

KÉMIA

1. TERÜLET/TÉMA: AZ ANYAG TULAJDONSÁGAI ÉS VÁLTOZÁSAI

I T1.1.

Az anyagok fizikai és kémiai tulajdonságai

A bennünket körülvevő természetben az élő és élettelen testek, beleértve magunkat is, anyagokból tevődnek össze. Egyes tulajdonságaik alapján az anyagok már az „első pillantásra” különböznek egymástól, például színük, bizonyos hőmérsékleti hatásokra halmazállapotuk (a cukor szobahőmérsékleten szilárd halmazállapotú, a víz pedig folyékony). Az anyag halmazállapota függ az anyag természetétől (hogyan milyen részecskékből áll és azok milyen kölcsönhatást gyakorolnak egymásra), valamint a hőmérséklettől és a nyomástól is.

Az anyag szilárd halmazállapotában állandó alakú és állandó a térfogata. A folyékony halmazállapotú anyagok térfogata állandó, de az alakjuk változó, attól függően milyen edényben vannak. A gázok alakja és térfogata változó, terjed és betölti a rendelkezésére álló teret, de a gázokat sűríteni is lehet.

A szilárd halmazállapotú anyagok keménységi foka különböző. Így például a műanyagból készült tárgy felületét vasszöggel meg lehet karcolni, de fordítva lehetetlen, és ez azt jelenti, hogy a vas keményebb a műanyagnál.

Az anyagok oldhatósága, hő és elektromos vezetőképessége olyan tulajdonságok, melyeket egyszerű vizsgálattal megállapíthatunk. Tapasztalatból tudjuk, hogy ha a cukrot egy pohár vízbe öntjük és kevergetjük, akkor áttetsző oldat keletkezik. De nem ez fog történni, ha a pohár vízbe lisztet szórunk.

Egyes anyagokról mérés útján tudunk meg többet, például az anyag tömegének és az általa elfoglalt térfogat nagyságának viszonyáról.

A sűrűség fizikai fogalom, amely az adott anyag és térfogategység tömegének hányadosa. Ez szintén az anyag egyik tulajdonsága. Az 1.1 táblázat mutatja, hogy az anyag sűrűsége szilárd halmazállapotban 20%-kal nagyobb, mint folyékony halmazállapotban, míg a folyadék sűrűsége 800-szor nagyobb, mint amikor ugyanazon anyag gáz halmazállapotú. Vannak kivételek, például a víz szilárd halmazállapotban (jég) kisebb sűrűségű, mint folyékony halmazállapotban, emiatt a jég a víz felszínén úszik. Ez fontos, mert télen a vízben élő lények csak így maradhatnak meg.

1.1. táblázat: Három elem sűrűsége: szilárd, folyékony és gáz halmazállapotában

Anyag	Halmazállapot		
	szilárd (g/cm ³)	folyékony (g/cm ³)	gáz (g/cm ³)
Argon	1,65	1,40	0,001784
Oxigén	1,426	1,149	0,001429
Nitrogén	1,026	0,8081	0,001251

Az anyag megfigyeléssel vagy méréssel észlelt tulajdonságait **fizikai tulajdonságnak** nevezzük, s mint mondtuk, ezek: a halmazállapot, az olvadás hőfoka, a forráspont, a sűrűség, íz, szag, szín, szilárdság, hő és elektromos vezetőképesség, valamint az oldódás.

Hasonlítsa össze az anyagok fizikai tulajdonságait a következő minta alapján.

Minta 1.1.	Az anyagok fizikai tulajdonságainak összehasonlítása					
Eszközök	Kémcső állvánnyal, kanál, mágnes, négy kartondarab					
Anyagok	Konyhasó, kén, vas, réz, szóda					
Eljárás leírása	Hasonlítsa össze a fizikai tulajdonságait (halmazállapot, szín, mágnesség és oldhatóság) a következő anyagoknak: konyhasó, kén, vas, réz és víz. Az anyagok megfigyelése során megállapíthatja szobahőmérsékleten a halmazállapotot és a színt. Ahhoz, hogy a mágneses tulajdonságait megállapítsa, kanállal minden anyagból tegyen egy keveset a kartondarabokra. Minden anyaghoz külön kanalat használjon. Húzza végig a mágneset a kartonok alatt és állapítsa meg, melyik anyag mozdult el a mágnes hatására, azaz közülük melyiknek van mágneses tulajdonsága. Az anyagok vízben oldhatóságát vizsgálja ki úgy, hogy a négy kémcsőbe külön-külön tegyen a kanállal konyhasót, ként, vasat és rezet, utána töltsse meg a kémcsövet negyedéig vízzel, majd erősen rázza össze. A kapott eredményeket írja be a táblázatba.					
Eredmény	Fizikai tulajdonságai	Konyhasó	Kén	Vas	Réz	Víz
	Halmazállapota					
	Színe					
	Mágnesség					
	Vízben oldódása					

Az anyag azon tulajdonságát, hogy reakcióba lép egy másik anyaggal, vagy bizonyos feltételek között változik és akkor új anyag keletkezik, kémiai tulajdonságnak nevezzük. Például a hidrogén és az oxigén tulajdonsága, hogy kölcsönös reakcióval vízzé alakulnak. A vas kémiai tulajdonsága, hogy rozsdásodik, azaz a levegőben lévő oxigénnel lép reakcióba.

Az anyag gyakorlati használata éppen a meglévő tulajdonságain alapul. A jó hővezető fémek például felhasználhatók konyhai edények készítésére. A fémeket különböző formájúra lehet sajtolni. A fémek (réz, alumínium) jól vezetik a villamosságot, ezért villanyvezetékek és kábelek gyártására használják fel.

Az anyag tulajdonsága függ a belső szerkezetétől is. A kémiát tanulmányozva kapcsolatba hozzuk az anyag szerkezetét és gyakorlati felhasználását, hiszen azt tulajdonságai határozzák meg.

Az anyag fizikai és kémiai változásai

A mindennapi életben megfigyelhetjük a testek és az anyagok változásait, melyekből a test keletkezik: a jég olvad, a víz elpárolog, a vasból készült tárgyak rozsdásodnak, az ezüstékszer megfeketedik, az ételkészítés folyamata alatt a nyersanyagok megváltoznak, ősszel a levelek megváltoztatják színüket. Ezen változások közül van olyan, amelyiket fizikai változásnak és van olyan, amelyiket kémiai változásnak nevezünk. Az anyag fizikai változása során nem keletkeznek új anyagok, míg a kémiai változásból új anyag keletkezik. Az anyag részecskék sokaságából áll, és ha ezek a részecskék a változás után is ugyanolyanok maradnak, akkor nem keletkezett új anyag. Például, a jég keletkezése télen, vagy a jég olvadása vagy az

edényben a vízpára keletkezése forraláskor, ezek olyan változások, melyek alkalmával nem új anyag keletkezik, hiszen a jég, a víz és a vízpára csupán három különböző halmazállapota ugyanannak az anyagnak – a víznek, melynek mindhárom halmazállapotát ugyanazon molekulák sokasága képezi (a H_2O képlet segítségével jelöljük meg).

Fizikai változások az anyag olyan változása, melynek során nem keletkezik új anyag. Az anyag fizikai változásának példája, amikor a halmazállapot változik (olvadás, párolgás, cseppfolyósítás, megszilárdulás), feloldódás, alakváltozás (aprítás, darálás, törés, torzulás, kinyújtás). A fizikai változások után, ami halmazállapot változást is jelent, vagy feloldódást, az anyag visszatérhet eredeti állapotába.

A fémdrótot különböző módon meg lehet hajlítani és formálni. A drót hajlítása fizikai jelenség, mert a hajlítás után, habár más formát vesz fel, a drót továbbra is ugyanazon részecskékből áll. Ha azonban a drót rozsdásodik, akkor a dróton már egy új anyag keletkezik.

Kémiai változások az anyagnál olyan jellegű változások, amelyek során megváltozik az anyag összetétele, azaz új anyag keletkezik. A kémiai változást másképpen **kémiai reakciónak** nevezzük. A vasszög rozsdásodása, a fa vagy papír égése a kémiai reakció példái. Az anyag változása energiaváltozással jár. Hogy az anyag bizonyos változása megtörténjen, ahhoz a környezetéből energiát kell elvonni (legtöbbször hő formájában). Az ilyen változásokat követően megnövekszik az anyag energiataralma. Ilyen például a következő változás: olvadás, párolgás, fotoszintézis. Más egyéb változások esetén az energia az anyagból a környezetbe szabadul ki (megszilárdulás, kondenzálás, szén elégeése, a papír elégeése), az anyag a változás után a kiinduló állapothoz képest energiában szegényebb lesz. Az energetikai változások a kémiai változásoknál sokkal kifejezettebbek, mint a fizikai változások esetében.

Tiszta anyagok

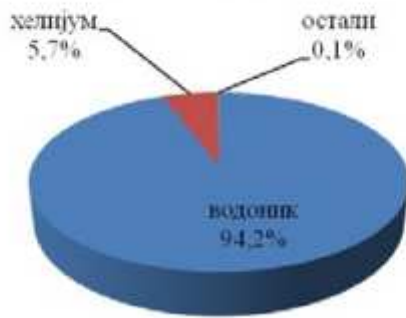
A természetben csak nagyon ritkán található meg egy anyag (tiszta formában), inkább több anyag keveréke van jelen. A tiszta anyagok szerkezete állandó, azonos az anyag minden részében, minden részletében azonos tulajdonsággal bír. A tiszta anyag szerkezete és tulajdonságai ugyanolyanok az anyag bármely mintájában, függetlenül attól, hogy honnan származik.

Az anyag tisztaságának vizsgálata a fizikai tulajdonságok vizsgálatán alapul, melyek minden anyag esetében ugyanazok és jellegzetesek (például: az olvadási hő, a forráspont, sűrűség stb.) A tiszta anyagok összetételükben különböznek egymástól. Azokat az anyagokat, amelyek már tovább nem bonthatók, **kémiai anyagoknak** nevezzük. Azokat a **kémiaiilag tiszta** anyagokat, amelyek bizonyos feltételek között, például melegítéssel, fény vagy villamosság hatására tovább bonthatók még egyszerűbb tiszta anyagokká, **kémiai vegyületeknek** nevezzük.

Kémiai elemek

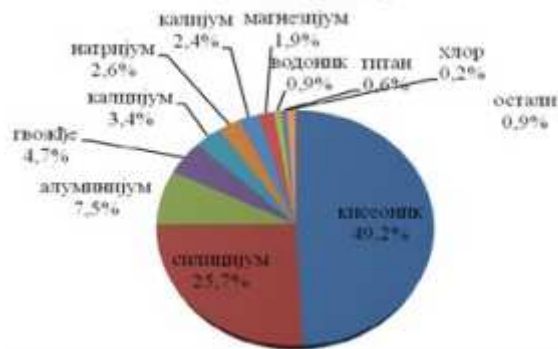
A kémiai elemek a legegyszerűbb tiszta anyagok. Ma 118 elemet ismerünk. Ebből 94 elemet, a Föld kérgében fedeztek fel, a többit laboratóriumban sikerült kimutatni. Minden, amit látunk, a holt természet és az élőlények is, elemekből épül fel. Nem minden elem van jelen a természetben. Az úrben a legelterjedtebb elem a hidrogén (*1.1. kép*). A Föld kérgében pedig a legtöbb az oxigén, második a szilícium, amely az oxigénnel egyesülve a sziklák fő alkotóanyaga. A harmadik leggyakoribb elem a Föld kérgében pedig az alumínium (*1.2 kép*). A mi testünkben a leggyakoribb elem az oxigén, mert az ember testtömegének kétharmadát víz alkotja. Az élő szervezeteket a szervrendszerek alkotják. A szervek szövetekből, a szövetek pedig sejtekből állnak. A sejteket különböző szerves vegyületek alkotják. Éppen ezért a következő leggyakoribb elem a testünkben a szén (a szerves vegyületek tartalmazznak szén elemeket). A testünkben a harmadik leggyakoribb elem a hidrogén. (*1.3 kép*).

Укупна процентуална заступљеност атома елемената у свемру

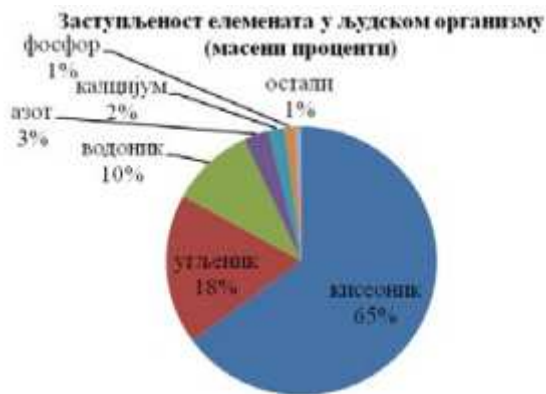


1.1. *кѣп* A világűrben előforduló elemek gyakorisága
A világűrben előforduló atomok százalékos aránya
 Hélium 5,7%
 Hidrogén 94,2%
 Más 0,1%

Заступљеност елемената у Земљиној кори (масени проценти)



1.2. *кѣп* A földkéregben előforduló elemek gyakorisága
A Föld kérgében előforduló elemek gyakorisága (tömegük százaléka)
 Alumínium 7,5%
 Vas 4,7%
 Kalcium 3,4%
 Nátrium 2,6%
 Kálium 2,4%
 Magnézium 1,9%
 Hidrogén 0,9%
 Titán 0,6%
 Klór 0,2%
 Más 0,9%



1.3. *кѣп* Az emberi szervezetben előforduló elemek gyakorisága

Az emberi szervezetben előforduló elemek gyakorisága (tömegük százaléka)

Szén 18%

Oxigén 65%

Hidrogén 10%

Nitrogén 3%

Kalcium 2%

Foszfor 1%

Más 1%

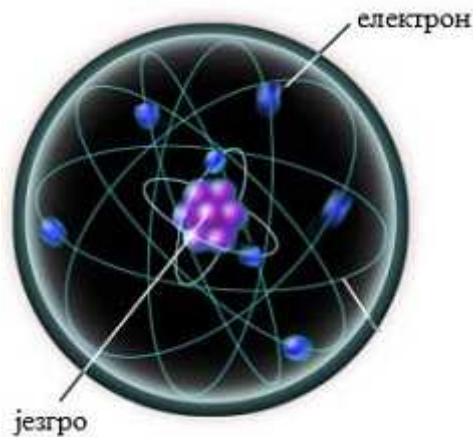
A valós életben az anyagokat mint állandó közeget érzékeljük, melyek nagy számú részecskéből állnak. A részecskék legkisebb alkotóeleme az **atom**. Ahányféle elem, annyiféle atom létezik.

Miben különböznek egymástól a különböző elemek atomjai?

A különböző elemek atomjait a szerkezetük különbözteti meg egymástól. A XIX. és a XX. században a tudósok több kísérletet végeztek, hogy megállapítsák, milyen az atom szerkezete. Legelőször is azt állapították meg, hogy az atom tartalmaz negatív elektromos töltésű részecskéket. Ezeket a részecskéket **elektronoknak** nevezték el (görög szóból, melynek jelentése: borostyán). Az atom szerkezetének további kutatásai során bebizonyították, hogy az atom tömegének legnagyobb része egy nagyon kicsi pozitív elektromos töltésű részben van, amit **atommagnak** neveztek el. Megállapították, hogy a mag átmérője kb. 10^{-12} cm, míg az atom átmérője 10^{-8} cm. Ez azt jelenti, hogy a mag 10 000-szer kisebb az atom átmérőjénél. A mag pozitív töltése az azt alkotó részecskék elektromosságának köszönhető. Ezeket a részecskéket **protonoknak** nevezik (a szó görög eredetű, jelentése: első). A protonok mellett az atommag alkotórészei a részecskék egy másik fajtája - a **neutronok** (a szó latin eredetű, jelentése: neutrális, semleges). A neutronok nem elektromos részecskék. Ezek a részecskék biztosítják az atom stabil magját, csökkentve az azonos elektromos töltésű protonok közötti létező taszító hatást (*1.4. kѣп*). Az elektronok a mag körüli üres térben keringenek és együttesen alkotják az elektronburkot. Mivel az atom egészében elektromos töltet nélküli részecske, a teljes atom ezért semleges, mivel a protonok pozitív töltését azonos számú elektron negatív töltése semlegesíti a burokban.

Az atomban lévő elektronok különböző energiával rendelkeznek, ezért az atommag körül más-más távolságra keringenek. A kísérletek bizonyítják, hogy az elektronok nem rendelkezhetnek tetszőleges energiával, emiatt a mag körüli térben nem tetszőleges pályákon lehetnek, hanem a tér megfelelő részeiben, melyet **energiaszinteknek** nevezünk. A természetben minden elem atomjaiban az elektronok hét szintet képeznek, melyeket megállapítás szerint a latin ábécé nagybetűivel jelölünk: K, L, M, N, O, P és Q.

A K a maghoz legközelebbi szint és ebben a legkisebb térben legfeljebb két elektron található. Ezen két elektron rendelkezik a legkevesebb energiával. Az L szint a tér nagyobb részét öleli fel, nagyobb energiával is rendelkezik, s benne legtöbb nyolc elektron található. Az M szinten legfeljebb 18 elektron található.



1.4. kép Az atom szerkezetének modellje

Ha többet szeretne megtudni az atom szerkezetéről...

A protonok, neutronok és elektronok **elemi részecskék**, rövidítve a következő módon jelöljük őket: protonok p^+ , neutronok n^0 , az elektronok pedig e^- . Az atomot alkotó részecskék alaptulajdonságait az 1.2. táblázat mutatja be. A táblázat adatai azt mutatják, hogy a proton elektromos töltete azonos az elektronéval, de ellenkező előjelű. A neutron és a proton tömege megközelítőleg egyforma és kb. 1800-szor nagyobb az elektron tömegénél.

1.2. táblázat: A proton, az elektron és a neutron tulajdonságai

Tulajdonsága	Proton	Elektron	Neutron
Elektromos töltése (C)	$+1,602 \times 10^{-19}$	$-1,602 \times 10^{-19}$	0
Relatív elektromos polaritás (p^+ az e^- képest)	+1	-1	0
Tömeg (kg)	$1,673 \times 10^{-27}$	$9,109 \times 10^{-31}$	$1,675 \times 10^{-27}$
A relatív tömeg (a részecskék tömege az elektronok tömegéhez képest)	1837	1	1839

Az atomszerkezet leírható két szám segítségével, melyeket atomszámnak és tömegszámnak nevezünk. Az **atomszám** jelölése **Z** és tartalmazza a protonok számát az atommagban, egyben pedig az elektronok számát az atomburokban. Feltehetjük a kérdést, miben különböznek a különböző elemek atomjai. Éppen az atomszám jelenti a különbséget, s jelzi, melyik atomról van szó, azaz beazonosítja az elemet. Az elem olyan anyag, melynek atomjai ugyanazon atomszámúak, azaz az atommagban azonos a protonszám.

A **tömegszám** jele **A**, és jelzi, hogy az atommagban mennyi a protonok és neutronok összesített száma. Ezt a két számot az elem jele mellett a következőképpen írjuk le:

(Maseni broj) – tömegszám A

E

(Atomski broj) – atomszám Z

Ha ismerjük az atomszámot és a tömegszámot, akkor ennek alapján meghatározhatjuk a protonok, elektronok és neutronok számát az elem atomjában.

Egy adott elem minden atomjának ugyanaz az atomszáma (ez azonosítja az elemet), de nem feltétlenül azonos mindegyik atomnak a tömegszáma. A természetben a hidrogén a legkönnyebb elem, de a hidrogén nem minden atomjának ugyanaz a tömege. A hidrogén atomjának magjában egy proton van, és egy elektron a héjban (ellenkező esetben nem lehetnének a hidrogén atomjai). Az atom tömegszámának eltérése abból adódik, hogy különböző a magban lévő neutronok száma. A természetben a legtöbb az olyan hidrogénatom, amelynek egy protonja van a magban és egy elektronja a héjban. Kisebb mértékben fordul elő, hogy a hidrogén atomjainak magjában egy proton és egy neutron van, de igen elenyésző az olyan hidrogénatomok száma, ahol a magban egy proton és kettő neutron van.

Ugyanazon kémiai elem atomjai a neutronok számától függően, azaz a tömegszám tekintetében különböznek egymástól, ezeket **izotópoknak** nevezik (az elnevezés utal az elemeknek a periódusos rendszer táblázatában elfoglalt helyére, erről a későbbiek folyamán lesz szó). A természetben az elemek többségének kettő vagy ennél több izotópjuk van.

Az izotópok kémiai, fizikai, biológiai orvostudományi és más tudományágak fontos folyamatainak tanulmányozását is segítik. A kórházakban, klinikai központokban és intézetekben (a nukleáris gyógyászatban) a radioaktív izotópokat a diagnosztika területén hasznosítják. A kobaltot, melynek atomszáma 60, igen gyakran alkalmazzák a rákos megbetegedések kezelésében az γ -sugarak nyílt sugárforrásaként, melyeket a megfelelő pontra irányítanak.

A radioaktív izotópok hasznosíthatók az élelmiszer tartósítására, különösen hosszabb távon. γ -sugarak hatására elpusztulnak a rovarok, lárváik, valamint a paraziták, melyek a sertéshúsban a trichinózis megbetegedés okozói.

Az izotópok felhasználhatók a sziklák korának meghatározására is. Ismert, hogy az urán izotóp atomszáma 238, radioaktív és a hasadást követően legelőször tórium lesz, melynek atomszáma 234 és felezési ideje $4,5 \times 10^9$ év. A tórium több fokozatban hasad, mindaddig, amíg nem lesz egy stabil termék – ólom, melynek atomszáma 206. Feltételezve, hogy az urán egyes atomjai $Z=238$, átalakulnak azonos atomszámú ólomra $Z=206$, következtetni lehet, hogy a $Z=238$ uránt tartalmazó szikla kora $4,5 \times 10^9$ év.

A szénizotóp, melynek atomszáma 14 (C-14) az atmoszférában kis mennyiségben állandóan jelen van, mert a nitrogénből keletkezik az állandó kozmikus sugárhatás miatt. A növények, de az ember is és más élőlények a növényeken keresztül ezt az izotópot szén-dioxid formájában bejuttatják a szervezetükbe, mely tartalmazza a C-14-et. Amikor az élő szervezet elpusztul, a C-14 bomlása tovább folytatódik (a felezési ideje 5730 év). Ezzel megváltozik a C-14 és a C-12 aránya, ami a növény, az ember vagy más élőlények életében megvolt. A C-14 és a C-12 arányának jelenléte alapján a megmaradt anyagban, például a csontokban, határozható meg az életkor. A C-14 izotópnak köszönhetően sokat megtudhattunk a fotoszintézis folyamatáról, melynek során a zöld növényzetben a szén-dioxidból és a vízből a napsugarak segítségével összetett szerves vegyületek keletkeznek.

Nézze meg a szöveget az interneten <http://hemija.chem.bg.ac.rs/home.htm> I. Gutman. Ž Mikić, Izotopi u arheologiji, *Hemijski pregled*, 5 (2001) 105-107. oldal.

Mekkora az atom tömege?

Az elemek többsége a természetben különböző atomtömegek izotópkeveréke és éppen ezért a természetben található izotópok általános tömegét határozzák meg. Az 1.3. táblázatban az egyes kémiai elemek átlagos atomtömegét adtuk meg.

1.3. táblázat: Egyes kémiai elemek átlagos és relatív tömege

Kémiai elemek	Az átlagos atomtömeg, m_a (kg)	Relatív atomtömeg
Hidrogén, H	$1,674 \times 10^{-27}$	1,008
Szén, C	$1,994 \times 10^{-26}$	12
Oxigén, O	$2,656 \times 10^{-26}$	16
Vas, Fe	$9,274 \times 10^{-26}$	56

Az 1.3. táblázat adatai alapján megállapítható, hogy a kilogramm nagy egység lenne az atom tömegének kifejezésére. Ezért erre a vegyészek a relatív atomtömeget használják.

A **relatív atomtömeg** egy **viszonyszám**, amely megmutatja, hogy egy adott elem atomjának átlagos tömege hányszor nagyobb a $^{12}_6\text{C}$ -izotóp tömegének az 1/12-ed részénél. A szén atomjának magját 12 részecske alkotja: hat proton és hat neutron. Megközelítőleg 1/12-ed része a szén atomtömegének, amely magban 12 részecske van, és ez megfelel egy részecske tömegének.

Az elemek relatív atomtömegét az A_r -rel jelöljük. Mivel ezt az azonos fizikai mennyiségek alapján jelöljük, ez nem egy egységszám, hanem egy viszonzyszám.

A vegyjelek

Már hangsúlyoztuk, hogy a vegyészek külön jelölést alkalmaznak a kémiai elemekre – ezek a vegyjelek (lásd az elemek periódusos rendszerének táblázatát). A világ minden táján ezeket a szimbólumokat használják, mert jelentősen megkönnyítik a kommunikációt, és áthidalják a nyelvi akadályt. A vegyészetben manapság használt vegyjeleket Jöns Jacob Berzelius svéd kémikus javaslatára a XIX. században vezették be. Minden elem jelölésére egy szimbólum használatos, az elem elfogadott elnevezésének első betűje. Például, a hidrogént, melynek latin neve hydrogenium, H betűvel jelöljük, az oxigént, melynek neve latinul oxygenium, O betűvel jelöljük. Olyan elemek esetében, amelyek elnevezése azonos betűvel kezdődik, Berzelius azt javasolta, hogy a kezdőbetűhöz adjanak hozzá még egy betűt az elem elnevezéséből. Az első betű mindig nagy, a második pedig kicsi. Például: hidrogén (hydrogenium) – H; hélium (helium) – He; a higany Hg (hydrargirum) – Hg.

A vegyjeleket úgy ejtjük ki, hogy minden egyes betűt külön ejtünk. Például a higany vegyjelét a Hg-t há-gé-nek olvassuk. Minden kémiai szimbólum egyben minősít is (azonosítja az elemet) és a nagyságot (kvantitást) jelöl – az adott elem egy atomját jelenti. Ha szükséges, hogy egy adott elem több atomját írjuk le, akkor a szimbólum elé számot – koefficiens-t írunk. Például, ha öt atom hidrogént akarunk leírni, akkor úgy írjuk, hogy 5H, vagy ha három atom oxigént, akkor 3O.

A kémiai elemek periódusos rendszere

Ahogy nőtt az ismert elemek száma, a kémikusok előtt egyre világosabbá váltak az elemek tulajdonságainak szabályai, ezért arra törekedtek, hogy ebből rendszert alkossanak. A legsikeresebben ezt Dmitrij Ivánovics Mengyelejev alkotta meg, mert az elemeket az atomtömegük szerinti sorrendbe állította, a kisebbtől a nagyobb felé haladva, eközben észrevette, hogy egy bizonyos elem után következő elem tulajdonságai hasonlóak, mint a sorban előtte állók, azaz hasonló szabályok szerint alakulnak a sorban utána következő új elemek tulajdonságai is. Így alakulnak ki a horizontális és a vertikális elemsorok. A vízszintes sorban lévő elemek tulajdonságai fokozatosan változnak, a függőleges oszlopban lévő elemek pedig hasonlóak fizikai és kémiai tulajdonságaik alapján. A vízszintes sort **periódusnak**, a függőleges oszlopot pedig **csoportoknak** nevezte. Így alakult ki az elemek periódusos rendszere.

Azt a szabályt, hogy az elemek tulajdonságai az atomtömeg növekedésével párhuzamosan változnak, Dmitrij Ivánovics Mengyelejev 1869-ben úgy fogalmazta meg, hogy az elemek tulajdonságai az atomtömegük periodikus funkciója.

A periódusos táblázat mai formáját az 1.5. kép ábrázolja. Összesen **hét periódus és 18 csoport** van, melyeket egytől tizennyolcig sorszámoztak. Az elemek többsége **fém**, ezek a periódusos rendszer táblázatának bal oldalán vannak. A periódusos rendszer táblázatában a jobb oldalon a **nemfémek** találhatóak. A két csoport között vannak a **félfémek**, melyeknek a nemfémek és a fémek közötti átmeneti tulajdonságaik vannak. A negyedik csoportot alkotják a speciális tulajdonsággal rendelkező nemesgázok, kémiai reakciókban nem vesznek részt, inert gázok. (18. csoport).

1.5. kép Az elemek periódusos rendszere.

Grupa=csoport

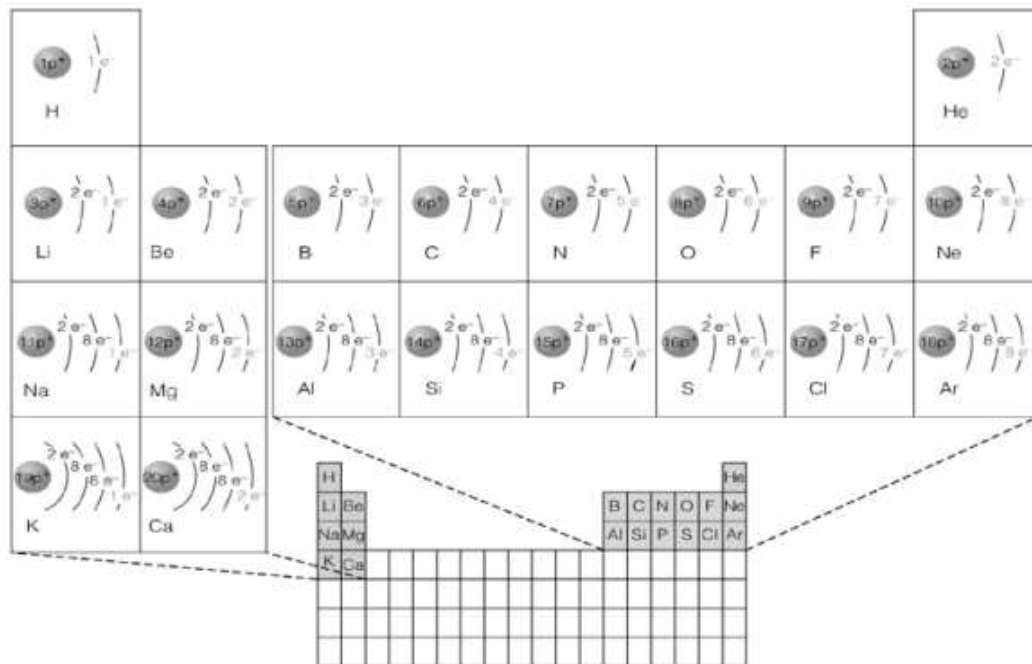
Perioda=periódus

Lantanoidi=lantanoidák

Aktinoidi= aktinoidák

Группа →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Периода ↓	1																	2
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	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo
Лантаноиди	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71			
	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu			
Актиноиди	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103			
	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr			

Amikor Mengyelejev megfogalmazta az elemek tulajdonságának az atomtömeggel összefüggő változási szabályát, még nem ismerték az atom szerkezetét. Később megállapították, hogy a periodikusság az atom szerkezetének, azaz az atommagban lévő protonok számának következménye, ami az atomszámot – Z jelöli. Éppen ez jelenti azt, hogy a táblázatban levő minden következő elem atommagjában egy protonnal több van, az elektronburokban pedig egy elektronnal több az előző elem atomjához viszonyítva. (1.6. kép)



1.6. kép. A periódusos rendszer első húsz eleme elektronhéjának kialakítása

Mi a közös ugyanazon csoport elemeinek atomszerkezetében?

Ugyanazon csoport elemei az utolsó energiaszinten azonos számú elektronnal rendelkeznek (1.6. kép). Az utolsó energiaszint, melyen az elektronok találhatóak a **vegyérték szint (valens szint)**, s az ennek a szintnek megfelelő elektronok a **vegyérték elektronok**. Az elemek tulajdonságai a vegyérték elektronok száma alapján alakulnak.

Miben különbözik ugyanazon csoport elemei atomjának szerkezete?

A vegyérték elektronok az atomban az azonos csoportba tartozó minden következő elemnél egyre távolabb vannak az atommagtól, több energiájuk van, azaz a következő magasabb energetikai szinten vannak.

Mi a közös ugyanazon periódus elemeinek atomszerkezetében?

Az elemek atomjaiban lévő elektronok ugyanabban a periódusban az energetikai szint ugyanazon számán helyezkednek el. Egymás között abban különböznek, hogy az utolsó energetikai szinten megnövekszik az elektronok száma. (1.6. kép).

Az 1.4. táblázatban a fémek, nemfémek és félfémek alaptulajdonságainak leírása található.

1.4. táblázat: A fémek, nemfémek és félfémek fizikai és kémiai tulajdonságai

FIZIKAI TULAJDONSÁGOK		
Fémek	Nemfémek	Félfémek
<p>Fémes fényűek, illetve a felületük nagy visszaturkórozási képességgel bír.</p> 	<p>Lehetnek színtelenek, mint például: az oxigén, nitrogén, de lehetnek színesek is, mint például: a kén vagy a vörös foszfor.</p> 	<p>Gyakran úgy néznek ki, mint a fémek.</p> 
<p>Szobahőmérsékleten szilárd halmazállapotúak, kivéve a higanyt, mely folyékony halmazállapotú.</p> 	<p>Mindhárom halmazállapotban léteznek, kivéve a brómot, az egyetlen folyékony nemfémet.</p> 	<p>Szilárd halmazállapotúak.</p>
<p>Kovácsolhatók, nyújtással huzal vagy drót állítható elő és préselhetők különböző folyamatos fólia formára.</p> 	<p>Nemfémek szilárd halmazállapotban (szén, foszfor, kén és jód) nem kovacsolhatók és nem lehet belőlük drótot nyújtani és fóliát préselni.</p>	<p>Gyakran törékenyek és merevek, mint a nemfémek.</p>
<p>Vezetik a hőt és a villamosságot.</p>	<p>A hőt és a villamosságot nem vezetik (a grafit kivételével) – szigetelők.</p>	<p>Se nem vezetők, se nem szigetelők, hanem úgynevezett félvezetők.</p>
KÉMIAI TULAJDONSÁGOK		
<p>Reakcióba lépnek a nemfémekkel és só – ionos kötést alkotnak.</p>	<p>Reakcióba lépnek a fémekkel és só – ionos kötést alkotnak.</p>	<p>A kémiai tulajdonságaik jobban hasonlítanak a nemfémekéhez.</p>
<p>Reagálnak az oxigénnel és oxidokat alkotnak.</p>		

Egyes fémek (alkáli fémek és alkáli földfémek) oldódnak a vízben, miközben bázist alkotnak és hidrogén szabadul fel.	Reakcióba lépnek az oxigénnel és oxidokat alkotnak. Egyes nemfémek oxidjai vízben oldódnak és savat képeznek. A nemfémek között kovalens kötés jön létre.	
Reakcióra lépnek a savakkal és sókat alkotnak, emellett hidrogén vagy nemfémek oxidjai szabadulnak fel, a nemfémek reagensétől függően. ¹		
Reaktívabb fém kiszorítja a kevésbé reaktív fémet a saját sóoldatából.		

Ha többet szeretne tudni...

Az elemek molekulái. Kovalens kötés – első rész

Az elemek molekulái a természetben ritkán fordulnak elő egyedül, hanem egymással társulnak. Kivételek a nemesgázok atomjai (hélium, neon, argon, xenon, radon).

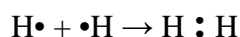
Miért van ez így?

Az atomok egymással társulnak, mert így kisebb energiatartalommal stabilabb egységet alkotnak. Más szóval, a reaktívabb anyagok energiatartalma nagyobb és arra törekszenek, hogy kevésbé reaktívak legyenek (kevesebb energiával). Tény, hogy a nemesgázok kémiai reaktivitás hiánya atomjaik elektron elrendezésére tereli a figyelmet.

A nemesgázok atomjai az utolsó energiaszinten maximális elektronszámmal rendelkeznek: a hélium két elektronnal, a többi nemesgáz pedig nyolccal. Tény, hogy az atomok ilyen elektron konfigurációját a nagyfokú stabilitás, illetve a kémiai reaktivitás hiánya jellemzi.

Ezzel a ténnyel magyarázható, hogy miért kötődnek az atomok egymás között – így érik el a stabil elektron konfigurációt, amilyen a nemesgázok atomjainak van. Ezen a helyen tárgyaljuk a molekulák felépítését, melyek az elemek atomjainak egymás közötti kötődéséből alakulnak ki. Olyan egyenletet alkalmazunk, melyekben az elemek jele mellett pontok segítségével jelöljük a legutolsó energiaszint elektronjait.

A hidrogén olyan elem, melynek atomjai a legegyszerűbb felépítésűek. A hidrogén két elemre kötődik és részecskét képez, amit molekulának nevezünk. A hidrogénmolekula kialakulását a következő módon ábrázoljuk:



A hidrogén minden atomjának egy elektronja van. Az elemek periódusos rendszerének a táblázatában a hidrogénhez legközelebb álló nemesgáz a hélium. A héliumnak két elektronja van a K szinten. Ilyen elektromos konfigurációt a hidrogén két atomja képezhet, ha elektronjaikat egy elektronpárba egyesítik. Ekkor a két elektron az egyik és a másik atomhoz

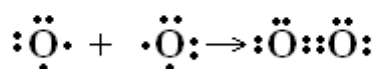
¹ Az oxidok, a savak, a bázisok és a sók a hetedik osztály tananyaga.

is tartozik. Az atomok kötődését, amikor az elektronjaik közös elektronpárokat képeznek **kovalens kötésnek** nevezzük. Ha az elemek atomjai kovalens kötéssel kapcsolódnak egymáshoz, akkor nagyobb részecskét alkotnak és azt az elem molekulájának nevezzük.

Az így keletkezett hidrogénmolekula **strukturális** felépítését ábrázolhatjuk **képlet** segítségével, bemutatva az atomok egymás közötti kötését, mint: H – H

A strukturális képletben a közös elektronpárt összekötő vonallal ábrázoljuk.

Az oxigénmolekula keletkezését a következőképpen lehet ábrázolni:



Az oxigénmolekula szerkezeti képlete: O = O

Hogyan ábrázoljuk a molekulákat?

Az oxigén és a hidrogén molekuláit ábrázolhatjuk a **molekulaképletekkel**, melyek megmutatják, mely elemek alkotnak molekulát, valamint az elemek közül hánynak van molekulája: H₂ vagy O₂. Az elem jele melletti számot **indexnek** nevezzük, és a jel alsó jobb oldala mellé írjuk.

Mindkét esetben az elemek molekulái elektron kötődéssel és közös elektronpárok keletkezésével jöttek létre. Ily módon a hidrogén atomjai a hidrogén molekuláiban és az oxigénatom az oxigénmolekulában stabil elektron konfigurációt alkotnak.

Azt mondtuk, hogy így keletkezett kapcsolatot az atomok között kovalens kötésnek nevezzük. Mivel a hidrogénmolekulát (és az oxigént is) ugyanazon két atom alkotja, mindkét atom magja egyformán vonzza a kötött molekulákat, éppen ezért a két atom magja között térben egyforma távolságra helyezkednek el. Az ilyen kötődést **apoláris kovalens kötésnek** nevezzük.

A hidrogénmolekulában a kötés úgy alakult ki, hogy egy közös pár alakult, s ezt **egyszeres kovalens kötésnek** nevezzük, míg az oxigénmolekulában a kötés két elektron pár között alakult ki és ezt **kétszeres kovalens kötésnek** nevezzük.

Az atomok egymás között kötődhetnek **háromszoros kovalens kötéssel**, mint például a nitrogénmolekula, N₂: N≡N

Az elemek kémiája

Tudjanak meg többet a nemfémekről: hidrogén, szén, nitrogén, foszfor, oxigén, kén, klór, valamint a fémekről: nátrium, kálium, magnézium, kalcium, alumínium, vas, réz, cink és ólom, felhasználva a fejezet végén feltüntetett internet hivatkozásokat. Figyeljék meg az elemek tulajdonságait, és azt, hogy a gyakorlatban hogyan és mire lehet őket felhasználni. Keresse meg a kapcsolatot a nemfémek és a fémek általános tulajdonságai között az *1.4. táblázatban* feltüntetettek alapján.

A kémiai vegyületek

A vegyületek, az összetett és egyszerű anyagok, kettő vagy ennél több elemből alakulnak ki. Az ily módon képződött vegyületek fizikai és kémiai tulajdonságai különbözőek lesznek.

Például a víz (H₂O) olyan vegyület, ami két elemből, hidrogénből és oxigénből alakult, szobahőmérsékleten folyékony halmazállapotú, holott a hidrogén és az oxigén gázok. A konyhasó (nátrium-klorid) fehér kristályos anyag (szilárd halmazállapotban). A konyhasó elemei, nátrium és klór, tulajdonságai különböznek a sótól. A nátrium szilárd halmazállapotú, mint a többi fém, fémes fénye van, a klór pedig sárgászöldes gáz.

A kémiai vegyületeket és földkéregget alkotó elemeket **ásványoknak** nevezzük (1.7. kép). Tekintettel arra, hogy a Földön az oxigén a legelterjedtebb elem, a legtöbb vegyület tartalmazza ezt az elemet szilícium, alumínium és vas kötéssel. Az ásványok előfordulása a természetben igen sokféle.

a)



1.7. kép a) kalcit (mészpát) CaCO₃

b)

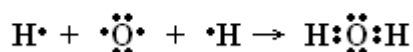


b) gyémánt, C

Ha szeretne többet tudni...

A vegyületek molekulái. Kovalens kötés – második rész

A víz vegyület, a víz molekuláinak kötését, pedig a következőképpen tudnánk ábrázolni.



Az oxigén atomja két egyszeres kovalens kötéssel kötődik a hidrogén két atomjához. A vízmolekulában, az oxigén atommagja erőteljesebben vonzza a hidrogén elektronjait a kötésből, így a közös elektronok közelebb vannak az oxigén atommagjához. Emiatt a molekulák egy része elektrosztatikailag negatívabb, mint a többi része. Az ilyen kovalens kötést **poláris kovalens kötésnek** nevezik.

Az ionos kötés. Kristályszerkezetek.

Milyen vegyület a konyhasó, azaz a nátrium-klorid? Mely részecskék alkotják?

A nátrium (Na) olyan elem, mely az elemek periódusos rendszerének 1. csoportjához tartozik. Az atomszáma Z=11, ami azt jelenti, hogy a nátrium magját 11 proton képezi, a mag körül pedig 11 elektron van. Az elektronok a nátrium atomban három szinten helyezkednek el: a K szinten két elektron, az L szinten nyolc elektron, az M szinten egy elektron.

Az elemek periódusos rendszerének táblázatában a nátrium legközelebbi szomszédja nemesgáz, a neon (Ne). A neon atomszáma Z=10, ami azt jelenti, hogy atommagját 10 proton alkotja. Az atommag körül 10 elektron helyezkedik el: a K szinten kettő elektron és az L szinten nyolc elektron.

Ha a nátrium és a neon atomjában összevetjük az elektronok elhelyezkedését, akkor felfedezhetjük, hogy a különbséget egy elektron jelenti, ami az utolsó energetikai szinten

helyezkedik el. Más szóval, ha az elektron elhagyná a nátrium atomját, akkor a maradék elektronok elhelyezkedése ugyanolyan lenne, mint a neon atomjában.

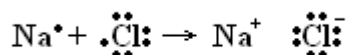
A klór (Cl) az elemek periódusos rendszerének 17. eleme. A klór atomszáma $Z=17$, ami azt jelenti, hogy a klór atommagját 17 proton alkotja, és az atommag körül 17 elektron van. Az elektronok három szinten helyezkednek el a következőképpen: a K szinten kettő elektron, az L szinten nyolc elektron és az M szinten hét elektron.

A klórhoz legközelebbi az elemek periódusos rendszerének táblázatában az argon (Ar). Az argon atomszáma $Z=18$. Az argon atommagjában 18 proton van, az elektronhéjban 18 elektron, mégpedig a következő elosztásban: a K szinten két elektron, az L szinten nyolc elektron és az M szinten nyolc elektron.

Összehasonlítva az elektronok elhelyezkedését a klór és az argon atomjában észrevehető, hogy a legutolsó energiaszinten különböznek az elektronszámok. Ha a klór atomja még egy elektronnal többet venne fel, akkor ugyanannyi elektronja lenne, mint az argon atomjának.

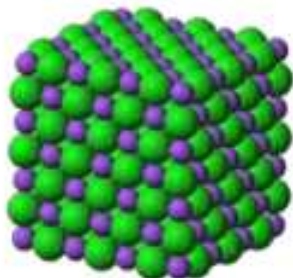
Feltehetően már sejtik, hogy a nátrium és a klór ideális pár lenne, ha a nátrium atomja egy elektront az utolsó energiaszintről átadna a klór atomjának, mindkét elem olyan elektron konfigurációt (elektron elrendezést) érne el, amilyennel a hozzájuk legközelebb lévő nemesgázok a neon és az argon rendelkeznek. Ez elő is fordul.

Ha a pontok segítségével csak az elektronokat mutatjuk meg az atom utolsó energia szintjén, akkor a nátrium és a klór atomjai közötti átadás-átvételt a következőképpen mutathatjuk be.



Amikor a nátrium atomja egy elektront átad, akkor a keletkezett részecske 11 protont tartalmaz, a mag körül pedig 10 elektron van. Mivel egy protonnal több van az elektronok számához viszonyítva, ez a részecske pozitív elektromos töltésű. Másrészt, ha a klóratom egy elektront befogad, akkor a magban az így keletkezett részecske 17 protont tartalmaz, a mag körül pedig 18 elektron van. Ez a részecske is rendelkezik elektromos töltéssel, mert a protonok száma a továbbiakban már nem azonos az elektronok számával. Mivel egy elektronnal több van, mint proton, így negatív töltésű részecske keletkezett. Az ilyen elektromos töltésű részecskéket még **ionoknak** nevezzük (görög eredetű név, jelentése utas). A pozitív töltésű ionokat **kationnak** nevezzük, a negatív töltésűeket pedig **anionoknak**.

Az így keletkezett elektromos részecskék (ionok), erőteljesen vonzzák egymást és sűrűn megtöltik a térfogatot és kristályos nátrium-kloridot képeznek. A nátrium-klorid kristályszerkezetében mindegyik nátriumiont körbeveszi hat klórion, azaz mindegyik klórion körül hat nátriumion van (1.8. kép). A nátrium, klór és a kristályos nátrium-klorid ionok közötti vonzás erőt **ionkötésnek** nevezzük.



1.8. kép. A nátrium-klorid kristályos rácsszerkezetének és a nátrium-klorid kristálynak (NaCl) modellje

Az 1.5. táblázatban a vegyületek fajtáit sorolták fel, attól függően, hogy milyen típusú kémiai kötésről van szó (ionkötés vagy kovalens kötés).

1.5. táblázat: Az ionkötésű és a kovalens kötésű vegyületek tulajdonságai

Ion kötésű vegyületek	Kovalens kötésű vegyületek
Szobahőmérsékleten szilárd halmazállapotban vannak.	Mindhárom halmazállapotban előfordulnak.
Magas hőmérsékleten olvadnak és forrnak.	Az ionos vegyületeknél alacsonyabb fokon forrnak és olvadnak.
Többségében vízben oldódnak.	A kötések polarizációtól függően oldódnak poláris és apoláris oldószerekben.
Vegyületeik és oldataik vezetnek az elektromosságot.	Vegyületeik és oldataik általában nem vezetnek az elektromosságot.

A relatív molekulatömeg

A relatív atomtömeghez hasonlóan határozható meg a relatív molekulatömeg.

A relatív molekulatömeg az a szám, amely megmutatja, hogy valamely elem molekulájának tömege hányszorosa a szén $^{12}_6\text{C}$ izotópja atomtömege $1/12$ részének.

A relatív molekulatömeg jele M_r . Miután ezt ugyanazon fizikai nagyságok összehasonlításával jelölik, ez csak egy szám, emiatt nincs mértékegysége (dimenziómentes szám).

A relatív molekulatömeget a molekulaképlet szerint számítjuk ki, úgy hogy összeadjuk az összes elem relatív atomtömegét. Eközben fontos hogy figyeljünk minden elem atomszámára, amit az index mutat meg a molekula képletében.

Határozzuk meg egyes elemek és vegyületek relatív molekulatömegét, például a hidrogén, az oxigén és a víz relatív molekulatömegét.

A hidrogén molekulaképlete H_2 . Az elemek periódusos rendszerében megtalálható a hidrogén relatív atomtömegének adata²: $A_r(\text{H})=1$. Most kiszámítjuk a hidrogén relatív molekulatömegét: $M_r(\text{H}_2)=2 \times A_r(\text{H})=2 \times 1=2$.

A hidrogén relatív molekulatömege 2.

Az oxigén molekulaképlete O_2 . Az elemek periódusos rendszerében megtalálható az oxigén relatív atomtömegére vonatkozó adat: $A_r(\text{O})=16$.

Az oxigén relatív molekulatömege: $M_r(\text{O}_2)= 2 \times A_r(\text{O})= 2 \times 16=32$

Az oxigén relatív molekulatömege 32.

A víz molekulaképlete H_2O . A víz relatív molekulatömege:

$$M_r(\text{H}_2\text{O})=2 \times A_r(\text{H}) + A_r(\text{O}) = 2 \times 1 + 16= 18$$

A víz relatív molekulatömege 18.

Tehát, ahhoz, hogy meghatározzuk a relatív molekulatömeget, tudnunk kell a molekulaképletet és az elemek relatív atomtömegét.

Keverékek

A természetben ritkán fordulnak elő tiszta anyagok. Leggyakrabban két vagy ennél több anyag alkot **keveréket**. A körülöttünk lévő testek anyagból tevődnek össze³, melyet több anyag keveréke alkot. Minden, amit megiszunk vagy megeszünk, vagy felöltünk, a tisztálkodó szerek, a gyógyszerek és számos más példát is sorolhatnánk, azok mind anyagok. Néha az anyag összetevőit könnyen felismerjük (például: a leves, kávé, mocsárvíz vagy a talaj alkotóelemeit), de van, hogy nem ismerhetők fel (például: az ivóvíz, gyümölcsle vagy a levegő összetevői).

Mivel az anyagok a keverékben nem lépnek reakcióra egymással, a keverékben is megtartják tulajdonságaikat. Ezt bizonyítja a mindennapi gyakorlat is: a cukor édes, s ha a limonádéhoz adjuk, akkor az is édes lesz.

A keverékek második fontos tulajdonsága, hogy összetételük tetszőleges. Mivel összetételük tetszőleges, a keverék tulajdonságai függenek az összetevők arányától (a limonádé édesebb, ha több cukrot adunk hozzá, savanyúbb, ha több citromlevet facsarunk bele stb.)

² A hidrogén relatív atomtömege $A_r(\text{H})=1,008$, ami megközelítőleg 1.

³ Anyagon a szubsztanciák értendőek, amelyeknek fizikai tulajdonságaik folytán meghatározott gyakorlati alkalmazásuk van. Az anyagok többsége, akár természetes, akár iparilag előállított termék, nem tiszta szubsztancia, hanem annak keveréke.

A keverékek különböző halmazállapotúak lehetnek: szilárd (például: a talaj), folyékony (például: a folyóvíz, tengervíz, ivóvíz), gáznemű (például: a levegő).

A keverék összetevői úgy is összekeveredhetnek, hogy minden részében azonos, tehát, azonos tulajdonságuk van. Az ilyen keverékeket nevezzük **homogén** keverékeknek. Amikor ivóvizet iszunk, minden kortynak egyforma az íze. A konyhában készíthetünk homogén keverékeket cukor és víz, konyhasó és a víz keverésével. A gázok keveréke homogén keverék. Az ötvözetek, a fémek keveréke, mint például a sárgaréz – a cink és a réz ötvözet, ugyancsak a homogén keverékek példája. (Keressen az interneten leírást az ötvözetekről és azok gyakorlati felhasználásáról.)

A homogén keverékek összetétele minden részletében azonos, de nem állandó és függ az összetevők arányától is. Emlékeztetünk, hogy a keverék sokkal édesebb lesz, ha a pohárba, két kanál cukrot tettünk és elkeverjük, mintha csak egy kanállal tettünk volna. Mindkét esetben, homogén keveréket kaptunk és mindegyiknek külön-külön ugyanolyan tulajdonságai vannak minden részletében, de egymástól különböznek az összetevők okán: más-más a víz és a cukor aránya.

Másrészt, a mocsárvíz állaga sem egyforma minden részletében, sem a tulajdonságaiban. Az ilyen keverékeket **heterogénnek** nevezzük. A heterogén keverékek egyes összetevői szabad szemmel vagy nagyítóval láthatók. Az élelemkészítés legtöbbször azt jelenti, hogy heterogén keveréket állítunk elő. A liszt és víz, a kávé és a víz keverékéből heterogén keverékek lesznek.

A Föld kérgében gyakran található fémek társulása. Az egy vagy több ásványból álló lerakódásokat sziklának nevezzük. Az **ércek** olyan ásványok, melyek olyan koncentrációban tartalmazznak fémet, hogy kitermelésük gazdaságos. Az ércek tiszta ásványok vagy ásványok keverékei. Hasznos ásványokból és meddő kőzetből állnak.

A természetben az olyan helyeket, ahol az ércek nagyobb mennyiségben találhatóak ércelelőhelyeknek nevezzük. Az ércet kitermelhetik a bányából, a Föld mélyéből, vagy felszíni fejtéssel. Minden ország gazdasága számára a természetből nyert fémek igen fontosak. Ez azt jelenti, hogy a bányákból a felszínre hozzák az ércet, s aztán a feldolgozás kémiai eljárásokkal történik. A kémia ezzel foglalkozó ágát fémkohászatnak nevezik.

A természetben több a heterogén mint a homogén keverék. A folytatásban foglalkozunk a létezésünkhöz szükséges igen fontos keverékkel: a levegővel.

A levegő

A Föld egyedi bolygó a naprendszerben, melynek vékony, de az élet szempontjából nélkülözhetetlen légköre van, melyet atmoszférának nevezünk. A Föld atmoszféráját $5,2 \times 10^{15}$ t levegő alkotja, mely $5,0 \times 10^8$ km² felületet borít be. Az atmoszféra 99%-a a Föld felszínétől számított 30 km-es sávban található.

A Föld légkörében több réteget különböztethetünk meg. A Föld felületéhez legközelebbi réteg a troposféra, melyben az ember és egyéb élő szervezetek tevékenysége zajlik.

A levegő gázok keveréke. A Föld közelében a levegő összetételét az *1.6. táblázat* ábrázolja (kimaradt a levegő vízpára tartalma). Az említett összetevők mellett, a levegőben található nemesgázok, hidrogén, metán, nitrogén- és kén-oxidok, ózon és szén-monoxid.

1.6. táblázat. A Föld felszínhez közeli „száraz” levegő összetétele.

Összetevők	Arányuk %-ban
Nitrogén (N ₂)	78,084
Oxigén (O ₂)	20,946
Argon (Ar)	0,934
Szén-dioxid (CO ₂)	0,0360

A víz a természetben

A víz a természetben jelen van, a légkörben, a felszínen és a talajban. Tartalmazhat különböző oldott anyagokat és élő szervezeteket. A vízben a szennyeződés aránya attól függ, hogy a víz milyen utat tesz meg.

Az atmoszférában található víz főleg oldott gázokat (szén-dioxid, kén-dioxid), savakat (ipari övezetekben), port... tartalmaz.

A vízben elmerülve feloldódnak a sók (nátrium-klorid, kálium-klorid, kalcium-karbonát – kismértékben). A szénsavnak és a szerves karbonátnak köszönhetően, amelyek a szerves anyagok mikrobiológiai bomlása útján keletkeztek, a víz kémiailag hat a sziklákra és az ásványokra.

A felszíni vizek jóval kevesebb oldott sót tartalmaznak, mert a légkörben található víztől felhígulnak, egyes sók pedig leülepednek (például bikarbonátokból karbonátok lesznek). A mechanikus keverékek aránya a felszíni vizekben magasabb.

A vízben többnyire a következő sók és gázok találhatóak: kalcium-sók (bikarbonát, szulfátok, klorid, nitrát), magnézium-sók (bikarbonát, szulfát, klorid, nitrát, foszfát, szilikát), vas (III)-klorid és vas (III)-bikarbonát, alumínium- és mangán-sók, szén-dioxid, oxigén, valamint karbonátok, foszfátok, szilikátok és humátok saját oldódásuk határain belül. Egyes felsorolt vegyületekről a következő osztályban többet fognak tanulni. Keressenek több információt ezekről a vegyületekről az interneten.

A több kalcium- és magnézium-sót tartalmazó vizet kemény víznek nevezik, ellentétben a lágy vízzel, amely ezekből a sókból keveset tartalmaz. A karbonátok és bikarbonátok átmeneti vagy karbonát keménységet okoznak, a kloridok, szulfátok, nitrátok, foszfátok, szilikátok pedig állandó, nem karbonátos vízkeménységet okoznak. Keressenek ilyen leírásokat az interneten.

Az ivóvíznek meg kell felelnie a fizikai és biológiai szabványoknak, sőt bizonyos mértékben a kémiai szabványoknak is (átlátszó, színtelen, szagtalan, kellemes ízű, nem túl kemény, egészségügyileg kifogástalan).

Az ivóvíz ízét a kis mennyiségű feloldott só adja, nem tartalmazhat szerves anyagokat, mert akkor alkalmas a baktériumok kifejlődésére.

A keverék összetevőinek szétválasztása

A vegyész egyik feladata, hogy a szükséges tisztaságú anyagokat kinyerje. Azonban még a vegyi laboratóriumban végzett leggondosabb munkával sem könnyű a megfelelő tisztaságú anyagot kinyerni. Ipari körülmények között, ez a probléma még kifejezettebben megnyilvánul, mert a nyersanyagot közvetlenül a természetből szerzik be, tehát többnyire keverékről van szó. Ha a nyersanyagban a keresett anyag mellett más anyagok is találhatóak,

melyek szennyezettségnek minősülnek, akkor az anyagot tisztítják, azaz kinyerik azt az anyagot, amire szükség van.

Az anyag alkotóelemeinek szétválasztása az alkotóanyagok tulajdonságai alapján történik (a részecskék nagysága, oldódás, párolgás, mágneses tulajdonságaik).

A heterogén keverékek szétválasztására, melyek összetevői szilárd és cseppfolyós halmazállapotúak is (szuszpenzió), többféle módszer létezik. Ha a szilárd halmazállapotú anyag sűrűsége jóval nagyobb a folyékony halmazállapotúnál, akkor némi idő után ülepedéssel és azt követően **leöntéssel**, azaz **dekantálással** történik az elválasztás. Ha a szilárd anyag kisebb sűrűségű a cseppfolyós halmazállapotúnál, akkor a folyadék felszínén fog úszni és mechanikai úton eltávolítható.

Az egyik és a másik módszer is durva, nem biztosítja az anyagok tökéletes szétválasztását. Jobb eredményt lehet elérni a szűrés módszerével.

A **szűrés** olyan eljárás melynek során a folyadékot elválasztjuk a szilárd anyagtól – az üledéktől. A laboratóriumban legtöbbször üvegtölcsérbe helyezett különleges papírt (szűrőpapír) használnak erre a célra. A papír és a tölcser méretét a szilárd halmazállapotú anyag mennyisége alapján határozzák meg. A tölcserbe helyezett papírt megnedvesítik, a tölcser falához simítják és tapasztják. A tölcser az állványhoz rögzített fémgűrűbe helyezik (1.9. kép). A leszűrt folyadék összegyűjtésére a tölcser alá helyezett pohár szolgál. A tölcser végének hozzá kell érnie a pohár falához, hogy a folyadék ne fröccsenhessen szét.



1.9. kép Szűrőberendezés

A szűrés megkezdése előtt a folyadékot bizonyos időre félre kell tenni, hogy a szilárd anyagok leülepedjenek az edény aljára. Kezdetben a tölcserbe csak az átlátszó folyadékot töltik az üvegpálca mentén, amit úgy tartunk a tölcser felett, hogy ne érjen a falán lévő papírhoz. Hogy ne csorduljon ki a folyadék, a papírral bélelt tölcser csak annyira kell megtölteni, hogy egy centiméterrel a papír pereme alatt maradjon. A végén az üvegpálca vagy üvegfecskendő segítségével a megmaradt szilárd anyagot is át kell helyezni.

A feloldott szilárd anyag és az oldóanyag szétválasztása elvégezhető lepárlással, azaz desztillációval, amikor is az oldóanyagot elpárologtatjuk. **Desztillációval** a keverék összetevőit a különböző forráspontjuk segítségével választjuk el egymástól.

A **kristályosítás** módszerével a cseppfolyós vegyület szilárd összetevőit lehet elkülöníteni. Mivel az anyagok oldhatóságához eltérő hőmérsékletek szükségesek, ezért lehetséges a fokozatos **lepárlással** elválasztani az oldatból egyes anyagokat.

Ha a keverék komponensei mágneses tulajdonságaik alapján különböznek, akkor az elválasztás történhet mágnes segítségével is.

G.T. Siborg és E. G. Velens: Elementi Vasion, STYLOS, Novi Sad, 2007.

I. Quere, Materijali, Zrnca nauka 1. Društvo fizičara Srbije, Beograd, 2003.

<http://hemija.chem.bg.ac.rs/intro.htm>

T 1 Gutman, Ž. Mikić, Izotopi u arheologiji, *Hemijski pregled*, 5 (2001), strana 105-107,

<http://hemija.chem.bg.ac.rs/home.htm>

<http://www.webelements.com/index.html>

<http://www.rsc.org/chemsoc/visualelements/>

I. Gutman, B. Čabrić, N. Stevanović N. Stojanović, Voda, *Hemijski pregled*, 3(2004), strana 54-56, <http://hemija.chem.bg.ac.rs/home.htm>

S. Đogo, S. Razić, Elementi na putu od zemljišta do biljaka, *Hemijski pregled*, 3(2006), str. 57-61, <http://hemija.chem.bg.ac.rs/home.htm>

Feladatok a hallgatók önellenőrzéséhez.

I T1.2.

1. A feladatban a mondatot követő vonalra, ha a víz fizikai tulajdonságról van szó, **F** betűt, ha pedig a víz kémiai tulajdonságáról van szó, **K** betűt kell írni.

- a) A víz normális atmoszféranyomás esetén 100°C -on forr. _____
- b) A víz sűrűsége nagyobb, mint a jégé. _____
- c) A víz reakcióba lép a nátriummal és nátrium-hidroxidot képez. _____
- d) A víz az alkohollal homogén keveréket alkot. _____
- e) A víz reakcióra lép a kén(IV)-oxiddal és kénes savat képez. _____

2. Minden példa mellett a vonalra, ha fizikai jelenségről van szó, **F** betűt, ha pedig kémiai jelenségről, akkor **K** betűt kell írni.

- a) a fagylalt olvadása _____ b) a konyhasó oldódása _____
- c) a fa eléégése _____ d) a fémdrót rozsdásodása _____
- e) a papír gyűrődése _____ f) az étel emésztése _____

3. Kösse össze vonalakkal a megfelelő állításokat!

- | A | B |
|--|---|
| A rézdrót a villamos kábelekben van, • | • mert hasonló a hasonlóval oldódik. |
| Az anyagból a zsíros foltot benzinnel •
lehet kitisztítani, | • mert nem lép reakcióra a levegőben levő
oxigénnel. |

Az ékszer aranyból készílik, •

• mert jól vezeti a hőt.

Az edényt fémből készílik, •

• mert jól vezeti a villamosságot.

• mert nagy a sűrűsége.

4. Karikázza be azon elemek vegyjele előtti betűt, amely elemek a levegőben leginkább jelen vannak!

a) N

b) O

c) Ar

d) H

5. Karikázza be azon elemek vegyjele előtti betűt, amelyek a Föld kérgében a legnagyobb mértékben fordulnak elő!

a) Si b) Al c) Fe d) O

6. Karikázza be azon keverékek előtti betűt, mely összetevőit szűrővel el lehet különíteni!

a) olaj és víz b) homok és víz c) alkohol és víz d) cukor és víz

7) Írja be a + jelet azon válasz előtti négyzetbe, amelyik válasszal egyet ért. Az edényben vas és réz reszelék keveréke van. A vasreszeléket, a réz reszeléktől könnyen külön lehet választani annak alapján, hogy:

Az elektromos vezetőképessége különböző

Különböző mágneses tulajdonságok miatt

A rozsdásodással szembeni különböző ellenálló képesség miatt

Az **anyag** fogalmát úgy határozhatjuk meg, hogy tömege van és betölti a teret (térfogata van).

Az anyag megfigyeléssel vagy méréssel érzékelhető **fizikai tulajdonságai**: halmazállapot, olvadási hőmérséklet, forráspont, sűrűség, íz, szag, szín, keménység, hő- és elektromos vezetőképesség, oldódás.

Az anyag **kémiai tulajdonságai**, azok, amikor más anyagokkal kapcsolatba kerülve és/vagy adott körülmények közepette megváltozik és belőle új anyagok keletkeznek.

Az anyagok **fizikai változásai** olyan változások, melyeknél nem változik az anyag összetétele, azaz nem keletkezik új anyag. Példák az anyag fizikai változására a halmazállapot változás (olvadás, párolgás, kondenzáció /sűrítés/, szilárdulás), feloldódás, alakváltozás (aprítás, darálás, törés, torzulás, nyújthatóság).

Az **anyag kémiai változásai** vagy **kémiai reakciói** olyan változások, melyek során változik az anyag összetétele, azaz új anyagok keletkeznek.

Az **elemek** a legegyszerűbb tiszta anyagok, amelyeket nem lehet kémiai úton tovább bontani. Egy elem minden atomjának protonszáma az atommagban azonos, azaz ugyanaz az atomszám Z.

A **vegyületek** összetett tiszta anyagok, amelyekben kettő vagy több elem kémiai kötéssel kapcsolódik. A vegyületek kémiai úton egyszerűbb anyagokra (egyszerűbb vegyületekre vagy elemekre) bonthatók fel.

Az **atom** az elem legkisebb része. Annyi atom létezik, ahány elem. Az atomot az **atommag** és az **elektronhéj** alkotja.

A **proton** az atommagnak az atommagot alkotó pozitív töltésű részecskei.

A **neutronok** töltés nélküli részecskék, melyek az atommagot alkotják és hozzájárulnak a stabilitásához, csökkentik a hasonló elektromos töltésű protonok közötti taszítást.

Az **elektronok** negatív töltésű részecskék. A természetben az összes elem elektronja hét szinten helyezkedik el, a megállapodás szerint a latin betűs ábécé nagybetűivel jelölik: K, L, M, N, O, P és Q.

Az **atomszám** jele a **Z** és az atommagban található protonok számát jelzi, egyben pedig az atomhéjban lévő elektronok számát is.

A **tömegszám** jele **A**, az atommagban található protonok és neutronok száma együttesen.

A **relatív atomtömeg** egy viszonyszám, amely megmutatja, hogy egy adott elem atomjának átlagos tömege hányszor nagyobb a szén $^{12}_6\text{C}$ -izotópja tömegének 1/12-ed részénél.

A **molekulák** részecskék, amelyek az atomok kovalens kötése során keletkeznek. Ha a molekulában azonos elemek atomjai kötődnek, akkor **elem molekuláról** van szó, ha a kötődő atomok különböző elemek atomjai, akkor ez **vegyület molekula**.

A **relatív molekulatömeg** az a szám, amely megmutatja, hogy valamely elem molekulájának tömege hányszorosa a szén $^{12}_6\text{C}$ izotópja atomtömege 1/12 részének.

A **ionok** elektromos töltésű részecskék, akkor keletkeznek, amikor az atom elektronokat vesz fel vagy enged el. A pozitív töltésű ionokat **kationnak**, a negatív töltésű ionokat pedig **anionoknak** nevezzük.

A **keverék** egy vagy több tiszta anyag együttes előfordulása, melyek nem lépnek egymással reakcióra, azaz a keverék alkotórészei megtartják eredeti tulajdonságaikat a keverékben is, a keverék aránya tetszőleges, a keverék jellege pedig az alkotórészek arányától függ.

2. TERÜLET/TÉMA: AZ ANYAGOK VÁLTOZÁSAI A TERMÉSZETBEN ÉS A GYAKORLATBAN

1 T2.1.

OLDATOK – HOMOGÉN KEVERÉKEK

Az oldatokat naponta használjuk, vizet, üdítőt iszunk. Ha a testünk tömegéből kivonjuk az izomzatot, a bőrt és a csontokat, akkor a maradék tömeg nagy részét víz (az emberi test 2/3-a víz), és a benne feloldott anyagok képezik.

Ha cukrot öntünk a vízbe és elkeverjük, akkor olyan oldat keletkezik, melynek minden része egyformán édes. A cukor és a vízmolekulák az oldat teljes térfogatában egyenletesen oszlanak el. Ezért mondjuk úgy, hogy az oldat egy vagy több anyag homogén keveréke.

Az oldat alkotóelemei különböző anyagok lehetnek, de közülük egy mindig az **oldószer**, a többi pedig **az oldott anyag**. Ha az oldat összetevői azonos halmazállapotúak, akkor az oldószer az, amiből a legtöbb van. Amikor az oldószer és az oldott anyag nem azonos halmazállapotú, akkor az oldószer ugyanolyan halmazállapotú, mint az oldat. A víz az az oldószer, amelyben számos anyag oldódik. A gyakorlatban más oldószerek is használatosak, például az etanol, aceton, benzin stb.

A különböző anyagok különbözőképpen oldódnak azonos térfogatú oldószerben és azonos hőmérsékleten. Vizsgálja meg ezt a következő kísérlettel!

Kísérlet 2.1.	<i>Az anyagok vízben, alkoholban vagy benzinben való oldódásának vizsgálata</i>				
Felszerelés	Tizenkét kémcső, állvány, kanalak.				
Anyagok	Konyhasó, cukor, liszt, olaj, víz, alkohol (etanol), benzin.				
Az eljárás leírása	Vizsgálja meg a konyhasó oldódó képességét vízben, alkoholban (etanol) és benzinben, úgy hogy kanállal kevés anyagot (a kanál hegyén) három kémcsőbe tesz, utána az egyik kémcsőt egynegyedéig vízzel, a másikat alkohollal, a harmadikat benzinnel tölti meg. Rázza fel mindegyik kémcsövet, és a táblázat alsó részébe írja be a + jelet, ha a só feloldódik, a - jelet ha nem. Ugyanezzel a módszerrel vizsgálja meg a cukor, a liszt és az olaj oldódást, és az eredményeket írja be a táblázatba.				
Eredmények		Oldóanyag	Víz	Alkohol (etanol)	Benzin
	Oldott anyagok				
	Konyhasó				
	Liszt				
	Cukor				
Olaj					

A kísérlet során megállapítottuk, hogy az anyagok egyes oldószerekben feloldódnak, azaz homogén oldatot képeznek, némelyekkel pedig nem. Az ilyen jelenség oka, hogy az anyagok szerkezete kölcsönhatásba lép az őt felépítő részecskékkal.

Általában az anyagokat úgy jellemezzük, hogy vízben vagy más oldószerben oldódnak és nem oldódnak, habár ez nem a legpontosabb meghatározás. A vízben oldódó anyagok többségénél, létezik egy tömeghatár, ameddig feloldódik a vízben bizonyos hőfokon. Például: 100 g vízben 20°C-on 35,9 g konyhasó (nátrium-klorid) oldódik, míg azonos feltételekkel, 100 g vízben 20°C-on 204 g cukor oldódik fel.

Az anyag **oldhatósága** jelzi azt az anyagmennyiséget, amely 100 g oldatban meghatározott hőmérsékleten feloldódik.

Hogy egy anyagból mekkora mennyiség oldódik fel egy meghatározott oldószerben, az függ az anyag és az oldószer természetétől és a hőmérséklettől is. Az a szabály, hogy hasonló

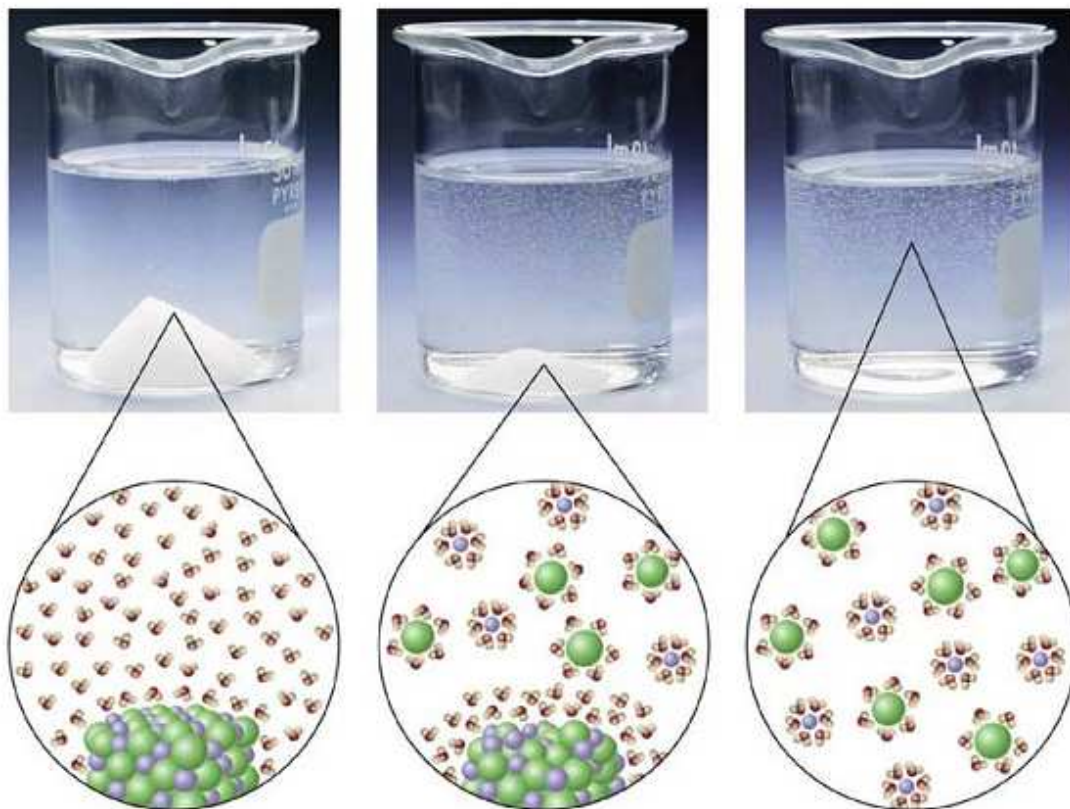
hasonlóval oldódik, azaz a poláris anyagok poláris oldószerben, az apoláris anyagok pedig apoláris oldószerben oldódnak.

A víznek struktúrájából eredően különleges tulajdonságai vannak, azaz a vízmolekulák és a köztük meglévő aránylag erős vonzóerő folytán.

Miért van az, hogy egyes anyagok oldódnak a vízben, azaz miért keverednek össze a részecskéi a víz molekuláival?

Megvizsgáljuk a kölcsönhatást a vízmolekula és a feloldandó anyag részecskéi között. Feltételezhetjük, hogy a részecskéknak egymásra gyakorolt vonzás erejét felül kell múlni valahogy, hogy az anyag feloldódjon, ugyanígy a vízmolekulák közötti kölcsönhatását is. Végül, kölcsönhatásnak kell létrejönnie a vízmolekula és a feloldott anyag részecskéi között, azaz kölcsönösen vonzaniuk kell egymást. Hogyan lehetne másképpen megmagyarázni az oldószer és az oldott anyag elkeveredését, úgy hogy az oldat minden egyes részecskéjének tulajdonsága azonos?

Amikor a nátrium-klorid kristályok a vízbe kerülnek, akkor a vízmolekulák körbeveszik a kristályt, az ion negatív töltésű és a klór pozitív töltésű felét megkeresve. A vízmolekula és a ion közötti vonzás nyilván kisebb, mint maguk a ionok közötti vonzás, de egy-egy ionra nem csak egy, hanem több vízmolekula vonzóereje hat. Az eredmény az lesz, hogy kiválnak a kristályból és átmennek az oldatba, körülveve a víz molekuláival – másképpen mondva hidratálódnak. (2.1. kép)



2.1. kép A nátrium-klorid oldódása a vízben.

A leírt folyamat nem történik meg, ha a sókristályok apoláris oldószerben (például benzin) vannak. A sók a szerves folyadékok többségében nem oldódnak, mert molekuláik nem

elegendő mértékben polárisak és nem tudják csökkenteni a nátriumion és a klórion közötti elektrosztatikus vonzást.

Az egyes ionok közötti vonzóerő a kristályokban igen erős és nem haladható meg a hidratáció folyamata alatt. A sók közül több, amelyek ionjai kétszeresen vagy háromszorosan elektromos töltésűek, a vízben nem oldhatók (például kalcium-karbonát: $\text{Ca}^{2+} \text{CO}_3^{2-}$ vagy a bárium-szulfát: $\text{Ba}^{2+} \text{SO}_4^{2-}$).

Miért oldódik a cukor a vízben, ha kristályaiban nem ionok, hanem molekulák vannak?

Szemmel látható, hogy ebben az esetben a vízmolekula és a kristályt képező anyagmolekula közötti vonzást felül kell, hogy múlja az oldandó anyag molekulája és a vízmolekula közötti vonzás. Az ok, amiért a kovalens kötések többsége vízben oldódik, az hogy hidrogénkötés jöhet létre⁴ az oldandó anyag molekulái és a vízmolekulák között. Egyes kovalens kötések esetében azt állítják, hogy vízben oldódnak, holott csak reakcióra lépnek a vízmolekulákkal és iont alkotnak (például klór-hidrogén – HCl, ammónia – NH_3).

Hangsúlyozni kell, hogy fontos az oldódás hőfoka, mert ugyanazon anyag oldhatósága más és más különböző hőfokon. Az oldhatóság a szilárd anyagok többségénél a hőmérséklettel arányosan növekszik, azaz magasabb hőmérsékleten nagyobb mennyiségű anyagot lehet feloldani azonos mennyiségű (térfogatú) oldószerben. A szilárd anyagokkal ellentétben a gázok oldhatósága csökken a hőmérséklet növekedésével és a nyomás csökkenésével. A magasabb hőmérsékleten a gázmolekulák gyorsabban mozognak (nagyobb a kinetikai energiájuk) és elhagyhatják az oldószert. Ezért a szénsavval dúsított üdítőket a hűtőszekrényben kell tárolni.

Ha egy meghatározott mennyiségű oldatban az adott hőmérsékleten több anyagot már nem tudunk feloldani, akkor **telített oldatról** beszélünk. Az anyag további adagolásával az oldat több anyagot tartalmaz, és nem oldódik fel. Azt az oldatot, amely kevesebb oldott anyagot tartalmaz, mint az adott hőmérsékleti körülmények melletti oldhatósága **telítetlen oldatnak** nevezzük.

Számos szilárd anyag oldhatósága a hőmérséklet emelkedésével növekszik, mert a hőmérsékletnövekedés hatására felgyorsul a részecskék mozgása és könnyebben kiválnak a kristályból. A ionok nagy mozgási sebessége miatt azok nehezen tudnának újból kristályá alakulni. Óvatos hűtéssel, az ilyen oldatok esetében nem fordul elő a kristályosodás, illetve nem kerül sor a felesleges oldott anyag kicsapódására, így keletkezik a **túltelített oldat**, amelyben több anyag oldódik fel megfelelő hőmérsékleten, mint amennyit fel lehetne oldani. Ez történik a „szlatkóban”, a cukorban főtt gyümölcszel.

Különböző oldatok töménysége

Az oldatok tartalmazhatnak különböző tömegű oldóanyagokat és oldott anyagokat.

Hogyan jellemezhetnénk az oldat összetételét?

Az oldat töménységét az oldat százalékarányos összetételével is kifejezhetjük. Azon termékek címkéjén, amelyek bizonyos anyagok oldatát tartalmazzák, gyakran jelölik százalékban az oldat töménységét (2.2. kép). Fiziológias nátrium-klorid oldat 0,9% (2.2. kép).

Az oldat **töménységének százalékaránya** azt mutatja, hogy hány gramm anyagot oldottunk fel 100 g oldószerben.

Például a nátrium-klorid 10%-os oldata 10 g NaCl-t tartalmaz 100 g oldatban. Más szóval, ez az oldat 10 g NaCl és 90 g H_2O (vagy 90 cm^3 víz, mivel a víz sűrűsége $\rho_{\text{H}_2\text{O}}=1 \text{ g/cm}^3$).

⁴ Hidrogénkötés olyan elektrosztatikai vonzás, ami olyan molekulák között jön létre; amelyek egyikéhez hidrogén atom kötődik, a másik meg olyan nagy elektronegativitású atommal rendelkezik, mint az oxigén vagy a nitrogén



2.2. kép. A termékek százalékos összetétele

<http://hemija.chem.bg.ac.rs/home.htm>

G. de Marsij: Kruženje vode u prirodi, *Zrnca nauka 3*, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2004.

Feladatok önellenőrzéshez

I.T.2.2.

1. A cukor oldhatósága a vízben 20°C-on és légköri nyomáson 204 g. Karikázza be a pontos válasz előtti betűt. Ha **telített** cukor oldatot szeretne készíteni, akkor 100 g vízben fel kell oldani:

a) 204 g cukrot b) több mint 204 g cukrot c) kevesebb mint 204 g cukrot
2. Karikázza be a pontos válasz előtti betűt. Milanka az 50 g vizet tartalmazó pohárba szobahőmérsékleten 122 g cukrot oldott fel, tehát készített:

a) telített oldatot b) túltelített oldatot c) telítetlen oldatot

Magyarázza meg miért pontos a válasz!
3. Határozza meg a hiányzó adatokat és írja be a megfelelő helyre a táblázatban.

Az oldószer tömege (g)	Az oldott anyag tömege (g)	Az oldat tömege (g)	Az oldat töménysége százalékban (%)
80		100	20
	200	4000	
95	5		

4. Egy pohárban 10 g nátrium-klorid és 100 g víz van. Nikola a pohárba még 10 g nátrium-kloridot tett. Mennyire változott meg az oldat összetétele százalékban?

Az **oldat** homogén vegyület. Az oldat komponensei lehetnek különböző anyagok, de közülük egyik mindig az **oldószer**, a többi pedig az **oldott anyag**.

Az **oldhatóság** az anyag azon mennyisége grammal kifejezve, melyet 100 g oldószerben meghatározott hőmérsékleten fel lehet oldani.

Az **oldat** akkor **telített**, amikor egy adott mennyiségű oldatban az adott hőmérsékleten több anyagot már nem lehet feloldani

Az **oldat telítetlen**, amikor egy adott mennyiségű oldószer kevesebb oldott anyagot tartalmaz, mint az adott hőmérsékleti körülmények közötti oldhatósága lehetővé tenné.

Túltelített az **oldat**, amikor az oldatban a feloldott anyag tömege nagyobb, mint az adott hőmérsékleten egy adott oldószermennyiségben való oldhatósága.

Az **oldat százalékos töménysége** azt mutatja, hogy hány gramm oldott anyag van 100 g oldószerben.

3. TERÜLET/TÉMA: AZ ANYAG KÉMIAI VÁLTOZÁSAI – KÉMIAI REAKCIÓK A TERMÉSZETBEN ÉS A GYAKORLATBAN

I T3.1.

Munkalap az 1. és 2. csoportnak

Az Ön munkaasztalán egy szénminta van.

- A. Mérje meg a mintát, majd határozza meg az anyag mennyiségét, azaz a szén mól számát (n), felhasználva a következő képletet: $n = m/M$, ahol az m a szénminta mért tömege, az M pedig a szén mól tömege, azaz a szén egy móljának tömege, melyet a következőképpen határozhatunk meg: $M = A_r \text{g/mol}$.
- B. Határozza meg a szén atomszámát a minta alapján, felhasználva a képletet $n = N/N_A$, ahol az N a minta részecske száma, az N_A az Avogadro-állandó, mely jelzi, hogy egy mól anyagban a részecske szám $6 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$.

Munkafelület:

A szénminta tömege: _____ g

A szén mennyisége: _____ mol

A szén atomszáma: _____

Munkalap a 3. és 4. csoportnak

Az Ön munkaasztalán cukorminta (szacharóz) van, melynek molekulaképlete: $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$.

- A. Mérje meg a minta tömegét, majd határozza meg az anyag mennyiségét, azaz a szacharóz mól számát (n), felhasználva a következő képletet $n = m/M$, ahol az m a szacharózminta mért tömege, az M pedig a szacharóz mól tömege, azaz a szacharóz egy móljának tömege, melyet a következőképpen határozhatunk meg: $M = M_r \text{g/mol}$.
- B. Határozza meg a szacharóz atomszámát a minta alapján, felhasználva a képletet $n = N/N_A$, ahol az N a minta részecske száma, az N_A az Avogadro-állandó, mely a jelzi hogy egy mól anyagban a részecske szám $6 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$.

Munkafelület:

A szacharóz minta tömege: _____ g

A szacharóz mennyisége: _____ mol

A szacharóz atomszáma: _____

Az anyagok, amelyek kémiai reakcióba lépnek a kiindulási anyagok vagy **reagensek**, a kémiai reakció nyomán keletkező anyagok pedig a **reakció termékei**.

A **tömegmegmaradás törvénye** kimondja: A kémiai reakcióba lépő anyagok össz tömege egyenlő a reakciótermékek össz tömegével.

S. Antić, P. Janković, A. Pešikan: *Kako približiti deci prirodne nauke kroz aktivno učenje*, Zbirka scenarija, Institut za psihologiju, Beograd, 2005.

<http://hemija.chem.bg.ac.rs/home.htm>

A KÉMIAI REAKCIÓK

Hangsúlyoztuk, hogy igen fontos a fizikai és kémiai változások (kémiai reakciók) megkülönböztetése. Hogy a változás során új anyag keletkezik-e, annak alapján lehet eldönteni, hogy összehasonlítjuk az anyag fizikai tulajdonságait a változás előtt és után. A kémiai reakcióban részt vevő anyagok a kiindulási anyagok vagy **reagensek**, a kémiai reakció során keletkezett anyagok pedig a **reakció termékei**.

Hogy létrejött-e kémiai reakció az anyagok között, azt mutatja a gázfejlesztés, az üledékképződés, az anyag színének megváltozása. Vizsgáljuk meg a következő kísérlet során.

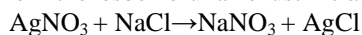
Minta 3.1.	<i>A kémiai reakció bizonyítása</i>
Felszerelés	Két Erlenmeyer-lombik, két gumi léggömb, három főzőpohár, kémcső, kanál.
Anyagok	Szódabikarbóna (nátrium-hidrogénkarbonát, NaHCO ₃), ecet (ecetsav, CH ₃ COOH), víz (H ₂ O), réz(II)-szulfát-pentahidrát oldat (CuSO ₄ ·5H ₂ O), vasszög(Fe), nátrium-klorid oldat (NaCl), ezüst-nitrát oldat (AgNO ₃), kalcium-oxid (CaO)
Az eljárás leírása	<ol style="list-style-type: none"> 1. A két lombikba töltsön egy-egy kanál szódabikarbónát. Aztán egyikbe öntsön desztillált vizet, a másikba ecetet és a nyílásra húzza rá a léggömböt. Melyik lombikban történt kémiai reakció? Mi bizonyítja, hogy kémiai reakció történt? 2. Az egyik pohárba öntsön desztillált vizet, a másikba, réz(II)-szulfát-pentahidrát oldatot. Mindegyikbe tegyen egy-egy vasszöveget (Fe). Melyik pohárba keletkezett kémiai reakció? Mi bizonyítja, hogy kémiai reakció történt? 3. A kémcsőbe negyedéig öntsön nátrium-klorid oldatot. Adjon hozzá ezüst-nitrát oldatot. Írja le megfigyeléseit! 4. A pohár negyedéig öntsön desztillált vizet és tegyen bele egy darab kalcium-oxidot. Tapogassa meg a pohár falát. Írja le megfigyeléseit!
Eredmények	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2. 3. 4.

A leírt kísérlet szerint egyes anyagok egymás között reakcióba léptek, egyesek nem. Az első kísérlet alapján leszögezhetjük, hogy kémiai reakció történt, gáz szabadult fel, azaz más halmazállapotú anyag keletkezett a kiindulási anyaghoz képest. A második kísérlet a szín változása a bizonyíték, hogy a kémiai reakció során új anyag keletkezett. A harmadik esetben a két oldat keveredésével keletkezett egy másik anyag, melynek az oldhatósága a vízben nagyon kicsi, azaz az új anyag üledék formájában válik ki az kiindulási anyagból.

Az ezüst-nitrát csapda. A kriminalisztika feladata kettős: hogy megtalálja a bűntett elkövetőjét, és hogy bizonyítékokat gyűjtsön, amit a bíróság elfogad, a gyanúsított védelme pedig nem tud megdönteni. Hogy ezt elérjék, a legkülönbözőbb eljárásokat alkalmazzák, a többi között több kémiai eljárást is. Az ilyen eljárások egyik csoportja az úgynevezett „csapda”. A kémiai csapdák a következő általános feltételeknek kell, hogy eleget tegyenek: az alkalmazott anyagok ne legyenek mérgezők, könnyen és egyszerű módon felismerhetők, a kéztől, ruhától és a lábbeliről nehezen eltávolíthatók legyenek. Az inkriminált helyen lévő anyagot könnyen és meggyőzően lehessen dokumentálni (a leendő ítékezés miatt). Radioaktív anyagokat a szóban forgó csapdák esetében nem szabad használni.

Az emberi bőr, bármennyire is száraznak tűnik, mindig a verejtékmirigyekben termelődő verejtékkel borított. Ez természetesen vonatkozik a kéz ujjaira és a tenyérre is. A verejték fő alkotó eleme (a víz mellett) a nátrium-klorid (NaCl). Kis mennyiségben a verejtékben más anyagok is megtalálhatók, köztük aminosavak és fehérjék.

Ha a kéz érintkezésbe kerül az ezüst-nitráttal (AgNO₃), kémiai reakció következik be:



melynek során ezüst-klorid keletkezik. Ez a vegyület a fény hatására és más szerves vegyületek jelenlétében, melyeket a bőr felszínén lévő veríték tartalmaz, ezüst elemre redukálódik.

A keletkezett (amorf) ezüst mélyen a pórusokba jut és letapad, mosakodással nem lehet eltávolítani. A bőrt sötétre, majdnem feketére festi.

Az ezüst-nitrát kelepce a következő módon készül: attól függően milyen tárgyak esetében alkalmazzák, ezüst-nitrát finomított port, vagy ezüst-nitrátot és vazelint 1:1 arányba kevernek krémmé.

Annak a személynek a kezén, aki megérinti az ezüst-nitráttal bevont tárgyakat, sötét foltok keletkeznek. Ez nem azonnal, hanem néhány óra vagy nap elteltével jelentkezik (attól függően milyen mértékben érintkezett a bőr a fényvel).

Forrás: I. Gutman i B. Simonović: *Primena hemije u kriminalistici I deo, Hemijski pregled*, 3 (2002), strana 54-55.

Már hangsúlyoztuk, hogy az anyag bármilyen változása energiaváltozással jár. Az energiaváltozás a négyes kísérlet szerint hőfelszabadulást jelent (a valós életben ezt a „mészoltásból” ismerjük és az építőiparban alkalmazott eljárás), s ez olyan intenzív volt, hogy tapintással is érzékelhettük. Habár az első három mintánál nem tapasztalhattuk, hogy a változások alatt az edény felmelegszik, ezek a változások mégis energia felszabadulással jártak, a hőmérsékletváltozást hőmérővel is ellenőrizhetjük.

Nem minden kémiai reakciót kísér azonban hőfelszabadulás. Bizonyos kémiai reakciók esetében az anyagnak energia hozzáadásra van szüksége. Laboratóriumban ezt az anyag felmelegítésével érjük el, például spirituszéggővel. Ebben az esetben az energia, ami az anyaghoz hozzáadódik a reakció elősegítésére, az a hő, ami a spirituszfőzőben lévő alkohol elégeése során keletkezik.

Elmondtuk, hogy a kémiai reakció során új anyagok, azaz olyan anyagok keletkeznek, melyeknek a tulajdonságai különböznek a kiindulási anyagétól. Ez azt jelenti, hogy a kémiai reakciók során változik az anyag struktúrája, azaz az anyagot alkotó részecskék szintjén történik változás. Az alkohol kipárolgása során az anyag változtatja halmazállapotát, de az alkoholmolekulák is léteznek folyékony és gáznemű halmazállapotban. Ezért az alkohol párolgása fizikai változás. Azonban az alkohol (C_2H_5OH) elégetésével szén-dioxid (CO_2) és víz (H_2O) keletkezik, olyan anyagok, illetve molekulák, melyek különböznek a kiindulótól. Az alkohol égése kémiai változás, azaz kémiai reakció.

A tömegmegmaradás törvénye

A kémia tanulmányozza az anyagokat, szerkezetüket, tulajdonságaikat és a törvényszerűségeket, mely alapján a változások végbemennek. Végezzük el a kísérletet, melynek segítségével a kémiai reakciók egyik alapvető törvényével ismerkedünk meg.

Minta 3.2.	<i>Az anyag tömegének vizsgálata a kémiai reakció előtt és után</i>
Felszerelés	Két pohár, digitális mérleg
Anyagok	Nátrium-klorid ($NaCl$) oldat, ezüst-nitrát ($AgNO_3$) oldat
Az eljárás leírása	Tegye a mérlegre a poharakat a nátrium-klorid és az ezüst-nitrát oldattal. Jegyezze fel mekkora tömeget mutat a mérleg.. Öntse az ezüst-nitrátot tartalmazó pohár tartalmát a nátrium-kloridot tartalmazó pohárba, majd az üres poharat tegye vissza a mérlegre. Jegyezze fel újból a tömegét.
Eredmény	

Már leszögeztük, hogy amikor az nátrium-klorid és az ezüst-nitrát oldatokat összekeverjük, kémiai reakció következik be, mert olyan anyag keletkezik, melynek oldhatósága a vízben alacsony fokú. A 3.2. kísérlet bebizonyította, hogy az anyag tömege a változás után is ugyanaz volt, mint előtte. Ez vonatkozik minden kémiai reakcióra, s ezt a tömegmegmaradás törvénye szabályozza.

A tömegmegmaradás törvénye:

A kiindulási és a keletkezett anyagok tömegének összege ugyanakkora marad, bármilyen kémiai reakció történik közben.

A tömegmegmaradás törvényét a francia Antoine Laurent de Lavoisier fedezte fel 1778-ban. Tőle függetlenül 1756-ban ugyanezt a törvényt állította fel az orosz Mihail Vaszilyevics Lomonoszov.

3.2. A kísérlet alapján fontos következtetésre lehet jutni: A kémiai reakció előtt létező atomok azt követően is léteznek, csak másmilyen az egymás közötti kötésük. Ahhoz, hogy a kémiai reakció bekövetkezzen, fontos, hogy az anyagot alkotó részecskék kapcsolatba kerüljenek, azaz ütközzenek. Ekkor a részecskék közötti kapcsolat megszakad és új keletkezik/jön létre. A végén ezért keletkezik új anyag, amit a másképpen elrendezett és egymás között kapcsolódó atomok (vagy ionok) alakítanak ki. Eközben nem keletkeznek új atomok, mivel ugyanazok az atomok vannak jelen a reakció előtt és után is, ezért az anyag tömege változatlan lesz a kémiai reakció után is.

Kémiai egyenletek

A kémiai reakciókat a kémia egyenletek segítségével lehet leírni. A reakcióra lépő anyagok jeleit és képleteit (kiindulási anyag vagy reagens) a kémiai reakciók egyenletének bal oldalára írjuk, a kémiai reakció egyenletének jobb oldalára pedig a kémiai reakcióban keletkező anyagok (reakciótermék) jelét és képletét írjuk. A kémiai egyenlet bal és jobb oldalát a nyíl jelével \rightarrow kötjük össze, mely jelzi a reakció irányát.

Mutassunk be kémiai egyenlettel egy reakciót a 3.1. kísérlet alapján:

1. $\text{NaHCO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
2. $\text{CuSO}_4 + \text{Fe} \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$
3. $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{AgCl}$
4. $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$

Ahhoz hogy a kémiai reakció egyenletét helyesen írjuk le, mindenképpen figyelembe kell venni a Tömegmegmaradás törvényét, ami azt jelenti, hogy az egyenlet bal oldalán felírt minden elem atomszámának egyenlőnek kell lennie az egyenlet jobb oldalán felírt elemek atomszámával. Ez elérhető egy meghatározott számnak a vegyjelek, azaz a kémiai egyenlet anyagainak képlete előtti alkalmazásával, az úgynevezett **koefficienssel**. A koefficiens csak a legkisebb egész szám lehet.

A cink és a hidrogén-klorid közötti kémiai reakciók egyenletében $\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2 + \text{ZnCl}_2$ azt látjuk, hogy a hidrogén és a klór atomszáma nem ugyanaz az egyenlet bal és jobb oldalán. A 2 koefficiens alkalmazásával a hidrogén-klorid előtt ezt a problémát megoldottuk. Eszerint, a helyesen leírt kémia képlet: $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{H}_2 + \text{ZnCl}_2$

A kémiai egyenletek igen fontosak, mert azok nem csak azt írják le, hogy milyen anyagok lépnek egymással reakcióra és mi az eredmény, illetve milyen termék keletkezik, hanem azt is, mennyi anyag vesz részt a reakcióban (mekkora tömeg, vagy a részecskeszám). Az alaptörvény, amit itt mindenképpen figyelembe kell venni, az a Tömegmegmaradás törvénye.

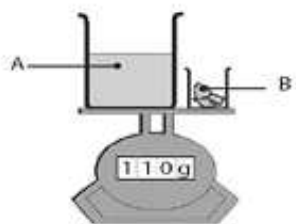
<http://hemija.chem.bg.ac.rs/home.htm>

M. Žilja, Vatra i sagorevanje, *Zrnca nauka 2*, Zavod za užbenike i nastavna sredstva, Društvo fizičara Srbije, Beograd 2004.

Feladatok a hallgatók önellenőrzésére

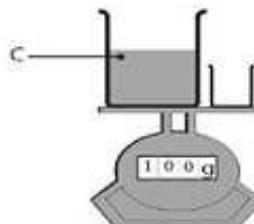
I T3.3.

1. A laboratóriumi mérlegre két poharat helyeztünk. Az egyik poharat az A anyaggal, a másikat a B anyaggal töltöttük meg. A mérleg az *1. képen* látható tömeget mutatja. A B anyagot a pohárból az A anyagot tartalmazó pohárba öntjük át, az üres poharat pedig visszahelyezzük a mérlegre. Magyarázza meg, hogy a *2. képen* miért mutat akkora tömeget a mérleg?



Слика 1

1. kép



Слика 2

2. kép

2. Karikázza be a pontos válasz előtti betűt: melyik kémiai reakció egyenlete tesz eleget a Tömegmegmaradás törvényének?

a) $\text{Mg} + \text{O} \rightarrow \text{MgO}$ b) $\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow \text{MgO}$ c) $\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$ d) $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$

Az oxidáció az a kémiai reakció (folyamat), melynek során egy anyag oxigénnel egyesül, a keletkezett vegyületet pedig **oxidnak** nevezzük.

A **savak** olyan anyagok, melyeknek vizes oldata pozitív ionként kizárólag hidrogéniont, H^+ tartalmaz.

A **bázisok** olyan anyagok, melyeknek vizes oldata negatív ionként kizárólag hidroxidiont, OH^- tartalmaz.

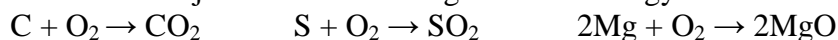
A **neutralizáció (semlegesítés)** a savak és bázisok közötti kémiai reakció, mely során víz és só keletkezik: $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \leftrightarrow \text{H}_2\text{O}$

A **sók** ionos vegyületek, melyek kationból (bázisból) és anionból (savból) állnak.

Oxidok

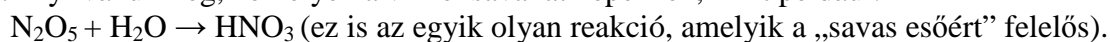
A mindennapi életből tudjuk, hogy a különböző anyagok oxidálódhatnak. A vas rozsdásodik, a szén elég. Az első esetben a vas lassan egyesül az oxigénnel, míg a másik esetben a szén és az oxigén egyesülése gyors (a szén égésével hő szabadul fel, amit például a háztartások fűtésére lehet felhasználni).

Az oxigén egyesülését valamely elemmel **oxidációknak** nevezzük, a keletkezett vegyület pedig az **oxid**. Sok elem oxidja az elem és az oxigén közvetlen egyesülésével keletkezik:

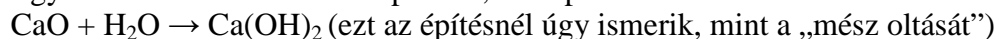


Az oxidok keletkezhetnek különböző anyagok elégésekor. Például: a metán, a földgáz alkotóelemének égésekor szén-dioxid és víz keletkezik: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

Az oxidok fizikai és kémiai tulajdonságaik tekintetében különböznek. Megtalálhatók mindhárom halmazállapotban. Az oxidok fontos kémiai tulajdonsága a vízzel történő reakció során nyilvánul meg, némelyek a vízzel savakat képeznek, mint például:



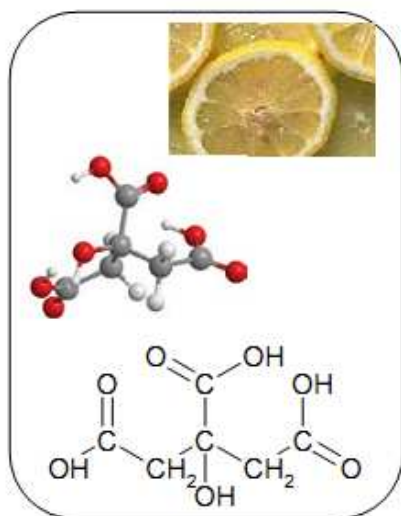
Egyes oxidok vízzel bázist képeznek, mint például:



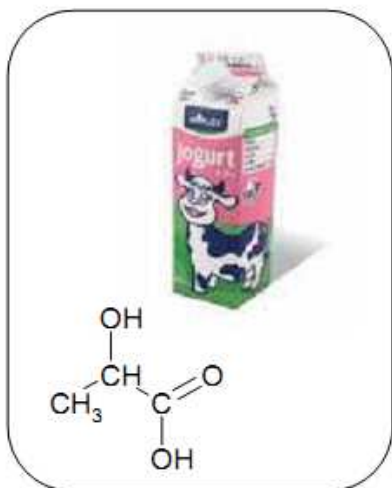
Azonban nem minden oxid lép reakcióba a vízzel. A vízzel reagáló oxidok savat képeznek, és **savas oxidoknak** nevezik őket, ezek kovalens kötésűek (CO_2 , SO_2 , SO_3 , N_2O_5 , P_2O_5). Azokat az oxidokat, melyek a vízzel reagálva bázisokat képeznek, **bázisos oxidoknak** nevezzük., ezek ion kötésűek (Na_2O , MgO , CaO). Emellett más oxidok is léteznek: **amfoter oxidok**, melyek savas és bázisos tulajdonságokkal is rendelkeznek, a másik reagenstől függően (Al_2O_3). Az oxidok negyedik csoportját a **semleges oxidok** alkotják, melyek nem rendelkeznek a felsorolt tulajdonságokkal. Egyik ilyen oxid, a rendkívül mérgező szén-monoxid, CO gáz. Keressen az interneten a szén-monoxidra vonatkozó adatokat!

Savak és bázisok

A savak és bázisok olyan vegyületek, melyek mindenapjainkban is jelen vannak. Az étkezéskor fogyasztott gyümölcsök és zöldségek többsége enyhén savas. A salátát ecettel ízesítjük, olyan üdítőt fogyasztunk, amely citromsavat tartalmaz (4.1. kép), a joghurt pedig tejsavat tartalmaz. (4.2. kép)



4.1. kép A gyümölcsben található citromsav, a citromsav-molekula modellje és szerkezeti képlete.



4.2. kép A joghurt tejsavat tartalmaz; a tejsav-molekula szerkezeti képlete.



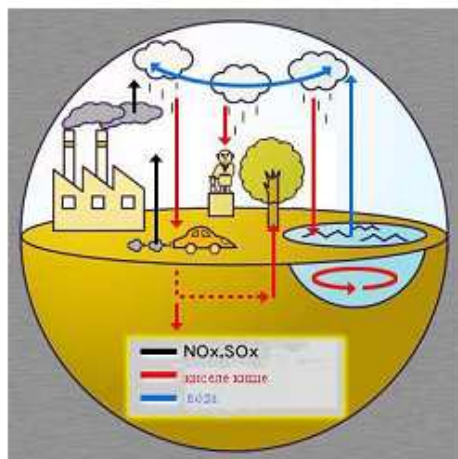
4.3. kép Tisztítószeres

A különböző tisztítószeres savak vagy bázisok. (4.3. kép)

A gyomorsav túltengést enyhíteni lehet olyan készítményekkel, melyek alumínium-hidroxidot vagy magnézium-hidroxidot tartalmaznak.

A savas esők az iparilag fejlett országokban nagy gondot jelentenek a környezet tekintetében (4.4. kép). A levegő-, a víz és a talajszennyezés problémájának megoldása a savak és bázisok tulajdonságairól szerzett tudásunkon alapul.

Egyes savak (nem mindegyik) a savas oxidok és a víz reakciójából keletkeznek (4.1. táblázat). Egyes bázisok (nem mindegyik) a bázis oxidok és a víz reakciójából keletkeznek. A 4.2. táblázatban az egyes bázisok elnevezése és képlete található.



4.4. kép. A savas esők veszélyeztetik a környezetünket.

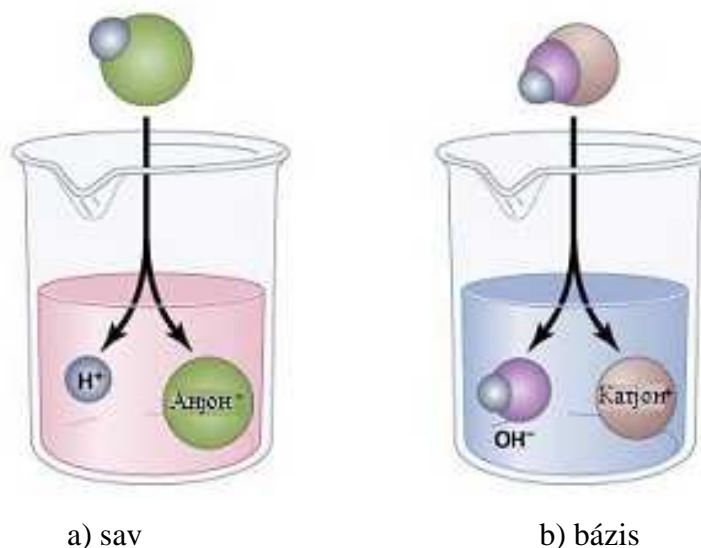
4.1. táblázat Egyes savak elnevezése és képlete

A sav elnevezése	Képlete	Sók, amit alkotnak
Klórhidrogén	HCl	kloridok
Kénsav	H ₂ SO ₄	szulfátok
Salétromsav	HNO ₃	nitrátok
Foszforsav	H ₃ PO ₄	foszfátok
Szénsav	H ₂ CO ₃	karbonátok

4.2. kép Egyes bázisok elnevezés és képlete

A bázis elnevezése	Képlete
Nátrium-hidroxid	NaOH
Kálium-hidroxid	KOH
Magnézium-hidroxid	Mg(OH) ₂
Kalcium-hidroxid	Ca(OH) ₂
Ammónia	NH ₃

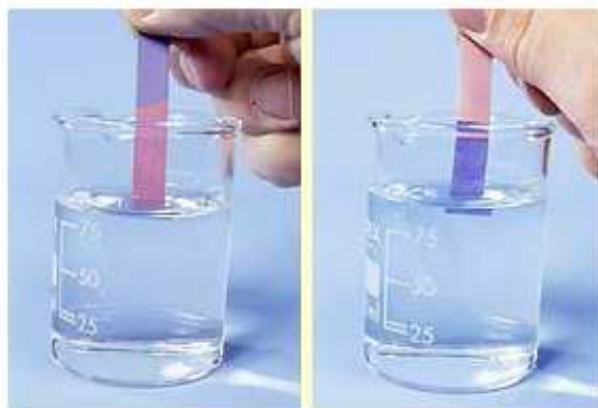
1887-ben a svéd Svante Arrhenius (1859-1927) felállította az **elektrolitikus disszociáció** elméletét, ami megmagyarázta, mik is a savak és bázisok. Ezen elmélet szerint a savak olyan anyagok, melyeknek a molekuláiból a vízben H⁺ ionok és anionok alakulnak (savmaradék). Más szóval a savak vizes oldata csak pozitív ionokat, hidrogénionokat tartalmaz. Másrészt, a bázisok vizes oldata, hidroxidokat tartalmaz mint negatív ionokat OH⁻ ionokat (4.5. kép). Az ammónia vizes oldata bázisos tulajdonságokkal bír az ammónia vízzel történő reakciója miatt, mely során hidroxinionok keletkeznek.



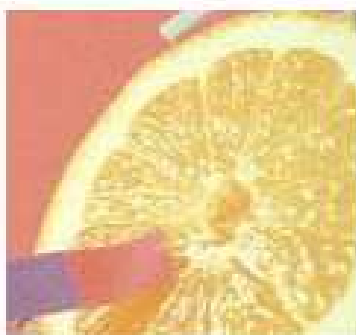
4.5. kép A savak és bázisok disszociációja a vízben

Hogyan vizsgáljuk meg, hogy egy anyag sav vagy bázis?

Ízleléssel nagyon veszélyes lehet, mert egyes savak mérgezők, többségük pedig roncsolja a szöveteket. Annak megállapítására, hogy valamely anyag sav vagy bázis, olyan anyagokat használnak fel, amelyek savas, illetve bázisos közegbe kerülve megváltoztatják színüket. Ezeknek az anyagoknak a közös neve **indikátor**. Az egyik ilyen indikátor a lakmusz. Savas környezetben a kék lakmuszpapír vörösre változik, a bázisos környezetben pedig a vörös lakmuszpapír kék lesz (4.6. kép). A lakmuszpapír segítségével azonosítható a gyümölcs savassága (4.7. kép).



4.6. kép A lakmuszpapír színe savas és bázisos környezetben



4.7. kép A kék lakmuszpapír citromsav jelenlétében vörös színűbe megy át

Robert Boyle (1627-1691) angol tudós elsőnek használt anyagokat a savas és a bázisos környezet azonosításához. 1663-ban észrevette, hogy egyes virágok (például ibolya) főzésével kapott oldatok különböző színűek lesznek, attól függően, hogy savas vagy bázisos közegben vannak. Néhány évvel később (1667) Boyle a szűrőt benedvesítette a trópusi zuzmóból – lakmuszból készült oldattal - elsőnek használva az indikátor papírt. A lakmuszon és az ibolyán kívül természetes indikátorok található még az alma piros héjában, a céklában, a földieperben, a vöröskáposztában, a piros cseresznyében, a szőlőlében, a vöröshagymában, a szilvahéjban, padlizsánban stb.

A savak és bázisok egymást semlegesítik, azaz ha kölcsönös reakcióra lépnek, akkor egyesülnek a H^+ és OH^- ionok és vízmolekulát H_2O alkotnak. E reakció során, melyet **neutralizációnak** nevezünk, még sók is keletkeznek.

A savak és bázisok tulajdonságainak felsorolása a 4.3. táblázatban található.

4.3. táblázat. A savak és bázisok tulajdonságainak összehasonlító táblázata

A savak tulajdonságai	A bázisok tulajdonságai
Savanyú íz.	Lúgos íz (szappanos)
A kék lakmuszpapír vörösre változik.	A vörös lakmuszpapír megkékül.
Reagál (neutralizáció) a bázisokkal. Reagál egyes fémekkel közben hidrogén szabadul fel. Reagál karbonátokkal és bikarbonátokkal (szénsav sói) – gyakorlati felhasználása vízkő eltüntetésére.	Reagálnak (neutralizáció) a savakkal.

Mi a pH érték?

A **pH** (ejtsd: pé-há) az oldat savasságát jelzi és 0-14 terjedő skálán jelöli az értéket. Ha az oldat savas, akkor a pH értéke 7 alatt van, a H^+ ionok száma az oldatban nagyobb, mint az OH^- ionoké. Ha az oldatban több OH^- ion van, mint H^+ ion, akkor az oldat bázisos, a pH érték ebben az oldatban 7-nél nagyobb. Ha az oldatban egyenlő a H^+ és az OH^- ionok száma, akkor az oldat semleges, azaz nincs sem savas sem bázisos tulajdonsága. Ebben az esetben a pH érték egyenlő héttel, $pH=7$.

A pH értéket gyorsan és egyszerűen lehet kimutatni az univerzális indikátor papírral. Az univerzális indikátor papírt úgy készítjük el, hogy egy keskeny filter papírcsíkot különböző indikátorok oldatának keverékével kezelünk. Az univerzális indikátor papír mérési tartománya 1 és 14 pH egység között van. Az univerzális indikátor dobozán feltüntetik a színezett pH érték skálát.

A pH meghatározása igen egyszerű. Az univerzális indikátort pár percre az oldatba mártjuk, kivesszük és várunk pár percet, hogy a papír megszáradjon. Utána a papír színét összehasonlítjuk a skálán lévő színekkel. Ott ahol a skálán levő szín és a papír színe azonosak, egyszerűen leolvassuk az oldat pH értékét. Például, ha az univerzális indikátor papír színe egyezik a skála szerinti 4 számmal, akkor a $pH=4$ (4.9. kép).



4.9 kép: Univerzális indikátor

A sók

Amikor azt mondjuk só, az első, ami eszünkbe jut, az a konyhasó, $NaCl$. Amikor azonban a kémiában említenek sót, akkor az ionvegyületek nagy csoportjára gondolnak. A Föld kérgének nagy részét sók alkotják, szikla, ásványok, ércek alakjában. Ugyancsak nagy mennyiségben található feloldva a tengervízben (az ivóvizünkben is megtalálhatók ízt adva neki, nélkülük a víz állott ízű lenne). A növények tápanyagként használják fel a talajban található oldódó sókat, vagy kivonják a műtrágyából. Az ember helyes növekedéséhez és fejlődéséhez is különféle sókra van szükség. A sókat az élet számos területén használjuk (4.4. táblázat).

Az elektrolitikus disszociáció elmélete szerint a sók olyan vegyületek, melyek vizes oldatban felbomlanak pozitív fémionokra és a savas maradék negatív ionjaira.

4.4. táblázat: A sók elnevezése és képlete

Sók	Képlet	Felhasználása és jelentősége
Nátrium-klorid	NaCl	Étkezésre fiziológiai oldatként, klór előállítására, HCl és más nátriumvegyületek
Nátrium-nitrát	NaNO ₃	Műtrágyagyártásra, HNO ₃ , H ₂ SO ₄
Nátrium-karbonát	Na ₂ CO ₃	Üveg és szappangyártásra, a textiliparban
Nátrium-hidrogénkarbonát (szódabikarbóna)	NaHCO ₃	Tészták kelesztésére – sütőpor adalék
Kalcium-karbonát	CaCO ₃	Építőanyagként, oltatlan (égetett) mész CaO, illetve oltott mész Ca(OH) ₂ előállítására
Kalcium-szulfát	CaSO ₄	Építőanyagként - gipsz
Kalcium-foszfát	Ca ₃ (PO ₄) ₂	Csontok építőanyaga
Réz(II)-szulfát pentahidrát (kékkő)	CuSO ₄ ·5H ₂ O	Szőlő permetezésére, más rézvegyületek előállítására

A sók többsége reakció útján állítható elő, amit **neutralizációnak** nevezünk. Gyakran halljuk a mindennapi életben is, hogy valamit neutralizálnak. A kémiában ez azt jelenti, hogy a savak és a bázisok reakcióra lépnek. Amikor a savakat és a bázisokat összekeverjük, akkor a H⁺ ionok és az OH⁻ ionok reakcióra lépnek és neutrális víz, H₂O keletkezik. Az oldatban, a víz molekulái mellet, van még kevés hidrogénion és hidroxidion, de számuk egyforma, a közép pedig neutrális és a pH érték 7.

Neutralizáció a mindennapi életben

Gyakran halljuk, hogy valaki arra panaszkodik, hogy a „gyomrában a savtúltengés” gondot okoz. Az orvos ilyenkor bázisos adalékok használatát javasolja, hogy neutralizálja a savtöbbletet.

A csalán érintése vagy a darázscsípés okozta fájdalom abból ered, hogy a csalán savas anyagokat termel, a darázs pedig bázisos anyagokat fecskendez be a fullánkjával. Ilyen esetekben a dagadt bőrfelületen a fájdalmat szódabikarbóna vizes oldatával enyhítjük, amely bázisos oldat, vagy a darázscsípés helyét ecettel kenjük be, neutralizálva a bázisok okozta fájdalmat a darázscsípés után.

Ha a pálinkafőzőknél felforr a cefre és ecetsav lesz belőle, akkor hozzáadnak egy kis oltatlan (égetett) meszet, hogy a végtermék ne legyen savanyú.

A múzeumokban és antikváriumokban, ahol papírból és fából készült tárgyakat tárolnak, idővel a savkicsapódás károsíthatja a kiállított tárgyakat, ezért a szóban forgó tárgyakat ilyen helyeken gyengén bázisos oldatokkal együtt tárolják.

A neutralizációt a gyáriparban különböző termékek előállítására alkalmazzák, például műtrágya-gyártásra..

Azonban a gyárak, hőerőművek, autók (kipufogógázok) sok káros anyagot juttatnak a légkörbe, köztük kén-dioxidot és a nitrogén oxidjait, amelyek az esőcseppekkel reakcióra lépnek és savas esőként a földre hullnak. A savas esőkben negyvenszer is több a sav, mint általában. Ha a folyók és a tavak savassága meghalad egy bizonyos határt, tömeges halpusztulás és a vízben élő más organizmusok pusztulása következik be. A mészkőből

(CaCO_3), homokból (SiO_2), gipszből ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) stb. épült épületeket és emlékműveket a fentiekhez hasonlóan teszik tönkre a savas esők.

A savas esők káros hatása elhárítható bázisalapú anyagokkal, hogy neutralizálják a savas hatást és a vizek és földek savasságát optimális szinten tartásuk. E célból a tavakba oltott meszet, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ szórnak. A mezőgazdasági termelők a földhöz oltatlan meszet adnak, CaO (bázis oxid) és ily módon érik el a növények fejlődésének legmegfelelőbb savassági szintet.

<http://hemija.chem.bg.ac.rs/home.htm>

Feladatok a hallgatók önellenőrzésére

I T4.2.

1. Karikázza be a helyes válasz előtti betűt. Minden oxid összetételében van:
a) kén b) kalcium c) hidrogén d) oxigén
2. Karikázza be a helyes válasz előtti betűt. Minden sav összetételében van:
a) kén b) hidrogén c) nitrogén d) oxigén
3. Milica egy kevés tejet öntött a pohárba és belemártott egy kék lakmuszpapírt. A lakmusz kék maradt. Két nap múlva Milica ismét megvizsgálta a tejet a lakmuszpapírral, ekkor a kék lakmuszpapír vörös színűre változott.

Karikázza be a helyes választ!

A lakmuszpapír elváltozása arra mutat, hogy a tejben **bázis/sav** keletkezett.

4. Szeretné a fürdőszobában eltüntetni a vízkövet. Mit fog használni?



vagy

5. TERÜLET/TÉMA: SZERVES VEGYÜLETEK – TULAJDONSÁGAIK ÉS JELENTŐSÉGÜK

I T5.1.

A vegyületek felosztása szerves és szervetlen vegyületekre, abból az időből származik, amikor úgy tartották, hogy a szerves vegyületek csak élő rendszerekben jöhetnek létre a titokzatos vitális erő hatására (mivel úgy tartották, hogy a szerves vegyületek összetettebbek és instabilabbak, mint a szervetlen vegyületek és nehéz lenne laboratóriumban előállítani). Miután a XIX. század közepén már több szerves vegyületet szintetizáltak, felfedezték, hogy a szintézis tekintetében nincs különbség a szerves és szervetlen vegyületek között, de az elnevezést mind a mai napig megmaradt.

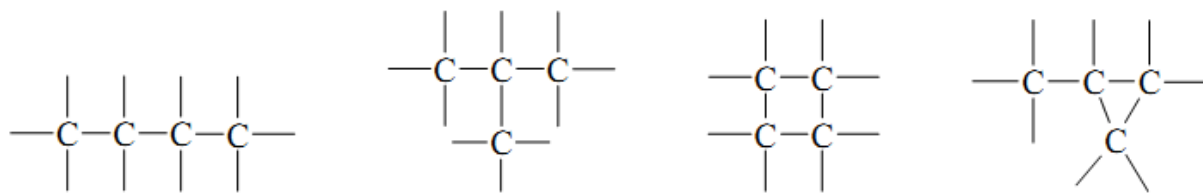
Manapság a szerves kémiát úgy határozzák meg, mint a szénvegyületek kémiáját. A szintetizált szerves vegyületek száma napról-napra növekszik, ma már 50 millió féle szerves vegyületet ismerünk.

A szerves vegyületek kiemelkedően fontosak, mert élő szervezeteket alkotnak, a mindennapi életben élelemként, ruhaként, üzemanyagként stb. használhatók fel. A zsírok, szénhidrátok és proteinek is szerves vegyületek, akárcsak a vitaminok és egyéb vegyületek, melyek nélkülözhetetlenek az élő organizmusok megfelelő működéséhez. Az energiaforrások is szerves vegyületek, a nafta, a földgáz és a fa. A szappan, a mosópor, a természetes és a műszálak, gyógyszerek, antibiotikumok, rovarölő szerek, különböző fertőtlenítő szerek szintén szénvegyületek.

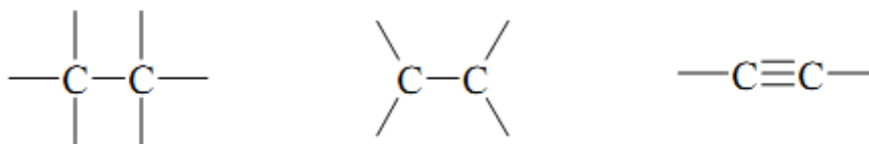
A természetben a szén forrása, amelyből a szerves vegyületek keletkeznek, a szén-dioxid, amelynek révén a növényekben a fotoszintézis segítségével szerves molekulák alakulnak. A keletkezett egyszerű molekulákból a növényekben és a növényevő állatokban nagyszámú különböző szerves vegyület keletkezik.

A szerves vegyületek nagy száma annak a következménye, hogy a szénatomok képesek:

- egymás között nyitott vagy zárt láncot (gyűrűket) alkotni



- egyszeres, kétszeres és háromszoros kovalens kötéssel kapcsolódni



- kapcsolódni más elemek atomjaival (hidrogén, oxigén, nitrogén, kén).

A szerves vegyületek tulajdonságaik tekintetében különböznek a szervetlen vegyületektől:

1. többségük melegítéssel elszéneseedik és nyom nélkül elég
2. többségük aránylag alacsony hőmérsékleten olvad

3. többségük aránylag alacsony hőmérsékleten forr
4. többségük a vízben nem oldható, míg az apoláris szerves oldatokban feloldható
5. összetételükben a szénen kívül kisszámú más elem is jelen van: hidrogén, oxigén, nitrogén, halogén elemek, kén és foszfor.

Funkcionális csoportok

A legegyszerűbb szerves vegyületek a telített szénhidrátok, melyek molekulái szénatomokból állnak, egyszeres kötéssel kölcsönösen kapcsolódva, a hidrogénatomok pedig a szénvázhoz kapcsolódnak.

A szerves vegyületek kémiai reaktivitásuk szerint osztályozhatók. Már elmondtuk, hogy a szénatomok kétszeres és háromszoros kötéssel is kapcsolódhatnak egymáshoz és más elemek atomjaihoz. Ezek a molekulák reaktív tulajdonsággal bírnak, ezért **funkcionális csoportnak** nevezzük őket. Azok a vegyületek, melyek ugyanazt a funkcionális csoportot tartalmazzák, hasonló kémiai tulajdonsággal rendelkeznek.

A szerves vegyületeket a funkcionális csoportok szerint osztályokra osztották fel. A szerves vegyületek legfontosabb osztályai: a szénhidrogének (alkánok, alkének, alkinek, aromás szénhidrogének), alkohol, éter, keton, aldehidek, karbonsavak, aminok.

Különböző forrásokat felhasználva, tudjanak meg minél többet a felsorolt szerves vegyületekről. Emellett külön érdeklődjenek a biológiailag fontos vegyületek iránt, mint a proteinek, szénhidrátok és zsírok, valamint az olaj.

Z. Čeković (urednik), *Molekuli u tajnama života u svemu oko nas*, Zavod za udžbenike, Beograd, 2009.

<http://hemija.chem.bg.ac.rs/home.htm>

A. Iv Ik, *Nafta, Zrnca nauka 5*, Zavod za udžbenike, Beograd, 2008.

B. Sijon, *Polimeri, Zrnca nauka 4*, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2006.

Ž. Matrikon, *Molekularna kuhinja, Zrnca nauka 2*, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Društvo fizičara Srbije, Beograd, 2004.

Feladatok a hallgatók önellenőrzésére

I T5.2.

1. Karikázza be a helyes válasz előtti betűt. A tojásban (különösen a fehérjében) van a legtöbb:

- a) protein b) cukor c) zsír d) só

2. Karikázza be a helyes válasz előtti betűt. A margarinban van a legtöbb:

- a) víz b) cukor c) zsír d) protein e) vitamin

3. Karikázza be a helyes válasz előtti betűt. A rizsben van a legtöbb:

- a) protein b) szénhidrát c) zsír d) vitamin