}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ ;  
 $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{LiOH} (\text{oldat}) = \text{Li}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$ .
231. a)  $\text{SnO} + 2\text{NaOH} \overset{t}{=} \text{Na}_2\text{SnO}_2 + \text{H}_2\text{O}\uparrow$ ;  
 b)  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Li}_2\text{O} \overset{t}{=} 2\text{LiCrO}_2$ ;  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{Li}_2\text{O} \overset{t}{=} 2\text{Li}_3\text{CrO}_3$ .
234.  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ .
235.  $m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 8 \text{ g}$ .
236. Nem.
237.  $m(\text{PbO}) = 55,75 \text{ g}$ .
241. 3 reakció megy végbe.
243.  $m(\text{FeF}_3) = 2,26 \text{ g}$ .
244. Igen.
245.  $m(\text{Cu}) = 6,4 \text{ g}$ .
246.  $m(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ g}$ ;  $m(\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ oldat } 96 \%) = 51 \text{ g}$ .
256. A vegyület — sav.
257.  $V(\text{HCl}) = 153,4 \text{ l}$ .
265. Az ilyen reakció példája:  
 $\text{ZnSO}_4 + \text{BaS} = \text{ZnS}\downarrow + \text{BaSO}_4\downarrow$ .
266.  $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,025 \text{ mol}$ .
267.  $m(\text{Al}_2\text{O}_3) = 5,1 \text{ g}$ .
274. Vegyéték figyelembe a széndioxid gáz tartalmát a levegőben és a szénsav kémiai aktivitását.
277.  $m(\text{CaCO}_3) = 5 \text{ kg}$ .
278.  $V(\text{savas.}) : V(\text{lúgos.}) = 1 : 5$ .

# Szakszavak jegyzéke

*Alcsoport* — a periódusos rendszer csoportjának része.

*Alkáli elemek* — a periódusos rendszer I. főcsoportjának elemei (lítium, nátrium, kálium, rubídium, cézium, francium). Ezeknek az elemeknek az egyszerű anyagait alkálifémeknek nevezzük.

*Alkáliföldfémek elemei* — a periódusos rendszer II. főcsoportjának elemei (berillium, magnézium, kalcium, stroncium, bárium, rádium). Ezen elemek egyszerű anyagait alkáliföldfémeknek nevezik.

*Alsószint (alhéj)* — az energiaszint része azonos energiájú elektronokkal.

*Amfoter tulajdonság* — a vegyület (oxid, hidroxid) azon sajátossága, hogy képes mind bázisos, mind savas tulajdonságokat tanúsítani.

*Anion* — negatív töltésű ion.

*Anyagmennyiség* — az a fizikai mennyiség, amely az anyag egy bizonyos mennyiségében található részecskék (atomok, molekulák vagy ionok) számával határozható meg.

*Apoláris kovalens kötés* — olyan kovalens kötés, amelyben az egy vagy több közös elektronpár nem tolódik el az egyik atom irányába sem.

*Atompálya (elektronpálya, orbitál)* — az atommag körüli térrész, ahol az elektronok mozgásuk közben a legnagyobb valószínűséggel találhatók meg.

*Atomsugár* — az atommag középpontjától és a legkülső stabil atompálya távolsága az alapállapotú atomban.

*Avogadro-szám* —  $6,02 \cdot 10^{23}$  részecske száma 1 mol anyagban.

*Bázis* — olyan vegyület, amely fémes elem kationjaiból és a hidroxid ( $\text{OH}^-$ )-anionokból tevődik össze.

*Bázisképző oxid* — olyan oxid, amely bázisnak felel meg.

*Bázisosság (értékűség)* — a savaknak olyan sajátossága, amely a molekulában levő azon hidrogénatomok számával határozható meg, amelyek helyettesíthetők a fémes elemek atomjaival (ionjaival).

*Cserebomlási reakció* — két vegyület között végbemenő reakció, amelynek során a vegyületek kicserélik alkotórészeiket.

*Csoport (a periódusos rendszerben)* — a periódusos rendszerben az elemek oszlopa.

*Egyszeres (egyszerű) kötés* — egy közös elektronpárral létesülő kovalens kötés.

*Elektron* — negatív töltésű részecske, az atom összetevője.

*Elektronegativitás* — az elem atomjának az a tulajdonsága, hogy képes maga felé vonzani egy másik elem atomjával alkotott közös elektronpárt.

*Elektronképlet* — az atom vagy molekula elektronszerkezetét tükröző felírás.

*Elektronoktett (nemesgázszerkezet)* — az atom 8-elektronos külső héja.

*Energiaszint (elektronhéj)* — a korszerű atommodell azon része, amely a majdnem egyenlő energiával rendelkező elektronokat egybefoglalja.

*Fémek aktivitási sora* — olyan sor, amelyben a fémek kémiai aktivitásuk csökkenése szerint vannak elhelyezve.

*Gáz viszonylagos (relatív) sűrűsége egy másik gázhoz viszonyítva* — egy bizonyos térfogatú gáz tömegének aránya egy másik gáz azonos térfogatú tömegéhez (azonos hőmérséklet és nyomás mellett).

*Halogének* — a periódusos rendszer VII. főcsoportjának elemei (fluor, klór, bróm, jód), valamint a megfelelő egyszerű anyagok.

*Hármas (háromszoros) kötés* — három közös elektronpárral létesülő kovalens kötés.

*Helyettesítési reakció* — az egyszerű és az összetett anyagok között végbemenő reakció, amelynek eredményeképpen új egyszerű és új összetett anyag keletkezik.

*Indikátor* — olyan anyag, amely megváltoztatja színét lúg, illetve sav hatására.

*Ionos kötés* — az ellentétes töltéssel rendelkező ionok közötti kapcsolat (vonzás) az anyagban.

*Kation* — pozitív töltésű ion.

*Kettős kötés* — atomok közötti kovalens kötés, amely két közös elektronpárral képződik.

*Kémiai elem* — meghatározott protonszámú atomfajta.

*Kémiai kötés* — atomok, molekulák, ionok közötti kölcsönhatás, melynek köszönhetően a részecskék együtt maradnak.

*Kovalens kötés* — atomok közötti közös elektronpár képződésével létesülő kötés.

*Kristályrács* — a kristályos anyag szerkezetének modellje.

*Külső elektronok* — az atom utolsó energiaszintjének elektronjai.

*Legegyszerűbb képlet* — az a képlet, amely az atomok vagy ionok mennyiségének arányát tükrözi a vegyületben.

*Legmagasabb oxid* — az az oxid, amelyikben az elem a legmagasabb vegyértékével szerepel.

*Lúg* — vízben oldódó bázis.

*Mol (mól)* — az anyagmennyiség mérésére szolgáló egység; az anyagnak az a mennyisége (halmaza), mely  $6,02 \cdot 10^{23}$  alkotó részecskét tartalmaz.

*Móltérfogat* — 1 mol anyag térfogata.

*Móltömeg (moláris tömeg)* — 1 mol anyag tömege. Szám szerint megegyezik a relatív atom- vagy molekulatömeggel.

*Nemesgázok* — a periódusos rendszer VIII. főcsoportjának elemei (hélium, neon, argon, kripton, xenon, radon) és az általuk alkotott egyszerű anyagok.

*Nemesgázszerkezet* — elektronoktett.

*Nem sóképző (indifferens) oxid* — olyan oxid, amely nem reagál a savakkal, bázisokkal és nem képez sókat.

*Neutron* — elektromosan semleges elemi részecske, az atommag összetevője.

*Normál körülmények (n. k.)* — 0°C-os hőmérséklet és 760 Hgmm (101,3 kPa) nyomás.

*Nukleon* — az olyan részecskék (protonok és neutronok) általános elnevezése, amelyekből az atommagok tevődnek össze.

*Nukleonszám (tömegszám)* — a protonok és neutronok együttes mennyisége az atomban.

*Oxid* — az elem binárisvegyülete az oxigénnel.

*Oxigénmentes savak* — olyan savak, amelyek molekuláiból hiányoznak az oxigénatomok.

*Oxigéntartalmú sav* — olyan sav, melynek molekulája oxigénatomokat tartalmaz.

*Periódus* — az elemek természetes sorának szakasza, amely az alkáli elemmel kezdődik és a nemesgázzal végződik.

*Poláris kovalens kötés* — olyan kovalens kötés, amelyben egy vagy több közös elektronpár tolódik el az egyik atom irányába.

*Proton* — pozitív töltésű elemi részecske, az atommag összetevője.

*Protonszám (magtöltés-szám)* — a protonok mennyisége az atomban.



*Sav* — vegyület, amelynek molekulái a kémiai reakciók során fémes elem atomjára (ionjaira) cserélhető egy vagy több hidrogénatomot tartalmaz.

*Savalkotó elem* — az oxigéntartalmú savakban a központi elem.

*Savképző oxid* — oxid, amely oxigéntartalmú savnak felel meg.

*Savmaradék* — a savnak az a része, amely a hidrogénatomhoz kapcsolódik.

*Semlegesítési (közömbösítési) reakció* — a bázis és sav között végbemenő cserebomlási reakció.

*Só* — olyan vegyület, amely a fémes elem kationjából és savmaradék anionjaiból áll.

*Sóképző oxid* — oxid, amely savakkal vagy (és) bázisokkal kölcsönhatásba lépve, sókat képez.

*Spin* — az elektronnak az a tulajdonsága, amelyet feltételesen tengelye körüli forgásnak fogunk fel.

*Származási (genetikai) kapcsolat* — az anyagok között fennálló kölcsönös kapcsolat, amely származásukon és kémiai tulajdonságaikon alapszik.

*Szervetlen kémia* — a vegytannak az ágazata, amely a szervetlen anyagokat tanulmányozza.

*Szublimáció* — a szilárd anyag alakulása gázneművé hevítés-kor, a cseppfolyós állapot elkerülésével.

*Vegyérték elektronok* — elektronok, amelyek részt vehetnek a kémiai kötés keletkezésében.

# Név és tárgymutató

## A

- Amfoter hidroxidok 61, 174, 195
  - előállítás 215
- Amfoter jelleg 174
- Amfoter vegyületek 59, 174
  - tulajdonságai 174
- Ammónia 131,160
- Anion 68
- Anyagmennyiség 98
- Atom 22
- Atomos szerkezetű anyagok 92
- Atompálya 28
- Atomsugár 41
- Avogadro-szám 100

## B

- Bázisok 128,194
  - alkalmazása 162
  - előállítása 214
  - fizikai tulajdonságai 156
  - kémiai tulajdonságai 158
  - képlete 127
  - megnevezése 129

## C

- Csoport (periódusos rendszerben) 18
  - fő- 19
  - mellék- 19

## E

- Elektronegativitás 86
- Elektron
  - alhéj 31
  - héj 31
  - spin 30
- Elektronképlet 32
  - atomé 35
  - szerkezeti 32
  - molekuláé 81,82
- Elektronok
  - külső 36
  - párosítatlan 30
  - párosított 30
- Elektronpályák (s-, p-, d-, f-) 29, 30
- Energiaminimum elve 35
- Energiaszint

## F

- Fémek
  - aktivitási sora 167
  - alkáli- 7
  - alkáliföld- 8

## G

- Gázok relatív sűrűsége 116

## H

- Halogének 8,9
- Hidroxidok 195

## I

- Ion 68
- Ionos vegyületek 74
  - szerkezete 75
  - tulajdonsága 77
  - izotópok 27

## K

- Kation 68
- Kémiai elemek 7, 24
  - alkáli fémek 9
  - alkáliföldfémek 9
  - csoportosítása 9,45
  - jellemzése 49
  - nemesgázok 9
- Képlet legegyszerűbb 92
  - valós 92
- Kristályrácsok 76
- Kötés 66
  - apoláris 86
  - egyszeres 83
  - fémek 94
  - háromszoros 83
  - ionos 74
  - kettős 83
  - kovalens 81
  - poláris 86

## L

- Lúgok 128

## M

- Mol 99
- Moláris térfogat 109, 111
- Moláris tömeg 104, 106
- Molekulák közötti
  - kölcsönhatás 90

- Molekuláris szerkezetű
  - anyagok 89
  - fizikai tulajdonság 90

## N

- Nemesgázok 9
- Nemfémek 7
- Neutron 23
- Normál körülmények 110
- Nukleonok 23
- Nukleonszám 24

## O

- Oktettszerkezet 68
- Oldhatósági táblázat 128
- Oxidok 58,123, 193
  - alkalmazása 148
  - amfoter 59, 174
  - bázisképző 59, 128
  - előállítás 214
  - előfordulása 125
  - fizikai tulajdonságai 143
  - hidrátja 61, 195
  - kémiai tulajdonságai 144
  - képlete 124
  - legmagasabb 124
  - megnevezése 125
  - nem sóképző 193
  - osztályozása 193
  - savképző 59, 131
  - sóképző 193
  - szerkezete 143

## P

- Periódus 18
  - hosszú 18
  - rövid 18
- Periódusos rendszer 17, 45

hosszú változat 18  
rövid változat 18  
Proton 23  
Protonszám 24

## R

Reakció

cserebomlási 146  
helyettesítési 166  
semlegesítési 159

## S

Savak 61,132, 194  
alkalmazás 170  
előállítás 215  
előfordulásuk 136  
erős 165  
fizikai tulajdonság 164  
gyenge 165  
kémiai tulajdonság 165  
közepes erősségű 165  
megnevezés 135  
osztályozás 131, 194  
összetétel 131  
oxigénmentes 132  
oxigéntartalmú 131

Savalkotó elem 133  
Savmaradék 132  
Sor (a periódusos  
rendszerben) 15

Sók 138, 195

alkalmazás 185  
előállítás 216  
előfordulás 140  
fizikai tulajdonság 179  
kémiai tulajdonság 180  
képletek 139  
megnevezés 139  
savanyú 187

Szabály

elektrosemlegesség 75  
„oktáv” 10

Származási kapcsolatok 198

Szervetlen

kémia 122  
vegyületek osztályozása 192

## T

Törvények

Avogadro- 111  
Gay Lussac 115  
periódusos 15, 16

## Irodalom a tanulóк részére

1. Jakovisin L.O. Érdekes iskolai és otthoni kémiai kísérletek – Яковішин Л. О. Цікаві досліди з хімії: у школі та вдома / Л. О. Яковішин. Севастополь : Біблекс, 2006. 176 с.

2. Kotljár Z.V. Elemek kémiája – Котляр З. В. Хімія елементів / З. В. Котляр, В. М. Котляр. Київ : Вид. дім «Перше вересня», 2016. 224 с.

3. Lejenszon I.A.. Csodálatos kémia – Леєнсон І. А. Дивовижна хімія / І. А. Леєнсон. Харків : Ранок, 2011. 176 с.

4. Szmálj J. Erdei történetek. Kísérletezz és ismerd meg. – Смаль Ю. Лесеві історії. Експериментуй і дізнавайся / Юля Смаль. Львів : Вид-во Старого Лева, 2019. 136 с.

5. Szmálj J. Érdekes kémia – Смаль Ю. Цікава хімія. Життєпис речовин / Юля Смаль. Львів : Вид-во Старого Лева, 2016. 112 с.

6. Vaszilega M.D. Érdekes kémia – Василега М. Д. Цікава хімія / М. Д. Василега. Київ : Рад. шк., 1989. 188 с.

7. Voronenko T.I. Mindennapok kémiája. Ezt mindenkinek tudnia kell. – Вороненко Т. І. Хімія щодня. Це треба знати кожному / Тетяна Вороненко, Тетяна Іваха. Київ : Шк. світ, 2011. 128 с.

## Internetes oldalak, melyek érdekes anyagot tartalmaznak kémiából

1. <http://chemistry-chemists.com>
2. <http://www.thoughtco.com/chemistry-4133594>
3. <http://www.elementsinyourlife.org>
4. <https://www.facebook.com/compoundchem>
5. <https://www.webelements.com>
6. <https://www.chemistryworld.com>
7. <https://www.compoundchem.com>

# Szakkifejezések szótára

*Anion* — Аніон

*Amfoter tulajdonság* — Амфотерність

*Alcsoport* — Підгрупа

*Alhég* — Підрівень

*Alkáli elemek* — Лужні елементи

*Alkáli földfémek* — Лужноземельні метали

*Anion* — Аніон

*Anyagmennyiség* — Кількість речовини

*Apoláris kovalens kötés* — неполярний ковалентний зв'язок

*Atom* — Атом

*Atom pályá* — Орбіталь

*Atomsugár* — Радіус атома

*Avogadro-állandó* — Стала Авогадро

*Bázis* — Основа

*Bázisképző oxid* — Основний оксид

*Bázisosság* — Основність

*Cserebomlási reakció* — Реакція обміну

*Csoport (a periódusos rendszerben)* — Група (періодичної системи)

*Egyszeres kötés* — Одинарний зв'язок

*Elektron* — Електрон

*Elektronegativitás* — Електронегативність

*Elektronképlet* — Електронна формула

*Energiaszint* — Енергетичний рівень

*Fémek aktivitási sora* — Ряд активності металів

*Gázok viszonyított sűrűsége* — Відносна густина газу за іншим газом

*Halogének* — Галогени

*Hármas kötés* — Потрійний зв'язок

*Helyettesítési reakció* — Реакція заміщення

*Indikátor* — Індикатор

*Ionos kötés* — Йонний зв'язок

*Kation* — Катіон

*Kettős kötés* — Подвійний зв'язок

*Kémiai elem* — Хімічний елемент

*Kémiai kötés* — Хімічний зв'язок

*Kovalens kötés* — Ковалентний зв'язок

*Kristályrács* — Кристалічні ґратки

*Külső elektronok* — Зовнішні електрони

*Legegyszerűbb képlet* — Найпростіша формула

*Legmagasabb oxid* — Вищий оксид

*Lúg* — Луг

*Mol* — Моль

*Moláris térfogat* — Молярний об'єм

*Moláris tömeg* — Молярна маса

*Molekula* — Молекула

*Nemes gázok* — Інертні елементи

*Nem sóképző oxid* — Несолетворний оксид

*Neutron* — Нейтрон

*Normál körülmények* — Нормальні умови

*Nukleonok* — Нуклони

*Nukleon szám* — Нуклонне число

*Oktett szerkezet* — Електронний октет

*Oxid* — Оксид



*Oxigénmentes sav* — Безоксигенова кислота  
*Oxigéntartalmú sav* — Оксигеновмісна кислота  
*Periódus* — Період  
*Poláris kovalens kötés* — Полярний ковалентний зв'язок  
*Proton* — Протон  
*Protonszám* — Протонне число  
*Sav* — Кислота  
*Savalkotó elem* — Кислототворний елемент  
*Savképző oxid* — Кислотний оксид  
*Savmaradék* — Кислотний залишок  
*Semlegesítési reakció* — Реакція нейтралізації  
*Só* — Сіль  
*Sóképző oxid* — Солетворний оксид  
*Spin* — Спін  
*Származási kapcsolatok* — Генетичний зв'язок  
*Szervetlen kémia* — Неорганічна хімія  
*Szublimáció* — Сублімація  
*Valós képlet* — Істинна формула  
*Vegyértékelektronok* — Валентні електрони

# Tartalom

Kedves nyolcadikosok!.....3

## 1. fejezet

### A periódusos törvény. A kémiai elemek periódusos rendszere. Az atom felépítése

1. Történelmi áttekintés a kémiai elemek osztályozásának első próbálkozásairól .....	6
2. A periódusos törvény .....	12
3. A kémiai elemek periódusos rendszere .....	17
4. Az atom szerkezete.....	22
<i>ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA</i> . Izotópok .....	27
5. Az atom korszerű modellje.....	28
6. Az atom elektronszerkezete .....	35
7. Az atom sugara .....	41
8. A periódusos törvény és az atomok elektronszerkezete .....	44
9. A kémiai elem jellemzése.....	49
10. A periódusos rendszer, az elemek kémiai jellege és az egyszerű anyagok tulajdonságai.....	52
11. A periódusos rendszer és a vegyületek kémiai tulajdonságai .....	58
12. A periódusos törvény jelentősége .....	62

## 2. fejezet

### A kémiai kötés és az anyag szerkezete

13. Az ionos kötés. Ionos vegyületek.....	74
15. A kovalens kötés .....	79

16. A poláris és apoláris kovalens kötés. Az elemek elektronegativitása .....	85
17. Molekuláris és atomos szerkezetű anyagok .....	89
<b>1. SZ. GYAKORLATI MUNKA</b>	
Vegyületek fizikai tulajdonságainak vizsgálata .....	96

### **3. fejezet**

#### **Az anyagmennyiség.**

#### **Számítások kémiai képletek alapján**

18. Anyagmennyiség.....	97
19. A móltömeg .....	104
20. A móltérfogat. Avogadro törvénye .....	109
<i>ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA. A gázok térfogatainak aránya a kémiai reakciókban .....</i>	<i>115</i>
21. A gázok relatív sűrűsége .....	115
<i>ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA. A levegő átlagos moláris tömegéről (móltömegéről) .....</i>	<i>120</i>

### **4. fejezet**

#### **A szervesetlen vegyületek alapvető csoportjai**

22. Oxidok .....	123
23. Bázisok.....	127
<i>ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA. Egy különleges bázis.....</i>	<i>130</i>
24. Savak .....	131
25. Sók .....	138
26. Az oxidok felépítése, tulajdonságaik és felhasználásuk	143
27. Kémiai egyenletek alapján végzett számítások .....	150
28. A bázisok tulajdonságai és alkalmazásuk.....	156
29. A savak tulajdonságai és alkalmazása .....	164
<i>HÁZI KISÉRLET. Egyes anyagok hatása a zöldséglevekre .....</i>	<i>173</i>
30. Amfoter oxidok és hidroxidok .....	173

31. A sók tulajdonságai és alkalmazása .....	179
<i>ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA. Savanyú sók</i> .....	187
2.SZ. GYAKORLATI MUNKA	
A szervesetlen vegyületek legfontosabb csoportjai tulajdonságainak tanulmányozása	
<i>I. változat. A sósav kémiai tulajdonságainak tanulmányozása</i> .....	189
<i>II. változat. A nikkell(II)-szulfát tulajdonságainak tanulmányozása</i> .....	190
32. A szervesetlen vegyületekre vonatkozó ismeretek összefoglalása.....	192
33. Szervesetlen anyagok közötti származási kapcsolatok .....	198
3.SZ. GYAKORLATI MUNKÁ.	
Kísérleti feladatok megoldása	
<i>I. változat. Reakciók megvalósítása a kémiai átalakulások sémája szerint</i> .....	203
<i>II. változat. A kémiai átalakulások sémájának összeállítása és a reakciók megvalósítása</i> .....	204
34. Szervesetlen vegyületek, a környezet és az ember .....	205
Utószó .....	213
Melléklet. Szervesetlen vegyületek előállításának módszerei .....	214
A feladatok és gyakorlatok megoldásai .....	218
Szakszavak jegyzéke .....	221
Név és tárgymutató .....	225
Irodalom a tanulók részére .....	228
Internetoldalak, melyek érdekes anyagot tartalmaznak kémiából.....	229
Szakkifejezések szótára .....	230

*Навчальне видання*

**ПОПЕЛЬ Павло Петрович  
КРИКЛЯ Людмила Сергіївна**

**ХІМІЯ**

**Підручник для 8 класу  
з навчанням угорською мовою  
закладів загальної середньої освіти**

*Рекомендовано  
Міністерством освіти і науки України*

**Видано за рахунок державних коштів.  
Продаж заборонено**

Підручник відповідає Державним санітарним нормам і правилам  
«Гігієнічні вимоги до друкованої продукції для дітей»

*У підручнику з навчальною метою  
використано деякі ілюстративні матеріали,  
що перебувають у вільному доступі в мережі інтернет*

Переклад з української *Е. Арни*  
Угорською мовою

Редактор *Є. Сабов*  
Коректор *Є. Сабов*  
Верстка *С. Жукової*

Формат 60x90/16.  
Ум. друк. арк. 14,75. Обл.-вид. арк. 7,55.  
Наклад 1969 прим. Зам. № 1617.

Видавець і виготовлювач МПП „Букрек”,  
вул. Радищева, 10, м. Чернівці, 58000.  
Тел.: (0372) 55-29-43. E-mail: info@bukrek.net. www.bukrek.net.

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру  
суб'єкта видавничої справи ЧЦ № 1 від 10.07.2000 р.

A kémiai elemek periódusos rendszere (rövid forma)

Periódusok	Csoportok																									
	a	I	b	a	II	b	a	III	b	a	IV	b	a	V	b	a	VI	b	a	VII	b	a	VIII	b		
1	H 1 Hidrogén 1,0079 1s <sup>1</sup>																		(H)	He 2 Hélium 4,0026 1s <sup>2</sup>						
2	Li 3 Lítium 6,941 [He]2s <sup>1</sup>	Be 4 Berillium 9,012 [He]2s <sup>2</sup>	B 5 Bór 10,81 [He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>1</sup>	C 6 Szén 12,011 [He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>2</sup>	N 7 Nitrogén 14,0067 [He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup>	O 8 Oxigén 15,999 [He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>4</sup>	F 9 Fluor 18,998 [He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>5</sup>	Ne 10 Neon 20,180 [He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup>																		
3	Na 11 Nátrium 22,990 [Ne]3s <sup>1</sup>	Mg 12 Magnezium 24,305 [Ne]3s <sup>2</sup>	Al 13 Alumínium 26,982 [Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>1</sup>	Si 14 Szilícium 28,086 [Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>2</sup>	P 15 Foszfor 30,974 [Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup>	S 16 Kén 32,06 [Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>4</sup>	Cl 17 Klór 35,453 [Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>5</sup>	Ar 18 Argon 39,948 [Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup>																		
4	K 19 Kálium 39,098 [Ar]4s <sup>1</sup>	Ca 20 Kalcium 40,08 [Ar]4s <sup>2</sup>	21 Sc Szkandium 44,956 [Ar]3d <sup>1</sup> 4s <sup>2</sup>		22 Ti Titán 47,87 [Ar]3d <sup>2</sup> 4s <sup>2</sup>	23 V Vanádium 50,941 [Ar]3d <sup>3</sup> 4s <sup>2</sup>		24 Cr Krom 51,996 [Ar]3d <sup>5</sup> 4s <sup>1</sup>	25 Mn Mangán 54,938 [Ar]3d <sup>5</sup> 4s <sup>2</sup>		26 Fe Vas 55,845 [Ar]3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup>	27 Co Kobalt 58,933 [Ar]3d <sup>7</sup> 4s <sup>2</sup>	28 Ni Nikkel 58,69 [Ar]3d <sup>8</sup> 4s <sup>2</sup>													
	29 Cu Réz 63,546 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>1</sup>	30 Zn Cink 65,41 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup>	Ga 31 Gallium 69,72 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>1</sup>	Ge 32 Germánium 72,64 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>2</sup>	As 33 Arzén 74,922 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>3</sup>	Se 34 Szelén 78,96 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>4</sup>	Br 35 Brom 79,904 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>5</sup>	Kr 36 Kripton 83,80 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup>																		
5	Rb 37 Rubídium 85,468 [Kr]5s <sup>1</sup>	Sr 38 Stroncium 87,62 [Kr]5s <sup>2</sup>	39 Y Ittrium 88,906 [Kr]4d <sup>1</sup> 5s <sup>2</sup>		40 Zr Cirkónium 91,22 [Kr]4d <sup>2</sup> 5s <sup>2</sup>	41 Nb Nióbium 92,906 [Kr]4d <sup>4</sup> 5s <sup>1</sup>		42 Mo Molibdén 95,94 [Kr]4d <sup>5</sup> 5s <sup>1</sup>	43 Tc Technécium [98] [Kr]4d <sup>5</sup> 5s <sup>2</sup>		44 Ru Ruténium 101,07 [Kr]4d <sup>7</sup> 5s <sup>1</sup>	45 Rh Ródium 102,905 [Kr]4d <sup>8</sup> 5s <sup>1</sup>	46 Pd Palládium 106,4 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>0</sup>													
	47 Ag Ezüst 107,868 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>1</sup>	48 Cd Kadmium 112,41 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup>	In 49 Indium 114,82 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>1</sup>	Sn 50 Ón 118,71 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>2</sup>	Sb 51 Antimon 121,76 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>3</sup>	Te 52 Tellúr 127,60 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>4</sup>	I 53 Jód 126,904 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>5</sup>	Xe 54 Xenon 131,29 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup>																		
6	Cs 55 Cézium 132,91 [Xe]6s <sup>1</sup>	Ba 56 Bárium 137,33 [Xe]6s <sup>2</sup>	57 La* Lantán 138,905 [Xe]5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup>		72 Hf Hafnium 178,49 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>2</sup> 6s <sup>2</sup>	73 Ta Tantál 180,948 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>3</sup> 6s <sup>2</sup>		74 W Volfrám 183,84 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>4</sup> 6s <sup>2</sup>	75 Re Rénium 186,207 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>5</sup> 6s <sup>2</sup>		76 Os Ozmium 190,2 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup>	77 Ir Iridium 192,22 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>7</sup> 6s <sup>2</sup>	78 Pt Platina 195,09 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>9</sup> 6s <sup>2</sup>													
	79 Au Arany 196,967 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>1</sup>	80 Hg Higany 200,59 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup>	Tl 81 Tallium 204,38 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>1</sup>	Pb 82 Ólom 207,2 ...6s <sup>2</sup> 6p <sup>2</sup>	Bi 83 Bizmut 208,980 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>3</sup>	Po 84 Polónium [209] [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>4</sup>	At 85 Asztácium [210] [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>5</sup>	Rn 86 Radon [222] [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup>																		
7	Fr 87 Francium [223] [Rn]7s <sup>1</sup>	Ra 88 Rádium [226] [Rn]7s <sup>2</sup>	89 Ac** Aktínium [227] [Rn]6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>		104 Rf Rutherfordium [267] [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup>	105 Db Dubnium [268] [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>3</sup> 7s <sup>2</sup>		106 Sg Seaborgium [271] [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>4</sup> 7s <sup>2</sup>	107 Bh Bohrium [270] [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>5</sup> 7s <sup>2</sup>		108 Hs Hassium [269] [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>6</sup> 7s <sup>2</sup>	109 Mt Meitnerium [278] [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>7</sup> 7s <sup>2</sup>	110 Ds Darmstadtium [281] [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>9</sup> 7s <sup>1</sup>													
	111 Rg [282] Roentgenium	112 Cn [285] Copernicium	113 Flerovium [289]		114 Flerovium [289]	115 Livermorium [293]		117 Ununseptium [293]		118 Ununoctium [294]																
Legmagasabb oxidok	E <sub>2</sub> O		EO		E <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		EO <sub>2</sub>		E <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		EO <sub>3</sub>		E <sub>2</sub> O <sub>7</sub>		EO <sub>4</sub>											
Illanó hidrogénvegyületek					EH <sub>4</sub>		EH <sub>3</sub>		H <sub>2</sub> E		HE															
* Lantanoidák	58 Ce Cérium 140,12 4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup>	59 Pr Prazeodímium 140,908 4f <sup>3</sup> 5d <sup>0</sup>	60 Nd Neodímium 144,24 4f <sup>4</sup> 5d <sup>0</sup>	61 Pm Prométium [145] 4f <sup>5</sup> 5d <sup>0</sup>	62 Sm Szamárium 150,4 4f <sup>6</sup> 5d <sup>0</sup>	63 Eu Eurórium 151,96 4f <sup>7</sup> 5d <sup>0</sup>	64 Gd Gadolinium 157,25 4f <sup>7</sup> 5d <sup>1</sup>	65 Tb Terbium 158,925 4f <sup>9</sup> 5d <sup>0</sup>	66 Dy Diszprózium 162,50 4f <sup>10</sup> 5d <sup>0</sup>	67 Ho Holmium 164,93 4f <sup>11</sup> 5d <sup>0</sup>	68 Er Erbium 167,26 4f <sup>12</sup> 5d <sup>0</sup>	69 Tm Tulium 168,93 4f <sup>13</sup> 5d <sup>0</sup>	70 Yb Itterbium 173,04 4f <sup>14</sup> 5d <sup>0</sup>	71 Lu Lutécium 174,97 4f <sup>14</sup> 5d <sup>1</sup>												
** Aktinoidák	90 Th Tórium 232,038 5f <sup>0</sup> 6d <sup>2</sup>	91 Pa Protaktínium 5f <sup>2</sup> 6d <sup>1</sup>	92 U Urán 238,029 5f <sup>3</sup> 6d <sup>1</sup>	93 Np Neptúnium [237] 5f <sup>4</sup> 6d <sup>1</sup>	94 Pu Plutónium [244] 5f <sup>6</sup> 6d <sup>1</sup>	95 Am Americium [243] 5f <sup>7</sup> 6d <sup>0</sup>	96 Cm Kúrium [247] 5f <sup>7</sup> 6d <sup>1</sup>	97 Bk Berkélium [247] 5f <sup>9</sup> 6d <sup>1</sup>	98 Cf Kalifornium [251] 5f <sup>10</sup> 6d <sup>0</sup>	99 Es Einsteinium [252] 5f <sup>11</sup> 6d <sup>0</sup>	100 Fm Fermium [257] 5f <sup>12</sup> 6d <sup>0</sup>	101 Md Mendelévium [258] 5f <sup>13</sup> 6d <sup>0</sup>	102 No Nobélium [259] 5f <sup>14</sup> 6d <sup>0</sup>	103 Lr Laurencium [262] 5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup>												

s-elemek

p-elemek

d-elemek

f-elemek

Az f-elemeknél az elektronképletek csupán változó részei vannak feltüntetve.

### Bázisok, savak, amfoter hidroxidok és sók oldhatósága a vízben (20–25°C hőmérsékleten)

Kationok \ Anionok	Anionok																	
	H <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>
OH <sup>-</sup>		o	o	o	—	k	k	o	n	n	n	n	—	n	n	n	n	n
F <sup>-</sup>	o	k	o	o	o	k	k	k	o	o	k	o	#	o	k	n	k	o
Cl <sup>-</sup>	o	o	o	o	n	o	o	o	o	o	k	o	o	o	o	o	o	o
Br <sup>-</sup>	o	o	o	o	n	o	o	o	o	o	k	o	k	o	o	o	o	o
I <sup>-</sup>	o	o	o	o	n	o	o	o	o	o	k	—	k	o	o	—	o	o
S <sup>2-</sup>	o	o	o	o	n	#	#	o	n	n	n	n	n	n	n	#	#	#
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	o	o	o	o	n	o	k	k	o	k	k	—	#	k	k	—	—	—
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	o	o	o	o	k	o	k	n	o	o	k	o	o	o	o	o	o	o
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	o	k	o	o	n	k	n	n	n	k	n	#	#	n	n	n	n	n
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	o	o	o	o	k	k	n	n	n	n	n	#	—	k	n	—	—	—

Egyezményes jelölések:

„o” – oldódó anyag (oldhatósága meghaladja az 1 g anyagot 100 g vízben);

„k” – kevésbé oldódó anyag (oldhatósága 1 g-tól 0,001 g-ig terjed 100 g vízben);

„n” – gyakorlatilag nem oldódó anyag (oldhatósága nem éri el a 0,001 g-ot 100 g vízben);

„—” – az anyag nem létezik;

„#” – az anyag létezik, de a vízzel reagál (oldhatóságát nem lehet meghatározni).

### A fémek aktivitási sora

Li K Ba Sr Ca Na Mg Be Al Mn Cr Zn Fe Cd Ni Sn Pb (H<sub>2</sub>) Bi Cu Ag Hg Pt Au



a fémek kémiai aktivitása növekszik

### A savak osztályozása erősségük szerint

HClO<sub>4</sub> HNO<sub>3</sub> HI HBr HCl H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

erős savak

H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> HF HNO<sub>2</sub>

közepes erősségű savak

H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> H<sub>2</sub>S H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>

gyenge savak

## A kémiai elemek periódusos rendszere (hosszú forma)

Melléklet

		Csoportok																
		Ia	IIa	IIIb	IVb	Vb	VIIb	VIIIb	Ib	IIb	IIIa	IVa	Va	VIIa	VIIa			
1	<b>H</b> 1 Hidrogén													<b>1</b> (Hidrogén)	<b>2</b> He Hélium			
2	<b>Li</b> 3 Lítium	<b>Be</b> 4 Berillium											<b>N</b> 7 Nitrogén	<b>O</b> 8 Oxigén	<b>F</b> 9 Fluor	<b>10</b> Ne Neon		
3	<b>Na</b> 11 Nátrium	<b>Mg</b> 12 Magnezium											<b>P</b> 15 Foszfor	<b>S</b> 16 Kén	<b>Cl</b> 17 Klór	<b>18</b> Ar Argon		
4	<b>K</b> 19 Kálium	<b>Ca</b> 20 Kalcium	<b>Sc</b> 21 Szkandium	<b>Ti</b> 22 Titán	<b>V</b> 23 Vanádium	<b>Cr</b> 24 Krom	<b>Mn</b> 25 Mangán	<b>Fe</b> 26 Vas	<b>Co</b> 27 Kobalt	<b>Ni</b> 28 Nikkel	<b>Cu</b> 29 Réz	<b>Zn</b> 30 Cink	<b>Ga</b> 31 Gallium	<b>Ge</b> 32 Germanium	<b>As</b> 33 Arzén	<b>Se</b> 34 Szelen	<b>Br</b> 35 Brom	<b>36</b> Kr Kripton
5	<b>Rb</b> 37 Rubidium	<b>Sr</b> 38 Stroncium	<b>Y</b> 39 Itrium	<b>Zr</b> 40 Cirkónium	<b>Nb</b> 41 Nióbbium	<b>Mo</b> 42 Molibdén	<b>Tc</b> 43 Technécium	<b>Ru</b> 44 Rótenium	<b>Rh</b> 45 Ródium	<b>Pd</b> 46 Palládium	<b>Ag</b> 47 Ezüst	<b>Cd</b> 48 Kadmium	<b>In</b> 49 Indium	<b>Sn</b> 50 Ón	<b>Sb</b> 51 Antimon	<b>Te</b> 52 Téllár	<b>I</b> 53 Jód	<b>54</b> Xe Xenon
6	<b>Cs</b> 55 Cézium	<b>Ba</b> 56 Bárium	<b>La</b> * 57 Lantan	<b>Hf</b> 72 Hafnium	<b>Ta</b> 73 Tantal	<b>W</b> 74 Volfrám	<b>Re</b> 75 Rénium	<b>Os</b> 76 Ózium	<b>Ir</b> 77 Iridium	<b>Pt</b> 78 Platina	<b>Au</b> 79 Arany	<b>Hg</b> 80 Higany	<b>Tl</b> 81 Tallium	<b>Pb</b> 82 Ólom	<b>Bi</b> 83 Bizmut	<b>Po</b> 84 Polónium	<b>85</b> At Asztatórium	<b>86</b> Rn Radon
7	<b>Fr</b> 87 Francium	<b>Ra</b> 88 Rádium	<b>Ac</b> ** 89 Aktínium	<b>Rf</b> 104 Rutherfordium	<b>Db</b> 105 Dubnium	<b>Sg</b> 106 Szaborgium	<b>Bh</b> 107 Bohrium	<b>Hs</b> 108 Haszium	<b>Mt</b> 109 Meitnerium	<b>Ds</b> 110 Darmstadium	<b>Rg</b> 111 Roentgenium	<b>Cn</b> 112 Copernícium	<b>113</b>	<b>114</b> Fl Flerovium	<b>115</b>	<b>116</b> Lv Livermorium	<b>117</b>	<b>118</b> Uuo Ununocium

\* Lantanoidák

<b>58</b> Ce Cérium	<b>59</b> Pr Prazeodimium	<b>60</b> Nd Neodimium	<b>61</b> Pm Promécium	<b>62</b> Sm Szamárium	<b>63</b> Eu Európium	<b>64</b> Gd Gadolínium	<b>65</b> Tb Terbium	<b>66</b> Dy Diszpróziúm	<b>67</b> Ho Holmítium	<b>68</b> Er Erbium	<b>69</b> Tm Tullium	<b>70</b> Yb Itterbium	<b>71</b> Lu Lutécium
------------------------	------------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------	----------------------------	-------------------------	-----------------------------	---------------------------	------------------------	-------------------------	---------------------------	--------------------------

\*\* Aktinoidák

<b>90</b> Th Tórium	<b>91</b> Pa Protaktínium	<b>92</b> U Urán	<b>93</b> Np Neptúnium	<b>94</b> Pu Plutónium	<b>95</b> Am Americium	<b>96</b> Cm Kürium	<b>97</b> Bk Berkéllium	<b>98</b> Cf Kalifornium	<b>99</b> Es Einsteinium	<b>100</b> Fm Fermítium	<b>101</b> Md Mendelevium	<b>102</b> No Nobelium	<b>103</b> Lr Laurencium
------------------------	------------------------------	---------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	------------------------	----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	----------------------------	------------------------------	---------------------------	-----------------------------

Az elemek típusai

s-elemek

p-elemek

d-elemek

f-elemek

Az egy típusú elemeknek hasonló az elektronszerkezete.

A főrtvon baloldaltól a fémek elemek helyezkednek el,  
jobboldaltól pedig — a nemfémek elemek.