

A TERMÉSZETRŐL TIZENÉVESEKNEK



# KÉMIA

*szakközépiskolásoknak*

9



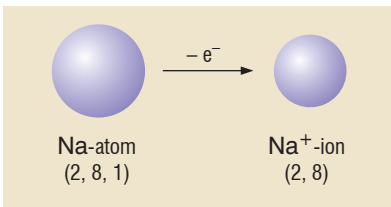
MOZAIK KIADÓ – SZEGED, 2013



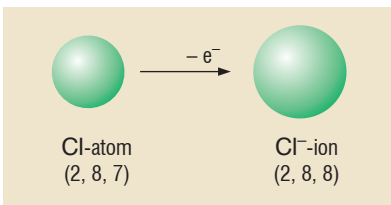
1. **ábra** A nátrium és a klórgáz reakciója. A periódusos rendszer melyik csoportjának eleme a nátrium, illetve a klór?

### Kísérlet

Ha felmelegített nátriumdarabkát klórgázzal telt hengerbe teszünk, heves, szikrázással járó reakciót tapasztalunk, melyben fehér, szilárd anyag: nátrium-klorid, azaz konyhasó keletkezik.



2. **ábra** A nátriumion keletkezése és jelölése. *Miért ad le könnyen elektront a nátriumatom?*



3. **ábra** A kloridion keletkezése és jelölése. *Miért vesz fel könnyen elektront a klóratom?*

## 6. Ionok és ionvegyületek

Azt már tudjuk, hogy Földünkön minden anyag atomokból vagy a belőlük keletkezett ionokból, molekulákból áll. Az ionokból álló vegyületek nagyon elterjedtek a természetben, például a földkéregben mint ásványok, kőzetek (kősó, mészkő), a természetes vizekben mint oldott anyagok találhatók. Az ivóvíz jó ízét a benne oldott ionok okozzák. Ha egyes ionokból sok van a vízben, az káros is lehet; például a nagy kalcium- és magnéziumion-tartalom „keménnyé” teszi a vizet, amely így főzésre és mosásra nem igazán alkalmas. A tengervízet is magas iontartalma (főként nátriumion és kloridion) miatt nem lehet ivóvízként használni.

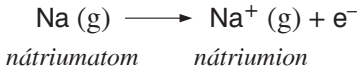
Hogyan keletkeznek az atomokból ionok? Láttuk, hogy a nemesgázok atomjainak elektronszerkezete nagyon stabilis, alacsony energiaállapotú. Ezt bizonyítja csekély reakciókészségük és az, hogy a természetben önálló atomokként fordulnak elő.

A jellegzetes nemesgázszerkezet héliumatom esetében kettő-, a többi nemesgázatom esetében nyolc-nyolc elektront jelent a külső héjon. A kísérleti tapasztalatok azt bizonyítják, hogy az elemek atomjai kémiai reakciók során egymással vagy más elemek atomjaival összekapcsolódva, kémiai kötések kialakításával érik el a nemesgázokéhoz hasonló, stabilis elektronszerkezetet. Így jöhetnek létre az atomokból például ionok és az ionokból ionvegyületek.

Azoknak az elemeknek, amelyek a periódusos rendszerben a nemesgázokhoz közel helyezkednek el, atomjaik legkülső héján kevés (1, 2, 3) vagy viszonylag sok (6, 7) elektron van. Ezért az atomok vegyértékhéjukról leadnak vagy oda felvesznek elektront. Ekkor az elektronok száma kevesebb vagy több lesz, mint a protonok száma: **a semleges atomból elektromos töltéssel rendelkező részecske, ion keletkezik.**

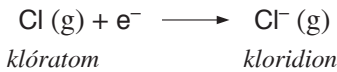
Általában a kevés (1, 2 vagy 3) vegyértékelektronnal rendelkező atomok könnyen adnak le elektront (vagy elektronokat), miközben pozitív töltésű ionokká alakulnak. A nátriumatom már hevítés hatására leadja egyetlen vegyértékelektronját. Ekkor az atommagban levő 11 protonhoz csak 10 elektron tartozik, az atom egyszerűen pozitív töltésű ionná alakul (2. ábra). A nátriumion

elektronszerkezete a neonéhoz lesz hasonló. Az ionok töltését a vegyjel mellett tüntetjük fel.



A több (6 vagy 7) vegyértékelektront tartalmazó atomok gyakran elektronfelvétellel alakítják ki a stabilis nemesgázszerkezetet. Ilyenkor negatív töltésű ionok jönnek létre (3. ábra).

Ha például a klóratom hét vegyértékelektronja mellé felvesz egy elektront, szerkezete az argonéhoz lesz hasonló. Az atommagban levő 17 protonhoz ekkor 18 elektron tartozik, a klóratom egyszerűen negatív töltésű kloridionná alakul.

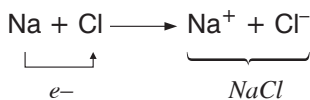


Az ionok töltésének száma megegyezik a leadott vagy felvett elektronok számával. A pozitív ionok töltésszáma annyi, ahány elektron leadásával keletkeznek. Például: a  $\text{Na}^+$ -ion és a  $\text{K}^+$ -ion egyszeres, a  $\text{Ca}^{2+}$ -ion és a  $\text{Mg}^{2+}$ -ion kétszeres pozitív töltésű ion. A pozitív ionok mérete mindig kisebb az atom méreténél, amelyből keletkeztek, mivel a mag vonzó hatása kevesebb elektron esetén jobban érvényesül, és a külső héj gyakran megszűnik. (2. ábra)

A negatív ionok töltésszáma annyi, ahány elektron felvételével keletkeznek. A  $\text{Cl}^-$ -ion és a  $\text{Br}^-$ -ion egyszeres, az  $\text{O}^{2-}$ -ion kétszeres negatív töltésű ion. A negatív ionok mérete mindig nagyobb a megfelelő atom méreténél, mivel a mag vonzása több elektrorra kevésbé hat, jobban érvényesül az elektronok taszító hatása. (3. ábra)

**A pozitív töltésű ionokat kationoknak, a negatív töltésűeket anionoknak nevezzük.**

A nátriumion és a kloridion keletkezése a valóságban együtt megy végbe. A nátriumatomok által leadott elektronokat a klóratomok veszik fel.



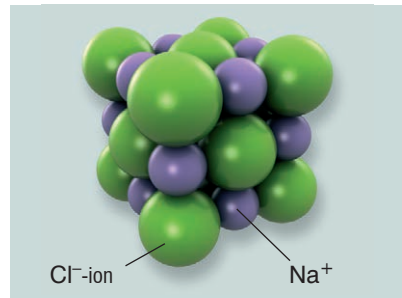
A keletkező nátrium-klorid szilárd **ionvegyület**, melyet nátrium- és kloridionok alkotnak 1:1 arányban.

Az elektronleadás és elektronfelvétel a kémiai reakciókban mindig együtt megy végbe. Az ellentétes töltésű ionokat elektromos vonzás, **ionkötés** tartja össze. **Az ionkötés erős, elsőrendű kémiai kötés.**

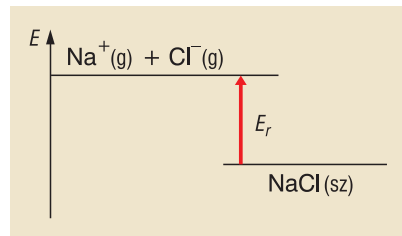
A reakcióban részt vevő atomok elektronok leadásával, illetve felvételével jutnak alacsonyabb energiaállapotba.

#### Néhány atom és ion elektronszerkezetének jelölése

Mg-atom: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	$\text{Mg}^{2+}$ -ion: $1s^2 2s^2 2p^6$
Mg: 2, 8, 2	$\text{Mg}^{2+}$ : 2, 8
O-atom: $1s^2 2s^2 2p^4$	$\text{O}^{2-}$ -ion: $1s^2 2s^2 2p^6$
O: 2, 6	$\text{O}^{2-}$ : 2, 8



4. ábra A nátrium-klorid ( $\text{NaCl}$ ) ionvegyületének szerkezete



5. ábra A  $\text{NaCl}$ -kristály szabad ionokra való felbontásához energia szükséges

Az ionvegyületekben az ionkötés erőssége, az ionok mérete és töltésszáma meghatározza a tulajdonságokat is, például az olvadáspontot, a keménységet és az oldhatóságot.



**1. ábra** Földünkön az anyagok háromféle halmazállapotban fordulhatnak elő. Melyik az az anyag, amelyik a Földön mind a három halmazállapotban megtalálható?



**2. ábra** A negyedik halmazállapot, a plazmaállapot a Földön ritkán fordul elő, de az univerzumban gyakori. A Nap és a csillagok anyaga többnyire plazmaállapotú. Nagyon magas hőmérsékleten a plazmaállapotú anyag elektronokat, ionokat, atommagokat tartalmaz



**3. ábra** A korcsolya jól siklik a jégen. Miért?

## 11. Az anyag felépítése

### AZ ANYAG HALMAZÁLLAPOTAI

Az anyagokat atomok, molekulák vagy ionok építik fel. A mindennapi életben azonban nem egyes, különálló atomokkal, molekulákkal vagy ionokkal találkozunk, hanem ezek sokaságával, halmazával van dolgunk. Sok-sok részecske tulajdonságai együtt már jól megfigyelhetők, érzékelhetők, meg is mérhetők.

Az alkotórészek sokasága és kölcsönhatása következtében az anyagnak olyan tulajdonságai jelennek meg, amelyekről egy vagy néhány alkotórész esetében nem beszélhetünk. Így például ha csak néhány hidrogénmolekulát zárunk egy gáztartályba, annak sem a nyomását, sem a hőmérsékletét nem észlelnénk a legérzékenyebb műszerrel sem. Nagyszámú (például  $6 \cdot 10^{23}$  darab) molekulából álló gáz hőmérséklete és nyomása viszont már jól mérhető érték. Egyetlen molekuláról nem mondhatjuk azt sem, hogy légnemű, folyékony vagy szilárd halmazállapotú, hiszen halmazállapotról is csak sok-sok részecske esetében beszélhetünk (1. és 2. ábra).

Az anyagok tulajdonságait megszabja:

- az alkotórészek (atomok, ionok, molekulák) felépítése, szerkezete, minősége;
- az alkotórészek közötti kölcsönhatások erőssége (első- és másodrendű kötések), valamint
- az alkotórészek mozgása (hőmozgás).

Az egyes anyagok halmazállapotát – adott hőmérsékleten és nyomáson – az alkotórészek közötti összetartó erő és a hőmozgás viszonya szabja meg. Az anyagok halmazállapota lehet: **szilárd, cseppfolyós** vagy **légnemű**.

A halmazállapotot a hőmérséklet és a nyomás is befolyásolja. Ha megfelelő mértékben változtatjuk (állandó légköri nyomáson) a hőmérsékletet, melegítjük vagy hűtjük az anyagokat, megváltozik a halmazállapotuk is.

Például szobahőmérsékleten a klór gáz-halmazállapotú, a víz folyadék, a jód viszont szilárd anyag. Ezek a halmazállapotok csak meghatározott hőmérsékleti határok között állandók. A Földön, légköri nyomáson a víz csak  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  és  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  között folyadék. Azokat a hőmérsékleti értékeket, amelyeken megváltozik egy anyag halmazállapota, olvadáspontnak, illetve forráspontnak nevezzük. Az olvadó jég vagy a forrásban lévő víz hőmérséklete folyamatos melegítés ellenére, mindaddig

nem változik, amíg a halmazállapot-változás tart, azaz a jég teljesen vízzé, a víz vízgőzzé nem válik. A felvett hő eközben a részecskék közötti kapcsolat gyengítésére, illetve felszakítására fordítódik.

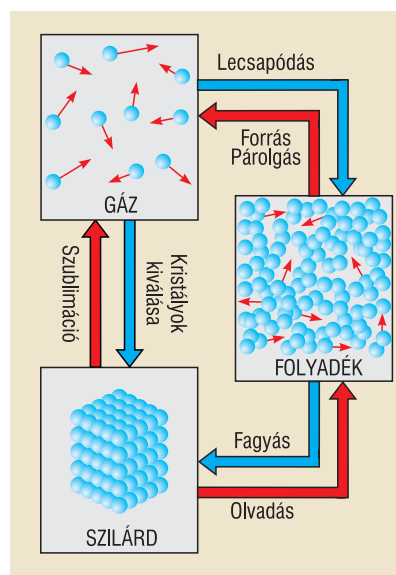
Az olvadáspont és a forráspont (állandó nyomáson) minden tiszta anyag jellemző adata, tulajdonsága. Az anyagok jellemző fizikai tulajdonságait (fizikai állandóit) legtöbbször 25 °C-on és 0,1 MPa ( $10^5$  Pa) nyomáson, vagyis standard nyomáson adják meg. A standard nyomást légköri nyomásnak is nevezik. Az anyagok állapotát befolyásoló tényezők az **állapothatározók\***; ezek közül a legfontosabbak a hőmérséklet, a nyomás és a térfogat. Az állapothatározók megváltozásakor változhat az anyagok halmazállapota is.

Nagyobb nyomáson a víz forráspontja magasabb, az olvadáspontja alacsonyabb lesz. A nyomásnövekedéssel járó olvadáspont-csökkenés okozza a korcsolya, a sí, a szánkó könnyű csúszását a jégen, illetve a havon. A korcsolya keskeny éle alatt fellépő nagy nyomáson a sűrűlítés következtében fejlődő hó megolvasztja a jeget. A folyékony víz kevésbé akadályozza a korcsolya csúszását, mint a jég. A vékony vízréteg a korcsolya éle alatt azt a szerepet játssza, mint a csúszó gépalkatrészek közé cseppentett kenőolaj (3. ábra).

Légköri nyomáson a tiszta víz 100 °C-on forr. Nagyobb nyomáson a víz forráspontja megemelkedik. Ezt a jelenséget hasznosítjuk a konyában, amikor kuktafazékban főzzük az ételt. A légmentesen lezárt edényt melegítve a belső gőznyomás megnő, a légköri nyomás kétszerese is lehet, ekkor a víz forráspontja 120 °C-ra emelkedhet. Magasabb hőmérsékleten hamarabb megfő az étel.

A molekulák mozgásának következménye a folyadékok párolgása. Azok a molekulák, amelyeknek mozgási energiája elég nagy, a folyadék felületére jutva le tudják győzni a molekulák közötti összetartó erőt, kiléphetnek a folyadékból a „gőztérbe”, vagyis elpárologhatnak. A gőztérben levő, rendezetlenül mozgó molekulák viszont a folyadék felületéhez ütközve visszajuthatnak a folyadékba, lecsapódhatnak. Zárt edényben egy idő múlva az időegység alatt elpárolgó és a lecsapódó molekulák száma egyenlővé válik, azaz ugyanannyi molekula jut vissza a folyadékba, mint amennyi elpárolog.

Jól ismert fizikai állandó a sűrűség is, amely adott hőmérsékleten az anyag tömegének és térfogatának a hányadosát jelenti. Jele:  $\rho$ , mértékegysége:  $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ .



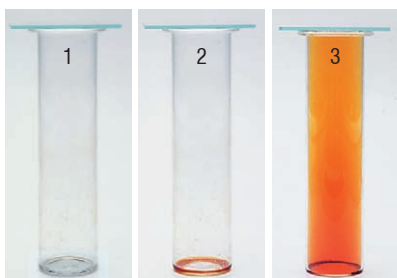
**4. ábra** Halmazállapotok és halmazállapot-változások. Melyik halmazállapot-változás jár hőleadással: a fagyás vagy az olvadás, illetve a párolgás vagy a lecsapódás? Miért fázol, amikor kilépsz a medence vizéből?

Az elemek és vegyületek adott hőmérsékleten és nyomáson általában egyféle halmazállapotban stabilizálódnak. Az olvadásponton kétféle halmazállapot is stabilis lehet. Például a víz 0° C-on lehet folyadék és szilárd (jég) halmazállapotú is.

#### Néhány anyag olvadáspontja és forráspontja (0,1 MPa)

Anyag	Olvadáspont (°C)	Forráspont (°C)
oxigén	-219	-183
etil-alkohol	-117	79
nátrium	98	883
kén	119	444

Milyen hőmérsékleti határok között folyadék az etil-alkohol és a nátrium?



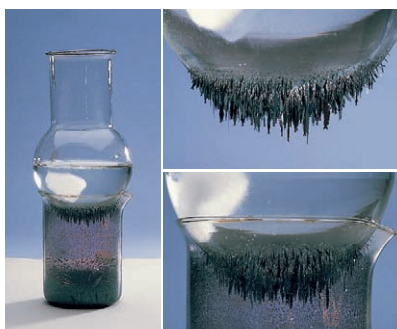
**5. ábra** A levegő (1) és a bróm (2) részecskéinek elkeveredése (3), diffúziója. *Miért párolog el hamar a cseppfolyós bróm már szobahőmérsékleten is?*

### **K** Kísérlet

Az üveghenger aljára cseppentett bróm hamarosan elpárolog, és a keletkező barna színű brómgőz egyenletesen betölti a hengert.

A brómmolekulák mozgásuk közben elkeverednek a levegőt alkotó molekulákkal.

A molekulák önkéntes elkeveredő mozgását **diffúzió**nak\* nevezük.



**6. ábra** A jód szublimációja és hideg felületen történő kristályosodása. Ha szilárd jódkristályt melegítünk, a jód megolvadás nélkül, ibolyaszínű gőzzé alakul, szublimálódik.

*Milyen részecskék vannak a) a jódkristályban, b) a jódgőzökben? Miért szublimálódik a jód már enyhe melegítés hatására is? Milyen halmazállapotváltozásokat látunk az ábrán?*

## GÁZOK, FOLYADÉKOK ÉS SZILÁRD ANYAGOK

A gázokat molekulák (ritkán atomok) alkotják. A gázokra jellemző, hogy molekuláik állandó, rendezetlen mozgást végeznek, méretükhöz képest egymástól távol vannak, állandó kölcsönhatás nem alakul ki közöttük.

Mozgásuk következtében kitöltik a rendelkezésükre álló teret; **a gázoknak nincs állandó alakjuk és térfogatuk**. Már kis erőhatásra összenyomhatók. A gázmolekulák mozgásuk közben egymáshoz és az edény falához ütköznek. Az edény falához ütköző molekulák okozzák a gáz nyomását. A gázok halmazállapotát a hőmérséklet csökkentésével vagy a nyomás növelésével is megváltoztathatjuk. Ha a gázokat összenyomjuk állandó hőmérsékleten, csökken a térfogatuk, a molekulák közelebb kerülnek egymáshoz, és a közöttük fellépő kölcsönhatás folyadékká tartja össze a molekulákat. Például az ammóniagáz 20 °C hőmérsékleten, körülbelül 0,8 MPa nyomáson alakul folyadékká.

A hőmérséklet csökkentésekor a molekulák lassuló mozgásának és ezáltal a közöttük kialakuló kölcsönhatásnak következménye a gázok cseppfolyósodása. Azok az anyagok, amelyek szobahőmérsékleten és légköri nyomáson **folyadékok**, többnyire molekulákból épülnek fel. A folyadékoknak **állandó térfogatuk** van, és gyakorlatilag **összenyomhatatlanok**. A cseppfolyós anyagokban a molekulák viszonylag könnyen elmozdulnak, „elgördülnek” egymáson, ezért a folyadékok **alakja változó** (felveszik a tartóedény alakját).

A szilárd testeknek az **alakjuk** és a **térfogatuk** is **állandó**. A szilárd halmazállapotú anyagokban az alkotórészek, amelyeket a jelentékeny kölcsönhatás helyhez rögzíti, csupán rezgőmozgást végezhetnek. Magasabb hőmérsékleten a rezgések kitérése egyre nagyobb lesz. Az olvadásponton a hőmozgás legyőzi a kölcsönhatásból származó összetartó erőt, ekkor a szilárd anyag megolvad, folyadékká alakul.

A szilárd anyagok is párologhatnak, megolvadás nélkül gázokká alakulhatnak. A jelenséget **szublimációnak** nevezzük (6. ábra). A szublimáció okozza egyes szilárd anyagok jellegzetes szagát (pl. naftalin, kámfor, jód).

A szublimáció fordított folyamata a gőz lecsapódása, visszaalakulása szilárd anyaggá. Ilyen jelenség például télen a dér képződése a levegőben levő vízgőzből.

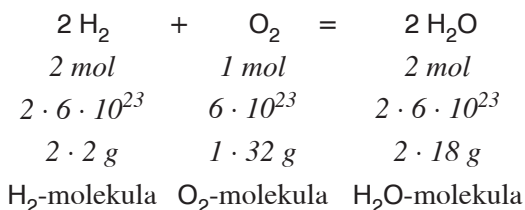
## AZ ANYAGRA JELLEMZŐ KÉMIAI MENNYISÉGEK

### Az anyagmennyiség és a moláris tömeg

- Az **anyagmennyiség** az anyagot felépítő részecskék: atomok, ionok vagy molekulák számát fejezi ki. Jele:  $n$ , mértékegysége a mól, ennek jele a mol. Bármely anyag 1 molja az az anyagmennyiség, amely  $6,02 \cdot 10^{23}$  db részecskét tartalmaz.

(Avogadro-állandó,  $N_A = 6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$ .)

- Egy mol anyag tömegét a **moláris tömeg** jellemzi. Jele:  $M$ , mértékegysége  $\frac{\text{g}}{\text{mol}}$ . Például 1 mol vízmolekula tömege 18 g, a víz moláris tömege  $18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ . A moláris tömeg számértéke megegyezik az adott részecske relatív atom- vagy molekulatömegével. Amekkora a relatív atom- vagy molekulatömeg, annyi gramm 1 mol atom, illetve molekula tömege. Az egyszerű ionok moláris tömege azonos a megfelelő atomok moláris tömegével.
- Mivel bármely anyag 1 moljában a részecskék száma azonos, a kémiai reakciókban részt vevő anyagok tömegei, tömegarányai egyszerűen kifejezhetők. Például:



### A gázok moláris térfogata

A gázok térfogata és molekuláik száma között állapít meg összefüggést **Avogadro törvénye\***: **ha különböző gázok nyomása és hőmérséklete azonos, akkor a gázok egyenlő térfogataiban ugyanannyi molekula van.**

A gázok térfogata csak akkor hasonlítható össze, ha hőmérsékletük és nyomásuk azonos. Megállapodás szerint többnyire  $25^\circ\text{C}$ -on és standard nyomáson adják meg a gázok térfogatát.

Az Avogadro-törvény értelmében megfordítva az állítást az is igaz, hogy a **különböző gázok meghatározott számú molekulái azonos térfogatot töltenek be azonos nyomáson és hőmérsékleten.**

A mól nemcsak atomot, iont vagy molekulát jelenthet, hanem bármilyen anyagi részecskét.

A részecske nevét mindig pontosan meg kell adni:

- 1 mol hidrogénatom,
- 1 mol vasatom,
- 1 mol vízmolekula,
- 1 mol proton,
- 1 mol neutron,
- 1 mol elektron,
- 1 mol nátriumion,
- 1 mol kloridion.

Az anyagok tömege ( $m$ ), moláris tömege ( $M$ ) és anyagmennyisége ( $n$ ) közötti összefüggések:

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

$N_A = 6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$  segítségével kiszámolható az  $n$  molban lévő részecskék száma:

$$N = n \cdot N_A$$

$N_A$ : Avogadro-állandó, amely független az anyagi minőségtől.



7. ábra Amadeo Avogadro [ámádeo avogadro] (1776–1856) itáliai fizikus és kémikus

$$n = \frac{m}{M} \quad n = \frac{V}{V_m}$$

$$N_A = 6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$$

$$N_A = \frac{N}{n} \quad V_m = \frac{V}{n}$$

$$V = \frac{m}{\rho} \quad V_m = \frac{M}{\rho}$$

$N$  a részecskék számát jelöli  $n$  mol anyagban. A  $\rho$  a gázok sűrűsége adott hőmérsékleten és 0,1 MPa nyomáson.

A folyadék és a szilárd halmazállapotú anyagoknak is van moláris térfogata (meghatározott hőmérsékleten és nyomáson), de az Avogadro-törvény csak a gázokra vonatkozik.

Tudjuk, hogy bármely anyag egy móljában  $6 \cdot 10^{23}$  db molekula (vagy más részecske) van. Ebből következik, hogy valamennyi gáz 1 molja  $6 \cdot 10^{23}$  darab molekulát tartalmaz, s ezek térfogata ugyanakkora.

Az anyagok 1 moljának térfogatát a **moláris térfogattal\*** jellemezzük. Jele:  $V_m$ , mértékegysége:  $\frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}$ .

A gázok moláris térfogata független az anyagi minőségtől, csakis a hőmérséklettől és a nyomástól függ.

Valamennyi gáz 1 moljának térfogata (0,1 MPa nyomáson) **25 °C-on 24,5 dm<sup>3</sup>**.

Gyakran adják meg a gázok moláris térfogatát 20 °C-on vagy 0 °C-on és standard nyomáson. A 20 °C hőmérsékletet szobahőmérsékletnek is nevezik. A gázok 1 moljának térfogata 0,1 MPa nyomáson és 20 °C-on 24 dm<sup>3</sup>, 0 °C-on pedig 22,41 dm<sup>3</sup>.



## Kémiai számítások

1. Mekkora a tömege 5 mol oxigénmolekulának?

$$M(\text{O}) = 16; \quad M(\text{O}_2) = 32 \quad m = n \cdot M = 5 \text{ mol} \cdot 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 160 \text{ g}$$

2. Mekkora az anyagmennyisége 88 g szén-dioxidnak? Hány darab molekulát tartalmaz?

$$M(\text{CO}_2) = 44 \quad n = \frac{88 \text{ g}}{44 \text{ g/mol}} = 2 \text{ mol}$$

Ha 1 mol  $6 \cdot 10^{23}$  db, akkor 2 mol  $12 \cdot 10^{23}$  db molekulát tartalmaz.

3. A víz 3 moljának tömege 54 g. Mekkora a víz moláris tömege?

$$M = \frac{m}{n} = \frac{54 \text{ g}}{3 \text{ mol}} = 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

4. Mekkora a térfogata 0,5 mol nitrogénmolekulának 25 °C-on és 0,1 MPa nyomáson?

$$V = n \cdot V_m = 0,5 \text{ mol} \cdot 24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = 12,25 \text{ dm}^3$$

5. Mekkora a tömege 48 m<sup>3</sup> szén-dioxid-gáznak (20 °C, 0,1 MPa)?  $M(\text{CO}_2) = 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

$$n = \frac{V}{V_m} = \frac{48000 \text{ dm}^3}{24 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}} = 2000 \text{ mol} \quad m = n \cdot M = 88\,000 \text{ g} = 88 \text{ kg}$$

- \*6. Mekkora a szén-dioxid-gáz sűrűsége az adott hőmérsékleten és nyomáson?

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{88\,000 \text{ g}}{48\,000 \text{ dm}^3} = 1,83 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3}$$



Néhány ismert gáz 1 moljának térfogata, tömege és az 1 mol gázt alkotó molekulák száma  
(25 °C-on és standard nyomáson)

Anyag	Térfogat ( $V$ )	Tömeg ( $m$ )	Molekulák száma ( $N$ )
hidrogén ( $H_2$ )	24,5 dm <sup>3</sup>	2 g	$6 \cdot 10^{23}$
oxigén ( $O_2$ )	24,5 dm <sup>3</sup>	32 g	$6 \cdot 10^{23}$
szén-dioxid ( $CO_2$ )	24,5 dm <sup>3</sup>	44 g	$6 \cdot 10^{23}$
ammónia ( $NH_3$ )	24,5 dm <sup>3</sup>	17 g	$6 \cdot 10^{23}$

### **f** Foglaljuk össze!

Az anyagi halmazok nagyon sok atomból, molekulából vagy ionból épülnek fel. Az anyagi halmazok tulajdonságait elsősorban az alkotórészek szerkezete és sajátosságai szabják meg, de fontos szerepe van az alkotórészek közötti kölcsönhatásoknak is.

Gázhalmazállapotban a molekulák rendezetlen mozgást végeznek, kölcsönhatás közöttük gyakorlatilag nincs; a gázok sem állandó alakkal, sem állandó térfogattal nem rendelkeznek. Avogadro törvénye szerint az azonos hőmérsékletű és nyomású gázok egyenlő térfogatában ugyanannyi molekula található. Az anyagok egy móljának térfogatát a moláris térfogat fejezi ki. Bármely gáz moláris térfogata 25 °C-on és standard nyomáson  $24,5 \frac{dm^3}{mol}$ . Az anyagok 1 móljának tömegét a moláris tömeg fejezi ki.

A folyadékok molekulái viszonylag közel vannak egymáshoz, közöttük jelentékeny kölcsönhatás működik. Ennek következtében a folyadékok térfogata állandó. A molekulák könnyen elmozdulnak, ezért a folyadékoknak nincs állandó alakjuk.

A szilárd anyagoknak a térfogatuk és az alakjuk is állandó.

### **K** Kérdések, feladatok

1. Mi szabja meg az anyagi halmazok tulajdonságait?
2. Hasonlítsd össze a gázokat, a folyadékokat és a szilárd anyagokat az őket felépítő részecskék mozgása, illetve kölcsönhatása alapján! Mit mondhatunk a folyadékok, és a gázok alakjáról?
3. Mit jelent az, hogy a vas sűrűsége  $a) 7,86 \frac{g}{cm^3}$ ;  $b) az oxigéné pedig 1,43 \frac{g}{cm^3}$ ?
4. Mekkora a térfogata 16 gramm oxigéngáznak ( $O_2$ ), illetve 4 gramm hidrogéngáznak ( $H_2$ ) 25 °C-on és standard nyomáson? Hány db molekulát tartalmaznak?
5. Mekkora az anyagmennyisége 10 dm<sup>3</sup> 0,1 MPa nyomású, 25 °C-os  $N_2$ -gáznak?
6. Melyik gáznak nagyobb a tömege, 1 m<sup>3</sup> oxigéngáznak vagy 1 m<sup>3</sup> ugyanolyan állapotú hidrogéngáznak? Hányszor nagyobb?
7. Mekkora a tömege 10 dm<sup>3</sup> standard nyomású 25 °C-os  $a) szén-dioxid-gáznak (CO_2)$ ,  $b) oxigéngáznak (O_2)$ ? Mekkora a sűrűségük?



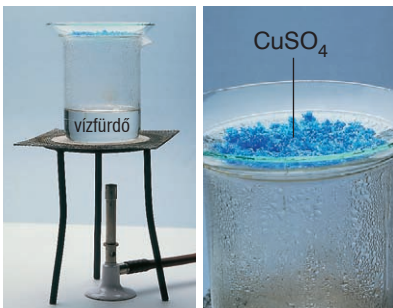
1. ábra A HCl-oldat kémhatása NaOH-oldat hatására megváltozik.

*Mely ionok, illetve molekulák száma változik meg a folyamatban és hogyan?*

### Kísérlet

0,1  $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$  koncentrációjú HCl-oldat-hoz adjunk néhány csepp univerzális indikátort, csepegtessünk hozzá 0,1  $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$  koncentrációjú NaOH-oldatot addig, amíg az indikátor átmeneti színű lesz!

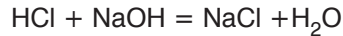
Tudjuk, hogy a hidrogénion az oldatban mindig oxóniumiont jelent, de az egyszerűség kedvéért gyakran csak a hidrogéniont ( $\text{H}^+$ ) jelöljük.



2. ábra A réz(II)-szulfát-oldat bepárlása (az oldószer elpárologtatása) vízfürdőn

## 26. Közömbösítés és hidrolízis

A hidrogén-klorid és a nátrium-hidroxid reakcióját a következő egyenlettel írhatjuk le:



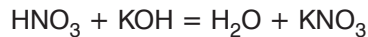
A reakció lényegét jobban kifejező ioneqyenlet:



A változás még egyszerűbben is jelölhető:



A változás mindössze annyi, hogy a savból származó hidrogénionok, vagyis oxóniumionok és a bázisból keletkező hidroxidionok protonátadáással vízmolekuláká egyesülnek. Az oldatban lévő  $\text{Na}^+$ - és  $\text{Cl}^-$ -ionokkal nem történik változás. Az oldat bepárlásakor NaCl-ionkristállyá alakulnak. Hasonló reakciók játszódhatnak le más sav és bázis esetében is:



Ioneqyenlettel jelölve a folyamatot:



Változás:



A savak és bázisok reakciójakor tehát a savból származó hidrogénionok (oxóniumionok) és a bázisból létrejövő hidroxidionok vízmolekulákká egyesülnek.

A folyamatban mind a savas, mind a lúgos kémhatás megszűnhet, ezért a folyamatot **közömbösítésnek**\* nevezzük. A közömbösítés a savak és a bázisok jellemző reakciója, **sav-bázis reakció**.

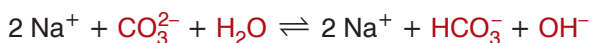
Ha a közömbösítés semleges kémhatást eredményez, akkor **semlegesítésnek**\*\* a neve. Ez általában erős savak és erős bázisok reakciójakor következik be. Semlegesítéskor a vízmolekulák mellett mindig maradnak az oldatban kationok és anionok, amelyek az oldat bepárlásakor ionkristály formájában nyerhetők ki. (2. ábra)

A **fémionokból** vagy ammóniumionokból és **savmaradékionokból** álló vegyületeknek **só** a közös nevük. Mivel a sók többsége fémionokból és savmaradékionokból áll, elnevezésük is a fém, illetve a savmaradék

nevéből történik. Például nátrium-klorid, kálium-klorid, kalcium-nitrát, réz-szulfát.

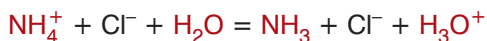
A sók többsége jól oldódik vízben. Oldatba kerülő ionjaik gyakran reakcióba is lépnek a vízmolekulákkal. A sók ionjainak vízzel való reakcióját **hidrolízisnek**\* nevezik.

A nátrium-karbonát oldásakor az oldatba kerülő ionok közül a karbonátió lép sav-bázis reakcióba a vízzel:



A hidrolízis során képződött hidroxidionok következtében az oldat **lúgos kémhatású**.

Az ammónium-klorid oldódásakor az ammóniumionok és a víz között történik sav-bázis reakció:



A keletkezett oxóniumionok miatt az oldat **savas kémhatású**.

A nátrium-klorid ionjai (a  $\text{Na}^+$ -, illetve a  $\text{Cl}^-$ -ionok) nem lépnek reakcióba a vízmolekulákkal, nem történik hidrolízis, ezért a NaCl oldata semleges kémhatású.

Az ionvegyületek (sók) oldatának savas vagy lúgos kémhatása hidrolízisük eredménye (**3. ábra**).

Hidrolízis akkor következik be, ha az ionvegyület

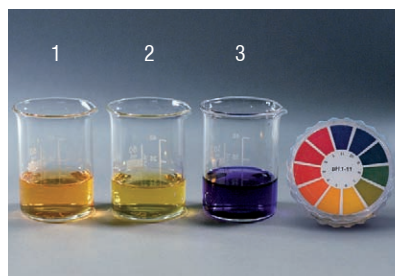
- kationja protont tud átadni a vízmolekulának, oxóniumion képződik, savas kémhatású lesz az oldat;
- anionja protont tud felvenni a vízmolekulától, hidroxidion képződik, lúgos kémhatású lesz az oldat.

Ha az oldatban lévő ionok nem lépnek reakcióba a vízmolekulákkal, akkor az oldat oxónium-, illetve hidroxidion-koncentrációja sem változik meg.

Általában nem hidrolizálnak az erős savakból és erős bázisokból képződött sók, mint például a NaCl, a  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , a  $\text{NaNO}_3$ . Hidrolizálnak viszont az erős savból és a gyenge bázisból, illetve a gyenge savból és az erős bázisból keletkező sók, mint például a  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , a  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , a  $\text{CuSO}_4$ .

A sók többsége oldódik vízben (pl. a kősó), de vannak közöttük oldhatatlan vegyületek is (pl. mészkő).

A leggyakoribb sók: kloridok, nitrátok, szulfátok, karbonátok. Vízben jól oldódik a legtöbb klorid és nitrát, viszont rosszabbul oldódnak a szulfátok és a karbonátok. Általában az alkálifémek minden vegyülete jól



**3. ábra** Sóoldatok kémhatásának vizsgálata:  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (1), NaCl (2),  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (3). Milyen reakció eredménye a sók vizes oldatának savas és lúgos kémhatása? Mekkora lehet az ábrán látható oldatok pH-ja, a semleges oldat pH-jához viszonyítva?

### Kísérlet

Oldjunk fel külön-külön poharakban lévő, univerzális indikátort tartalmazó vízben  $\text{NH}_4\text{Cl}$ -ot, NaCl-ot és  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -ot! Vizsgáljuk meg az oldatok kémhatását! Az első esetben savas, a másodikban semleges, a harmadikban lúgos kémhatást tapasztalunk.

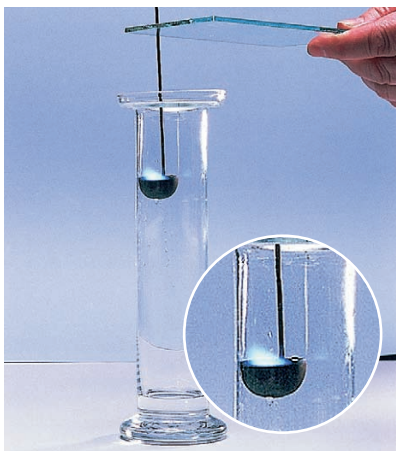


**4. ábra** Sókertek kialakításával nyert só-hegyek. Keress magas sótartalmú természetes vizeket!



A kén vegyjele: S  
 A kén képlete: S<sub>8</sub>  
 Olvadáspontja: 115,2 °C  
 Forráspontja: 444,6 °C  
 Sűrűsége: 2,07  $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

1. ábra A kén molekulájának modellje és a kén néhány fizikai adata



2. ábra A kén égése oxigénben



3. ábra Permetezés. Nézz utána, melyik növényi betegség ellen hatékony a rézgálic oldalt!

## 36. A kén és vegyületei

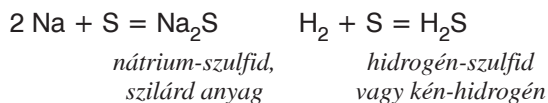
### A KÉN

A kén a periódusos rendszer 16. csoportjának második eleme. Atomjának vegyérték-héj-szerkezet:  $3s^2 3p^4$ .

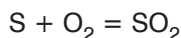
Nyolc atomja kapcsolódik össze egyszeres kovalens kötéssel molekulává (S<sub>8</sub>). Molekulakristályát ilyen nyolcatomos molekulák alkotják (1. ábra). Apoláris molekulái között a kristályrácsban gyenge másodrendű kötések hatnak, ezért olvadáspontja alacsony, keménysége kicsi. A kén **sárga** színű, **szilárd** anyag. Apoláris molekulái miatt **vízben oldhatatlan**. Apoláris oldószerekben kissé oldódik. Legjobban a szén-diszulfid (CS<sub>2</sub>) oldja.

Szobahőmérsékleten a kén kevésbé reakcióképes. A **higannyal** és az **ezüsttel** viszont már alacsony hőmérsékleten is **reakcióba lép**, ezért szokták a szétszóródó higanycseppeket kénporral beszórni.

Magas hőmérsékleten számos fémes és nemfémes elemmel egyesül (2. ábra). Nagy elektronegativitású fémekkel ionkötésű szulfidokat (Na<sub>2</sub>S) alkot, nemfémekkel és hidrogénnel kovalens kötésű molekulákat hoz létre.



A kén-hidrogén színtelen, kellemetlen „záptojás szagú” mérgező gáz. A kén levegőn hevítve meggyullad, és **kén-dioxidá é**:



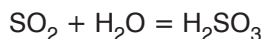
A kén a természetben elemi állapotban is előfordul, legnagyobb mennyiségben vulkáni gázokból keletkezik. Az élő szervezetben a fehérjék alkotórészeként található meg.

A kén felhasználása igen széles körű. Főként kacsuk vulkanizálására és kénsav előállítására használják. Sok ként dolgoz fel a gyógyszer- és a festékipar. Az elemi kén baktériumölő hatású, ezért a bőrgyógyászatban hintőporok, kenőcsök készítésére használják. Növényvédő szerként is alkalmazzák. Jól ismert vegyülete a réz(II)-szulfát (CuSO<sub>4</sub>), másnéven rézgálic, melynek oldatát permetezőszerként alkalmazzák.

## A KÉN-DIOXID ÉS A KÉN-TRIOXID

A kén-dioxid ( $\text{SO}_2$ ) **színtelen, szúrós szagú, mérgező gáz**. Víz jelenlétében a festékanyagokat roncsolja, ezen alapul **színtelenítő, fehéritő** hatása (5. ábra).

A kén-dioxid dipólusmolekulái **vízben jól oldódnak, kénessav** ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ) keletkezik.



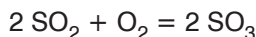
Az élő szervezetekre erősen mérgező hatású, mert a vörösvérsejteket roncsolja, a hemoglobint redukálja. Egészen kevés kén-dioxidot tartalmazó levegő belélegzése is veszélyes. A kén-dioxid a penészgombákat pusztítja, ezért alkalmazzák például hordók fertőtlenítésére (boroshordókban kénszalagot égetnek) (6. ábra). Baktériumölő hatása miatt tartósításra, konzerválásra is használják. A növények klorofillját redukálja, így azokat is pusztítja.

### Kísérlet

Égessünk kénport üvegedényben, majd öntsünk az edénybe kevés vizet! Takarjuk le üveglappal, majd rázzuk össze! A gáz feloldódása után az oldatba tett kék lakmuszpapír színe pirosra változik a kénessav hatására.

Helyezzünk kén-dioxiddal telt edénybe megnedvesített színes papírt vagy virágot, és fedjük le az edényt üveglappal! Néhány perc múlva a papír, illetve a virág színe elhalványul (5. ábra). (A kén-dioxid mérgező anyag, ezért a kísérleteket óvatosan végezzük!)

A kén-dioxid egyik fontos reakciója, hogy oxigénnel kén-trioxidot alkot, miközben a kén redukálódik:

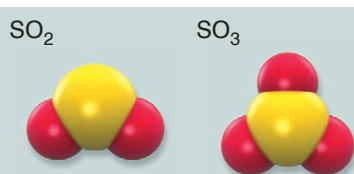


A kén-trioxid ( $\text{SO}_3$ ) vízben erős hőfejlődés közben oldódik, és kénsavvá alakul:



A kén-trioxid a természetben vulkáni gázokban fordul elő. Megtalálható a nagyvárosok és ipartelepek levegőjében is mint szennyező anyag.

A levegőt szennyező anyagok közül leggyakoribb a kén-trioxid mellett a kén-dioxid. Szinte mindenütt keletkezik, ahol kéntartalmú tüzelőanyagokat: barna kőszén, fekete kőszén, gázolajat, földgázt égetnek.



**A kén-dioxid:**

– **olvadáspontja:**  $-72,7\text{ }^\circ\text{C}$

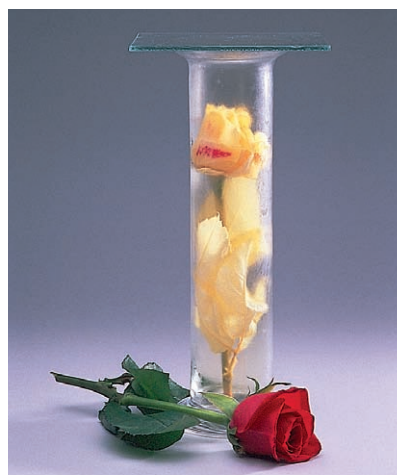
– **forráspontja:**  $-10,2\text{ }^\circ\text{C}$

**A kén-trioxid:**

– **olvadáspontja:**  $16,8\text{ }^\circ\text{C}$

– **forráspontja:**  $44,8\text{ }^\circ\text{C}$

4. ábra A kén-dioxid és a kén-trioxid-molekula modelljei és fizikai adatai



5. ábra A kén-dioxid színtelenítő hatása



6. ábra Kén-dioxiddal fertőtlenítik a boroshordókat. *Min alapul a kén-dioxid fertőtlenítő hatása? Milyen kémhatású a kén-dioxid vizes oldata? Miért?*

A réz: Cu (cuprum)

**Fizikai tulajdonságok**

**Színe:** vörös

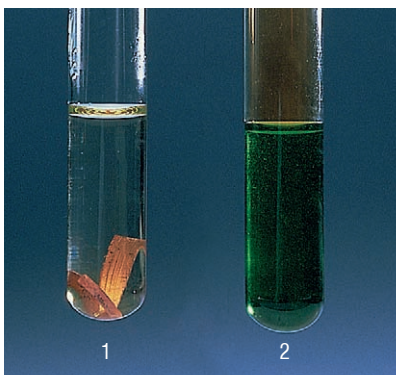
**Olvadáspontja:** 1083 °C

**Forráspontja:** 2595 °C

**Sűrűsége:**  $8,96 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$



**1. ábra** A zöld színű patina összefüggő réteget képez a bronztárgyak felületén. *Miért nem mennek tönkre a levegőn a réztartalmú tárgyak?*



**2. ábra** Réz sósavban (1) és salétromsavban (2). *Melyik kémcsőben történik változás? Miért?*

### **K** Kísérlet

Tegyünk két kémcsőbe rézdarabkákat! Öntsünk a kémcsövekbe sorra: tömény sósavat és tömény salétromsavat! A tömény salétromsavban a réz feloldódik.

## 46. Réz, ezüst és arany

### A RÉZ

A réz az egyik legrégebben ismert fém. Már a régi korok emberei készítettek rézből fegyvereket, használati tárgyakat (rézkor). A réz **vörös színű**, nagy sűrűségű **nehézfém**.

A **hőt és az elektromosságot** az ezüst után a legjobban **vezeti**. Könnyen **megmunkálható**, vékony huza-  
lok, lemezek készülnek vörösrézből.

A levegő **oxigénjével** csak **magas hőmérsékleten egyesül** fekete színű réz-oxidá (CuO). Nedves levegőn zöld színű, összefüggő réteg, „patina” vonja be, ez adja a szabad levegőn álló rézkupolák, bronzszobrok zöld színét (1. ábra).

Savas ételek hatására a rézedények, az evőeszközök felületén is képződhet ilyen zöld színű, veszélyes, mérgező hatású vegyület, melyet azonnal el kell távolítani. Rézedényben savas ételt nem szabad tárolni.

A réz sósavban nem változik meg. **Tömény, forró kénsavban és tömény salétromsavban** feloldódik. A tömény kénsav és salétromsav **oxidáló hatású** savak. **A réz csak oxidáló hatású savakban oldódik** (2. ábra).

A réz a természetben tisztán, *színállapotban* is előfordul, de főként vegyületekben található, ezekből állítják elő redukcióval.

A réz vegyületei közül több (malachit, azurit) szép kék vagy zöld színű ásvány. Jól ismert rézvegyület a *rézgálic*, másnéven a réz(II)-szulfát (CuSO<sub>4</sub>), melynek oldatát mésztejjel keverve permetezőszerként („bordói lé”) használják a mezőgazdaságban.

**A réz vegyületei az élő szervezetekre mérgezőek.**

### Legismertebb rézötvözetek

Ötvözet	Összetétel	Tulajdonságok
sárgaréz	réz és cink	kemény, jól önthető
bronz	réz, ón, ólom	kemény, jól önthető
alpakka	réz, cink, nikkell	korrozíó- és saválló

## AZ EZÜST

Az ezüst, az arany és a platina: **nemesfémek**. A természetben színállapotban is előfordulnak. Nevük onnan származik, hogy nehezen lépnek reakcióba más anyagokkal.

Az **ezüst** fényes, **ezüstfehér színű nehézfém**. A fémek közül a legjobban **vezeti a hőt** és az **elektromosságot**, jól megmunkálható.

Az ezüst a levegő oxigénjével nem lép reakcióba. Az ezüstdből készült tárgyak felületén keletkező sötét színű bevonat: ezüst-szulfid ( $\text{Ag}_2\text{S}$ ), amely a levegőben lévő kéntartalmú vegyület (kén-hidrogén) hatására keletkezik. A kén-hidrogén-tartalmú gyógyvizekben az ezüstitárgyak ezért megfeketednek és tönkremennek.

Sósavval nem lép reakcióba, de a tömény, **oxidáló hatású salétromsav** feloldja. Az arany a tömény salétromsavban sem oldódik fel, ezért a két fém salétromsavban való oldással választják el egymástól. Az ékszerészek a salétromsavat **választóvíznek** nevezik.

Az ezüstöt többnyire rézzel ötvözik, hogy keménységét fokozzák. Az ezüstitárgyak 10–20% rezet tartalmaznak. Higanyal alkotott ötvözetét (amalgám) régebben fogtömésre használták.

Az ezüst **vegyületei fényérzékenyek**, bomlékonyak. Az ezüst-kloridból és az ezüst-bromidból napfény hatására finom eloszlású, szürke ezüst válik ki (4. ábra).

Az ezüstvegyületek fényérzékenységét alkalmazták régen a fényképezésnél és a filmek előhívásakor.

Az ezüst színállapotban és vegyületeiben is előfordul a természetben. Gyakran előfordul más fémek érceiben is. Sok helyen az arannyal együtt, egy ötvözetben képződik. Az ezüst a legnagyobb mennyiségben előállított és felhasznált nemesfém.

Használják ékszerek, dístárgyak, érmék készítésére, valamint az elektromos iparban. Baktériumölő tulajdonsága miatt fertőtlenítésre, vizek tisztítására is alkalmazzák.

Az ezüst egyik legismertebb vegyülete az ezüst-nitrát ( $\text{AgNO}_3$ ), amely vízben jól oldódó, színtelen kristályos anyag. Levegőn, fény hatására elbomlik, ezüst válik ki. A baktériumokat és mikroorganizmusokat elpusztítja, ezért a gyógyászatban sebek kezelésére használják (lápisz).

**Az ezüst:** Ag (argentum)

### Fizikai tulajdonságok

**Színe:** ezüstfehér

**Olvadáspontja:** 960 °C

**Forráspontja:** 2220 °C

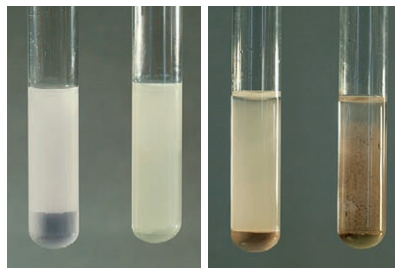
**Sűrűsége:**  $10,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$



**3. ábra** Ezüstitárgy. *Miért barnul meg a levegőn álló ezüstitárgy felülete? Miért és milyen fémrel ötvözik leggyakrabban az ezüstöt?*

### Kísérlet

Öntsünk két kémcsőbe ezüst-nitrát-oldatot, adjunk az egyikhez nátrium-klorid-, a másikhoz nátrium-bromid-oldatot! A kivált fehér, illetve sárgásfehér színű anyagot tartalmazó kémcsöveket tegyük napfényre! Rövid idő múlva azt tapasztaljuk, hogy mindkét anyag színe – fény hatására – szürkére változik, a kivált, finom eloszlású ezüsttől.



**4. ábra** Az ezüst-klorid és az ezüst-bromid fény hatására elbomlik. *Mi a kiváló, sötét színű anyag?*



1. ábra Szmog Hong Kong felett



2. ábra A szennyező anyagok egyik forrása az ipari termelés



3. ábra Az elektromos autó használata környezetkímélőbb, mint a belső égésű motorral hajtott autóé

## 47. A levegő és szennyeződése

A légkör, amely mintegy 60 km vastagságban veszi körül a Föld bolygót, az emberi élet, az állat- és növényvilág számára meghatározó jelentőségű. A levegő összetétele ebben a magasságban állandónak tekinthető, azaz az állandó összetevők, az oxigén és a nitrogén átlagos aránya nem változik. A levegő „tisztasága” azonban már régen eltér az ideálistól. Az utóbbi évszázadban ugyanis egyre több olyan szennyező anyag került a légkörbe, melyek az élő szervezeteket, a természetet, környezetünket egyaránt súlyosan veszélyeztetik.

A levegőt szennyező anyagok közül a legismertebbek a **kén-dioxid** ( $\text{SO}_2$ ), a **nitrogén-oxidok** ( $\text{NO}_2$  és  $\text{NO}$ ), a **szén-monoxid** ( $\text{CO}$ ), a **szénhidrogének** és a **por**. A szén-dioxid nem tekinthető szennyező anyagnak, hiszen természetes módon jelen van a levegőben. Menyiségének növekedése a felmelegedést kiváltó üvegházhatás fokozódása miatt veszélyes.

A szennyező anyagok forrásai lehetnek: az ipari üzemek, a járművek, a hőerőművek és a háztartások. A mérgező anyagok főként a tüzelőanyagok (szén, fűtőolaj, benzin, földgáz) égésekor kerülnek a levegőbe (2. ábra). A gépjárművek kipufogógáza a többféle veszélyes, mérgező gáz mellett korom- és szén szemcsékből álló port is tartalmaz. A nagyvárosokban kialakuló **szmog** különösen veszélyes az élő szervezetre.

Légszennyezettségi térkép a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium mérőhálózata által óránként mért és összegyűjtött adatok alapján készül. Ha a levegő szennyezettsége túllépi a hivatalosan megengedett értéket, **szmogriadót** rendelnek el. Ez azt jelenti, hogy leállítják, illetve jelentősen csökkentik a gépjárműközlekedést és a szennyező anyagot kibocsátó ipari üzemek működését.

A levegő tisztaságának megőrzése érdekében ma már a világon mindenütt erőfeszítéseket tesznek. Így például

- korszerű tüzelőberendezéseket építenek,
- a gyárakat és a hőerőműveket hatékony szűrőberendezésekkel látják el,
- a gépkocsikban ólommentes benzint alkalmaznak,
- a kipufogógázok tisztítása érdekében autókatalizátorokat használnak.



Az **autókatalizátor** a motorban az üzemanyag elégetésekor keletkezett veszélyes, mérgező gázokat ártalmatlan anyagokká alakítja át (a szén-monoxidból szén-dioxid, a nitrogén-oxidokból nitrogén, a szénhidrogénekből szén-dioxid és vízgőz lesz).

A közlekedésben szorgalmazzák **környezetbarát üzemanyagok** használatát. Újabban egyre több alternatív energiaforrást vonnak be a közlekedésbe is, részben környezetvédelmi okokból, részben a kőolajkészletek végeessége miatt. Legismertebbek közülük a **bioetanol** és a **biodízel**, melyeket Magyarországon is egyre nagyobb mennyiségben gyártanak (4. ábra). A bioetanol főleg cellulóz- és keményítőtartalmú gabonából, kukoricából nyerik. A biodízelt növényi olajokból (repce-, napraforgó-, pálma-, szójaolaj), ritkábban állati zsiradékokból állítják elő.

## SAVAS ESŐK

A savas esőket a levegő nedvességtartalmában oldott kén-dioxid, nitrogén-oxidok és hidrogén-klorid okozza.

- A kén-dioxid ( $\text{SO}_2$ ) a fosszilis tüzelőanyagok elégetésekor jut a levegőbe. A kőszén, a kőolaj mindig tartalmaz több-kevesebb ként, amely égéskor kén-dioxiddá alakul. A kén-dioxid (és a belőle keletkező kén-trioxid) az esővízben feloldódva kénessavat, savas esőt képez. A savas esők veszélyesek a növényekre (különösen a fenyőerdőkre), az épületekre, a fémtárgyakra, a mészkőből és márványból készült szobrokra (5. ábra).
- A gépjárművek motorjaiban az üzemanyag (benzin, dízelolaj) égésekor, magas hőmérsékleten a levegő nitrogénje is egyesül az oxigénnel, és nitrogén-oxidok ( $\text{NO}$  és  $\text{NO}_2$ ) keletkeznek. A nitrogén-oxidok mérgező, az élő szervezetre veszélyes anyagok. A vízben oldódnak, és salétromsav képződik, amely a savas esők egyik legveszélyesebb alkotója.
- A klórtartalmú anyagok (pl. PVC) égésekor klór és hidrogén-klorid jut a levegőbe. Az esővízben feloldódva savvá alakulnak, s a savas esők részeként hullanak vissza a Földre, károsítva az élővilágot, különösen a növényzetet.

A savas esők három fő összetevője tehát a kénsav, a salétromsav és a sósav. A savas esők ártalmasak az emberi szervezetre, de a legnagyobb veszélyt a talaj,



4. ábra A környezetbarát üzemanyagok használatát szorgalmazzák a környezetvédők

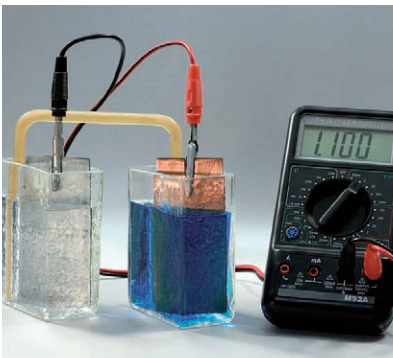
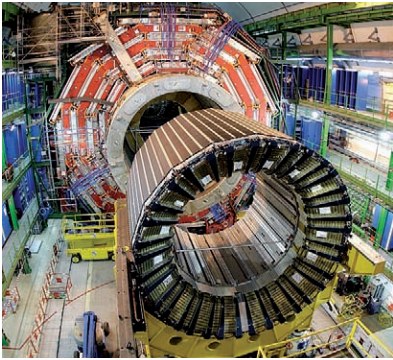


5. ábra Savas eső rongálta szobor



6. ábra Savas esők hatása. Nézz utána, hol voltak „híres erdőpusztulások” a savas eső miatt!

# Tartalomjegyzék



Bevezetés .....	8
-----------------	---

## I. ATOMOK, IONOK, MOLEKULÁK

1. A víz földi előfordulása és körforgása .....	10
2. Az atom felépítése .....	16
3. Az izotópok .....	20
4. Elektronok az atommag körül .....	24
5. A periódusos rendszer .....	29
6. Ionok és ionvegyületek .....	34
7. A kovalens kötés és a molekulák .....	38
8. A molekulák alakja .....	42
9. Dipólusos molekulák és összetett ionok .....	45
10. Kölcsönhatás a molekulák között .....	49
Összefoglalás .....	53

## II. AZ ANYAG FELÉPÍTÉSE

11. Az anyag felépítése .....	56
12. Szilárd anyagok szerkezete .....	62
13. Az oldatok és az oldódás .....	67
14. Az oldatok összetétele .....	71
15. Ionok vizes oldatokban .....	77
16. Kolloidok .....	81
Összefoglalás .....	86

## III. KÉMIAI REAKCIÓK, ELEKTROKÉMIA

17. Anyagok és szerkezetek .....	90
18. Az anyagok és tulajdonságok .....	94
19. Reakciók és energiaváltozások .....	97
20. A kémiai reakciók sebessége .....	102
21. Az aktiválási energia és a katalizátorok .....	106
22. A kémiai egyensúly .....	109
23. Savak és bázisok .....	112
24. A vizes oldatok kémhatása .....	115
25. Savak és bázisok erőssége .....	119
26. Közömbösítés és hidrolízis .....	122
27. Redoxireakciók .....	125
Redoxireakciók az élővilágban (olvasmány) .....	130
28. Galvánelemek .....	133

# Tartalomjegyzék

29. Szárazelemek és akkumulátorok .....	138
30. Az elektrolízis .....	142
Összefoglalás .....	146

## IV. ANYAGOK KÖRFORGÁSBAN

31. A periódusos rendszer és az anyagok. A hidrogén .....	150
Lehet-e élet más bolygókon? (olvasmány) .....	156
32. A Föld légköre és a levegő .....	159
33. Az oxigén (O <sub>2</sub> ) és az ózon (O <sub>3</sub> ) .....	165
34. A nitrogén (N <sub>2</sub> ) és vegyületei .....	168
35. A szén és vegyületei .....	172
36. A kén és vegyületei .....	176
37. A halogénelemek és vegyületeik .....	181
38. A klór (Cl <sub>2</sub> ) .....	185
39. A hidrogén-klorid (HCl) .....	188
40. Kőzetek és ásványok .....	190
Ásványok és kristályok (olvasmány) .....	194
41. A fémek szerkezete és tulajdonságaik .....	198
42. Az alkálifémek és vegyületeik .....	205
43. Az alkáliföldfémek és vegyületeik .....	208
44. Az alumínium .....	212
45. A vas .....	215
46. Réz, ezüst és arany .....	218
Összefoglalás .....	221

## V. KÖRNYEZETÜNK ÉS AZ ENERGIA

A Föld légkörének kialakulása és változása (olvasmány) .....	224
47. A levegő és szennyeződése .....	226
48. A vizek és a talaj szennyeződése .....	231
49. Energiaforrások I. ....	237
50. Energiaforrások II. ....	241
51. Szénhidrogének .....	245
52. Telített, nyílt láncú szénhidrogének .....	249
53. A kőolaj .....	255
Összefoglalás .....	260

