

Pavlo Popel, Ljudmila Kriklja

KÉMIA

Szabvány-szint

Tankönyv

az általános oktatási
rendszerű tanintézetek
11. osztálya számára



**Ajánlotta Ukrajna Oktatási és Tudományos
Minisztériuma**

Csernyivci
"Bukrek"
2019

УДК 547(075.3)
П57

Перекладено за виданням:

П. П. Попель, Л. С. Крикля. Хімія. Підруч. для 11 кл. закладів загальної середньої освіти. – Київ : ВЦ «Академія», 2019. – 248 с. : іл.

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(наказ Міністерства освіти і науки України від 12.04.2019 р. № 472)*

Видано за державні кошти. Продаж заборонено

Попель П., Крикля Л.

П57 Хімія (рівень стандарту) : підручник для 11 класу з навчанням угорською мовою закладів загальної середньої освіти / Павло Попель, Людмила Крикля; пер. з укр. – Чернівці : «Букрек», 2019. – 252 с. : іл.

ISBN 978-617-7663-96-5

Підручник підготовлено за навчальною програмою з хімії для 11 класу закладів загальної середньої освіти (рівень стандарту). У ньому узагальнено зміст періодичного закону, будову атомів і йонів, типи хімічного зв'язку та хімічних реакцій, розглянуто склад, будову, властивості та застосування найважливіших простих речовин і неорганічних сполук. Містить практичні роботи, лабораторні дослідження, вправи, задачі, додатковий матеріал для допитливих, а також словник хімічних термінів, предметний покажчик, список літератури для учнів та інтернет-сайтів із цікавим матеріалом з хімії.

УДК 547(075.3)

ISBN 978-966-580-576-2 (укр.)
ISBN 978-617-7663-96-5 (угор.)

© Попель П. П., Крикля Л. С., 2019
© ВЦ «Академія», оригінал-макет, 2019
© Видавничий дім «Букрек», переклад, 2019

Kedves tizenegyedikesek!

Ebben az évben befejezitek a kémia tantárgy tanulását, és teljes képet kaphattok egy érdekes, izgalmas, az emberiség számára szükséges tudományról.

Már ismeretes számotokra, hogy az anyagokat szervesanyagokra és szervetlenekre osztályozzák. A szerves anyagok összetételével, szerkezetével, tulajdonságaival a 9. és a 10. osztályok kémiaóráin ismerkedtetek meg. Az elemek és a szervetlen vegyületek alapvető csoportjainak – az oxidok, a bázisok, a savak, a sók, az amfoter vegyületek – leírását és tulajdonságait a 8. osztályos tankönyv tartalmazza. Megismerkedtetek az anyagok szerkezetével, a kémiai kötésekkel, az atomok, az ionok és a molekulák felépítésével.

A kémiának, mint minden tudománynak, saját törvényszerűségei vannak. Az egyik ilyen fontos törvény a periódusos rendszer, amit a kémiai elemek periódusos táblázata ábrázol. A periódusos rendszer törvényszerűségeit arra használtátok, hogy megjósoljátok vagy megmagyarázzátok az elemek kémiai természetét, az egyszerű és összetett anyagok tulajdonságait, az atomok és az ionok szerkezetét.

Ez a tankönyv az előző években megszerzett ismereteket új összefüggésekben szemlélteti: mélyebb ismeretekre tesztek szert a periódusos rendszer törvényszerűségeiről, az atom szerkezetéről, a kémiai kötésekről, kialakulásuk mechanizmusáról, a szervetlen vegyületekről. Megismerkedtek az atom gerjeszthetőségével, ami érthetővé teszi az elem vegyértékének, illetve oxidációs számának változását. Ezt követik a kémiai reakciók törvényszerűségei: a kémiai folyamatok megfordíthatósága, a kémiai egyensúly, a sók és a víz között végbemenő cserebomlási reakciók, az elektrokémiai alapismeretek. Megismerkedtek az allotrópia és az adszorpció jelenségével, bővítitek a műtrágyákkal és a szilikátokkal kapcsolatos tudásotokat.

A kémiaórákon sokféle vegyülettel találkoztok, sok kísérletet láthattok, és tanári felügyelettel magatok is kísérletezhetek. A vegyszerek használatánál, a kísérletezéseknél a balesetek megelőzése végett be kell tartani a munka- és a balesetvédelmi szabályokat.

Végül, de nem utolsósorban, a tankönyv tájékoztat a modern kémiai tudomány által felvetett kihívásokról. Ezek közül az egyik

legfontosabb az ipari vállalatok, a hőerőművek, a közlekedési eszközök, valamint a különböző hulladékok feldolgozása által okozott környezetszennyezéssel kapcsolatos problémák leküzdése.

Ebben a tankönyvben, az előzőekhez hasonlóan, a legfontosabb meghatározások színes betűvel vannak nyomtatva. Az új fogalmak, a fontos információk, a logikailag hangsúlyos állítások és a téma megnevezése dőlt (kurzívval) vagy félkövér betűkkel vannak kiemelve. A kémiai kísérletek leírását (laboratóriumi kísérletek, gyakorlati munka), a munka menetét leíró szövegrészt színes háttér jelzi. A kiegészítő információ balról színes vonallal van kiemelve, ide kerülnek az érdeklődést felkeltő vagy kiegészítő ismeretek. A tankönyvvel való kényelmes munka érdekében tárgymutatót közlünk. Minden téma után különböző nehézségi fokozatú és típusú kérdések, gyakorlatok és példák találhatók. Az *Érdeklődők számára* kiemelt rész azoknak készült, akik szeretnék bővíteni és elmélyíteni kémiai ismereteiket. Az elemek elektronegativitásának táblázata, a szeretlen vegyületek osztályozása, tulajdonságainak és előállításának összefoglaló táblázata a *Függelék* részben található.

A tankönyvet átgondoltan használjátok, igyekezzetek elmélyülni és kitartóan dolgozni a tananyaggal, próbáljátok lelkiismeretesen felelni a paragrafus végén feltett kérdésekre, önállóan megoldani a feladatokat. Maradandó élményszerzést, jó munkát és eredményeket kívánnak

a Szerzők

1. rész

A periódusos törvény. Az atom elektronszerkezete

Ez a rész elősegíti az atomszerkezettel és A periódusos törvény. Kapcsolatos tananyag felidézését – az atom és az elektronburok, a periódusos rendszer szerkezetét és törvényszerűségeit. Eközben további ismereteket kaptok az elektronhéjak kiépüléséről, és ennek alapján biztosabban meghatározhatjátok bármilyen kémiai elem lehetséges vegyértékét, illetve oxidációs számát. Ugyancsak megbizonyosodtok a periódusos törvény jelentőségéről a kémiatudomány számára, megtanuljátok, hogyan kell használni a periódusos táblázatban található információkat. Felismeritek a kémiai elem szerkezete és tulajdonságai közötti összefüggéseket, valamint azt, hogy a kémiai elemek periodikusságát az atomok elektronszerkezete határozza meg.

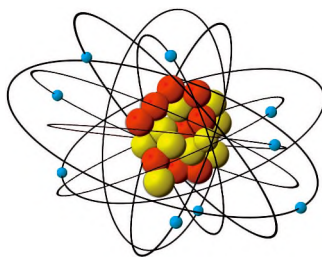
1 Az atomok. A kémiai elem. A periódusos törvény

E téma tananyaga segít nektek:

- felidézni az atomszerkezeti ismereteket;
- megismételni a periódusos törvény modern megfogalmazását.

Az atom szerkezete. Tudjátok, hogy az atom az anyag legkisebb semleges, kémiailag oszthatatlan része, amely pozitív töltésű atommagból és az azt körülvevő elektronfelhőből áll, melyben a negatív töltésű elektronok (e^-) nagy sebesség-

gel mozognak az atommag körül (1. ábra). Az atommag kétféle elemi részecskéből áll: protonból (p^+) és neutronból (n^0). A neutronok semleges részecskék, a protonok egységnyi pozitív töltéssel, az elektronok egységnyi negatív töltéssel rendelkeznek. A protonok száma az atommag töltését határozza meg. Az alapállapotú atomban az elektronok száma megegyezik a protonok számával: $N(p^+) = N(e^-)$.

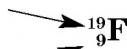


1. ábra
A fluoratom
szerkezete

► Hány proton és hány elektron található a fluoratomban?

Az atomban található protonok száma a *rendszám* (Z), amit a vegyjel bal alsó sarkába írt indexszámmal jelölünk: ${}_9\text{F}$. A protonokat és a neutronokat *nukleonoknak* nevezzük. A protonok és a neutronok számának összege a *tömegszám* (A), amit a vegyjel bal felső sarkába írunk: ${}^{19}\text{F}$. A neutronok száma megegyezik a tömegszám és a rendszám különbségével: a fluoratomban így tíz neutron található ($19-9$).

Tömegszám



Rendszám

Az atomfajtákat (${}^1\text{H}$, ${}^{12}\text{C}$, ${}^{23}\text{Na}$ stb.) *nuklidoknak* nevezzük. Az azonos rendszámú, de eltérő tömegszámú atomok az *izotópok*. Az eltérő tömegszámot az okozza, hogy atommagjuk eltérő számú neutronot tartalmaz. A hidrogén izotópjai: ${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$, ${}^3_1\text{H}$.

A kémiai elem. Az anyagok világa mintegy 100 kémiai elemből¹ tevődik össze. Tudjuk, hogy a *kémiai elem* meghatározott atommag-töltéssel (rendszámmal) rendelkező atomfajta.

¹ A 83-nál több protonnal rendelkező atommagok nem stabilak, külső hatás nélkül elbomlanak. Ezeket radioaktív elemeknek nevezzük.

Minden egyszerű anyag egyféle kémiai elem-ből áll, az összetett anyagok (vegyületek) két vagy többféle kémiai elem-ből. Így érthető, hogy összetett anyagból sokkal több van, mint egyszerűből: több mint 20 millió.

Azokat a kémiai elemeket, melyek halmaza fémekre jellemző tulajdonságokkal rendelkezik, fémek elemeknek, azokat, amelyek nem fémre jellemző tulajdonságokkal rendelkeznek, nemfémek elemeknek nevezzük. Kémiai reakció során a fémek elemek atomjai elektront veszítenek, amit a nemfémek elemek atomjai magukhoz kapcsolnak.

A periódusos törvény. Az anyagok hatalmas világában bizonyos szervezettség létezik. Ezt bizonyítja a *periódusos törvény* is:

a kémiai elemek és az általuk alkotott egyszerű, valamint az összetett anyagok tulajdonságai periódusosan függenek az atommagok töltésének értékeitől.

A periódusos törvény a természet egyik alapvető törvénye. A Mengyelejev által 1869-ben felfedezett periódusos törvény az addig még ismeretlen elemek felfedezésére, valamint a periodicitás okának keresésére ösztönözte a tudósvilágot. A periódusos törvényre alapozva, Mengyelejev periódusos rendszerében üres kockákat hagyott ki és úgy vélte, hogy e kockákban a még fel nem fedezett, de a természetben létező elemek foglalnak majd helyet. Megjósolta atomtömegüket, az általuk alkotott egyszerű és összetett anyagok valószínűsíthető kémiai tulajdonságait. Hamarosan fel is fedezték ezeket az elemeket: ez volt a gallium, a szkandium és a germánium.

A kémiai elemek periódusos rendszere a periódusos törvény táblázatos kifejezése (a könyv I. előzéke).

► Hogyan nevezik a vízszintes sorokat és a függőleges oszlopokat a periódusos rendszerben?

Az elemek periodicitásának oka csak később, az atomok bonyolult szerkezetének felfedezésével lett tisztázva. Ma már tudjuk, hogy a periódusos rendszerben az egymást követő elemek tulajdonságainak *periodikus változása az elemek atomjainak elektronhéj-szerkezetével magyarázható.*

SSZEFOGLALÁS

Az atom az anyag legkisebb semleges, kémiaiag oszthatatlan része, amely pozitív töltésű atommagból és negatív töltésű elektronokból áll. Az atommag protonokból és neutronokból áll.

A kémiai elem meghatározott protonszámú atomfajta.

A periódusos törvény a kémia alaptörvénye. A periódusos törvény korszerű megfogalmazása: a kémiai elemek és az általuk alkotott egyszerű és összetett anyagok tulajdonsága periódusosan függ az atommag töltésétől. Az elemek tulajdonságainak periodikus változása elektronhéj-szerkezetük periodikusan történő felépülésével függ össze.

A periódusos törvény alapján megjósolható a kémiai elem jellege, előrevetíthetők a tulajdonságai.

?

1. Melyik elem atommagja nem tartalmaz neutront?
2. Töltsétek ki a táblázat üres kockáit:

| Kémiai elem | Tömegszám | $N(p^+)$ | $N(e^-)$ | $N(n^0)$ |
|-------------|-----------|----------|----------|----------|
| Na | 23 | | | |
| P | 31 | | | |
| Mn | 55 | | | |

3. Jellemezzétek a jódatom szerkezetét (határozzátok meg az elemi részecskék számát).
4. Hogyan nevezik az azonos rendszámú, de eltérő tömegszámú atomokat? Milyen elemi részecskékkel különböznek egymástól?

5. Nevezzétek meg a +26, +53, +80 atommag-töltéssel rendelkező kémiai elemeket. Mi a vegyjelük?
6. Mi a különbség az egyszerű anyag és a kémiai elem között?
7. Milyen események, természeti jelenségek leírásánál használjuk a *periodikus* kifejezést?
8. Fokozatos vagy periodikus az atomok összetételének változása (protonok, elektronok, neutronok száma) az atommag töltésének növekedésével?
9. A 2. és a 3. periódus kémiai elemeinek példájával bizonyítsátok be az elemek kémiai jellegének periodikus változását.
10. Az alábbi elemek párosai közül melyik rendszámúnak van kifejezetten erősebb fémes (vagy nemfémes) jellege:
 - a) 3-as vagy 19-es;
 - b) 14-es vagy 16-os?
11. Próbáljátok megismételni Mengyelejev előrejelzését a fel nem fedezett elemekre vonatkozóan és írjátok le a 21-es rendszámú elem
 - a) relatív atomtömege értékének intervallumát;
 - b) valószínűsíthető kémiai jellegét;
 - c) jellemző vegyértékét.

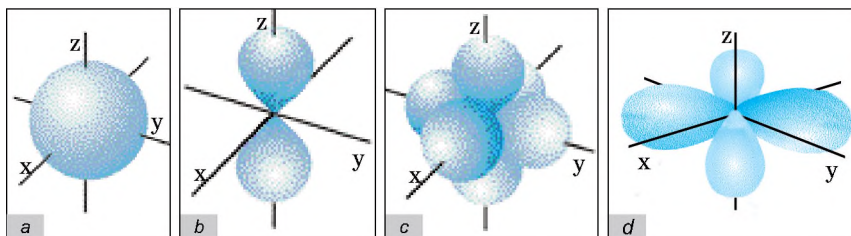
2 Az atom elektronszerkezete

E téma tananyaga segít nektek:

- felidézni az elektronok elhelyezkedését az atomban;
- alkalmazni az energiaminimum elvét az atomok elektronszerkezeti képletének összeállításánál;
- megismerni és összeállítani a negyedik periódus elemei atomjának elektronszerkezetét;
- az elektronszerkezet alapján osztályozni az elemeket.

Az elektron elhelyezkedése az atomban. Az elektron nagyon kicsi méretű elemi részecske. Olyan gyorsan kering az atom körül, hogy nem tudjuk egy konkrét pillanatban megállapítani, hogy az elektronsűrűség melyik részén tartózkodik. Az atommag körül azt a térrészt, ahol az elektronok mozgásuk közben nagy valószínűséggel megtalálhatók, atompályának

(atomi elektronpályának) nevezzük. Az atomi elektronpályáknak többféle alakja lehet: gömb alakú – s -pálya; súlyzó alakú – p -pálya; vagy összetettebbek, mint a d - vagy f -pályák (2. ábra). A p -elektronpályák a térben az x , y , z tengelyek mentén helyezkednek el, ezért a megfelelő indexszel jelölik: p_x , p_y , p_z .



2. ábra

Atomi elektronpályák térbeli ábrázolása: a – s -pálya; b – p -pálya; c – három p -pálya egy atomban; d – d -pálya

Az atompályát egyszerűen kis négyzettel (cellával) jelöljük, az elektront benne nyíllal: $\boxed{\uparrow}$.

Minden elektronpályán egy vagy két elektron tartózkodhat. Ez a két elektron eltérő spinnel¹ rendelkezik. Ezeket ellentétes irányú nyíllal jelölik: $\boxed{\uparrow\downarrow}$. Ha egy adott atompályán csak egy elektron van, az elektront párosítatlan elektronnak nevezzük. Ha egy adott atompályán két ellentétes spinű elektron van, párosított elektrontól beszélünk.

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

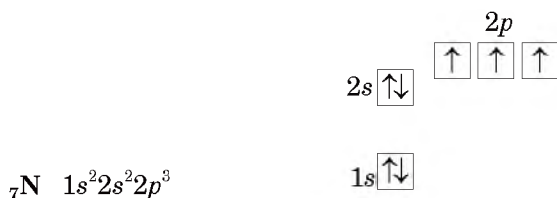
Az elektronok energiája. Az atom korszerű modellje figyelembe veszi az elektronok energiáját. Az energiaminimum elve szerint az alapállapotú atomban az elektronok mindig a lehető legkisebb energiájú szabad helyet foglalják el. Ezt figyelembe véve kell felírni az atom elektronszerkezetét.

Az elektronok az atomban energiaszintjük szerint helyezkednek el, melyek alszintekből tevődnek össze

¹ Ez a jellemző az elektron saját tengelye körüli forgását határozza meg (az óramutató járásával megegyező vagy ellentétes irányú).

Az első periódust két atom, a hidrogén és a hélium alkotja. Ezek elektronjai az első energiaszinten az s -pályán helyezkednek el, így elektronszerkezetük megfelelően $1s^1$, illetve $1s^2$. Az első periódusban található elemek atomjai elektronszerkezetének általános képlete $1s^n$ (ahol $n=1, 2$).

A második periódus elemeinél a második energiaszinthez s - és p -alhéjak tartoznak. Elektronszerkezetük általános képlete: $1s^2 2s^2 2p^m$ ($n=1, 2$; $m=0, 1, \dots, 6$). A nitrogénatom elektronszerkezete és cellás ábrázolása:



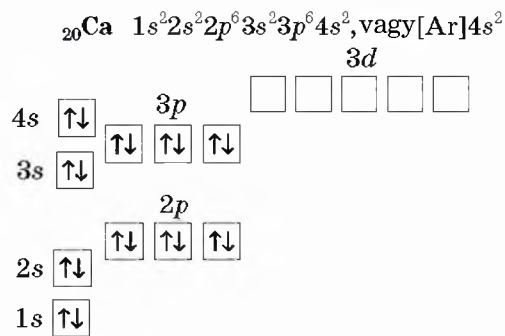
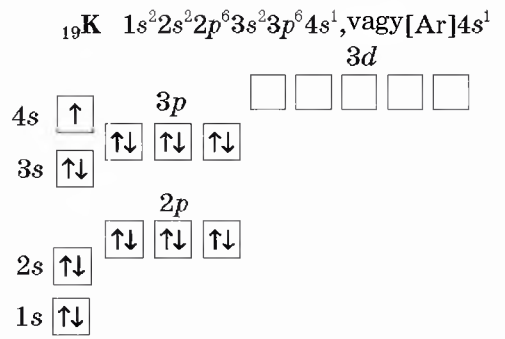
Figyeljétek meg, hogy mind a három p -elektron egyesével helyezkedik el az alhéjakon, mivel az egynemű töltéssel rendelkező elektronok kölcsönösen taszítják egymást.

Gyakran az atom elektronszerkezeti képlete egy nemesgáz vegyjelét tartalmazza szögletes zárójelbe véve, mint például $[\text{He}]2s^2 2p^3$. Ez azt jelenti, hogy a nitrogénatom belső elektronszerkezetének elektronszerkezete megegyezik a héliumatom elektronszerkezetével. Olykor csupán a külső elektronok feltüntetésével írják fel az elektronszerkezeti képletet. A nitrogénatom esetében ez így alakul: $\dots 2s^2 2p^3$.

Hasonlóan történik az elektronszerkezet kiépülése a harmadik periódus elemeinél: a harmadik energiaszintnek csak az s - és a p -pályái töltődnek fel.

► Állítsátok össze a szilíciumatom rövidített elektronszerkezeti képletét.

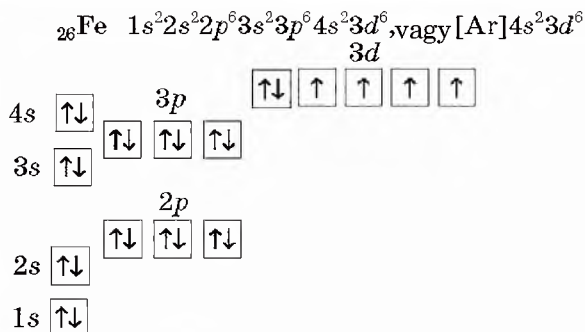
A negyedik periódusban található kálium- és kalciumatom esetében az elektronszerkezet kiépülése az energiaminimum elve szerint történik (1. vázlat), a külső elektronok a $4s$ -atompályákat foglalják el és nem a $3d$ -pályát:



Érdekes tudnivaló

A negyedik periódus *d*-elemeinek atomjai, miközben kationná alakulnak, először a 4s-elektronokat veszítik el, csak ezután adják le a 3*d*-elektronokat.

A 21-es rendszámú szkandium-atomtól a 3*d*-alhéj töltődik fel (I. előzék), és a továbbiakban először egyesével, majd *hozzájuk költöznek* a többi elektronok is (ellentétes spinnel). Így történik a vasatom esetében is:



Hasznos megjegyezni: a külső héj elektronjainak száma a főcsoportszámot, az elektronhéjak száma a periódusszámot adja meg.

Az elemek osztályozása az atomok elektronszerkezete alapján. Attól az elektrópálya típusától függően, amelyiken a külső elektronok (a legnagyobb energiájú elektronok) tartózkodnak, megkülönböztetnek *s-elemeket*, *p-elemeket*, *d-elemeket* és *f-elemeket*¹.

Az *s*-elemek (a héliumon kívül) az I. és II. csoport főcsoportjához, a *p*-elemek a III.–VIII. csoport főcsoportjaihoz tartoznak.

► Melyikhez, az *s*- vagy a *p*-mező elemeihez tartoznak a következő elemek: kén, bárium, kálium, neon, jód?

A *d*-elemek a mellékcsoportokban találhatók. A III. csoportban elhelyezkedő lantanoidák és aktinoidák *f* elemek: ezeket a periódusos rendszer alapmezejének mezsgyéjére helyezték (I. előzék).

A külső elektronok száma alapján meghatározható a kémiai elem jellege: fémes vagy nemfémes. A fémes elemek atomjainak külső energiaszintjén az elektronok száma 1–3-ig terjed; a nemfémes elemek atomjaiban 4-től 8-ig terjed a külső elektronok száma.

► Az 1. és 2. periódus melyik nemfémes eleme kivétel e szabályszerűség alól?

A fémes elemek között is vannak kivételek: az ón- és az ólomatom négy külső elektronnal rendelkezik, a bizmut-atom pedig öttel.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az elektronok az atommag körüli térrészben úgynevezett atompályákon helyezkednek el. Alakjuk szerint megkülönböztetnek *s*, *p*, *d*, *f* atomi elektrópályákat. Az elektronok az atomban úgy helyezkednek el, hogy energiájuk minimális legyen.

¹ A periódusos rendszerben az elemek típusai megfelelő színnel vannak jelölve (I. előzék).

19. Bizonyítsátok be az atommag töltésének növekedésével kapcsolatos elektronszerkezet változásának periodikusságát a második és a harmadik periódus elemei példáján.
20. Vajon a nagyobb számú energiaszinten levő elektronok minden esetben nagyobb energiával rendelkeznek-e? A választ példákkal indokoljátok.
21. A periódusos rendszer alapján határozzátok meg, milyen típusú kémiai elemről van szó: *p*-elemekből vagy *d*-elemekből?
22. Milyen jellegű elemek – fémek vagy nemfémek – vannak többségben:
- az *s*-mező elemei között;
 - a *p*-mező elemei között?

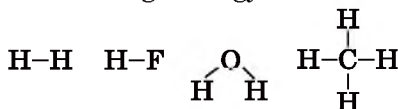
3 A vegyérték és az elemek oxidációs száma

E téma tananyaga segít nektek:

- tisztázni a vegyérték fogalmát;
- felidézni az atom gerjesztett állapotának fogalmát;
- prognosztizálni az elem lehetséges vegyértékeit;
- meghatározni az oxidációs szám értékét a vegyületek képletei alapján.

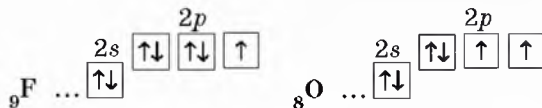
A kémiai elemek vegyértéke. A nyolcadik osztályos tananyagból ismeretes, hogy az atomok párosíthatatlan elektronjai közös elektronpárt hoznak létre (kovalens kötés), az elem vegyértéke pedig a kialakított közös elektronpárok számával határozható meg.

A szerves vegyületekben az első három kötéstípus fordul elő. A szerves vegyületekben a kovalens kötés a legelterjedtebb, mivel ezek molekuláris szerkezetűek, amire ez a kötés jellemző. Minden hidrogénatomnak egy elektronja van ($1s^1$), ami részt vesz a kötés kialakításában. Ezért a hidrogén I vegyértékű:



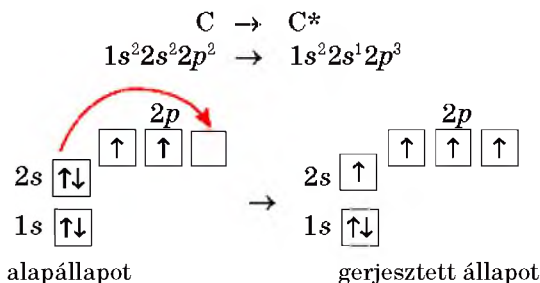
A fluor szintén I vegyértékű, az oxigén vegyértéke viszont II. Ez azzal magyarázható, hogy a

fluor külső elektronhéján egy párosítatlan elektron van, az oxigénnek pedig kettő:



Vagyis a párosítatlan elektronok száma rámutat a kémiai elem lehetséges vegyértékére.

Némely elem atomjának elektronszerkezete megváltozhat. Ennek egyik feltétele, hogy a külső energiaszinten¹ legyen üres cella vagy alhéz. Ha az *alapállapotú* atomhoz megfelelő mennyiségű energiát közlünk, a külső elektronhéjon található párosított elektronok egyike távolabb kerül az atommagtól és szabad cellába *költözik*. Ilyenkor az atom gerjesztett *állapotáról* beszélünk (csillaggal jelölik az elem vegyjelétől jobbra fent). Gerjesztett állapotban a párosítatlan elektronok száma nő, így több kovalens kötést képes kialakítani. Ezzel a jelenséggel a szerves kémia tananyagában találkozhattatok a szénatom esetében:



A szén négy-vegyértékűségét a gerjesztett állapotú szénatom négy párosítatlan elektronja okozza.

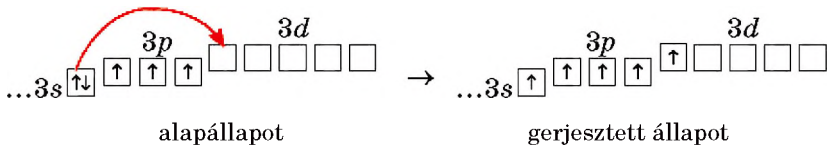
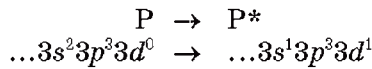
Több nemfémes elem is létezhet gerjesztett állapotban: bór, szilícium, foszfor, kén, klór és más elemek. Amíg az első három elem atomja

¹ a d-elemek számára az utolsó előtti héj

számára gerjesztett állapot jellemző, addig a kénatom és a klóratom két-, illetve háromféle gerjesztett állapotban létezhet.

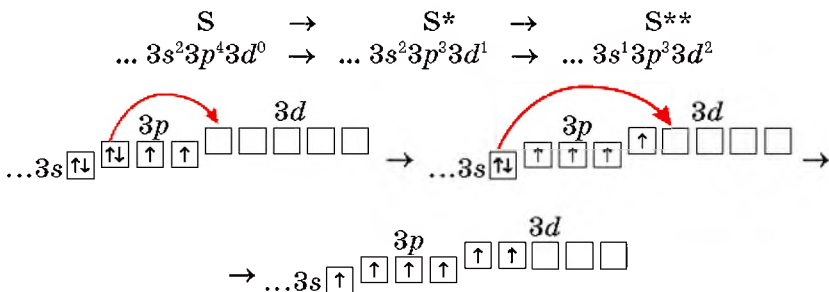
► Írjátok fel a bóratom elektronszerkezetét gerjesztett állapotban.

A szilíciumatom esetében gerjesztett állapotban egy $3s$ -elektron átmegy a $3p$ -cellába, a foszforatom gerjesztésénél a $3s$ -elektron emissziója a $3d$ -alhéjra történik:



A szilícium, mint a szén, majdnem minden vegyületében négy-vegyértékű (az atom gerjesztett állapotában négy párosítatlan elektron található). A foszfor vegyértéke lehet III (alapállapotban 3 párosítatlan elektronnal rendelkezik) vagy V (gerjesztett állapotban 5 párosítatlan elektrona van). A foszfor változó vegyértékének példája lehet a PH_3 képletű foszfin és az ortofoszforsav – H_3PO_4 .

A kén- és a klóratomok gerjesztésénél a $3s$ - és $3p$ -alhéjakon tartózkodó elektronok a $3d$ -atompályára kerülnek. Ez a folyamat a kén esetében a következőképpen néz ki:



A két-, négy- és hat-vegyértékű kénvegyületek példái: H_2S – kénhidrogén, SO_2 – kén(IV)-oxid, H_2SO_4 – kénsav. A nitrogén-, az oxigén- és a fluoratomok nem gerjeszthetők, mivel a külső, második energiaszinten nincs üres cella.

A 2. és 3. periódus nemfémes elemek vegyértékéről az 1. táblázat ad információt:

1. táblázat

A 2. és 3. periódus nemfémes elemeinek vegyérték-lehetőségei¹

| Periódusok | Csoportok | | | | |
|------------|-----------|---------|-----------|--------------|------------------|
| | III | IV | V | VI | VII |
| 2 | B 3 | C 4 | N 3* | O 2 | F 1 |
| 3 | | Si 4 | P 3, 5 | S 2, 4, 6 | Cl 1, 3, 5, 7 |

* A nitrogén maximális IV vegyértéke az ammónium-ionban lehetséges (6. §).

Az oxidációs szám. Az oxidációs szám a vegyületben található kémiai elem fontos jellemzője. Ezt a jellemzőt alkalmazzák az anyagok osztályozásánál, az oxidációs-redukciós folyamat lehetőségének megjósolásánál, valamint a redoxi egyenletek rendezésénél jelent nagy segítséget az atomok oxidációs állapotának, illetve oxidációs számának ismerete.

► Milyen oxidációs számmal rendelkeznek az elemek az egyszerű anyagok molekuláiban?

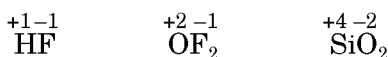
Tanulmányaitok során ismeretet szerezhattetek arról, hogy a bináris ionos vegyületekben minden elem oxidációs szám értéke megegyezik az ion töltésével. Így a lítium-kloridban az oxidációs számok értéke +1

¹ Ebben és az ezt követő táblázatokban az elemekről és a vegyületeikről szóló információk a periódusos rendszer celláiban vannak elhelyezve.

és -1 , az alumínium-szulfid esetében az elemek oxidációs száma $+3$ és -2 :



A molekuláris és atomszerkezetű anyagokban viszont kovalens kötés van az atomok között. Az oxidációs szám kiszámításánál a poláris kovalens kötés részlegesen eltolódott közös elektronpárját gondolatban a nagyobb elektronegativitású atomhoz rendeljük, és az így kialakult töltés lesz az elem oxidációs száma (ehhez használjuk az 1. függelékben található Elemek elektronegativitása nevű táblázatot):



Három vagy több elemből álló vegyületek esetén az oxidációs szám értékét az anyag elektromos semlegességének szabálya szerint határozzuk meg: *semleges vegyületekben az alkotó atomok oxidációs számának összege nullával egyenlő*. Alább található két példa az oxidációs szám felírására:



► Határozzátok meg az alábbi képletekben az elemek oxidációs számát: Li_3N , SCl_2 , HClO_4 .

Az atom gerjesztett állapotának köszönhetően megnövekedik az elem vegyérték-lehetősége és az oxidációs állapotok száma is (2. táblázat). A vegyületek megnevezésében is feltüntetik az oxidációs szám értékét (római számmal „+” vagy „-” előjel nélkül):



**A 2. és a 3. periódus elemeire jellemző
oxidációs számok**

| Periódusok | Csoportok | | | | | | |
|------------|-----------|----------|-------------|--------------|------------------|-----------------|-----------------------------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII |
| 2 | Li +1 | Be +2 | B -3, +3 | C -4, +4 | N -3, +3, +5* | O -2 | F -1 |
| 3 | Na +1 | Mg +2 | Al +3 | Si -4, +4 | P -3, +3, +5 | S -2, +4, +6 | Cl -1, +1, +3, +5, +7 |

* A nitrogén +5 oxidációs számát képlet szerint számítással határozzák meg, nem pedig a kötő elektronpár eltolódásával.

A vegyérték és az oxidációs szám fogalma. Nem szabad összetéveszteni és felcserélni egymással a vegyérték és az oxidációs szám fogalmát, mivel ezek jelentése tartalmilag különböző. A vegyérték az atomok között kialakuló kovalens kötések számával határozható meg, míg az oxidációs szám alatt az atomnak feltételes egész számú töltését értjük, amelyet úgy kapunk, hogy a kötést kialakító elektronokat az elektronegatívabb atomhoz rendeljük.

Az elem vegyértéke és oxidációs számának értéke a vegyületekben gyakran egybeesik (figyelman kívül hagyva az előjeleket). Így például a széndioxidban (CO_2) a szén vegyértéke is IV és oxidációs száma is +4; a kénhidrogénben (H_2S) a kén vegyértéke II, oxidációs száma -2. Vannak azonban olyan esetek is, amikor a számbeli értékek nem egyeznek: például az elemmolekulákban, egyes vegyületekben. A Cl_2 képletű klórmolekulában a klóratom vegyértéke I (az atomok között egyszeres kovalens kötés található Cl-Cl), az oxidációs szám értéke pedig nullával egyenlő. A H_2O_2 képletű hidrogén-peroxidban a hidrogén I, az

oxigén II vegyértékű (grafikus képlete H–O–O–H), oxidációs számuk: a hidrogénnek +1, az oxigénnek –1.

Az 1. és 2. táblázat adatai arról tanúskodnak, hogy az elemek vegyértéke és az oxidációs szám értéke a főcsoportok elemeinél a legtöbb esetben azonos. Ez a tendencia vehető észre a mellékcsoportok elemeinél is.

ÖSSZEFOGLALÁS

A párosítatlan elektronok száma az elem lehetséges vegyértékeire mutat. Az atom gerjesztése során a párosított elektronok külön célkba kerülnek, így megnő a párosítatlan elektronok száma. A gerjesztési folyamat feltétele megfelelő mennyiségű energia közlése, valamint üres cella vagy alhéj megléte, amelyre át tud menni az elektron.

A gerjesztésnek köszönhetően megnő az elem vegyérték-lehetősége, valamint az oxidációs szám különböző értékének mennyisége.

A magtöltés növekedésével a vegyérték és az oxidációs szám értéke változásának periodicitása figyelhető meg.

?

23. A felsorolt elemek között – H, C, N, F, Si – melyik elem:
 - a) található csak alapállapotban;
 - b) atomjaira milyen gerjesztett állapot jellemző?
24. A klóratom alapállapotból gerjesztett állapotba való átalakulásának vázlata:



Írjátok fel a klóratom minden állapotának rövid beírásos elektronszerkezeti képletét és cellásan ábrázolva.

25. A felsorolt klórvegyületek közül melyikben található a klóratom gerjesztett állapotban: Cl_2O , SCl_4 , HClO_3 , Cl_2 , Cl_2O_7 , ClF_3 .
26. Az 1. és 2. táblázatból vajon miért hiányoznak a VIII. csoport elemei: a neon és az argon?

27. Milyen vegyértékkal és milyen oxidációs számmal rendelkezik a szén a metánban, az etánban, az eténben és az etinben?
28. Melyik a helyes befejezése az alábbi mondatnak: *Egyszerű anyagokban nullával egyenlő ...*
- a) a vegyérték és az oxidációs szám;
 - b) az atom vegyértéke;
 - c) az oxidációs szám értéke?
29. Az alábbi képletű vegyületekben határozzátok meg a foszfor oxidációs számát: Ca_3P_2 , PBr_5 , HPO_3 .
30. A berillium és a magnézium két olyan elem, melyeknek állandó és azonos (mennyi?) az oxidációs száma. Indokoljátok meg, hogy minek köszönhető a két elemnek ez a tulajdonsága?

4 A kémiai elem jellegének, egyszerű és összetett vegyületei tulajdonságainak periodikus változása

E téma tananyaga segít nektek:

- felidézni az elemek kémiai jellegének és az egyszerű, valamint az összetett anyagok tulajdonságainak változását;
- prognosztizálni a kémiai elem jellegét, az egyszerű anyag típusát, a legmagasabb oxidok és a nekik megfelelő hidrátok kémiai tulajdonságait az elemnek a periódusos rendszerben elfoglalt helye alapján.

Az elem kémiai jellegének periodikus változása. A 8. osztály kémiai anyagából tudjátok, hogy a periódusos rendszerben minden periódus (kivéve az elsőt) fémekkel kezdődik és nemfémekkel zárul.

A fémek atomjai egy vagy több elektront képesek leadni, a nemfémek atomjai viszont elektronokat vesznek fel. Az azonos periódusban elhelyezkedő elemek atommagjainak töltése növekszik, az atomok sugara viszont csökken. Ennek következtében azonos periódusban minden követke-

zó elem erősebben tartja az elektronjait és egyre kevésbé adja le. A periódus sorának második felében megjelenik az elektronfelvétel tulajdonsága. Így levonható a következtetés: *egy perióduson belül az elemek fémes jellege csökken, nemfémes jellege pedig erősödik* (a halogéneknél jut ez leginkább kifejezésre). A periódus utolsó elemeit a legpasszívabb nemfémek alkotják. Ezeket nemesgázoknak nevezik, mivel szinte teljesen reakcióképtelenek (a hélium, a neon és az argon nem lép kémiai reakcióba).

Az egyszerű anyagok tulajdonságainak periodikus változása. A fémes elemek fémes egyszerű anyagokat, a nemfémes elemek nemfémes egyszerű anyagokat alkotnak. A fémeket számos közös fizikai és kémiai tulajdonságuk különbözteti meg a nemfémektől, melyek szintén rendelkeznek közös, a fémektől eltérő tulajdonságokkal.

Ha a periódusos rendszerben az atommag töltése növekedésének irányában haladunk (vagyis a rendszám növekedésének irányában), megfigyelhetjük az egyszerű anyagok típusainak és kémiai aktivitásának periodikus változását (3. táblázat).

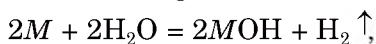
3. táblázat

A 2. és 3. periódus elemei által alkotott egyszerű anyagok és kémiai aktivitásuk

| Periódusok | Csoportok | | | | | | | |
|------------|--|----|---|----|----------------|----------------|-----------------|--------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
| 2 | Li | Be | B | C | N ₂ | O ₂ | F ₂ | Ne |
| | fémek kémiai aktivitás csökkenése → | | nemfémek kémiai aktivitás fokozódása → | | | | | nemfém |
| 3 | Na | Mg | Al | Si | P | S | Cl ₂ | Ar |
| | fémek kémiai aktivitás csökkenése → | | nemfém kémiai aktivitás fokozódása → | | | | | nemfém |

Hasonlítsuk össze a 2. és a 3. periódus fémes elemei egyszerű anyagainak vízzel szembeni

aktivitását. A lítium és a nátrium közönséges körülmények között reagál a vízzel



magnézium is hasonló reakcióba lép, de csak melegítés hatására, a berillium és az alumínium nem reagál vízzel.

► Írjátok fel a magnézium és a víz között lejátszódó reakcióegyenletet.

A 2. és a 3. periódus nemfémes elemei alkotta nemfémek közül a legaktívabb a fluor. A fluor és a hidrogén között már sötétben is robbanásszerű reakció játszódik le, míg a klór- és a hidrogénkeverék csak fény hatására robban; az oxigén és a hidrogén elegye láng hatására reagál. A legpasszívabb a bór és a szilícium – ezek nem reagálnak a hidrogénnel.

A vegyületek tulajdonságainak periódusos változása. Minden elem számára a legjellemzőbb vegyület a legmagasabb oxid és az oxidnak megfelelő hidrát. Ezekben a vegyületekben az elem a maximális oxidációs számával szerepel.

Az oxidok. Oxidoknak nevezzük a kémiai elem oxigénnel alkotott bináris vegyületét, amelyben az oxigén oxidációs száma -2 . Tanulmányaitok során az oxidokat bázisképző, savképző és amfoter oxidokra osztályoztatok. A fémes elemekre jellemző a bázisképző oxid (némelyek amfoter tulajdonságokkal rendelkeznek, és vannak, amelyek savas jellegűek), a nemfémek savképző oxidokat alkotnak.

Vannak oxidok, melyek nem mutatnak sem bázisos, sem savas tulajdonságot. Ezeket nem só-képző oxidoknak nevezzük, mivel normál körülmények között nem reagálnak sem bázisokkal, sem savakkal, tehát nem alkotnak sókat. Ezek közé tartozik a CO, a NO, a N₂O. A vizet (H₂O) is a nem só-képző oxidokhoz sorolják.

Figyeljük meg, hogyan változnak a 2. és a 3. periódus elemei legmagasabb oxidjainak tulajdonságai az atommag töltése növekedésével (4. táblázat).

A 2. és 3. periódus elemeinek legmagasabb oxidjai

| Periódusok | Csoportok | | | | | | |
|------------|-------------------|--------------|--------------------------------|------------------|-------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII |
| 2 | Li ₂ O | BeO | B ₂ O ₃ | CO ₂ | N ₂ O ₅ | — | — |
| | Bázisképző oxid | amfoter oxid | savképző oxidok | | | | |
| 3 | Na ₂ O | MgO | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | P ₂ O ₅ | SO ₃ | Cl ₂ O ₇ |
| | bázisképző oxidok | | amfoter oxid | savképző oxidok | | | |

Mindkét periódus első elemei – a lítium és a nátrium, valamint a 3. periódus második eleme – a magnézium bázisképző oxidokat alkotnak. Ezekről a fémektől jobbra elhelyezkedő berillium, illetve alumínium oxidjai amfoter (úgy bázisos, mint savas) tulajdonságokkal rendelkeznek, a többi elem savképző oxidot alkot.

► Hogyan változik az oxidok vízhez való aktivitása az alábbi sorban: Na₂O — MgO — Al₂O₃?

Érdekes tudnivaló

A XX. század 60-as éveiben XeO₃ XeO₄ képletű oxidot állítottak elő, ami savképző jelleget mutatott.

A 2. és 3. periódus elemeinek oxidjaira vonatkozó információk összehasonlításával megfigyelhető, hogy összetételük és kémiai tulajdonságaik periodikusan változnak. Minden periódusban az atommag töltésének növekedésével az elemek legmagasabb oxidjainak savas tulajdonságai erősödnek, bázisos tulajdonságai pedig gyengülnek.

► Miért nincsenek oxidok képletei a 4. táblázat két cellájában sem? Magyarázzátok meg mind a két különálló esetet.

Az oxidok hidrátja. Az oxidok vízzel való kölcsönhatása termékeinek közös neve az oxidok hidrátja. A bázisképző oxidok hidrátja a bázisoknak (MgO => Mg(OH)₂), az amfoter oxidoknak amfoter hidroxidok felelnek meg (Al₂O₃ => Al(OH)₃), a savképző oxidok hidrátja az oxigéntartalmú savak (SO₃ => H₂SO₄).

Figyelembe véve az oxidok hidrátjainak eredetét, könnyű megjósolni az oxid hidrátja jellegének és tulajdonságainak periodikus változását az atommag töltésének növekedésével. Minden perióduson belül *az oxidok hidrátjainak savas tulajdonságai erősödnek, a bázisos tulajdonságok pedig gyengülnek* (5. táblázat).

5. táblázat

A 2. és 3. periódus elemei legmagasabb oxidjainak hidrátjai

| Periódusok | Csoportok | | | | | | |
|------------|-------------|---------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII |
| 2 | LiOH | Be(OH) ₂ | H ₃ BO ₃ | H ₂ CO ₃ | HNO ₃ | — | — |
| | bázis (lúg) | amfoter hidroxid | gyenge sav | gyenge sav | erős sav | | |
| 3 | NaOH | Mg(OH) ₂ | Al(OH) ₃ | H ₂ SiO ₃ | H ₃ PO ₄ | H ₂ SO ₄ | HClO ₄ |
| | bázis (lúg) | bázis | amfoter hidroxid | gyenge sav | közepesen erős sav | erős sav | erős sav |

- Megmarad-e az oxidok hidrátja tulajdonságainak periodicitása a periódusos rendszer 4. csoportjának első két elemére (kálium és kalcium) vonatkoztatva?

ÖSSZEFOGLALÁS

Az atommag töltésének növekedésével az elemek kémiai jellege periodikusan változik a fémestől a nemfémesig. A periódusok elején található elemek fémes egyszerű anyagokat alkotnak, a periódus közepe táján és végén pedig nemfémes egyszerű anyagokat.

A fémes elemek bázisképző oxidokat alkotnak, melyeknek bázis felel meg, a nemfémes elemek savképző oxidokat alkotnak, amelyekből oxigéntartalmú savak keletkeznek. A periódusokban a legmagasabb oxi-

dok és azok hidrátjai bázisos tulajdonságai balról jobbra gyengülnek, savas tulajdonságai pedig erősödnek. Úgy az összetett, mint az egyszerű anyagok esetében a tulajdonságok periodikusan változnak az atommag töltésének növekedésével.

?

31. Melyek az atomok elektronikus szerkezetének sajátosságai, amelyek meghatározzák az elemek fémes vagy nemfémes jellegét?
32. Ha 118. rendszámú kémiai elem alkotta egyszerű anyagot sikerülne előállítani, milyen tulajdonságokkal rendelkezne: fémessel vagy nemfémessel? Miért?
33. A 2. és 3. periódus elemei által alkotott egyszerű anyagok halmazállapotának változásában megfigyelhető-e periodicitás? Válaszotokat indokoljátok.
34. Megváltozik-e az oxidok közötti periodicitás, ha a foszfornak, a kénnek, illetve a klórnak nem a legmagasabb oxidját vesszük (például: P_2O_3 , SO_2 , Cl_2O)?
35. Megfigyelhető-e periodicitás a nemfémek legmagasabb oxidjainak megfelelő savak tulajdonságainak változásában? A feleletet támasszátok alá az 5. táblázatban található információkkal.
36. Az 5. táblázat adatai alapján vonjatok le következtetést az azonos csoportokban fellelhető elem oxidja hidrátja tulajdonságának változásáról. E változások jellege minden csoport számára azonos lesz?

2. rész

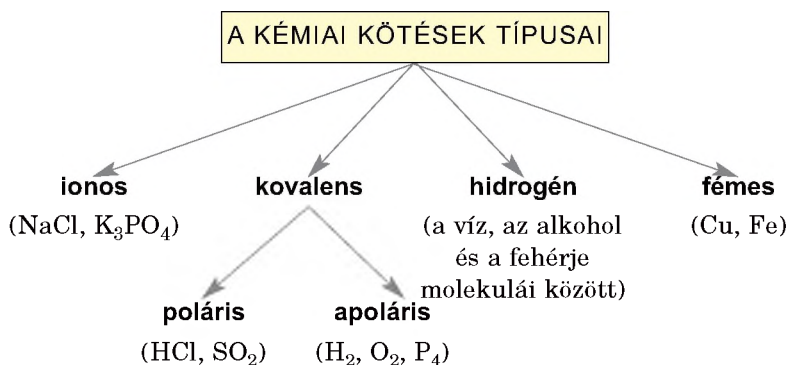
A kémiai kötések. Az anyag szerkezete

Szabad atomok a földi környezetben csak a nemesgázokban fordulnak elő, de ionok sem tudnak sokáig külön lenni egymástól. Egyforma vagy különböző elemek atomjaiból kialakuló anyagok, vagy különböző töltésű ionok között kölcsönhatás van. A molekulák is kapcsolódnak egymáshoz, csak nem olyan erősen, mint az atomok vagy az ionok. *Az anyagot alkotó részecskéi közötti kölcsönhatást kémiai kötésnek nevezzük.*

Ez a rész a kémiai kötések típusait (2. vázlat), azok lényeges jellemzőit foglalja össze, és feltárja a kovalens kötés kialakulásának mechanizmusát. Megvizsgáljuk az ionos, a molekuláris és az atomrácsos anyagok szerkezetét és tulajdonságait, valamint információt kaptok az amorf és a kristályos anyagokra vonatkozóan.

2. vázlat

Kémiai kötések



A kémiai kötések fontos jellemzője a kötési *energia*. Kémiai kötés képződésekor energia szabadul fel, felszakadásánál energia nyelődik el.

5 Az ionos kötés. Ionos vegyületek

E téma tananyaga segít nektek:

- felidézni az ionos kötés jellemzőit;
- tisztázni az ionos kötés erősségének függését az ion sugarától és töltésétől;
- megérteni az ionos kötés és az ionvegyületek tulajdonságai közötti összefüggést.

Az ionok. Már tudjátok, hogy az atomok elektronleadással vagy -felvétellel elektromosan töltött részecskéket, ionokat képeznek. A pozitív, illetve a negatív ionok képződésének példája:



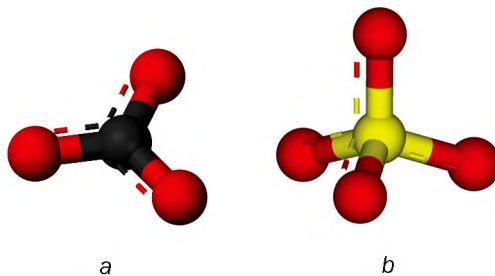
- ▶ Emlékezzetek vissza, hogyan nevezik a pozitív töltésű ionokat és hogyan a negatív töltésűeket?

Az ionok lehetnek egyszerűek és összetettek. Az egyszerű ionok egyféle kémiai elemből állnak: H^+ , Ca^{2+} , Fe^{3+} , I^- , S^{2-} . Az összetett ionokat legalább két különböző elem alkotja: OH^- , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , HCOO^- , az atomok bennük kovalens kötéssel kapcsolódnak egymáshoz.

Nagyon sok összetett ionra jellemző a szimmetrikus szerkezet. Az NO_3^- nitrát-ion és a CO_3^{2-} karbonát-ion (3. a ábra) formája szabályos háromszög, melynek középpontjában a nitrogén vagy a szénatom található, és a háromszög sarkaiban három oxí-

génatom helyezkedik el. Az SO_4^{2-} szulfát-ion és a PO_4^{3-} foszfát-ion (3. b ábra) formája a CH_4 képletű metánmolekulára hasonlít. Ezek az ionok tetraédres szerkezettel rendelkeznek, melynek középpontjában savképző elem található, a négy csúcsban pedig oxigén-atomok.

3. ábra
Összetett ionok
gömbpálcika-
modellje:
a — CO_3^{2-} ;
b — SO_4^{2-}



Az ionos kötés. Az ellentétes töltésű ionok között elektrosztatikus vonzóerő lép fel. Ezt a kölcsönhatást ionos kötésnek nevezzük. Ez valósul meg a bázisképző és az amfoter oxidokban, a lúgokban, a szervetlen és a szerves savak sóiban, egyéb bináris vegyületekben, melyek fém és nemfém elemet tartalmaznak. Példa az ionos vegyületekre: MgO , Al_2O_3 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, BaCl_2 , Li_3N .

Az ionok elég erősen kötődnek egymáshoz. Az ellentétes töltésű ionok szétválasztása jelentős energiaráfordítást igényel. Minél nagyobb az ionok töltése és minél kisebb a távolság közöttük (vagyis minél kisebb a kation és az anion sugara), annál erősebb az ionos kötés a vegyületben. Ez a fizikából tanult Coulomb törvényből következik, ami az elektromos töltések kölcsönhatásának nagyságát határozza meg. Az ion töltésének növekedésével megnő az ionkötés erőssége, amit a vegyület olvadáspontja bizonyít:

| | |
|-----------------------|-----------|
| NaF | +996 °C; |
| Na_2O | +1132 °C; |
| MgO | +2825 °C. |

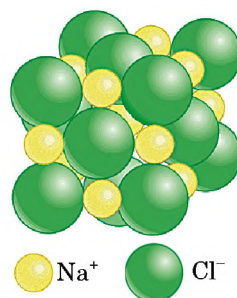
Hozzá kell tennünk, hogy a Na^+ - és a Mg^{2+} -kationok, valamint a F^- - és az O^{2-} -anionok méretükben nem sokat különböznek, töltésük viszont kétszer nagyobb.

A fluorhidrogén-sav sóinak magasabb az olvadáspontja, mint a megfelelő kloridoknak. Így például a nátrium-klorid (NaCl) +801 °C hőmérsékleten olvad, a nátrium-fluorid (NaF) pedig 996 °C-on. Ez az anionok méretének különbözőségével magyarázható. A F⁻-ion mérete kisebb, mint a Cl⁻-ioné, ezért a fluoridokban erősebb az ionkötés.

Az ionvegyületek. Az ionvegyületek szilárd halmazállapotúak, rendszerint kristályos anyagok (4. ábra). A kötés erőssége miatt általában kemények, olvadáspontjuk magas.

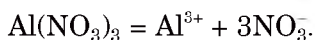
Az egyszeres töltésű kationokat és anionokat tartalmazó sók (pl. CH₃COONa, KNO₃, LiI)

4. ábra
Kőszó-kristály és
a modellje



többsége vízben oldódik. A kétszeres töltésű kationokat és anionokat tartalmazó sók közül a szulfátok (egy-két kivétellel) és néhány más sav sója oldódik vízben. Vízben oldódó háromszoros töltésű kationokat és anionokat tartalmazó sók nem ismeretesek (lásd az oldhatósági táblázatot a tankönyv hátsó előzékén).

Az ionvegyületek vízben való oldódásánál az oldatba az anyagot felépítő ionok kerülnek. Az elektrolitos disszociáció teljesen végbemegy, mivel az anyag erős elektrolit. Ilyen esetekben az elektrolitos disszociáció egyenleténél nem a visszafordíthatóság, hanem az egyenlőség jelét használjuk:



Az ionvegyületeket jellemezve, ami ionok halmazából áll, tapasztalati képletet alkalmaznak. A tapasztalati képletben az alsó index az összetevők legegyszerűbb arányát fejezi ki, vagyis az ionképlet nem az ionok számát mutatja, hanem az ionrácsban levő kationok és anionok számarányát jelzi. Így például a lítium-oxid, melynek tapasztalati képletéből Li_2O megtudhatjuk, hogy a Li^+ és az O^{2-} aránya 2:1; a magnézium-foszfát $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ 3Mg^{2+} -ion- és 2PO_4^{3-} -ion-komplexet tartalmaz, vagyis a kationok és az anionok aránya 3:2.

Szerkezeti képletet nem írunk az ionvegyületeknek, mert az a kovalens kötésre jellemző.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az ionkötés ellentétes töltésű ionok között alakul ki. Ilyen kötés jellemző a bázisképző és az amfoter oxidokra, a lúgokra, a sókra.

Az ionkötés erős elsődleges kötés. Az ionrácscos anyagokra jellemző a magas olvadáspont. Az ionvegyületek többsége vízben oldódik; az oldatban a vegyület ionokra disszociál.

?

37. Írjátok fel az oxigén és a kálium ionjainak kémiai képletét és elektronszerkezetét.
38. Milyen ionok képződhetnek a hidrogén-, a bróm- és a vasatomokból? Határozzátok meg, felvesznek vagy leadnak elektront ezek az atomok, és milyen mennyiségben?
39. Az alábbi sémákban írjátok be az odaillo plusz vagy mínusz jelet és a megfelelő elektronszámot:
 - a) $\text{S} \dots e^- \rightarrow \text{S}^{2-}$;
 - b) $\text{Al} \dots e^- \rightarrow \text{Al}^{3+}$;
 - c) $\text{Fe}^{3+} \dots e^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$.
40. Magyarázzátok meg, hogy amikor a halogénelemek egyszerű iont alkotnak, miért anion keletkezik és nem kation.
41. Szerkezetükre alapozva adjatok meghatározást a lúgoknak és a sóknak.
42. Írjátok fel azokat a kémiai képleteket, amelyek ionos anyagoknak felelnek meg: BaCl_2 , SO_3 , CH_4 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, HNO_3 , ZnO , $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.
43. Állítsátok össze azoknak a vegyületeknek a képleteit, melyeket a felsorolt ionok alkotnak: Li^+ , Ba^{2+} , Cr^{3+} , NO_3^- , HCOO^- , SO_4^{2-} .

44. Miért nincs szaguk az ionvegyületeknek?
45. Véleményetek szerint az alábbi anyagok közül melyiknek magasabb az olvadáspontja:
- a) a lítium-oxidnak vagy a nátrium-szulfidnak;
 - b) a kálium-fluoridnak vagy a kalcium-oxidnak?
- Válaszotokat támasszátok alá érvekkel, és bizonyítsátok az interneten található adatokkal.
46. Mivel magyarázható, hogy a vízben oldódó fluoridok száma kevesebb a vízben oldódó kloridokénál?

6

A kovalens kötés. Molekuláris és atomrács-szerkezetű anyagok

E téma tananyaga segít nektek:

- összefoglalni a kovalens kötésről és jellemzőiről kapott ismereteket;
- ismereteket szerezni a kovalens kötés kialakulásának mechanizmusáról;
- megmagyarázni a molekuláris és az atomrács-szerkezetű anyagok közötti különbséget.

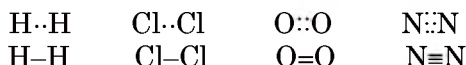
A kovalens kötés. Már tudjátok, hogy a kovalens kötés közös elektronpár képződése eredményeként jön létre az atomok párosítatlan elektronjai révén. Két atom ütközése során a párosítatlan elektront tartalmazó atompályák fokozatosan átfedik egymást, és egy olyan kapcsolat alakul ki, amelyben a két atommagot közös elektronfelhő veszi körül. Így keletkeznek a közös elektronpárok.

Kovalens kötéssel összekapcsolt atomok megtalálhatók úgy a molekulákban, mint az összetett ionokban is (például OH^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-}).

A kovalens kötés jellemzői. A kovalens kötés egyik osztályozása a közös elektronpárok száma szerint történik. A hidrogénmolekulában vagy a halogének molekuláiban az atomok között egyszeres kovalens kötés van, az oxigén-

Érdekes tudnivaló
Az egyszeres kötést egyszerű kötésnek is nevezik.

molekulában kétszeres, a nitrogén molekulájában háromszoros kovalens kötés jön létre:



Ha közös elektronpár alakul ki az atomok között, akkor egyszeres kovalens kötés jön létre:

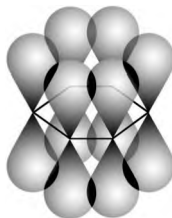


Kétszeres kovalens kötés két közös elektronpár, háromszoros kovalens kötés három közös elektronpár képződésével jön létre. *Részletesen erről a szerves kémia tananyagában tanultatok* a szénhidrogének témakörben az etén (C_2H_4 vagy $\text{CH}_2=\text{CH}_2$) és az etin (C_2H_2 vagy $\text{CH}\equiv\text{CH}$) példáján. A többszörös kovalens kötések egyik összetevője a tengelyszimmetrikus σ -kötés, amelynél az elektronpályák részleges átfedése az atommagon átmenő képzeletbeli egyenes mentén jön létre. A másik összetevő (a hármas kötésnél kettő van belőle) a síkszimmetrikus π -kötés, melyben az elektronfelhő részleges átfedése az atommagon átmenő képzeletbeli egyenes mindkét oldalán történik:

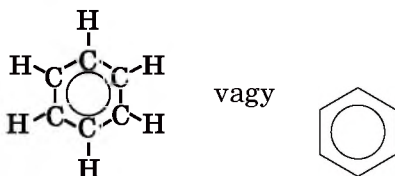


► Az oxigén és a nitrogén molekuláiban milyen atompályák és hogyan fedik át egymást?

A C_6H_6 képletű benzol molekulájában és néhány más szerves vegyületben a gyűrűt alkotó szénatomok között különleges kovalens kötés alakul ki. Ennek a kötésnek egyik összetevője egy közös π -elektronszextett:



Ezt a szerkezetet egyszerűen egy szabályos hatszögbe írt körrel szokás ábrázolni:



Érdekes tudnivaló

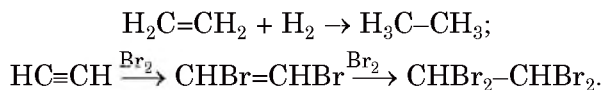
A részleges töltések a HBr-molekulában +0,12 (H) és -0,12 (Br).

A kovalens kötés fontos jellemzője a polaritása. A közös elektronpár *eltolódhat* az elektronegatívabb atom felé. Ekkor az atomnál részlegesen negatív töltés (δ^-), míg a másik atomnál azonos nagyságú részlegesen pozitív töltés (δ^+) alakul ki: például a $\text{H}^{\delta+}\text{Br}^{\delta-}$ ($\delta < 1$). Ez a kötés kovalens poláris: $\text{H} \rightarrow \text{Br}$. Két azonos atom (vagy azonos elektronegativitású atom) kapcsolódása esetén a kötő elektronpár azonos mértékben tartozik mindkét atomhoz. Így ez a kovalens kötés apoláris (nem poláris).

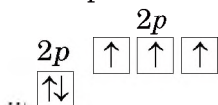
► Osztályozzátok a felsorolt képleteket kovalens kötésük polaritása szerint: Br_2 , H_2O , SCl_4 , PH_3 , Cl_2O_7 .

A kovalens erős elsőrendű kötés, felszakításához jelentős energiaráfordítás szükséges. Így a klórmolekula $\text{Cl}-\text{Cl}$ 1000 °C-nál, a nitrogénmolekula $\text{N}\equiv\text{N}$ 3000 °C-nál bomlik atomjaira.

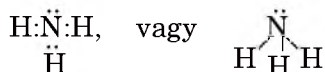
A többszörös kovalens kötések egyik összetevője, a σ -kötés energetikailag stabilabb, mint a többi. Ezt az etén és az etin tulajdonságainak tanulásánál ismerhettétek fel. A telítetlen szénhidrogének addicionálják a hidrogént, a halogéneket, a hidrogénhalogénideket és telítettekké válnak. Eközben a szénatomok között a gyengébb π -kötés hasad fel, és egyszeres kovalens kötéssé alakul:



A kovalens kötés kialakulásának mechanizmusa. A paragrafusban eddig tárgyalt kovalens kötés mechanizmusa azzal kapcsolatos, hogy az atom stabil elektronszerkezetének kialakításához mindkét atom *bead a közösbe* egy (vagy több) elektront, így közös elektronpár alakul ki. Ilyen mechanizmussal alakulnak ki az elem-molekulák (oxigén, nitrogén stb.) és a vegyület-molekulák többsége: a víz, a kénhidrogén, az ammónia és mások. Így az ammóniamolekulában (NH_3) a nitrogénatom párosítatlan $2p$ -elektronjai



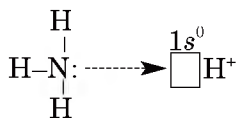
a hidrogénatomok párosítatlan $1s$ -elektronjával együtt három közös elektronpárt alkotnak (egyszeres kovalens kötéssel):



Előfordulhat azonban, hogy a kötő elektronpár mindkét elektronját egy atom adja. Vizsgáljuk meg az ammónium-ion NH_4^+ keletkezésénél kialakuló kötésnél:

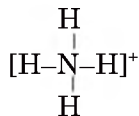


A két részecske összekapcsolása az ammónia- és a hidrogén-kationokat tartalmazó savoldat¹ (a sav elektrolitikus disszociációja miatt) kölcsönhatása során keletkezik. Az ammóniamolekula és a H^+ -ion találkozásánál a nitrogénatom nem kötő $2s$ -elektronpárja átmegy



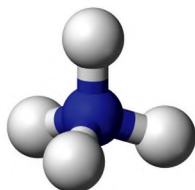
¹ Erről a 19. §-ban lesz szó.

a hidrogén-ion üres 1s-atompályájára és közössé válik mindkét részecske számára. A kovalens kötés donor-akceptor mechanizmus szerint képződik. A kötő elektronpárt a nitrogén adja – ő a donor, a hidrogén-kation – az akceptor¹:



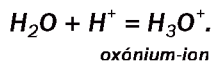
Így tehát az NH_4^+ ammónium-ionban négy egyszeres kovalens kötés van. Ezek azonos értékűek, holott keletkezésük mechanizmusa eltérő. A nitrogén ebben az ionban IV vegyértékű (ez a lehetséges maximális vegyérték számára), oxidációs száma viszont -3 . Az ammónium-ion, akár a metánmolekula, tetraédres szerkezettel rendelkezik (5. ábra).

5. ábra
Az NH_4^+ -ion modellje



- A 10. osztályban tanultátok, hogy az aminok reagálnak a savakkal. Magyarózzátok meg a metilammónium-ion (CH_3NH_3^+) keletkezésének mechanizmusát a metilamin (CH_3NH_2) és a hidrogénion (H^+) egyesülésével.

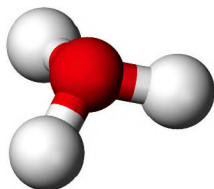
A hidrogén-kationnal a vízmolekula is egyesülhet. Ez a folyamat is donor-akceptor mechanizmussal megy végbe. A vízmolekulában két egyszeres kovalens kötés van az oxigén- és a hidrogénatomok között, a harmadik kötés elektronpárja az oxigénatomtól származik, a H^+ -ion az üres 1s-atompályát adja. Az ilyen kölcsönhatás eredménye az oxónium-ion H_3O^+ (6. ábra):



Ezek az ionok a savak vizes oldataiban találhatóak, valamint elenyésző mennyiségben a vízben is.

¹ Accept – angol eredetű szó, jelentése – felvenni.

6. ábra
A H_3O^+ -ion
modellje



Az anyagok molekuláris és atomrácsos szerkezete. Kovalens kötés található az elemmolekulákban, a nemfémes oxidokban, a savakban, a nemfémek hidrogénvegyületeiben, a szerves vegyületekben: szénhidrogénekben, alkoholokban, aldehidekben, aminokban, fehérjékben stb. (7. ábra).

7. ábra
Molekuláris
szerkezetű
anyagok

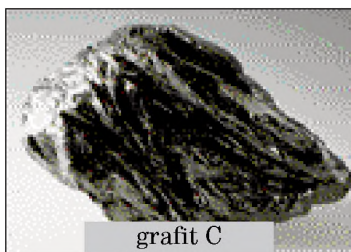


Sok molekuláris szerkezetű vegyületnek van szaga (így a vanillinnak, az ecetsavnak, az ammóniának, a kénhidrogénnek, a benzolnak), olvadás- és forráspontjuk alacsony. Ez azzal magyarázható, hogy a molekulákat gyenge, másodlagos kötőerők tartják össze.

Létezik néhány egyszerű és összetett anyag, melyek szerkezete atomrácsos. Az atomrácsos kristályok rácspontjaiban atomok helyezkednek el, melyeket kovalens kötés kapcsol össze. Az anyag kristálydarabkáját egy gigantikus molekulához hasonlíthatjuk. Ilyen szerkezettel rendelkezik többek között a grafit, a gyémánt, a vörös foszfor, a szilícium(IV)-oxid (8. ábra).

Az atomrácsos kristályok sem vízben, sem szerves oldószerben nem oldódnak; az erős kovalens kötések következtében kemények és olvadáspontjuk magas. Magas keménységével tűnik ki a gyémánt, a szilíciumkarbid (SiC), a bór-nitrid (BN).

8. ábra
Atomrácsos
szerkezetű
anyagok



grafit C



kvarc SiO₂

ÖSSZEFOGLALÁS

Kovalens kötést az atomok között közös elektronpárok hoznak létre, hogy mindegyik atom stabilis elektronszerkezettel rendelkezessen. A kötés kialakulásának mechanizmusa lehet megosztó, amikor mindegyik atom bead 1-1 elektront, és donor-akceptor, amikor egy atom bead egy egész elektronpárt, a másik részecske a szabad atompályát biztosítja.

A kovalens kötés erős elsőrendű kötés. Ilyen kötés található a molekuláris és az atomrácsos szerkezetű anyagokban, valamint az összetett ionokban.

A kötésben részt vevő elektronpárok számától függően lehetséges egyszeres vagy többszörös (kétszeres, háromszoros stb.) kovalens kötés; polaritás szerint lehet poláris és apoláris.

A molekuláris szerkezetű és az atomrácsos anyagok fizikai tulajdonságaikban alapvetően különböznek egymástól.

?

47. A felsorolt vegyületek közül melyikben található kovalens kötés: MgI₂, CH₄, SO₂, SiCl₄, Na₂S.
48. Jellemezzétek a hidrogén-kloridban található kémiai kötést. Ábrázoljátok az atompályák átfedődését, határozzátok meg a kötésben részt vevő elektronok számát, a hidrogén és a klór közötti kötés polaritását. A feleletet indokoljátok.
49. Az alábbi képletű anyagok közül – Cl₂O és NH₃ – melyekben található poláris kovalens kötés, határozzátok meg az elektronegatívabb elemet és jelezzétek az atomon található részleges töltést (használva a δ jelölést).

50. Rajzoljátok fel a hidrogén-peroxid (H_2O_2)-molekula szerkezeti képletét. A molekulában melyik kötés apoláris? Határozzátok meg a molekulát alkotó mindegyik elem vegyértékét és oxidációs számát.
51. Hasonlítsátok össze a megosztó és a donor-akceptor mechanizmus szerint kialakuló kovalens kötést. Magyarazzátok meg a mechanizmusok elnevezését.
52. A BF_3 molekula az F^- -ionnal egyesülve kovalens kötést alkot a donor-akceptor mechanizmus szerint. Írjátok fel a keletkező ion képletét. Melyik részecske az elektronpár donorja és melyik az akceptor? Milyen atompályát biztosít az akceptor az elektronpár számára? Vegyétek figyelembe, hogy a bór a molekulájában és az összetett ionokban gerjesztett állapotban található.
53. A felsorolt anyagok közül melyiknek molekuláris a szerkezete: propán, égetett mész, metanol, kénhidrogén, ezüst? Milyen ismertetőjelek utalnak erre?
54. Mivel magyarázható a szén(IV)-oxid és a szilícium(IV)-oxid fizikai tulajdonságainak eltérése, holott mindkét oxidban azonos kémiai kötés található.
55. A bór, mint egyszerű anyag, 2075°C -nál olvad és nagyon kemény anyag. Molekuláris vagy atomrácsos szerkezete van?

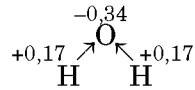
7 A hidrogénkötés. A fémes kötés

E téma tananyaga segít nektek:

- feleleveníteni a hidrogénkötés fogalmát és kialakulását;
- megismerni a fémes kötést;
- megérteni a hidrogénkötés és a fémes kötés hatását az anyagok tulajdonságaira.

A hidrogénkötés. Ezzel a molekulák között kialakuló kémiai kötéssel a 9. osztályban ismerkedtetek meg, amikor a víz szerkezetét és tulajdonságait tanultátok. A vízmolekulát alkotó atomok közül az oxigénatom magja vonzza jobban a kötő elektronpárt. Így a közös elektronpár *eltolódik* az elektronegatívabb elem, az oxigénatom felé. Ezen az atomon kialakul egy rész-

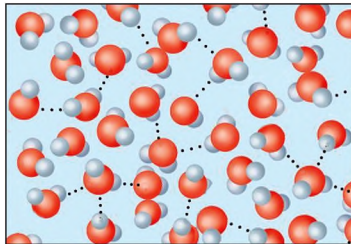
leges negatív töltés (kisebb, mint az elektron töltése), a két hidrogénatomon pedig részleges pozitív töltés:



A vízmolekulák úgy rendeződnek egymáshoz, hogy a molekulát alkotó atomok ellentétes töltéseikkel kapcsolódjanak.

A hidrogénatomok részvételével létrejövő molekulák közötti elektrosztatikus kölcsönhatást hidrogénkötésnek nevezzük.

A hidrogénkötés az egyik molekula hidrogénatomjának és a másik molekula nagy elektronegativitású atomjának – fluor, oxigén vagy nitrogén nem kötő elektronpárja között jön létre. Elfogadott jelölése: három pont a kötést alakító atomok között. Ez gyenge kölcsönhatás, ami az anyag cseppfolyós halmazállapotában állandóan felbomlik és újraalakul más molekulák között (9. ábra).



9. ábra
Hidrogénkötés a vízmolekulák között

- Rajzoljátok fel a három hidrogén-fluorid molekula közötti hidrogénkötést.

Hidrogénkötés található a szervetlen savakban, alkoholokban, karbonsavakban és más, hidrogént tartalmazó molekuláris vegyületben. Olykor ez a kötés molekulán belül is kialakul. Ennek köszönhető a fehérje globulába való alakulása.

Érdekes tudnivaló

A vizes oldatokban végbemenő anionok hidratációja a hidrogénkötés kialakulásának köszönhető, ami az ion és a vízmolekula között képződik: $\text{Cl}^- \cdots \text{H}-\text{O}-\text{H}$.

A hidrogénkötés nem feltétlenül egyforma molekulák között jön létre. Majdnem minden szervetlen sav, valamint a kis molekulatömegű alkoholok és szerves savak vízben való oldódásánál hidrogénkötés alakul ki a vegyület és a víz molekulái között. Másfelől, a szénhidrogének, az éterek a vízben gyakorlatilag nem oldódnak, mivel vegyületeikben a hidrogén nem erősen elektronegatív atomhoz kapcsolódik, így a bennük található kovalens kötés polaritása elenyésző.

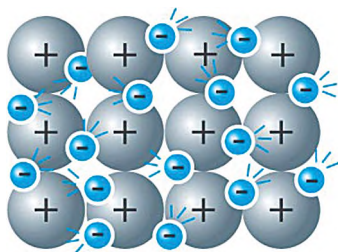
A hidrogénkötést tartalmazó vegyületekben a moláris tömeg alapján a várhatónál sokkal magasabb az olvadás- és a forráspont. Hasonlítsunk össze két majdnem azonos moláris tömegű vegyületet: a víz ($M_r(\text{H}_2\text{O})=18$) közönséges körülmények között cseppfolyós halmazállapotú, a metán ($M_r(\text{CH}_4)=16$) pedig ugyanilyen körülmények között gáz. Ezt a vízmolekulák között fellépő erős hidrogénkötés magyarázza. Ha nem lenne a molekulák között hidrogénkötés, akkor a víz földi körülmények között gáz halmazállapotú lenne.

A fémes kötés. A fémek nagyon jól vezetnek elektromos áramot. Fizikából tanultátok, hogy ha a fémekre feszültséget kapcsolunk, akkor az elektromos mező hatására az elektronok mozgása rendezetté válik. Az elektromos áram vezetéseinek feltétele, hogy szabadon képes elmozdulni, töltéssel rendelkező részecskéket tartalmazzon. Ez a fémek esetében adva van: a fématomok kevés számú vegyértékelektronja az atommagtól viszonylag távol van, lazán kötött, és a nemfémetől eltérően, könnyen leadja azokat. Ezért a fématomok pozitív töltésű ionokká alakulnak.

Ha sok fématom kerül egymáshoz közel, az atomokról levált elektronok viszonylag szabadon elmozdulnak a fém-kationok között. Vagyis pozitív töltésű fématom-törzsek és egy delokalizált¹ (helyhez nem kötött) elektronrendszer jön létre. Annak ellenére, hogy a fémekben kationok

¹ A kifejezés a latin *de-* előtagból, ami szétválasztást jelent, és a *localis* – hely szóból ered.

és szabad elektronok jelennek meg, a fém, még nagyon kis mennyiségben is elektromosan semleges (10. ábra).



10. ábra
A fémek
szerkezetének
modellje

A pozitív töltésű fématom-törzsek és a delokalizált elektronok közötti vonzóerőt fémes kötésnek nevezzük.

A delokalizált elektronok elmozdulásával a fémeknek nem csak jó elektromos-, hanem jó hővezetésük is magyarázható. A fémes kötésnek köszönhető a jellegzetes fémes csillogás is. A fémek többsége kalapálható, megmunkálható. Ütésre, nyomásra, húzásra a fémrács síkja bármely irányban elcsúsztatható, eközben a fémes kötés (a delokalizált elektronok mozgása) nem változik.

ÖSSZEFOGLALÁS

A hidrogénkötés a molekulák közötti elektrosztatikus kölcsönhatás, ami a hidrogénatomok részvételével történik. A hidrogénkötés kialakulásához egy nagy elektronegativitású, kisméretű és nem kötő elektronpárral rendelkező elem atomja szükséges, amelyhez közvetlenül kapcsolódik egy hidrogénatom. Hidrogénkötés található a vízben, az alkoholban, a savakban és egyéb vegyületekben, valamint oldataikban. Ez másodrendű kötés, amely hatással van az anyag fizikai tulajdonságaira.

A fémes kötés a fém-kationok és a delokalizált elektronok közötti kölcsönhatás. Ez a szerkezet magyarázza a fémek tulajdonságait: jó elektromos- és hővezetés, fémes csillogás, megmunkálhatóság.

?

56. Az alábbi molekulák közül melyik esetben alakul ki hidrogénkötés: CO_2 , NH_3 , SCL_4 , CH_3OH , H_2SO_4 , H_2 , O_3 ?
57. A fehérjemolekulában milyen elemek között alakulhat ki hidrogénkötés?
58. Fontoljátok meg a metánsav-molekula és a vízmolekula közötti hidrogénkötések kialakulásának lehetőségeit. Rajzoljátok fel a molekulák szerkezeti képletével ezeket a kötéseket.
59. Hogyan magyarázható az a tény, hogy az etán közönséges körülmények között gáz halmazállapotú, a metanol pedig cseppfolyós, miközben moláris tömegük közel azonos?
60. A fémekben az elektronok kaotikusan mozognak. Milyen esetben válik rendezetté az elektronok mozgása, mi történik ekkor?
61. Írjátok fel a fémrácsban található (10. ábra) alkáli- és az alkáli földfémek kationjainak általános elektronszerkezeti képletét.
62. Fogalmazzátok meg, szerintetek miért nem alakul ki fémes kötés a nemfémes anyagokban?
63. Milyen nemfémeket ismertek, ami vezeti az elektromos áramot?

8

Kristályos és amorf anyagok

E téma tananyaga segít nektek:

- ismereteket szerezni a szilárd anyagok csoportosításáról;
- megkülönböztetni a kristályos és az amorf anyagokat tulajdonságaik alapján.

A kenyhasó, a cukor, a liszt, a keményítő mind fontos élelmiszer. Naponta találkozunk velük és tudjuk, hogy a kenyhasó és a cukor kristályos, a lisztet és a keményítőt felépítő részecskék nem hasonlítanak kristályokra. Ezt megerősíti az utóbbi két anyag mikroszkóppal való vizsgálata is.

A szilárd anyagok az őket felépítő részecskék elrendeződése alapján két csoportba sorolhatók: kristályos és amorf¹ anyagok.

A kristályos anyagok. A 8. osztályban az ionos vegyületeknél már tanultatok arról, hogy ezek kristályokat (11. ábra) alkotnak. *A kristályos anyagok szilárd anyagok, melyeket síklapok határolnak és a részecskék bennük szabályos rendben helyezkednek el, kristályrácsot alkotnak.*

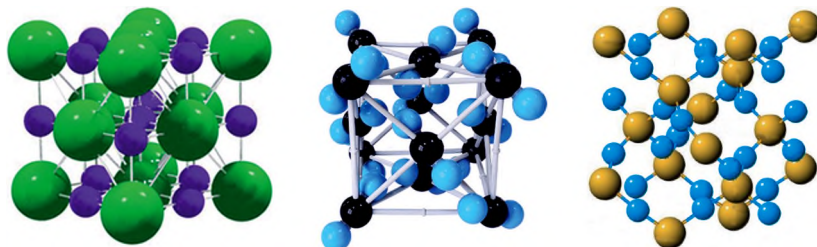
11. ábra
Ásványi
anyagok mintái



A konyhasó kristályai kockaformájúak, a cukorkristályok összetettebb alakzatúak. A kristályt alkotó legkisebb részecske a konyhasó esetében a Na^+ és a Cl^- -ionok, a cukor esetében a $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ -molekulák, melyek elrendeződése a tér minden irányában szabályos és sokszorosan ismétlődő.

A kristály szerkezetének modellje a *kristályrács*. A kristályokban a részecskéknek szabályos elhelyezkedése egy váltakozó csomópontokkal rendelkező rács szerkezetére emlékeztet, innen ered a kristályrács elnevezés is. A kristály rácspontjaiban található anyagi részecskék és a közöttük működő erők típusa szerint négyféle rács típust különböztetünk meg: ionrács, molekularács, atomrács és fémrács (12. ábra).

12. ábra
Kristályrácsok
(gömb-pálcika
modellek)



ionrács (NaCl)

molekularács (szilárd CO_2)

atomrács (SiO_2)

¹ Az elnevezés a görög amorphos – alakatlan szóból ered.

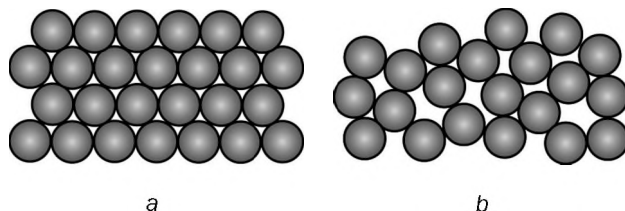
- Milyen színű golyók felelnek meg a szén-, a szilícium- és az oxigénatomnak a 12. ábrán látható kristályrácsokban?

Érdekes tudnivaló

A kristályos anyag szerkezetét a röntgensugár kristály általi visszaverődésével tanulmányozzák.

Alacsony hőmérsékleten vagy közönséges körülmények között a legtöbb egyszerű anyag, szervesen vegyület és a szerves anyagok közül a kismolekulájúak kristályos szerkezettel rendelkeznek.

Az amorf anyagok. Vannak anyagok, melyekben az azokat felépítő részecskék – atomok, molekulák elhelyezkedése rendezetlen, vagy csak kis körzetekben rendezett. Ezek az amorf anyagok (13. ábra). Ez a szerkezet a cseppfolyós anyagokra jellemző.



13. ábra
A kristályos anyag (a) és az amorf anyag (b) szerkezete

Az amorf anyagokban (és a folyadékokban) a részecskék elhelyezkedése csak kis körzetekben rendezett, míg a nagyobb távolságra elhelyezkedők gyengébben kötődnek egymáshoz, így nincs bennük rendezettség. Így például a hidrogénkötés szabályozza a poliszacharidok és a fehérjék szomszédos molekuláit; a vizes oldatok intermolekuláris kölcsönhatásáról már szereztetek ismereteket.

Az amorf anyagokhoz tartoznak a zsírsavak, a poliszacharidok, a zsírok, a fehérjék, az óriásmolekulájú anyagok. Szervesen amorf anyag az üveg, bár lehet készíteni belőle olyan tárgyat, melyet külső megjelenés alapján nehezen különböztetünk meg a kristálytól, viszont ütés hatására meghatározhatatlan alakú darabokra törik szét. Ez történik a borostyán esetében is.

Fizikai tulajdonságok. A kristályos és az amorf anyagok egyes fizikai tulajdonságaikban is különböznek egymástól. A kristályos anyagok,

Érdekes tudnivaló

A szilícium-oxid megtalálható kristályos formában (pl. a kvarc) és amorf formában is (kvarcüveg).

melyek hőmérséklet hatására nem bomlanak fel meghatározott hőmérsékleti ponton, olvadásponton olvadnak meg; az amorf anyagoknak nincs éles olvadáspontjuk, hanem egy adott hőmérsékleti tartományban olvadnak meg. Például az üveg hőmérséklet hatására fokozatosan meglágyul (eközben folytatódik a melegítés), utána egy viszkózus folyadékká válik.

A szénatomot kettős kötéssel kapcsoljuk össze. Az amorf anyagok keménysége, optikai tulajdonságai – a kristályos anyagoktól eltérően – nem attól függenek, hogy a külső erő milyen irányból hat, vagy merről jön a fénysugár; ezek hatása minden irányban azonos.

SSZEFOGLALÁS

A szilárd anyagok lehetnek kristályos és amorf szerkezetűek. A kristályos anyagok szilárd anyagok, melyeket síklapok határolnak és a részecskék szabályos rendben helyezkednek el bennük. A kristály szerkezetének modellje a kristályrács. A kristályt alkotó részecskék elhelyezkedése rendezett, az amorf anyagban rendezetlen. A kristályos anyag olvadáspontja meghatározott, az amorf anyag egy adott hőmérsékleti tartományban olvad meg.

?

64. Milyen halmazállapotokat ismerünk? Hozzatok fel 2–3 példát olyan anyagokra, melyek mindhárom halmazállapotban megtalálhatók. Szükség esetén a megfelelő információra keressetek rá az interneten.
65. A nátrium-klorid kristályrácsának ábrázolását használva (12. ábra) határozzátok meg, mennyi Cl^- -ion veszi körül mindegyik Na^+ -iont, és mennyi Na^+ -ion veszi körül mindegyik Cl^- -iont a só kristályában.
66. A citromsav kristályos anyag. Milyen részecskék – atomok, molekulák vagy ionok – alkotják a kristályrácsát?
67. Milyen típusú kristályráccsal rendelkeznek az alábbi anyagok: bárium-hidroxid, alumínium-szulfát, grafit, foszfor(V)-oxid (a valós képlete P_4O_{10})?
68. Képzeljétek el, hogy a szilárd zsír nem tartalmaz keverékanyagot, tiszta anyag. Milyen az olvadáspontja: meghatározott vagy egy bizonyos intervallumban olvad? A feleletet indokoljátok.

3. rész

Kémiai reakciók

Ebben a fejezetben részletesen megismerkedtek azokkal a reakciókkal, amelyek egyidejűleg oda és vissza – mindkét irányban – lejátszódhatnak; megtudjátok, mit jelent a kémiai egyensúly fogalma, és hogyan lehet befolyásolni az egyensúlyi állapotot. Ismereteket szereztek a sók és a víz kölcsönhatásáról, valamint elektrokémiai alapismeretekre tesztelték szert, miközben az oxidációs-redukációs folyamatok révén nyerhető elektromos energiáról tanultok. Ezen túlmenően a fejezet egy új típusú számítási feladatokat foglal magában és algoritmust kínál azok megoldására.

9

Egyirányú és megfordítható kémiai reakciók

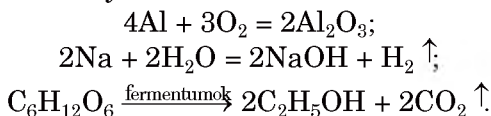
E téma tananyaga segít nektek:

- felidézni a kémiai reakciók csoportosítását lefolyásuk irányától függően;
- megtanulni az egyensúlyi rendszer befolyásolását a körülmények változásával;
- megérteni, hogy a savak disszociációja miért megfordítható folyamat, a bázisok és a sók disszociációja pedig miért nem.

Előző tanulmányaitokban már megismerkedtetek különböző típusú reakciókkal. A reakciók osztályozása azok meghatározott sajátosságai

alapján történtek (például: a reakcióba lépő anyagok száma, az elemek oxidációs számának változása vagy változatlansága). Ilyen sajátosság a kémiai reakciók lefolyásának iránya.

Egyirányú kémiai reakciók. A kémiai reakciók egy részében a kiindulási anyagok teljes mennyisége átalakul termékké (a kémiai egyenletnek megfelelően), mivel a reakciótermékek nem reagálnak egymással. Az ilyen folyamatokat egyirányú (nem megfordítható, irreverzibilis) kémiai reakcióknak nevezzük. Így például, semmilyen körülmények között nem képesek visszaalakulni a reakciótermékek reagensekké a következő folyamatokban:



Az egyirányú reakciók egyenleteiben egyenlőségi jelet (=) vagy balról jobbra irányuló nyilat tesznek. Olykor használják azt a kifejezést is, hogy a reakció *balról jobbra tart*.

Megfordítható reakciók. Ismertek olyan reakciók is, amikor egyidejűleg történik a reagensek és a reakciótermékek kölcsönhatása (reagensek keletkezésével); a reakcióterben (kémcsőben vagy lombikban) keverék keletkezik, mivel mind a termékek, mind a kiindulási anyagok megtalálhatók benne.

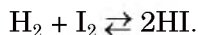
A mindkét irányban egyidejűleg végbemenő reakciókat megfordítható (reverzibilis) reakcióknak nevezzük.

A reverzibilis kémiai reakciók egyenleteiben a megfordíthatóság jelét, a kettősnyilat (\rightleftharpoons) használják:

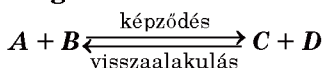


Az *A* és *B* anyag reakcióját képződésnek nevezik, a *C* és a *D* reakciótermékek kölcsönhatását pedig visszaalakulásnak. FigyeljeteK a kifejezések használatára: nem mindegy, hogy egyirányú vagy képződési reakció, megfordítható vagy a visszaalakulás reakciója.

Sok megfordítható reakció ismert. Ilyen például a hidrogéngáz reakciója a jódgőzökkel:

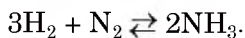


Megfordítható reakció



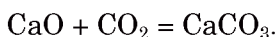
A képződési reakció hőmérséklet hatására történik, és még nem megy

végbe a teljes reakció, visszaalakulás folyamata: a hidrogén-jodid egyszerű anyagokra való bomlása. Nem sikerül a teljes HI képződést elérni akkor sem, ha megnöveljük a hőmérsékletet, ha tovább várunk a folyamat befejezésére, vagy ha katalizátort adunk hozzá. Hasonló sajátossággal rendelkezik az ammónia (NH₃) nagyüzemi gyártásának alapjául szolgáló reakcióegyenletnél is:



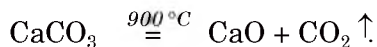
Számos só vízben való oldódásánál is megfordítható folyamat megy végbe (12. §).

Némely reakció csak meghatározott hőmérsékleti tartományban megfordítható. Példaként vizsgáljuk meg a kalciumvegyületek átalakulását. A kalcium-oxid (köznapi neve égetett mész) közönséges körülmények között nagyon lassan reagál a széndioxiddal, miközben kalcium-karbonáttá alakul:



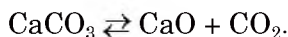
Éppen ezért az égetett meszet zárt tartályokban, hermetikusan csomagolásban tárolják, mivel reagálna a levegő széndioxidjával és lassan karbonáttá alakulna. Így a mész elveszítené azt a tulajdonságát, amiért a gyakorlatban használják.

Égetett meszet a természetben található kalcium-karbonátból (kréta, mészkő) nyernek mintegy 900 °C-on végbemenő termikus bomlással, vagyis a visszaalakulási reakciót valósítják meg.



Ilyen körülmények között a só oxidokká történő bomlása teljes.

Ha ezt a folyamatot zárt rendszerben végezzük 900 °C-nál, akkor a sónak csak egy része bomlik fel. A rendszerben CaCO₃, CaO és CO₂ keveréke lesz található. Vagyis egyszerre két folyamat megy végbe: a só oxidokká történő bomlása, valamint az oxidok egyesülése sóvá. A reakció megfordítható: só bomlása – ez az átalakulási folyamat, só képződése – ez a visszaalakulás:



Érdekes

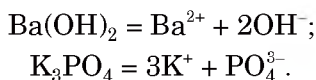
tudnivaló

Meghatározott hőmérsékleti tartományban megfordítható az alábbi reakcióegyenlet is:
 $\text{Ca(OH)}_2 \rightleftharpoons \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}.$

9. osztályban az oldatok témakörében megismerkedtetek azzal a ténnyel, hogy a bázisok, savak, sók vízben való oldódásukkor ionokra esnek szét. Ezt a folyamatot nevezzük elektrolitos disszociációnak. A savak számára ez a folyamat megfordítható: a savmolekulák egy része ionokra esik szét, eközben az ionok újra savmolekulákká egyesülnek:



A lúgok és a sók elektrolitos disszociációja teljes, vagyis a folyamat nem megfordítható. Ezek ionos vegyületek, oldódásuknál az ionok egyszerűen oldatba mennek át és nem kapcsolódnak össze:



SSZEFOGLALÁS

Megkülönböztetnek megfordítható (reverzibilis) és egyirányú (irreverzibilis) kémiai reakciókat. A megfordítható reakciókban egyidejűleg két ellentétes folyamat megy végbe: A reagensek kölcsönösen hatnak egymásra (képződési folyamat), a kialakult reakciótermékek is reagálnak egymással (visszaalakulási folyamat). Az egyirányú reakcióknál csak a kiinduló anyagok reagálnak egymással.

?

69. Határozzátok meg, megfordíthatóak vagy egyirányúak az alábbi reakciók:
- két só vizes oldatában lejátszódó cserebomlási reakció;
 - szerves vegyület égése;
 - az etén polimerizációja.
- Ha a folyamat megfordítható, akkor bármilyen körülmények között, vagy csak meghatározott hőmérsékleti tartományban mehet végbe?
70. A szerves vegyületeknél az észterezés megfordítható reakció. Írjátok fel a metanol és az etánsav között lejátszódó reakcióegyenletet. Melyik reakció a képződési és melyik a visszaalakulási folyamat?
71. A nátrium-klorid vizes oldatához salétromsav-oldatot adnak. Reagálnak-e az anyagok egymással? Ha a reakció végbemegy, határozzátok meg: megfordítható vagy egyirányú folyamatról van-e szó? Válaszotokat indokoljátok.

72. Milyen lehetséges okai vannak az anyagok nem teljes átalakulásának a nem-visszafordítható kémiai reakció során?
73. Keressetek példát a savképző oxid és a víz között lejátszódó megfordítható reakcióra és írjátok le a megfelelő kémiai egyenletet.
74. A hidrogén és az oxigén magas hőmérsékleten történő reakciója megfordítható folyamat. A kísérlethez kétszer nagyobb térfogatú hidrogéngázt vettek, mint az oxigéngáz térfogata. Idővel kiderült, hogy a keletkezett vízpára mennyiségének a fele egyszerű anyagokra bomlott. Határozzátok meg a reakciótérben található három gáz keverékének a levegőhöz viszonyított sűrűségét.

10

Kémiai egyensúly

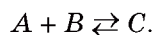
E téma tananyaga segít nektek:

- megvilágítani, milyen változások történnek a megfordítható reakciókban az idő múlásával;
- ismereteket szerezni a kémiai egyensúlyról;
- meghatározni a kémiai egyensúly elmozdulásának irányát bizonyos külső hatások esetén.

Kémiai egyensúly. Már tudjátok, hogy az egyik tényező, amitől függ a reakció sebessége – a kiindulási anyagok koncentrációja. Nagyobb koncentráció esetén nagyobb a reakció sebessége.

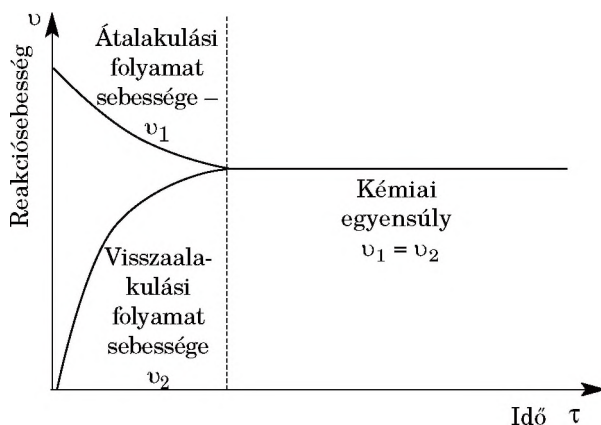
- ▶ Miért változik a reakció sebessége az anyagok koncentrációjától?

Vizsgáljuk meg az *A* és *B* anyagok vizes oldatai kölcsönhatásának folyamatát, melynek során *C* reakciótermék keletkezik. Tételezzük fel, hogy mindegyik anyag molekulából áll. A reakció körülményei olyanok, hogy a folyamat visszafordítható:



Az *A* és *B* anyag oldatainak összeöntésével reagálni kezdenek az anyagok. A reakció előrehaladtával fogyanak a kiindulási anyagok, kisebb lesz a koncentrációjuk, ezzel együtt csökken a reakciósebesség.

Eközben a reakciótermék, a C anyag koncentrációja megnövekedik, vagyis a visszaalakulási folyamat sebessége is nő. Egy idő múlva a két folyamat sebessége egyenlővé válik (14. ábra); amennyi C anyag képződik az A és a B anyag egyesülése során egységnyi idő alatt, ugyanannyi C anyag bomlik fel A és B anyagokra azonos időegység alatt. A továbbiakban mindkét reakció sebessége, valamint a reakciótermékek és a kiindulási anyagok koncentrációja változatlan marad.



14. ábra
A megfordítható kémiai reakciók sebességének időbeli változása

A reagensek keverékének azt az állapotát, amelynél az átalakulási (közvetlen) és a visszaalakulási (fordított) reakciók sebessége azonos, *kémiai egyensúlynak* nevezzük.

Egyes esetekben a kémiai egyensúly azonnal létrejön (amikor a közvetlen és a fordított reakciók sebessége nagyon magas), másokban viszont csak hosszú idő után (amikor mindkét reakció sebessége lassú).

Ha figyelemmel kísérjük a reverzibilis reakció lefolyását, a kémiai egyensúly beállása után szemmel láthatóan nem történik változás (nem változik az oldat színe vagy a csapadék mennyisége). Ez azonban nem azt jelenti, hogy a kémiai reakció befejeződött. Valójában állandó át- és visszaalakulás történik, egységnyi idő alatt ugyanannyi termék keletkezik, mint amennyi visszaalakul. Ezért az előálló egyensúlyi állapotot *dinamikus egyensúlynak* kell tekinteni, hiszen a kémiai reakciók továbbra is folytatódnak.

Az egyensúlyi állapot befolyásolása. A számos kémiai kísérlet és az ipari gyártás célja is az, hogy minél több reakcióterméket nyerjünk. Nagyon sok kémiai folyamat reverzibilis (megfordítható), viszont van rá lehetőség, hogy a számunkra kívánatos irányba tudjuk eltolni az egyensúlyt. Vizsgáljuk meg ezt az A és a B anyagok kölcsönhatásának példáján, amikor C anyag képződik (mind-egyik anyag oldat vagy gáz – vagyis a kialakuló keverék homogén rendszer):



Ha a kiindulási anyagok közül az egyiknek, mondjuk az A anyagnak megnöveljük a koncentrációját (hozzáadunk a keverékhez), akkor megnöveljük az átalakulási folyamat (egyenes reakció) sebességét, mivel az a folyamat gyorsul fel, ahol nagyobb a koncentráció, addig, amíg le nem csökken az A és a B anyagok mennyisége, ami a reakciósebesség csökkenéséhez vezet. A C anyag mennyisége viszont több lesz, így a visszaalakulás is meggyorsul. Egy ponton mindkét reakciósebesség azonos lesz, és egy újabb egyensúlyi állapot képződik. Az új egyensúlyi rendszerben az A és a C anyag koncentrációja nagyobb, a B anyagé pedig kisebb lesz, mint a beavatkozásunk előtt.

Henry-Louis Le Chatelier francia tudós fogalmazta meg a kémiai egyensúly befolyásolásának szabályait (*a legkisebb kényszer elve*):

ha valamely rendszert (anyagok keverékének halmazát) egyensúlyi állapotában megzavarnak (megváltoztatják a reagáló anyagok vagy termékek koncentrációját, a hőmérsékletet vagy a nyomást), a rendszer úgy állítja helyre az egyensúlyát, hogy annak a folyamatnak lesz nagyobb a sebessége, amelyik a zavaró hatást csökkenteni igyekszik.

Az imént megvizsgált folyamatban a kiindulási *anyag koncentrációját növeltük*: az egyensúly a felső nyíl irányába tolódott el, ahol a *reagens mennyisége csökken*.

► Milyen irányba tolódik el a kémiai egyensúly az $A + B \rightleftharpoons C$ reakcióban, ha csökkentjük az A anyag koncentrációját a keverékben?

Henry-Louis Le Chatelier
(1850—1936)

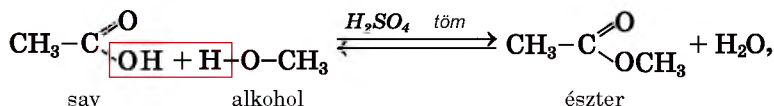


Híres francia fizikus, kémikus, metallurgiai szakte-kintély, a Francia Tudományos Akadémia tagja, más országok tudományos társulatainak, a londoni Royal Society tagja. A kémiai egyensúly a külső tényezőktől függő eltolódásának általános elvét fogalmazta meg (1884).

Kísérletileg megerősítette az oldatok és a fémötvö-zetek közötti analógiát. Mikroszkópot készített az átlátszatlan szilárd anyagok, különösen a fémek tanulmányozására.

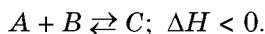
A magas hőmérsékletek mérésére kifejlesztett egy elektromos hőmérőt, optikai pirométert alkotott, amely a hőforrás fényének elemzésével ugyancsak magas hőmérsékletek mérésére alkalmas.

Ha csökkentjük a termék koncentrációját (ha a ter-méket folyamatosan elvonjuk az egyensúlyi elegyből), a kémiai egyensúly a termékképződés irányába tolódik el. Ahhoz, hogy több termék (észter) keletkezzen az ész-terképződés során,



a reaktánsok elegyét melegítik, hogy az egyenes reak-ció egyik illékony termékét (az észtert vagy a vizet) eltá-volítsák. Ezzel a módszerrel gyakorlatilag teljes átala-kítást tudnak elérni. A másik lehetőség, hogy a kiindu-lási anyagok közül az egyiket, a karbonsavat vagy az alkoholt, a sztöchiometriai mennyiséghez képest nagy feleslegben alkalmazzuk.

Vizsgáljuk meg, hogyan hat a hőmérséklet változása az egyensúlyi állapotra. Tegyük fel, hogy az *A* és *B* anyag közötti reakció exoterm, vagyis hőkiválással járó folyamat:



Ha az egyensúlyi elegy hőmérsékletét növeljük, Le Chatelier elve alapján az endoterm reakció irányába, vagyis a *C* anyag bomlása felé tolódik el az egyensúly.

Ebben az esetben az energia nem halmozódik fel, hanem elhasználódik. Egy kis idő elteltével új kémiai egyensúly alakul ki: az A és a B anyagok tömege nagyobb, a C anyag tömege kisebb lesz. Vagyis a *hőmérséklet növelésével a kémiai egyensúly az endoterm reakció irányába, a hőmérséklet csökkentésével az exoterm folyamat irányába tolódik el.*

- A hőmérséklet növelésével megnövekszik vagy csökken a termék tömege a $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$; $\Delta H > 0$ folyamatban?

Végezzünk el még egy elméleti kísérletet. Tegyük fel, hogy a



reverzibilis folyamatban minden anyag gázhalmazállapotú. Az egyenletből látható, hogy 1 mol A gáz reagál 1 mol B gázzal (vagyis összesen 2 mol anyag) és 1 mol C gáz keletkezik. Más szóval, minden két térfogatnyi reagensből egy térfogat reakciótermék képződik. Növeljük meg a nyomást az egyensúlyi elegyben. Ahhoz, hogy a hatás csökkenjen, az egyensúly jobbra tolódik el, annak a reakciónak az irányába, amely térfogatcsökkenést eredményez; ekkor ugyanis csökken a nyomás is.

A nyomásváltozás nincs hatással az olyan egyensúlyi rendszerekre, ahol a gázhalmazállapotú anyagok reakcióját nem kíséri mólszám-változás.

- Vajon hatással van-e a nyomás változása a $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ reakció egyensúlyára (minden reaktáns gáznemű)?

GYAKORLAT. Elemezzétek a külső körülmények hatását (hőmérséklet, nyomás) az $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$; $\Delta H < 0$ megfordítható reakció egyensúlyi elegyében.

Megoldás

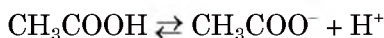
A feladat feltétele szerint az ammónia egyszerű anyagokból történő képződése hő felszabadulásával jár. A legkisebb kényszer elve alapján a kémiai egyensúly a hőmérséklet növelésekor hőelnyelő

reakció irányába tolódik el, vagyis az ammónia bomlásának irányába.

Az ammóniaszintézisnél az egyensúlyi elegyben minden anyag gázhalmazállapotú. Egy térfogategységnyi nitrogéngáz reagál három térfogategységnyi hidrogéngázzal (összesen 4 térfogategységnyi gázelegy), eközben 2 térfogategységnyi ammónia keletkezik. A nyomás növelését csak úgy tudjuk kompenzálni, ha az egyensúly a térfogatcsökkenéssel járó irányba tolódik el (ekkor csökken a nyomás is), vagyis az ammóniaképződés irányába.

Vannak megfordítható reakciók, melyeknél katalizátort alkalmaznak. A tapasztalat azt mutatja, hogy a katalizátor felgyorsítja mind az egyenes (közvetlen), mind a fordított reakciókat, vagyis az egyensúlyi helyzet elérését gyorsítja meg, de nem befolyásolja az eltolódását.

Kémiai egyensúlyok vizes oldatokban. A savak elektrolitikus disszociációja, számos só vízbe való kölcsönhatása (12. §), több más oldatokban lejátszódó reakció reverzibilis folyamat. Rájuk is érvényes Le Chatelier elve. Így például, ha az ecetsav oldatához



saját sóját adagoljuk (például kálium-acetátot CH_3COOK), amely acetát-iont CH_3COO^- , tartalmaz, az acetát-ion koncentrációjának megnövelésével balra tolódik el a kémiai egyensúly: abba az irányba, ahol az ecetsav molekulája van (a disszociáció-fok csökken).

ÖSSZEFOGLALÁS

A megfordítható reakció során az egyenes (képződési) reakció sebessége csökken, a fordított (visszaalakulási) reakció sebessége pedig nő. Amikor egy adott pillanatban mindkét reakció sebessége azonos lesz, kémiai egyensúly alakul ki. A kémiai reakciók egyensúlyát befolyásolni lehet a reagáló anyagok vagy termékek koncentrációjának megváltoztatásával, a hőmérséklet vagy a nyomás változtatásával. Ha egyensúlyban lévő rendszert külső hatás ér, az egyensúly olyan irányba tolódik el, amelyben a rendszer a külső hatást csökkenteni tudja (a Le Chatelier-elv).

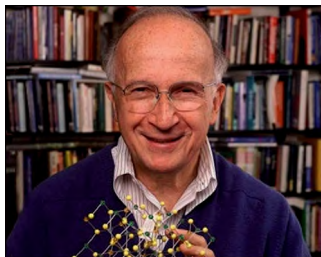
?

75. Hogyan csoportosítják a reakciókat a folyamat iránya szerint?
76. Mit értünk kémiai egyensúlyon? Miért nevezik dinamikusnak?
77. Melyek azok a tényezők, amelyekkel egy kémiai reakció egyensúlyát befolyásolhatjuk? Vajon a hőmérséklet változásával változik-e mindig az egyensúlyi állapot? A feleletet indokoljátok.
78. Történnék-e változások az alábbi egyensúlyi rendszerekben (minden reaktáns gáznemű), ha melegítjük a gázelegyet, illetve ha csökkentjük a nyomást:
- a) $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$; $\Delta H = -113 \text{ kJ}$;
- b) $2\text{NaHCO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} \uparrow$; $\Delta H = +133,5 \text{ kJ}$;
- Ha igen, milyen irányba tolódik el az egyensúly?
79. Hogyan kell megváltoztatni a hőmérsékletet a $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$; $\Delta H < 0$ reakciónál, hogy a bomlás irányába tolódjon el a kémiai egyensúly? A nyomásváltozás befolyásolja-e az egyensúlyt?
80. Zárt rendszerben meghatározott hőmérsékleten a $\text{CaO} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3$; $\Delta H < 0$ megfordítható folyamatnál beáll a kémiai egyensúly. Vajon megváltozik-e az egyensúly, ha a rendszert nyitottá tesszük, de a hőmérsékletet nem változtatjuk? Pozitív válasz esetén határozzátok meg, milyen irányú változás történik. Válaszotokat indokoljátok.

ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA

Ukrán származású Nobel-díjas

A kémiai reakciók lefolyása sajátosságainak vizsgálata a kémiatudomány egyik fontos irányzata. Ezen a területen folytatott munkásságáért és kifejlesztett elméletéért 1981-ben Nobel-díjat kapott az amerikai Roald Hoffmann (15. ábra):



15. ábra
Roald
Hoffmann

Roald Hoffmann 1938-ban született Zolocsiv városában (a mai Lviv megye területén). A megszállás alatt családjával náci táborba

került. Sikerült családjának elmenekülni a táborból. 1949-ben az Egyesült Államokba költöztek.

Roald Hoffmann professzor éveken keresztül együttműködött az ukrán tudósokkal. Többször meglátogatta Ukrainát. 80. születésnapja alkalmából a tudós videó-üzenetet küldött az ukrán nép számára, amely a következőket tartalmazta: „A biztonságos, szabad, demokratikus ukrán állam felé vezető út hosszú, de elérhető.”

2017-ben az ukrán posta R. Hoffmann érdemeinek méltatására postai bélyeget adott ki honfitársunk arcképével.

11

A reakciótermék relatív hozama

E téma tananyaga segít nektek:

- megismerni a reakciótermék relatív hozamának fogalmát;
- kiszámítani vagy alkalmazni a reakciótermék relatív hozamát.

A reakciótermék relatív hozama. A kémiai folyamatok gyakran járnak veszteségekkel. A technológiai folyamatokban veszteségek már akkor keletkeznek, amikor a nyersanyagot szállítják, aprítják, oldják, betöltik a berendezésbe. A vegyi üzemekben végzett számos reakció reverzibilis. A megfordítható folyamatoknál nincs teljes átalakulás, máskor a párhuzamosan lejátszódó mellékreakciók miatt képződő melléktermékekkel kell számolni. Ha a termék több szakaszból áll, az anyagok elvesztése is nő, hiszen veszteségeként jelentkezik a berendezés falán megtapadó, illetve elillanó anyag is. Az elkerülhetetlen veszteségek következtében a reakciótermékek tömege (térfogata vagy anyagmennyisége) kisebb, mint amire a reakcióegyenlet szerinti számításokból következtetni lehet.

A kémiai reakció lefolyásának teljességét vagy egy anyag átalakulásának mértékét jellemzi a reakciótermék relatív hozama, vagy – mivel technológiai folyamatokról beszélünk – a kémiai folyamat termelési százaléka. Ezt az értéket a η (eta) görög betűvel jelölik és az alábbi képlet alapján számítják ki:

$$\eta(A) = \frac{n_{\text{gyak.}}(A)}{n_{\text{elm.}}(A)} \cdot 100 \% ; \eta(A) = \frac{m_{\text{gyak.}}(A)}{m_{\text{elm.}}(A)} \cdot 100 \%,$$

ha a reakció eredményeképpen gáz keletkezik, akkor alkalmazhatunk térfogat-arányosságokat:

$$\eta(A) = \frac{V_{\text{gyak.}}(A)}{V_{\text{elm.}}(A)} \cdot 100 \%,$$

ahol $n_{\text{gyak.}}$, $m_{\text{gyak.}}$, $V_{\text{gyak.}}$ – a ténylegesen kinyert anyag mennyisége, tömege vagy térfogata; $n_{\text{elm.}}$, $m_{\text{elm.}}$, $V_{\text{elm.}}$ – az elméletileg várt (a reakcióegyenlet alapján kiszámolható) anyag mennyisége, tömege vagy térfogata kémiai egyenlet alapján van kiszámítva. A megfelelő számításokhoz olyan reagenst választunk, amely kölcsönhatás esetén teljesen elhasználódik és A anyaggá válik.

Feladatok megoldása. Az alábbiakban különböző algoritmusokat mutatunk be, hogyan oldják meg a feladatokat egy reakció termelési százalékának (relatív termékhozamának) kiszámításához, és hogyan használják ezt az értéket a kémiai számításokban.

1. FELADAT. *46,8 g nátrium-kloridból elegendő mennyiségű tömény kénsavval végzett reakció eredményeként 21,9 g hidrogén-kloridot állítottak elő. Határozzátok meg a folyamat termelési százalékát.*

Adva van:

$$m(\text{NaCl}) = 46,8 \text{ g}$$

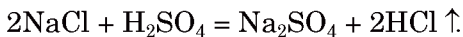
$$m_{\text{gyak.}}(\text{HCl}) = 21,9 \text{ g}$$

$$\eta(\text{HCl}) \text{ — ?}$$

Megoldás

1. módszer

1. Felírjuk a reakcióegyenletet, rendezzük:



2. Kiszámítjuk a hidrogén-klorid mennyiségét, amely 46,8 g NaCl-ból keletkezik (veszteségek nélkül).

A reakcióegyenlet alapján 2 mol NaCl-ból 2 mol HCl keletkezik, vagyis az anyagmennyiségek egyenlők:

$$n_{\text{elm.}}(\text{HCl}) = n(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} =$$

$$= \frac{46,8 \text{ g}}{58,5 \text{ g/mol}} = 0,8 \text{ mol.}$$

3. Kiszámítjuk a ténylegesen előállított hidrogén-klorid anyagmennyiségét:

$$n_{\text{gyak.}}(\text{HCl}) = \frac{m_{\text{gyak.}}(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} =$$

$$= \frac{21,9 \text{ g}}{36,5 \text{ g/mol}} = 0,6 \text{ mol.}$$

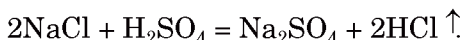
4. A képlet alapján kiszámítjuk a folyamat termelési százalékát:

$$\eta(\text{HCl}) = \frac{n_{\text{gyak.}}(\text{HCl})}{n_{\text{elm.}}(\text{HCl})} \cdot 100 \% =$$

$$= \frac{0,6 \text{ mol}}{0,8 \text{ mol}} \cdot 100 \% = 75 \%.$$

2. módszer

1. Felírjuk a reakcióegyenletet, rendezzük:

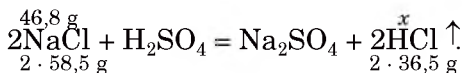


2. Kiszámítjuk a hidrogén-klorid tömegét, amely 46,8 g NaCl-ból keletkezik (vesztések nélkül).

$$M(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ g/mol};$$

$$M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g/mol.}$$

A vegyületek fölött és alatt jelöljük a tömegek arányait:



A reakció során

2·58,5 g NaCl-ból keletkezett 2·36,5 g HCl,
46,8 g NaCl — x g HCl;

$$x = m_{\text{elm.}}(\text{HCl}) = \frac{46,8 \text{ g} \cdot 2 \cdot 36,5 \text{ g}}{2 \cdot 58,5 \text{ g}} = 29,2 \text{ g.}$$

3. A képlet alapján kiszámítjuk a folyamat termelési százalékát:

$$\eta(\text{HCl}) = \frac{m_{\text{gyak.}}(\text{HCl})}{m_{\text{elm.}}(\text{HCl})} \cdot 100 \% =$$

$$= \frac{21,9 \text{ g}}{29,2 \text{ g}} \cdot 100 \% = 75 \%.$$

Felelet: $\eta(\text{HCl}) = 75 \%$.

2. FELADAT. Számítsátok ki a hidrogéngáz térfogatát, amely a megfelelő mennyiségű nitrogéngázzal alkotott keverékben található, ha az anyagok közötti reakció eredményeként $5,6 \text{ m}^3$ ammónia keletkezik, ha a folyamat termékhozama (termelési százalék) 20% .

Adva van:

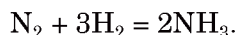
$$V(\text{NH}_3) = 5,6 \text{ m}^3$$

$$\eta(\text{NH}_3) = 20 \%$$

$$V(\text{H}_2, \text{kiinduló}) - ?$$

Megoldás

1. Felírjuk a reakcióegyenletet, rendezzük:



2. Meghatározzuk a reakcióba lépő hidrogéngáz térfogatát, felhasználva a gázok térfogatarányainak törvényét.

A reakcióegyenlet alapján:

minden $3 \text{ m}^3 \text{ H}_2$ gázból $2 \text{ m}^3 \text{ NH}_3$ keletkezik,

$$x \text{ m}^3 \text{ H}_2\text{-ből} \quad \text{---} \quad 5,6 \text{ m}^3 \text{ NH}_3;$$

$$x = V(\text{H}_2, \text{elm.}) = \frac{3 \text{ m}^3 \cdot 5,6 \text{ m}^3}{2 \text{ m}^3} = 8,4 \text{ m}^3.$$

3. Határozzuk meg a kiinduló keverékben található hidrogén térfogatát.

Mivel a relatív hozam 20% , ez azt jelenti, hogy a hidrogénnek is csak 20% -a reagált. Ebből:

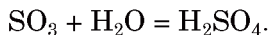
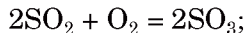
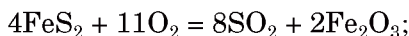
$8,4 \text{ m}^3 \text{ H}_2$ felel meg 20% -nak,

$$x \text{ m}^3 \text{ H}_2 \quad \text{---} \quad 100\% \text{-nak};$$

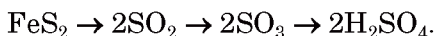
$$x = V(\text{H}_2, \text{kiinduló}) = \frac{8,4 \text{ m}^3 \cdot 100\%}{20\%} = 42 \text{ m}^3.$$

Felelet: $V(\text{H}_2, \text{kiinduló}) = 42 \text{ m}^3$.

Számos technológiai folyamat több szakaszban történik. Így például, ha a kénsavgyártás kiinduló alapanyaga pirit (FeS_2), akkor a három stádiumban a következő reakcióegyenletek játszódnak le:



Minden egyes szakaszban egy kéntartalmú vegyület egy másik kénvegyületté alakul, amit a következő séma szemléltet (figyelembe véve az elem megfelelő anyagmennyiségeit):



Ha ismerjük a pirit kezdeti tömegét, szükség van a kénsav relatív hozamának kiszámítására, a három egyenletből álló egymást követő számítások helyett az elméleti mennyiség kiszámításánál a $\text{FeS}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_4$ sztöchiometrikus¹ (arányossági) sémát használjuk.

ÖSSZEFOGLALÁS

A kémiai reakció lefolyásának teljességét, egy anyag átalakulásának mértékét a reakciótermék relatív hozama jellemzi. Ez a ténylegesen kinyert és az elméletileg várt anyag mennyiségének aránya százalékban kifejezve.

A relatív termékhozam kiszámításához vagy alkalmazásához szükséges feladatokat a megfelelő kémiai egyenletek használatával oldjuk meg.

?

81. 400 g kalcium-bromidból sztöchiometrikus mennyiségű klórgázzal való kölcsönhatásnál 280 g bróm keletkezik. Milyen a relatív termékhozam?
82. 3,25 g cink és megfelelő mennyiségű kénsavoldat kölcsönhatásánál 1064 ml hidrogéngáz (n.k.k.) vált ki. Milyen a hidrogéngáz relatív termékhozama?
83. Etanol és etánsav keverékéből, mely 9,2 g alkoholt tartalmaz, 11 g észter képződött. Milyen volt a relatív termékhozam?
84. Réz(II)-oxid hidrogénnel való reakciójánál 12,8 g réz keletkezett. A fémkiválás relatív termékhozama 94%. Milyen volt a fénoxid kiinduló tömege?
85. Milyen tömegű vas(III)-hidroxid keletkezik 8 g vas(III)-oxidból, ha a hidroxid relatív termékhozama 87%-os? Milyen kémiai reakciókkal lehet elvégezni ezt az átalakítást?

¹ Görög eredetű kifejezés: stoicheion – alap, metre – mérés.

86. Milyen tömegű 35%-os sósavoldat állítható elő 1,17 kg nátrium-klorid és sztöchiometrikus mennyiségű tömény kénsav reakciójával, ha a relatív termékhozam 80%?
87. Ha az oxigéngázt egy speciális készüléken (ozonizátor) átengedik, annak egy része ózonná – O_3 alakul. A keletkezett oxigén-ózon gázkeverékben az ózon térfogatszázaléka 8%. Milyen volt az ózonkibocsátás relatív termékhozama?
88. Az egy térfogategységnyi nitrogéngáz és három térfogategységnyi hidrogéngáz keverékében végzett reakciót követően a kapott gázkeverék a kezdeti feltételekhez viszonyítva 15%-os csökkenése figyelhető meg. Számítsátok ki az ammónia relatív termékhozamát.

12 A sók hidrolízise

E téma tananyaga segít nektek:

- visszaidézni a szerves vegyületek hidrolíziséről tanultakat;
- ismereteket szerezni a sók hidrolíziséről;
- megérteni, milyen tényezők hatnak a hidrolízis folyamatára;
- előrelátni a sók oldatainak jellegét.

A szerves anyag tulajdonságainak tanulmányozása során megismerkedtetek a *hidrolízis*¹ folyamatával, vagyis hogy bizonyos körülmények között a zsírok, szénhidrátok, fehérjék kölcsönhatásba lépnek a vízzel. Az ilyen folyamatok hőmérséklet hatására, sav vagy lúg jelenlétében mennek végbe, az élő szervezetekben enzimek részvételével. A zsírok hidrolízise során glicerin és karbonsavak képződnek, a szacharóz víz hatására glükózzá és fruktózzá alakul, a fehérjék hidrolízisének végtermékei aminosavak:

fehérje → polipeptidek → dipeptidek → aminosavak.

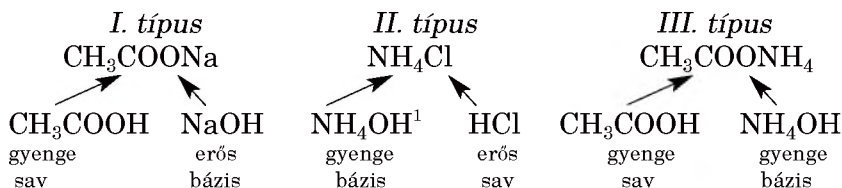
¹ A kifejezés a görög hydro – víz és lysis – leválás szavakból ered.

A sók hidrolízise különbözik a szerves anyagok hidrolízisétől, mert a só vízben való oldódása során a só disszociációjánál hidratált ionok képződnek.

A só fémes elemeinek kationjai a vízmolekulákhoz kovalens kötéssel kapcsolódnak – donor-akceptor mechanizmus szerint. A donor a H₂O-molekula oxigénatomja, amely két nemkötő elektrópárral rendelkezik; az akceptor a fémes elem kationja, melynek szabad atompályája van. Az anionok hidrogénkötéssel kapcsolódnak a vízmolekulákhoz.

Egyes ionok hidratburkában a só kationjának vagy anionjának hatására a H-OH vízmolekula egyik kovalens kötése felbomlik: hidroxid-ionok (OH⁻) és hidrogénionok (H⁺) keletkeznek. Ha a H⁺-ion kölcsönhatásba lép a só anionjával, OH⁻-iont fog tartalmazni az oldat, tehát lúgos lesz a kémhatása. Ellenkező esetben, ha az OH⁻-ion kapcsolódik a só kationjához, az oldatban H⁺-ion jelenik meg, vagyis savas lesz a kémhatása. Ez a sók hidrolízisének lényege, ami a sóoldatban lúgos vagy savas közeget eredményez.

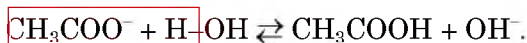
A sók hidrolízisének három tipikus esete van:



Erős bázis és gyenge sav által képzett sók hidrolízise. Vizsgáljuk meg a CH₃COONa képletű nátrium-acetát vízzel való kölcsönhatását. A só vizes oldata Na⁺- és CH₃COO⁻-ionokat tartalmaz. Az acetát-ionok egy része (gyenge savból száрма-

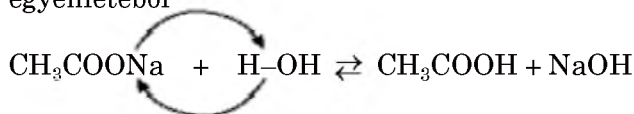
¹ Ez az ammónium-hidroxid egyszerűsített képlete, amelyet az ammónium-sók hidrolízisének magyarázatára fogunk használni. Általában az összetett képlet NH₃•H₂O (19. §).

zik) kölcsönhatásba lép a vízmolekulákkal, és ecet-sav-molekulákat képeznek:



A nátrium-acetát-oldatban felhalmozódott OH^- -ionok a megfelelő színre változtatják az indikátort. Következésképpen az ilyen sók oldatának közegét erős elektrolit határozza meg, amelyből a só keletkezett. *Az erős bázissal és gyenge savval képzett sóoldat lúgos közeget ($\text{pH} > 7$) képez.*

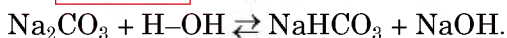
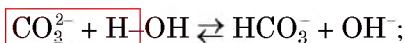
A nátrium-acetát hidrolízisének molekuláris egyenletéből



következik, hogy a *só hidrolízise a só és a víz közötti cserebomlási reakcióként osztályozható.*

A nátrium-acetát és a víz kölcsönhatása reverzibilis reakció, mert a reagensek és a termékek között gyenge elektrolitok – víz és ecetsav található. A megfelelő kémiai egyensúlyt egy gyengébb elektrolit – víz képződése felé toljuk el. A közvetlen reakció a hidrolízis reakciója, az ellenkezője pedig semlegesítési reakció.

A gyenge kétbázisú szénsavból származó nátrium-karbonát (Na_2CO_3), is hidrolizál. Ennek a sónak a vizes oldata, akár a nátrium-acetát, lúgos kémhatást mutat. A folyamatnak megfelelő ion-molekula és molekuláris egyenlete:



Figyeljétek meg: a semleges só savanyú sóvá alakul, nem savvá¹! A savas sók a normál sóktól eltérően hidrogéntartalmú anionokat tartalmaznak: KHS , $\text{Ba}(\text{HSO}_4)_2$, NaH_2PO_4 . Részletesen erről a 27. §-ban fogtok tanulni.

¹ A hidrolízis második szakasza ($\text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NaOH}$) gyakorlatilag nem megy végbe.

Érdekes

tudnivaló

Normál körülmények között 1%-os nátrium-acetát-oldatban a só hidrolízise kisebb, mint 0,01%.

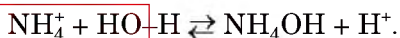


16. ábra
Az univerzális indikátor-papír színének változása a nátrium-karbonát vizes oldatában

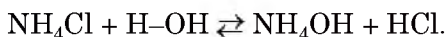


17. ábra
Az univerzális indikátor-papír színének változása az ammónium-klorid vizes oldatában

Gyenge bázis és erős sav által képzett sók hidrolízise. Ilyen típusú sóhoz tartozik az ammónium-klorid: NH_4Cl . A vegyület oldatában NH_4^+ kationok és Cl^- -anionok találhatóak. Az ammónium-ionok kis része (ami gyengén disszociáló ammónium-hidroxidből származik) kölcsönhatásba lép a vízmolekulákkal, és az oldatban elszaporodnak a H^+ -ionok, az oldat kémhatása savas (17. ábra):



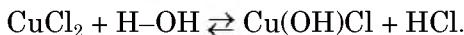
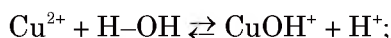
Az ammónium-klorid hidrolízisének molekuláris egyenlete:



Következésképpen a gyenge bázis és egy erős sav által képzett sóoldat savas kémhatással rendelkezik (pH-érték <7).

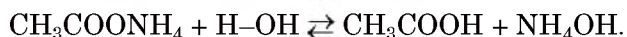
► Melyik só vizes oldatának lesz 7-nél kisebb pH értéke: Na_2S -nek vagy NH_4NO_3 -nak?

A két- vagy háromszoros töltésű fémkationokat tartalmazó sók hidrolízise bizonyos jellemzőkkel rendelkezik. Így például a réz(II)-klorid (CuCl_2) vízzel való kölcsönhatásánál úgynevezett bázisos só keletkezik:



A só neve hidroxó-réz(II)-klorid; összetételében rézhidroxó-kation (CuOH^+) és klorid-anion (Cl^-) található. Mivel a reakcióegyensúly balra tolódik el, így csak kis mennyiségű réz(II)-klorid reagál a vízzel és kevés Cu(OH)Cl só lesz az oldatban¹.

Gyenge bázis és gyenge sav által képzett sók hidrolízise. Vizsgáljuk meg egy ilyen típusú só hidrolízisét az ammónium-acetát ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) példáján. Az NH_4^+ -kationokból és a CH_3COO^- -anionokból álló só gyenge elektrolitokból származik, így mindkét ion reagál a vízmolekulákkal. A só hidrolízisének egyenlete:



Az ammónium-acetát vizes oldata semleges közeg ($\text{pH} = 7$), mivel az ecetsav és az ammónium-hidroxid disszociációs foka nagyon kicsi és szinte azonos.

A gyenge elektrolitok disszociációs képességétől függően a *gyenge bázissal és gyenge savval képzett sók vizes oldatának kémhatása lehet semleges, gyengén lúgos vagy enyhén savas.*

Egyes sók, amelyek gyenge bázisból (amfoter-hidroxidból) és gyenge savból származnak, teljesen és irreverzibilisen hidrolizál:



Az oldhatósági táblázatban (II. előzék) az ilyen sóknál # jelet láthatunk. Ezeket a vegyületeket vizes oldatokban való cserebomlási reakcióval előállítani nem lehetséges:

¹ A réz(II)-klorid hidrolízisének második szakasza ($\text{Cu(OH)Cl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cu(OH)}_2 + \text{HCl}$) gyakorlatilag nem megy végbe; nem keletkezik réz(II)-hidroxid-üledék.



A só és víz közötti kölcsönhatás fenti példából következik:

hidrolízisnek nevezzük a sók ionjai és a vízmolekulák között létrejövő reakciót, melynek termékei lúgos vagy savas jellegűek.

Erős bázis és sav által képzett sók és víz kölcsönhatása. Az ilyen típusú vegyületek olyan kationokra és anionokra disszociálnak, amelyek egyike sem reagál a vízzel. Ezért a NaCl, K₂SO₄, Ba(NO₃)₂, LiI és számos só *nem hidrolizál. Ezeknek a sóknak vizes oldatai semleges kémhatásúak.*

Vizsgáljuk meg egy ilyen só vizes oldatát a következő kísérlettel.

1. SZ. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

Vizes sóoldatok pH-jának meghatározása indikátorpapírral

Vizsgáljátok meg a nátrium-klorid, a nátrium-acetát, az ammónium-klorid és az ammónium-acetát vizes oldatait univerzális indikátorpapírral.

Jegyezzétek fel az egyes sók oldatának hozzávetőleges pH-értékét az univerzális indikátor csomagolásán lévő pH-skála segítségével.

Sok só esetében csak részleges a vízzel való kölcsönhatás. Hidrolízisük általában elhanyagolható, ezért lehet oldataikban vizsgálni.

Külső körülmények hatása a hidrolízis menetére. Mivel a hidrolízis rendszerint reverzibilis folyamat, a kémiai egyensúlyi állapotot befolyásoló tényezők (10. §) a só vízzel való kölcsönhatása esetén is érvényesek. A legkisebb kényszer

elve (Le Chatelier-elv) szerint víz hozzáadása (az oldat hígítása) vagy a hőmérséklet emelése az egyenes reakció irányába tolja el az egyensúlyt – a só hidrolízise nő (ez endoterm reakció). Ezzel ellentétben a hidrolízist úgy csökkenthetjük, hogy a reakcióelegyhez egy vagy több terméket, savat vagy lúgot adagolunk, vagy csökkentjük a hőmérsékletet.

A sók hidrolízise a talajban. Kis mennyiségben ugyan, de némely só megtalálható a talajoldatban. Hidrolízisük kis mértékben befolyásolja a talaj pH-értékét. Például a szerves savakból származó nátrium- és káliumsók hozzájárulnak a gyengén lúgos környezet kialakításához a talajoldatban; az alumínium- és a vas-szulfátok jelenléte a talajok savasodásához vezet.

ÖSSZEFOGLALÁS

A hidrolízis a só és a víz között lejátszódó cserebomlási reakció, melynek termékei lúgos vagy savas jellegűek. Sók hidrolízise csak akkor következhet be, ha az abban előforduló sav-anion gyenge savból, vagy a bázis-kation gyenge bázisból származik. A sók vizes oldatainak kémhatása lehet savas, lúgos és semleges.

A sók többségének hidrolízise megfordítható reakció: a kémiai egyensúlyi állapot balra tolódik el, a víz keletkezésének irányába.

?

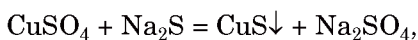
89. Fogalmazzátok meg a sók hidrolízisének lényegét.
90. Az alább felsorolt vegyületekből válasszátok ki azoknak a sóknak a képleteit, amelyek hidrolizálnak: BaCl_2 , KNO_3 , HCOONH_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, Na_2SO_3 .
91. Válasszátok ki a helyes választ az ionok mennyiségével kapcsolatban a vas(II)-szulfát vizes oldatában:
 - a) a Fe^{2+} -kationból kevesebb van, mint a szulfát-ionból;
 - b) szulfát-ionból kevesebb van, mint Fe^{2+} -kationból;
 - c) azonos a Fe^{2+} - és a szulfát-ionok száma;
 - d) azonos a H^+ - és az OH^- -ionok száma.Válaszotokat indokoljátok.

92. Milyen külső hatás vagy annak hiánya bizonyítja, hogy a nátrium-karbonát hidrolízisének a CO_3^{2-} -ion egy H^+ -ionnal kapcsolódik és nem kettővel?
93. Az ion-molekula egyenletekbe írjátok be a pontok helyére a megfelelő ionok képletét:
- $\text{Al}^{3+} + \text{H-OH} \rightleftharpoons \dots + \dots$;
 - $\text{PO}_4^{3-} + \text{H-OH} \rightleftharpoons \dots + \dots$.
94. Állítsatok össze két-két molekuláris egyenletet, melyek megfelelnek a következő ion-molekula egyenletnek:
- $\text{F}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HF} + \text{OH}^-$;
 - $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{OH}^-$.
95. Állítsatok fel a következő sók hidrolízisének molekuláris és az ion-molekula egyenleteit:
- bárium-acetát;
 - ólom-nitrát.
96. Az oldhatósági táblázatból írjátok ki néhány só képletét, melyeknek nem lehet meghatározni az oldhatóságukat hidrolízisük miatt (#jel). Mivel magyarázható, hogy ezek a sók reagálnak a vízzel?

ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA

A kivétel erősíti a szabályt

Minden hidrolizáló só gyenge bázisokból vagy gyenge savakból származik? Kiderült, hogy nem mindegyik. Ha a réz(II)-szulfát oldatához nátrium-szulfid oldatot öntünk, fekete csapadék, réz(II)-szulfid képződik



és nem a $\text{Cu}(\text{OH})_2$ réz(II)-hidroxid kék csapadékát kapjuk, amely a CuS réz(II)-szulfid-só teljes hidrolízisének egyik terméke.

A gyenge bázisokkal és gyenge savakkal képzett sók közül sok ásványi anyag – karbonát (például PbCO_3 , FeCO_3), szulfidok (SnS_2 , CoS stb.), szilikátok (MnSiO_3 , Zn_2SiO_4 stb.). Több millió évig érintkeztek vízzel, nedves levegővel, mégsem ment végbe a hidrolízisük, változatlanok maradtak.

A gyenge bázisok és gyenge savak által képződött egyes sók vízállóságának oka a rendkívül alacsony oldhatósága. Az ionok gyenge koncentrációja az ilyen vegyület oldatában, amely lényegesen kisebb, mint a vízben lévő H^+ - és OH^- -ionok koncentrációja, nem vezet hidrolízishez (a megfelelő kémiai egyensúly teljesen eltolódik a só képződésének irányába). Hasonló tulajdonságokkal rendelkező sók további példái megtalálhatók az oldhatósági táblázatban.

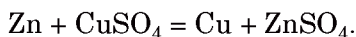
13 A galvánelem — az elektromos áram kémiai forrása

E téma tananyaga segít nektek:

- ismeretet szerezni az áram kémiai forrásáról;
- megérteni, miért alakul ki elektromos áram a galvánelemben.

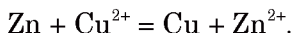
Kémiai tanulmányaitok során már találkoztatok az oxidációs-redukációs folyamatokkal. Ez egy elektronátmenettel járó folyamat: az egyik részecske (atom, molekula vagy ion) elektronokat veszít, míg más részecskék magukhoz vonzzák azokat. Az oxidációs-redukációs folyamatok közé tartoznak a fémek és a sók közötti reakciók.

Ha cinklemezelt réz(II)-szulfát oldatba helyezzük, rövid idő múlva a cinklemez felületén vörösbarna fémes bevonat jelenik meg. A reakció egyenlete:



Hosszabb idő után az oldat elszíntelenedik, a réz-ionok vizes oldatára jellemző szín eltűnik. Az ilyen folyamatokra mondják, hogy az aktívabb fém kiszorítja a kevésbé aktívát sóiból.

A folyamat ion-molekula egyenletéből látható:

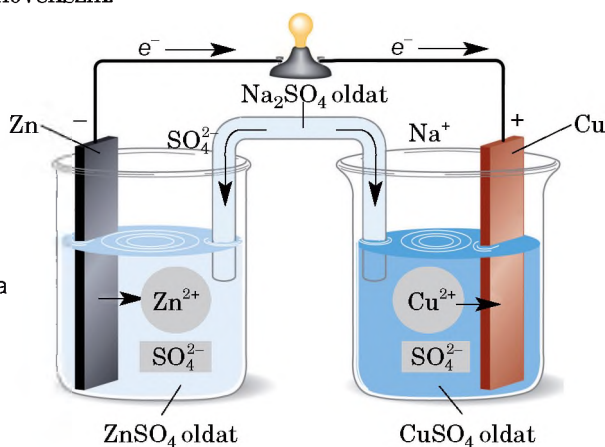


Hogy a folyamat két részreakcióra bontható: az egyikben ($\text{Zn} - 2e^- \rightarrow \text{Zn}^{2+}$) a cinkatom redukálószer, mivel leadja elektronjait és kationná válik; a másikban ($\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$) a réz-kation az oxidálószer, mert felveszi az elektronokat és atommá alakul.

- ▶ Melyik folyamat az oxidáció és melyik a redukció?

John Frederic Daniell (1790-1845) angol kémikus és fizikus megpróbálta szétválasztani a két folyamatot – az oxidációt és a redukciót.

Egy edénybe cink-szulfát-oldatot öntött, amelybe cinklemez helyezett, egy másik edényt réz(II)-szulfát oldattal töltötte meg, és rézlemez merített bele. Ezután a tudós a lemezeket egy fémes vezetővel kötötte össze, ehhez galvanométert (feszültségmérő műszert) kapcsolt, és mindkét oldatba egy hajlított csövet (sóhidat) helyezett, amely kocsonyásító semleges anyagot tartalmazó alkáli fém sójának oldatával volt megtöltve (18. ábra). A galvanométer elektromos áram megjelenését észlelte: a cink által leadott elektronok a vezetődróton keresztül a réz felé irányultak. A cink kationok alakjában (Zn^{2+}) oldódni igyekezik a cink-szulfát oldatban, hátrahagyva a Zn-lemezen elektronjait. Az elektronok a fémes vezetőn (és a feszültségmérő műszeren keresztül) átáramlanak a rézlemezre, ahol az oldatban lévő Cu^{2+} -ionok felveszik az elektronokat és fémréz formájában kiválnak az oldatból. A rézlemez tömege megnövekszik.



18. ábra.
A Daniell-elem sémája
(a feszültségmérő
villanylámpával van
helyettesítve)

A leírt készüléket *galvánelemnek*¹ nevezik. A kémiai átalakulás energiája (az exoterm oxidációs-redukációs reakció) elektromos energiává alakult. A Daniell-elem állandó elektromos áramot termelt;

¹ Luigi Galvani olasz orvosról, fizikusról nevezték el, aki az élő szervezetekben lejátszódó, az elektromos energiával kapcsolatos folyamatokat tanulmányozta.

a cinklemezen (anódon) negatív elektromos töltés, a rézlemezen (katód) pozitív töltés volt található.

Az oxidációs-redukciós reakciók eredményeként elektromos áramot termelő készülékeket kémiai áramforrásoknak, galvánelemeknek nevezzük.

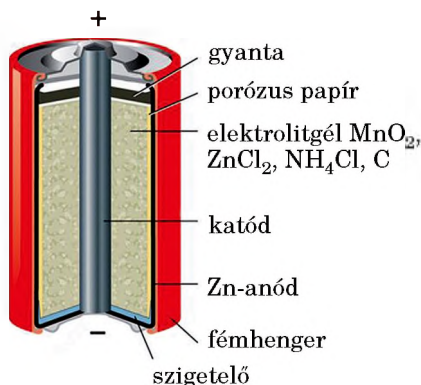
A sóhíd nemcsak az elektromos kapcsolatot biztosítja a két oldat között, itt ugyanis az ionok teszik lehetővé az áramvezetést. A galvánelem működése során a CuSO_4 sóoldatában a Cu^{2+} -kationok mennyisége csökken, míg a ZnSO_4 sóoldatban növekszik a Zn^{2+} -kationok száma. A sóhíd biztosítja az oldatok elektromos semlegességét, a töltéskiegyenlítődést: a Na^+ -kationok a CuSO_4 -oldatba (ahol a szulfát-anionok többlete alakul ki), az SO_4^{2-} anionok a ZnSO_4 oldatába vándorolnak (itt kationból van több) (18. ábra).

Ha több galvánelemet vizsgálunk, melyek azonos katódokkal (például rézzel), de különböző anódokkal készülnek, a következő összefüggéssel találkozunk: *minél aktívabb az anódfém, annál nagyobb elektromos feszültséget (potenciálkülönbséget) mérhetünk.* Ezért a fémek aktivítási sorát gyakran a *fémek feszültségi sorának is nevezik.*

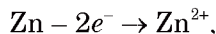
Nyilvánvaló, hogy a Daniell-elem használata a gyakorlatban nem kényelmes. A XIX. században feltalálták az úgynevezett *száraz elemeket.* Nem oldatokat tartalmaznak, hanem zselészerű (nedves) anyagkeveréket.

Az ilyen típusú galvanikus elemek közül a legelterjedtebb a mangán-cink elem, amelyet először Georges Leclanché francia mérnök készített 1865-ben. A cinkanód (ez az áramforrás negatív pólusa) körbeveszi az $\text{NH}_4\text{Cl-ZnCl}_2$ *elektrolitgél*t, a katód – a mangán(IV)-oxidba (MnO_2) merülő grafitrúd (19. ábra). A katódon (ez a pozitív pólus) játszódik le a Mn^{4+} redukciója. A Leclanché-elem gyantával van hermetikusan lezárva.

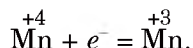
19. ábra
A Leclanché-elem
modern változata



A galvánelem működése közben a következő folyamatok játszódnak le. A cink oxidálódik:



ennek eredményeként a galvánelem belső héja fokozatosan semmisül meg. A grafiton a mangán a következő vázlat szerint redukálódik:



A Leclanché-elem pólusainál 1,5 V feszültség keletkezik. Ha több ilyen elemet csatlakoztatnak egymás után (az első elem katódja a második anódjával, a második katód a harmadik anódjával stb.), primer elemet kapunk. A pólusok feszültsége megegyezik a galvánelemek feszültségével. Hátránya, hogy ez az elemállás közben is lemerülhet.

Az elmúlt évtizedekben jelentős kereslet alakult ki a hosszan tartó primer elemek iránt. Legtöbbjük cink-anóddal rendelkezik. A cink-ezüst galvánelemben (20. ábra) a cink mellett ezüst(I)-oxidot (Ag_2O) és kálium-hidroxidot (KOH) is tartalmaz. Működése során oxidáló és redukáló reakció lép fel:

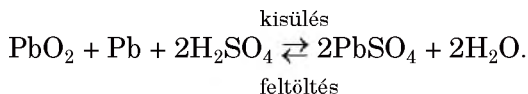


Az elemek csak egyszer használatosak. Vannak olyan kémiai áramforrások, amelyeket

20. ábra
Karórába való
gombelem
(felnagyítva)



rendszeresen töltenek az elektromos hálózatból és újra használják. Ezek az akkumulátorok. Mobiltelefonok, laptopok, kamerák, autók áramforrásai. A leggyakoribbak az ólom- vagy savas akkumulátorok (21. ábra). Működésük reverzibilis reakción alapul:



21. ábra
Ólomakkumulátor



A 20. század második felében előállított kémiai áramforrások kadmium, higany és számos egyéb mérgező kémiai elemet tartalmaztak. Ezeket már kivonták a forgalomból, a mai primer elemeken, akkumulátorokon a "Cd – 0%", a "Hg – 0%" jel látható.

A primer elemek, akkumulátorok intenzív használata miatt aktuális a feldolgozásuk problémája. Sok országban, beleértve Ukrainát is, a használt elemeket meghatározott helyeken gyűjtik; a gyűjtőedények szupermarketekben, oktatási intézményekben vannak elhelyezve (22. ábra). A feldolgozó üzemekben az akkumulátorokból cinket és más színes fémeket vonnak ki, eltávolítanak egyes vegyületeket.

22. ábra
Gyűjtőedény
használt elemek
számára



ÖSSZEFOGLALÁS

Az oxidációs-redukciós reakciók eredményeként elektromos áramot termelő készülékeket kémiai áramforrásoknak nevezzük. Ide tartoznak a galvánelemek. Fő összetevőik az elektródák: redukáló szerként funkcionáló aktív fém és valamilyen oxidáló anyag.

A galvánelem a primer elemek alapja. Többször használatos áramforrás az akkumulátor, mely a reverzibilis oxidációs-redukciós reakciónak köszönhetően többször is feltölthető.

A kémiai áramforrások növekvő használata megköveteli egy feldolgozó iparág létrehozását.

?

97. Javasoljatok két, a Daniell-elemhez hasonló galvánelemet, ahol az egyikben a nikkel-elektrod a katód, a másikban pedig az anód.
98. Mi történik, ha a Daniell-elemet a következőképpen változtatjuk meg: a cink- és a réz(II)-szulfát-oldatot egy edénybe öntjük és cink- és rézelektrodákat helyezünk bele? Vajon működik-e ez az elem?
99. Szerintetek miért nincs kalcium-anóddal működő Leclanché-elem, holott nagyobb elektromos feszültséget hoznának létre, mint a cink-anódok elektródái?

100. A réz- és cinklemezek kezdeti tömege a Daniell-elemben 20 g volt. Az elem működése során a rézlemez tömege 12,8%-al nőtt. Milyen lett a cinklemez tömege?
101. A Leclanché-elemben a cink tömege 0,26 g-mal csökkent. Milyen tömegű mangán(IV)-oxid vett részt a kémiai átalakulásban?

ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA

A fehérje-katalizátorok a modern kémiatudomány egyik prioritása

Tudjuk, hogy a katalizátorok olyan anyagok, amelyek felgyorsítják a kémiai reakciókat. Katalizátorként funkcionál néhány fém, számos fémelem oxidja, olykor a víz is. A szerves vegyületek tanulmányozásánál megismerkedtünk az enzimekkel – a fehérje alapú katalizátorokkal.

2018-ban a fehérje-katalizátorok *irányított fejlődése* technológiájának megalkotásáért a Nobel-díjat a Kaliforniai Műszaki Intézet professzora, Frances Hamilton Arnold nyerte el (23. ábra). Kollégáival kifejlesztette a DNS-fehérjék megváltoztatásának olyan módját, aminek eredményeként a sejt új enzimeket termel, amelyek különböző reakciók katalizátoraként működhetnek.



23. ábra
Frances Arnold

A kutatási eredmények alkalmazásának területe igen széleskörű: bio-üzemanyagok és bio-tüzelőanyagok termelésénél, bio-adalékanyagok, gyógyszerek, egyéb szerves vegyületek előállításánál. A *megtervezett* fehérje-katalizátorok utat nyitnak új technológiai folyamatok létrehozásához, a toxikus katalizátorok biztonságos vegyületre való lecserélésének lehetőségét nyújtják.

4. rész

A szervetlen anyagok és tulajdonságaik

Ebben a fejezetben az egyszerű anyagokról, fémekről és nemfémes anyagokról, valamint vegyületeikről mélyítitek el ismereteiteket. Kiemelt figyelmet kapnak a fémes és nemfémes elemek atomszerkezetének jellegzetességei, ennek alapján tulajdonságai, valamint előfordulásuk a természetben. Ezenkívül megismerkedhettek a fémek és ötvözeteik alkalmazásával, tájékozódhattok az ásványi műtrágyákról és a szilikátiparról.

14 A nemfémes elemek

E téma tananyaga segít nektek:

- felidézni a nemfémes elemek elhelyezkedését a periódusos rendszerben;
- elképzelést alkotni a nemfémes elemek természetben való elterjedéséről;
- összefoglalni a nemfémes elemek atomjai és ionjai elektronszerkezetének sajátosságait.

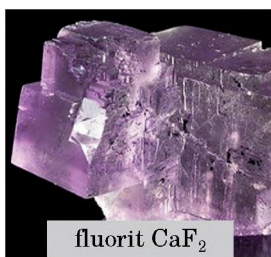
A nemfémes elemek és elterjedésük a természetben. A nemfémes elemek a periódusos rendszer III-VIII. csoport főcsoportjaiban

helyezkednek el vagy a hosszú változat jobb felső sarkában¹:

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------------------|----|----|----|----|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| <i>s</i> -elemek | | | | | | | | | | | | <i>p</i> -elemek | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H | | <i>d</i> -elemek | | | | | | | | | | B | C | N | O | F | Ne | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Si | P | S | Cl | Ar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | As | Se | Br | Kr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | Te | I | Xe | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | At | Rn | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Og | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>f</i> -elemek | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Bár a nemfémes elemekből kevesebb van (jelenleg tizennyolc nemfém ismerünk), a természetben elterjedtebbek a fémeknél. Ezek alkotják az egész légkört (nitrogén, oxigén, nemesgázok), a vízburkot (oxigén, hidrogén), nem beszélve a bennünk feloldódott anyagokról. A litoszféra csaknem 90 kémiai elemet tartalmaz, mégis a nemfémes elemek gyakorisága nagyobb, mint a fémeké. A földkéreg (különösen a külső rétege) tömegének majdnem a felét főleg az oxigén- és szilíciumelemek vegyületei alkotják. A földkéreg külső rétegében a fémekkel együtt nagy mennyiségű ásványi anyagot képeznek (24. ábra).

24. ábra
Ásványok



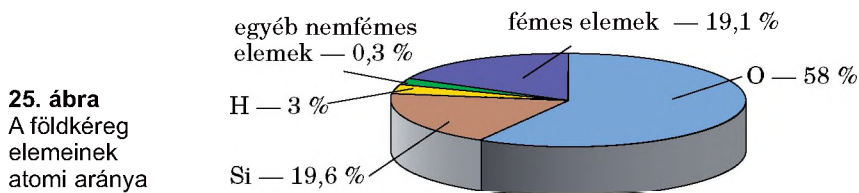
¹ Az egyes rendszámú elemet, a hidrogént az első és a hetedik csoportba helyezték el.

Az emberi test is főleg nemfémekből áll (oxigénből, hidrogénből, szénből, nitrogénből, foszforból és kénből).

A kémiai elemek elterjedését az adott elem atomjainak száma és a többi elem atomjai mennyiségének összehasonlításával becsülik meg.

Az elem atomjai számának arányát az adott közegben levő összes atom számához viszonyítva az adott elem atomi arányának nevezik.

Az atomi arányt százalékban fejezik ki (25. ábra).



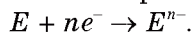
A nemfémek atomjai és ionjai. Az atomok külső energiaszintjének elektron-szerkezetét figyelembe véve szinte minden nemfémek elem a *p*-elemekhez tartozik, kivéve a hidrogént és a héliumot, ezek *s*-elemek.

► Hány elektron található a nemfémek atomjainak külső energiaszintjén? Hozzatok fel példákat.

Érdekes tudnivaló

A világegyetem leggyakoribb eleme a hidrogén (atomjainak aránya 92%), a második leggyakoribb elem a hélium (7%)

A nemfémek jellemzője, hogy atomjaik nem adnak le, hanem felvesznek elektronokat a külső energiaszint *p*-elektronhéj telítettségéhez, a nemesgázszerkezet kialakításához. Ennek eredményeként anionok képződnek:



► Írjátok fel az oxigénatom ionná való átalakulását a részecskék elektron-szerkezeti képletével.

A nemfémek anionja a fémek kationjával bináris ionos vegyületeket alkotnak:

bázisképző és amfoter oxidokat (például Li_2O , Al_2O_3), sókat (NaF , K_2S) és más vegyületeket (CaH_2 , Mg_3N_2).

- Nevezetek meg olyan nemfémes elemet, amely nem csak aniont, hanem kationt is alkot.

Több anyag molekulái (H_2 , HF , CO_2 , H_2SO_4 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ stb.) tartalmaznak nemfémes elemek atomjait, közöttük azonban kovalens kötés található.

- Hasonlítsátok össze a hidrogénmolekulában és a szén-dioxidban található kovalens kötést.

ÖSSZEFOGLALÁS

A nemfémes elemek a periódusos rendszer III-VIII. csoport főcsoportjaiban helyezkednek el. Előfordulásuk a természetben gyakoribb, mint a fémes elemeké.

A kémiai elemek elterjedését az elem atomi arányával jellemzik, ami az adott elem atomjainak száma és a többi elem atomjai mennyiségének aránya az adott közegben.

A nemfémes elemek atomjai elektronfelvételre képesek, eközben anionokká alakulnak.

?

102. A periódusos rendszer melyik csoportjában (vagy csoportjaiban) található a legtöbb nemfémes elem, és melyikben a legkevesebb?
103. Az internet vagy más információforrás segítségével készítetek rövid ismertetőt a fluor, a jód és a foszfor szerepéről az emberi testben.
104. Határozzátok meg, milyen szerkezete van – molekuláris vagy ionos – az alábbi képletű vegyületeknek: LiCl , HCl , NaH , Na_2S , MgO , CO , NF_3 , CaF_2 ?
105. A litoszférában minden 58 oxigénatomra 19,6 szilíciumatom jut (25. ábra). Számítsátok ki az oxigén és a szilícium tömegarányát a földkéregben.

106. Az X elem két bináris vegyületet is alkot a kénnel, melyben III és V vegyértékkal szerepel. A kén tömegaránya ezekben a vegyületekben 1: 1,323. Határozzátok meg az X elemet és írjátok fel az említett képleteket.

15 A nemfémek

E téma tananyaga segít nektek:

- felidézni a legfontosabb nemfémekről szerzett ismereteket;
- ismereteket szerezni az allotrópia jelenségéről;
- megérteni, hogy egyfajta kémiai elem alkotta egyszerű anyagok hogyan különbözhetnek egymástól;
- ismereteket szerezni a nemfémek mint egyszerű anyagok természetben való elterjedéséről.

A nemfémes elemek egyszerű anyagokat képeznek, amelyek neve nemfémek (26. ábra). Ezek általában eltérnek a fémektől a megjelenés, a fizikai tulajdonságok és gyakran a normál körülmények közötti halmazállapotok szerint. Ezek a különbségek a nemfémes szerkezetek sajátosságaiból adódnak.

A nemfémek szerkezete. A nemfémek egy része atomszerkezettel rendelkezik. A nemesgázok – hélium, neon, argon, kripton, xenon és radon – nemesgázatomokból állnak. A grafitban, gyémántban, szilíciumban, bórban, vörösfoszforban szintén atomok kapcsolódnak egymáshoz.



26. ábra
Nemfémek

A többi nemfém molekuláris szerkezetű anyag. Vannak olyan nemfémek, melyek molekulái kétatomosak, (nevezzék meg ezeket az anyagokat.), de akad többatomos molekula is: O_3 – ózon, P_4 – fehérfoszfor, S_8 – kénmolekula.

Az elemmolekulák atomjai között kovalens apoláris kötés található: egyszerű, kettős vagy hármas.

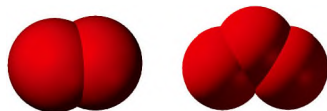
Az allotrópia. Néhány nemfémes elem esetében két vagy több egyszerű anyag ismert.

Az elemeknek azt a tulajdonságát, hogy több egyszerű anyagot alkothatnak, *allotrópiának*¹ nevezzük.

Ugyanazon elem egyszerű anyagai (allotrop módosulatai) különbözhetnek egymástól szerkezetükben, a molekulát alkotó atomok számában, előállítási módjában. Mindez befolyásolja az anyagok fizikai tulajdonságait, és bizonyos esetekben a kémiai aktivitását is.

Az oxigén mint egyszerű anyag. Az oxigénatom két egyszerű anyagot alkothat: O_2 – oxigéngáz (erről már tanultunk), és O_3 – ózon (27. ábra). Az ózon jellegzetes szagú, mérgező gáz. Olvadás- és forráspontja magasabb, mint az oxigéngázé. Az ózonnak az oxigénnél nagyobb a kémiai aktivitása.

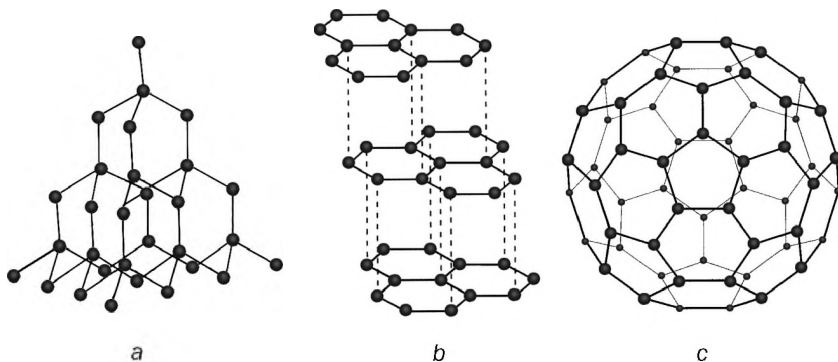
27. ábra
Az O_2 és az O_3
nagyabbságú
modellje



A szén mint egyszerű anyag. A mindennapi szóhasználatban a szén szó a már tanult ásványi szenet jelenti. A természetes elemi szén két kristályos (atomszerkezetű) módosulata a *gyémánt* és a *grafit* régóta ismert anyagok; a molekuláris szerkezetű *fullerén* a múlt század felfedezése (28. ábra). Az ábrán látható fullerén-molekula 60 atomból áll.

¹ Az allotrópia elnevezés a görög *allosz* – jelentése más, és *tropos* – jelentése mód, helyzet szóból származik.

² Előállítottak olyan egyszerű anyagokat is, melyeknek molekulái 70 vagy több szénatomot tartalmaznak.



28. ábra

A szén módosulatainak szerkezete: *a* – a gyémánt-kristály részlete; *b* – a grafit kristályrácsának részlete; *c* – a fullerén-molekula modellje

A gyémánt tiszta állapotban színtelen, átlátszó, nagy fénytörő képességű anyag. Az elektromos áramot nem vezeti. A legkeményebb természetes ásvány. A gyémántban minden egyes szénatom négy kovalens apoláris kötéssel kapcsolódik másik négy szénatomhoz (28. *a* ábra).

A grafit sötétszürke, átlátszatlan, fémes fényű anyag. A hőt és az elektromosságot jól vezeti. Rácsa réteges szerkezetű. A szénatomok úgy helyezkednek el benne, mintha több síkban méhsejtszerűen egymás mellett, a benzolhoz hasonló hatszög alakú szengyűrűk lennének. Egy szénatom három másik szénatommal kapcsolódik egyszeres (σ -) kovalens kötéssel. A szénatomok negyedik vegyértékelektronja nem vesz részt kémiai kötések kialakításában. Ezek az elektronok delokalizáltak (hasonlóan a benzol p-elektronrendszeréhez). Ennek köszönhető az, hogy a grafit jól vezeti az elektromos áramot, és az is, hogy a grafit fekete színű. Az ilyen méhsejtszerű rétegek egymással párhuzamosan, kicsit távolabb, *lazább* kötéssel helyezkednek el. Mivel két réteg között nagyobb a molekulatávolság, gyengébb a kötés, a rétegek könnyen szétválhatnak, így a grafit nyomot hagy a papíron.

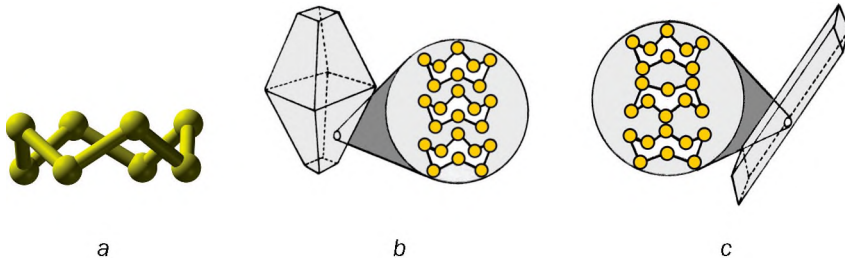
A C₆₀ fullerénmolekula 20 hatszögből és 12 ötszögből készült futball-labdára hasonlít (28. *c* ábra).

Néha az ásványi szenet is a szénatom módosulataihoz számítják, bár ebben az anyagban a szénatomok mellett más atomok is vannak. Tiszta, szinte

teljes egészében szénatomokból álló anyag előállítható fa hevítésével oxigénmentes környezetben. A fa fokozatosan elszenesedik és a berendezésből vízgőz, valamint kellemetlen szagú gáz halmazállapotú anyagok távoznak. A pirolízis után keletkező fekete anyag koromszerű elemi szén. Ezt az anyagot amorf szénnek is nevezik, mert a szénatomok elhelyezkedése kaotikus benne.

29. ábra

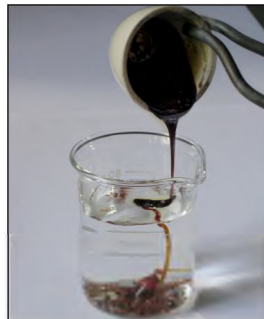
Az S_8 molekula gömbpálcika modellje (a). A rombos (b) és a monoklin (c) kénkristály szerkezete



A kén mint egyszerű anyag. Ez az elem két nagyon hasonló kristályos szerkezetű egyszerű anyagot képez – rombos és monoklin ként. Ezek ugyanazokat az S_8 -molekulákat tartalmazzák, de az anyagok kristályaiban való elrendezésük eltérő (29. ábra).

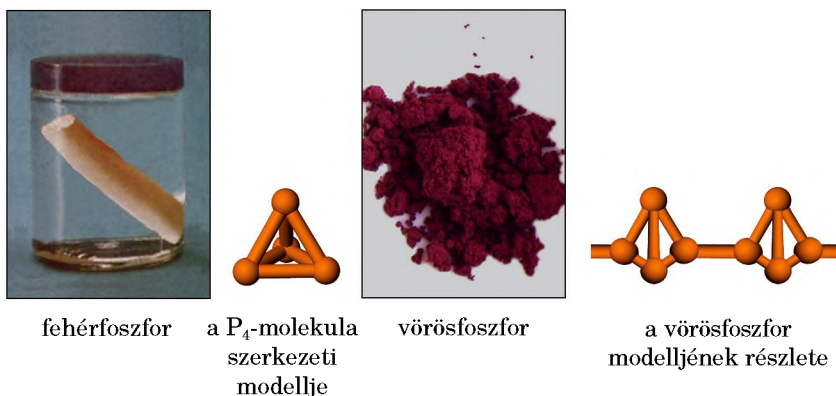
Ha a ként megolvasztják, szinte forrásig, majd az olvadt ként hideg vízbe öntik, az nyúlós, gumiszerű anyaggá dermed. Ez az amorf kén (30. ábra), amely 2–4-atomos láncmolekulákból áll. Idővel visszaáll benne az eredeti kristályos szerkezet: S_8 gyűrűs szerkezetű molekulák képződnek, és az amorf kén fokozatosan szilárd és törékeny rombos kénre alakul.

30. ábra
Amorf kén előállítása



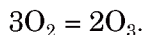
A foszfor mint egyszerű anyag. A foszfor atomjai többféle egyszerű anyagot képezhetnek. A fehérfoszfor és a vörösfoszfor a foszfor két allotrop módosulata. A fehérfoszfor P_4 -molekulákból áll, a vörösfoszfor pedig egymással kovalens kötéssel összekapcsolt atomokból (31. ábra).

A fehérfoszfor, a vöröstől eltérően, fokhagyma illatú, nagyon mérgező anyag. Kémiailag aktívabb, mint a vörösfoszfor. A fehérfoszfor levegő jelenlétében már $50\text{ }^\circ\text{C}$ -nál sötétben jól látható fénykibocsátás közben oxidálódik (ezért csak víz alatt tárolható).



31. ábra
A foszfor allotrop módosulatai

A nemfémek elterjedtsége a természetben. Tudjuk, hogy a levegő fő összetevői a nitrogén és az oxigén, de kis mennyiségű nemesgázokat is tartalmaz (nagyobbrészt argont). A légkör felső rétegében a legkisebb tömegű gázok találhatóak: a hidrogén és a hélium. A légkörben nagyon kis mennyiségű ózon is van, amely az úgynevezett ózonrétegben, 20–25 km magasságban koncentrálódik. Ez a finom eloszlású ózonréteg kozmikus sugárzás vagy elektromos kisülés hatására (villámlás esetén) képződik oxigénből:



Mivel az ózonmolekulák instabilak, így a fordított reakció is végbemegy. Az ózon elnyeli az élő szervezetekre káros ultraibolya sugarakat és ismét oxigénmolekula keletkezik.

A természetben, a magas légrétegekben az ózon keletkezése és elbomlása egyidőben játszódik le. Ha idegen anyagok nem szennyeznék ezeket a rétegeket, az ózonnak a kialakult mennyisége állandó lenne. Az emberi tevékenység során sok olyan anyag kerül a levegőbe, amely az ózon bomlását gyorsítja. Jelenleg az ózonréteg megőrzése érdekében különböző intézkedéseket hoznak.

A földkéregben három nemfém található tiszta állapotban: a kén, a grafit és a gyémánt. Ukrajnában kén- (Lviv, Ivano-Frankivszk és Ternopil megyében) és grafitlelőhelyek (a Kirovogradi és Zaporizsjai megyében) találhatóak.

- Szerintetek miért nincsenek a természetben szabad állapotban a halogének: a fluor, a klór, a bróm és a jód?

ÖSSZEFOGLALÁS

A nemfémek a nemfémes elemek egyszerű anyagai. Néhány nemfémes elem több egyszerű anyagot alkot, melyek szerkezete és fizikai tulajdonságai különböznek egymástól. Az ilyen jelenséget allotrópiának nevezik.

A nemfémek többsége molekuláris szerkezetű, néhány azonban atomokból épül fel.

A nemfémek előfordulása a természetben gyakori. A levegő fő összetevői a nitrogén és az oxigén, a földkéregben található a kén, a grafit, a gyémánt.

Az ózon a légkörben úgynevezett ózonréteget alkot, ami elnyeli az ibolyántúli sugárzás egy részét és ezáltal védi a bioszférát.

?

107. Melyik kijelentésben beszélünk a halogénekről mint kémiai elemről, és melyikben mint egyszerű anyagról:
- a) a halogének színes anyagok;
 - b) a halogének a halogénidek elnevezésű vegyületek összetételében találhatóak;
 - c) a halogének aktív nemfémek;
 - d) a halogének elektronegativitása meglehetősen magas.

108. Miben különböznek egymástól a) az oxigén, b) a szén allotrop módosulatai?
109. Jellemezzétek az S_2 -molekulában található kötést (ilyen molekulából áll a kéngőz).
110. A gyakorlatban milyen tulajdonságát alkalmazzák a grafitnak? Magyarazzátok el ezt a tulajdonságát szerkezeete alapján.
111. Mivel magyarázható, hogy a fehérfoszfor nagyobb aktivitást mutat, mint a vörösfoszfor? Várható-e a kén allotróp módosulatainál ilyen különbözőség? Indokoljátok meg a feleletet.
112. Milyen anyagmennyiséggel rendelkezik a) 0,48 g ózon; b) 4,48 l argon (n.k.k.) (Szóbelileg).
113. Az oxigénnel alkotott keverékben az ózon tömegszázaléka 7,2%. Számítsátok ki az ózon térfogatszázalékát ebben a keverékben.

16 A nemfémek fizikai tulajdonságai. Az adszorpció

E téma tananyaga segít nektek:

- felidézni egyes nemfémes anyagok fizikai tulajdonságát;
- megismerni az adszorpció jelenségét;
- ismeretet szerezni az adszorbensekről és alkalmazási körükről.

A nemfémek fizikai tulajdonságai. A nemfémek fizikai tulajdonságaikban jobban különböznek egymástól, mint a fémek. Ez érthető, mivel a nemfémek némelyikének molekuláris a szerkezeete, másokat atomok alkotnak, amelyek kovalens kötéssel kapcsolódnak; míg a fémek mindegyikének szerkezeete fémkötésen alapul.

A nemfémekre jellemző az alacsony olvadási- és forráspont (kivételek a bór, a szilícium, a grafit, a gyémánt¹).

¹ A grafitnak és a gyémántnak olyan magas az olvadáspontja, hogy ennél a hőmérsékletnél oxigénhiányos környezetben a gyémánt grafitná alakul, (amely több mint 3700 °C hőmérsékleten szilárd halmazállapotból gázzá válik), illetve magas nyomásnál a grafit gyémánttá.

A nemfémek közül normál körülmények között gáz halmazállapotúak a nemesgázok, a nitrogén, az oxigén, az ózon, a hidrogén, a fluor és a klór; a bróm cseppfolyós, a többi nemfém szilárd halmazállapotú.

- Mivel magyarázható, hogy a bróm olvadáspontja magasabb, mint a klóré, és a klór olvadáspontja felülmúlja a fluorét?

A nemfémek nem vezetnek az elektromos áramot (nevezzék meg a kivételt), gyakorlatilag nem oldódnak vagy rosszul oldódnak vízben. A klór, a bróm és a jód vízben való oldódásánál részleges kölcsönhatásba lépnek vele, a fluor pedig rendkívül aktívan reagál a vízzel.

Az adszorpció. Ismert az aktív szénnek az a tulajdonsága, hogy felületén képes megkötni a gázok vagy az oldott anyagok molekuláit, ionjait. Ezek a részecskék a szén pórusos felületébe hatolnak és ottmaradnak.

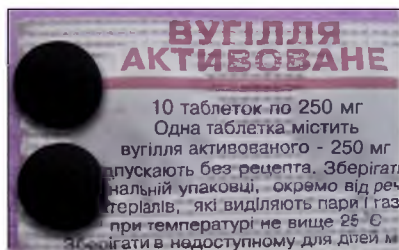
A gáz, gőz vagy folyadékok szilárd felületen való megkötődésének folyamatát *adszorpciónak*¹ nevezzük, a megkötő anyagot adszorbensnek.

Egyes esetekben a megkötött részecskék változatlanok maradnak (ez a fizikai adszorpció), míg másokban az adszorbens a részecskékkel kölcsönhatásba lép (kémiai adszorpció). Fizikai adszorpció esetén az anyagok molekulája eltávolítható az adszorbensből, például melegítéssel (regeneráció).

A pórusok mennyiségének növelése érdekében a fa pirólízise során kapott szenet forró gőzzel kezelik. Az így kapott anyagot aktív szénnek nevezzük. Aktív szenet használnak víz vagy más folyadékok tisztítására, szagelszívó és légkondicionáló berendezésekben, gyógyszerkészítményként gyomormérgezéskor (32. ábra).

¹ A szó latin eredetű: *ad* jelentése – hozzá, magához; *sorbeo* – elnyel, magába szív.

32. ábra
Aktív szén
(gyógyszer)



Az első világháború alatt a német csapatok harci gázként klórgázt használtak a brit csapatok ellen. A klór és más veszélyes gázok elleni védelem érdekében M. D. Zelinszkij orosz kémikus 1915-ben új típusú gázmaszkot (33. ábra) dolgozott ki. A levegő, amelyet a személy egy gázálcban belélegez, áthalad egy speciális dobozban lévő aktív-szénrétegen és megtisztul.

Békeidőben is használják gázálcot: mint például tűzoltásnál, ipari létesítményekben kialakuló rendkívüli helyzetek elhárításánál, veszélyes anyagok szállításánál.



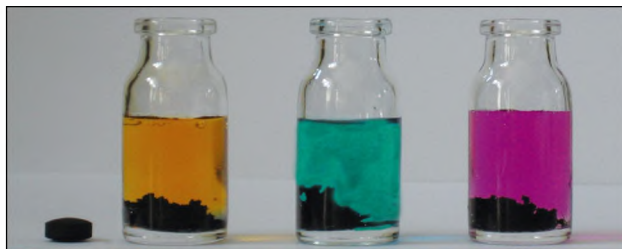
33. ábra
Modern gázálc

2. SZÁMÚ LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

Az aktív szén és hasonló gyógyszerek adszorpciós képességének vizsgálata

Helyeztetek három kémcsőbe egy-egy széntablettát. Öntetek vizet két kémcsőbe. Az egyik kémcsőbe adjatok hozzá néhány csepp jódtinktúrát, a másikba 1-2 csepp briliáns-zöld alkoholos oldatát (*zeljonka* nevű fertőtlenítő

34. ábra
Az oldatok a
laboratóriumi
kíséret kezdé-
tén



szert). A harmadik kémcsőbe öntettek erősen felhígított kálium-permanganát oldatot (34. ábra).

A vizsgálati kémcsövek tartalmát időnként keverjétek meg.

Változik-e az oldatok színe? Ha igen, milyen gyorsan?

Hasonló kísérlet végezhető olyan adszorbenseket tartalmazó gyógyszerekkel is, mint amilyen a lignin, az enterogel.

Érdekes tudnivaló

Az adszorpció segítségével tisztítják meg a vért a mérgező anyagoktól. Ennek a folyamatnak a neve hemoszorpció.

Az iparban az aktív szén mellett adszorbensként szilikagélt (ez a szilícium-(IV)-oxid hidratjának polimerje $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), néhány ásványi anyagot alkalmaznak, melyek a kóvasav-savak sóihoz tartoznak. A nagy adszorpciós képességű anyagokat különböző szűrőkben használják a víztározók kőolajtermékek által okozott szennyezésének megszüntetésére.

Adszorbenseket a háztartásban is használnak az ivóvíz tisztítására, a hűtőben a szag eltávolítására (35. ábra). A műszerek csomagolásá-

35. ábra
Szagelnyelő
labdácskák



ba is szilikagél granulátumokat helyeznek, ami a levegő páratartalmának megkötésére szolgál.

Az adszorpciós folyamatokat számos laboratóriumban vizsgálják a kémikusok. Ezen a területen a vezető hazai intézmény az Ukrán Nemzeti Tudományos Akadémia O. Csujka nevét viselő Felszíni Kémiai Intézet. A tudósok megállapították, hogy az ionokat az ionos adszorbensek (zeolitok) nyelik el jobban, a molekulák megkötéséhez a molekuláris vagy atomszerkezetű adszorbensek felelnek meg inkább.

ÖSSZEFOGLALÁS

A nemfémek fizikai tulajdonságaikkal nagyban különböznek egymástól. Nem vezet az elektromos áramot, alacsony olvadási forráspont jellemző rájuk.

Az adszorpció gáz, gőz vagy folyadékok megkötődése szilárd felületen. A legfontosabb adszorbensek az aktív szén, a szilikagél, néhány szilikát tartalmú ásványi anyag.

?

114. Mivel magyarázható, hogy a bórnak és a szilíciumnak magas az olvadáspontja?
115. Internetforrások alapján készítsetek rövid ismertetőt a szilícium fizikai tulajdonságairól, kitérve azokra a jellegzetességekre, amiért ezt a nemfémeket használják az elektronikában.
116. Miért van az, hogy minden szénrel kapcsolatos reakcióegyenletekben a *C* szimbólumot használjuk, holott a szén mint anyag nem csak szénatomokból áll?
117. Mivel magyarázható, hogy némely természetes szilikát jobban megkötözi az ionokat, mint az aktív szén?
118. A hidrogén és a nitrogén azonos tömegeit keverték össze. Milyen lesz a gázok térfogatszázaléka a keverékben?
119. 100 g etanolban 20 °C hőmérsékleten 27,1 g jód oldódik. Határozzátok meg a jód tömegszázalékát a telített oldatában.

17

A nemfémek kémiai tulajdonságai és alkalmazásuk

E téma tananyaga segít nektek:

- megismerni a nemfémek szerepét az oxidációs-redukciós folyamatokban;
- meghatározni a nemfémek közötti reakciókban az oxidáló- és a redukáló szert;
- megérteni, milyen tényezők hatnak a hidrolízis folyamatára;
- ismereteket szerezni a nemfémek alkalmazási köréről.

Érdekes tudnivaló

A legagresszívabb nemfém, a fluor előállításáért és kutatásáért 1906-ban H. Moissan kémiai Nobel-díjat kapott.

Kémiai tulajdonságok. A nemfémeknek sok a közös kémiai tulajdonságuk: kölcsönhatásba lépnek a fémekkel, egymással, különböző csoportba tartozó összetett anyagokkal. Ezek a reakciók mind oxidációs-redukciós kölcsönhatások.

A nemfémek mint oxidálószer. Mivel a nagy elektronvonzó képességű nemfémes elemek atomjai a reakcióban teljesen vagy részlegesen elektronokat vesznek fel, így jellemző az oxidálószer szerepe a nemfémekre. A legnagyobb elektronegativitással rendelkező elemek alkotta egyszerű anyagok a legerősebb oxidálószer: a fluor, az ózon, az oxigén, a klór. A fémekkel való reakcióik során a nemfémek mindig oxidálószer. Ezeknek a reakcióknak nagy része nagy sebességgel, jelentős hő kiválaszával megy végbe, olykor láng megjelenése is kíséri a folyamatot (36. ábra).

- ▶ Írjátok fel a lítium és a kén, az alumínium és az oxigén között lejátszódó reakciók egyenleteit.



36. ábra
Nátrium égése
klórgázban

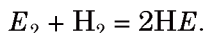
Érdekes tudnivaló

A bór és a szilícium nem reagál a hidrogénnel, hidrogénvegyületeik viszont léteznek.

Érdekes tudnivaló

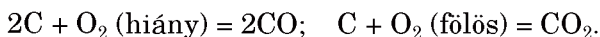
A hidrogén és a szén nem reagál az alkáli fémek, a bárium és az alumínium oxidjával.

A hidrogénnel való reakcióban a nemfémek oxidálószerként vesznek részt, mivel a hidrogének meglehetősen alacsony az elektronegativitása. A hidrogénatomok ezekben a kémiai átalakulásokban elektronokat veszítenek, redukáló szerként viselkednek. Minél nagyobb a nemfém elem elektronegativitása, annál aktívabban reagál az egyszerű anyag a hidrogénnel. Ennek példája a halogének és a hidrogén kölcsönhatása, melynek általános egyenlete:

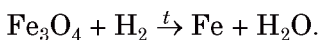
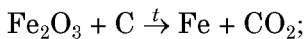


A fluor a hidrogénnel robbanással reagál, klórral való reakciója hasonló hatású, de csak fény jelenlétében megy végbe (sötétben nem történik semmi, a fény az aktiválási energia). A bróm és a jód hidrogénnel való reakciója csak melegítésnél indul meg, és nem vezet az anyagok teljes átalakulásához.

Nemfémek mint redukáló szerek. A redukáló jelleg elsősorban a legkevésbé elektronegatív nemfém elemek anyagaira jellemző: hidrogén (H_2), szén (C). Ezek az anyagok redukáló szerként viselkednek halogénekkal, oxigénnel, kénnel, nitrogénnel szemben. A hidrogén, a szén és sok más nemfém elem ég az oxigénben, illetve a levegőben. Az ilyen reakciók termékei az oxidok. Ha egy nemfém elemnek változó a vegyértéke, az oxigénhiány miatt gyakran alacsonyabb oxidációs értékű oxid keletkezik, oxigénfelesleg esetében a nemfémnek az oxidban magasabb lesz az oxidációs száma:



A hidrogén és a szén mint redukáló szer kölcsönhatásba lép a fém elemek oxidjaival. Ezeket a reakciókat a kohászatban alkalmazzák például a vas előállításánál. Ezt a folyamatot ábrázolják a következő reakciósémák:



- Alakítsátok át a reakciósémákat kémiai egyenletekké.

Felhasználás. A legtöbb nemfémnek nagy gyakorlati jelentősége van. A 7. osztályos tananyagban találkoztatok az oxigén alkalmazásával. Az ózont és a klórt baktericid tulajdonságaik miatt a víz fertőtlenítésére használják. A klór kiindulási alapanyaga a klórmész, a szerves oldószerek, a növényvédő szerek gyártásának.

A grafitot réteges szerkezete alkalmassá teszi kenőanyagként való használatára, elektromos vezetőképessége lehetővé teszi elektródák készítésére. Az atomreaktorokban grafit rudakat használnak. Keménysége miatt a gyémántszemcsét fűrófejekben, üvegvágókban használják (37. ábra). A gyémántot szépsége és csillogó fénye ékszerek készítésére teszi alkalmassá (a briliáns meghatározott módon csiszolt gyémánt).



37. ábra
Vágógép

A hidrogén a vegyi és olajfinomító ipar nyersanyaga. A szilíciumot félvezetőként használják az elektronikában, a napelemekben (38. ábra). A kémiailag passzív nitrogéngázt a hagyományos izzólámpák töltésére használják (a drágább argon helyett). A nitrogénből és a hidrogénből ammóniát, abból pedig salétomsavat, végül kulcsfontosságú nitrogéntartalmú műtrágyákat gyártanak. A nitrogént, az argont és a héliumot a mérnöki technológiában inert gázkörnyezetként használják a levegő helyett ott, ahol az oxidáció nem kívánatos.

A természetes kén a kénsav előállításának nyersanyaga. A kaucsuk vulkanizálása kénnel tör-

38. ábra
Napelemek a háztetőn



ténik, aminek eredményeként gumi keletkezik. A foszfort a gyufagyártásához használják.

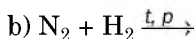
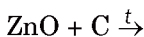
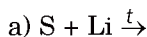
- Melyik nemfémes anyag oldatát használják fertőtlenítésre? Hogyan nevezik ezt a fertőtlenítőszeret? Mi benne az oldószer?

ÖSSZEFOGLALÁS

A nemfémek a kémiai reakciókban elsősorban oxidálószeresek. A nemfémek fémekkel és egymással is reagálnak. A hidrogén és a szén mint redukáló szer reagál a fémek oxidjaival. Ezekben a reakciókban alapszik a fémek ércéből való kivonása. A legtöbb nemfémeket a technikában és a vegyiparban használják.

?

120. Melyik nemfém lehet csak oxidálószer a kémiai reakciókban? Vannak-e olyan nemfémek, amelyek csak redukáló tulajdonságokkal rendelkeznek? Válaszokat indokoljátok.
121. Fejezzétek be a reakciók sémáit és alakítsátok át azokat kémiai egyenletekké:



122. A kén reagál a hidrogénnel és az oxigénnel is. Írjátok fel a megfelelő kémiai reakcióegyenleteket, állítsátok össze az oxidációs és a redukációs sémákat. Milyen szerepet játszik a kén a reakciókban?

123. Állítsátok össze a fluor és a víz reakciójának egyenletét, figyelembe véve, hogy a reakció egyik terméke a légkörben is megtalálható egyszerű anyag.
124. A szén magas hőmérsékleten reagál a vízgőzzel. Milyen anyag keletkezik a reakció során: CO és H₂ vagy CH₄ és O₂? Válaszokat indokoljátok és írjátok fel a megfelelő reakcióegyenletet.
125. Állítsátok össze a klór és a kálium, a cink, az alumínium, a szilícium, a foszfor reakciójának egyenleteit. Vegyétek figyelembe, hogy a szilícium és a foszfor a legmagasabb oxidációs értékével szerepel a keletkezett vegyületekben.
126. A pontok helyére pótoljátok a megfelelő számokat és kifejezéseket:
- $$\overset{\dots}{\text{I}}_2 + \overset{+5}{\dots}\text{HNO}_3 \text{ (töm.)} = \overset{\dots}{\text{H}}\overset{\dots}{\text{I}}\overset{\dots}{\text{O}}_3 + \overset{\dots}{\text{N}}\overset{\dots}{\text{O}}_2 \uparrow + \dots\text{H}_2\text{O}$$
- | | | | | |
|---|----|--|-------|----------------|
| $\overset{\dots}{\text{N}} \text{ (oxidálószer)} + \dots\text{e}^- = \overset{\dots}{\text{N}}$ | 1 | | \dots | folyamat |
| $\overset{\dots}{\text{I}}_2 \text{ (.....)} - 2 \cdot 5\text{e}^- = \overset{\dots}{\text{I}}$ | 10 | | \dots | folyamat |
127. Alakítsátok át a reakciósémákat kémiai egyenletté az elektronmérleg módszerét alkalmazva:
- a) $\text{Si} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2 \uparrow$;
 b) $\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (töm.)} \rightarrow \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$.
128. A két legaktívabb halogén között AB, AB₃ és AB₅ képletű vegyület képződhet. Állítsátok össze a képleteket úgy, hogy kémiai elemet írtok bele. Vegyétek figyelembe, hogy az azonos betű azonos vegyjelet jelent. Magyarazzátok meg a választásokat.

18

A nemfémes elemek hidrogénnel alkotott vegyületei

E téma tananyaga segít nektek:

- megismerni a nemfémes elemek hidrogénvegyületeinek összetételét és nevét;
- összehasonlítani és megérteni ezeknek a vegyületeknek a fizikai tulajdonságait.

A vegyületek összetétele és neve.

A legtöbb nemfémes elemnek van hidrogénvegyülete. Ez alól csak a nemesgázok a kivételek (6. táblázat).

**Nemfémek hidrogénvegyületeinek¹
képlete és neve**

| Periódusok | Csoportok | | | | |
|------------|----------------------------------|---------------------------------|---|---------------------------|---------|
| | IV | V | VI | VII | VIII |
| 2 | C CH ₄ metán | N NH ₃ ammónia | O H ₂ O víz | F HF fluorhidrogén | Ne — |
| 3 | Si SiH ₄ szilán | P PH ₃ foszfin | S H ₂ S kénhidrogén | Cl HCl klórhidrogén | Ar — |
| 4 | | As AsH ₃ arzin | Se H ₂ Se szelénhidrogén | Br HBr brómhidrogén | Kr — |
| 5 | | | Te H ₂ Te tellurhidrogén | I HI jódhidrogén | Xe — |

Egy nemfém elem hidrogénnel alkotott bináris vegyületét egyszerű összeállítani. Ezekben a vegyületekben az elemek vegyértékét a 8-as szám és az elem csoportjának száma közötti különbség adja meg.

► Határozzátok meg a 3. periódusban lévő elemek hidrogénnel alkotott vegyületeiben az elem oxidációs számát².

A nemfémek hidrogénvegyületeinek általános képlete
H_nE, EH_n

A nemfémek hidrogénnel alkotott vegyületei általános képlete felírásának két változata létezik: **H_nE** és **EH_n**. Az egyes vegyületek kémiai képletében az elemek sorrendje általánosan elfogadott: a VI. és VII. csoportok elemeinek szimbólumai a hidrogén után találhatóak (pl. H₂S), a többinél előtte (pl. NH₃).

¹ A szénnek nagyon sok hidrogénvegyülete ismeretes: ezek általános neve – szénhidrogének.

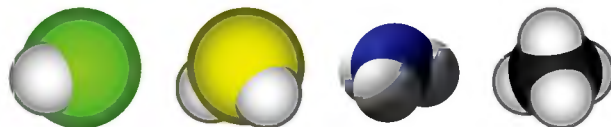
² Használjátok az elemek elektronegativitásának táblázatát (1. számú függelék).

A nemfémek illó hidrogénvegyületeinek általános képletei a periódusos táblázat egyes változataiban külön sorban vannak feltüntetve (I. előzék).

A nemfémek hidrogénvegyületei esetén gyakrabban használnak közismert neveket (6. táblázat), olykor azonban a kémiai nevezéktan szerintit: HF – hidrogén-fluorid, HCl – hidrogén-klorid, H₂S – hidrogén-szulfid és hasonlókat.

Szerkezetük. A nemfémek hidrogénnel alkotott vegyületei molekulákból állnak (39. ábra), melyekben az atomok között kovalens kötés található. Ha az elem és a hidrogén elektronegativitása megegyező, akkor a kötés kovalens apoláris (például a PH₃ molekulában); ha az elektronegativitás eltérő – a kovalens kötés poláris.

39. ábra.
A HCl, H₂S,
NH₃, CH₄
felnagyított
modelljei



► Ábrázolják a HF és SiH₄ molekulák elektron- és szerkezeti képleteit. A szerkezeti képletekben jelöljétek a közös elektronpárok elmozdulását a megfelelő atomokhoz.

Ha a közös elektronpárok elmozdulása után az atomokon keletkezett pozitív és negatív töltések egyenletesen oszlanak el a molekulában, akkor a molekula apoláris (például a CH₄ esetében). Van olyan eset, hogy a kötőpár elektroneloszlása nem szimmetrikus, és a molekula egy részén részleges negatív töltés, az ellenkező végén részleges pozitív töltés alakul ki. Ekkor poláris molekula keletkezik, más néven dipólus. Dipólus molekulák a HF, H₂O, NH₃ (39. ábra) és néhány más vegyület molekulái.

► Bizonyítsátok be, hogy a vízmolekula poláris.

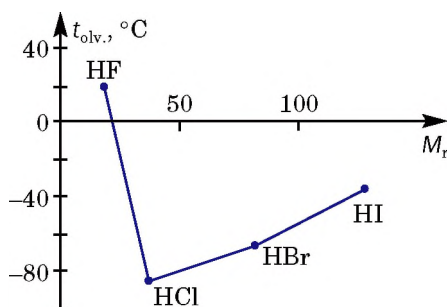
Fizikai tulajdonságok. A nemfémek hidrogénnel alkotott

vegyületei közönséges körülmények között¹ gázok, a víz pedig folyadék. A hidrogén-fluorid 19,5 °C hőmérsékleten megy át folyékonyból gáz-halmazállapotba. A szénhidrogének között vannak gázok (ezek kis relatív molekulatömegű vegyületek), folyadékok és szilárd anyagok.

A periódusos rendszer minden csoportjában a hidrogénvegyületek olvadási és forráspontja a relatív molekulatömeg növekedésével nő². Kivételek ez alól a második periódus elemeinek hidrogénvegyületei – a víz, az ammónia és a hidrogén-fluorid (40. ábra). Az olvadás- és forráspontjuk abnormálisan magas hőmérséklete a molekulák közötti hidrogénkötéseknek köszönhető (41. ábra).

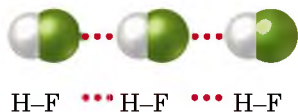
40. ábra

A VII. csoport elemei hidrogénvegyületeinek olvadás- és forráspontjainak függése a relatív molekulatömegeiktől



41. ábra.

Hidrogénkötés a cseppfolyós hidrogén-fluoridban



A nemfémes elemek hidrogénvegyületei színtelenek, egyeseknek jellegzetes kellemetlen, szúrós a szaguk. Sok közöttük a mérgező.

A vízben a legjobban oldódik a hidrogén-halogenid (a halogének hidrogénvegyületei) és az ammónia. 1 liter vízben normál körülmények között (0 °C, 760 Hgmm) mintegy 500 liter klórhidrogén-gáz vagy majdnem 1000 liter ammóniagáz oldódik fel. Ez a vízmolekulák és a

¹ Vagyis 20 °C-on és 760 Hgmm nyomásnál.

² Hasonló összefüggés tapasztalható az alkánoknál C_nH_{2n+2} .

hidrogénvegyületek közötti hidrogénkötések kialakulásának, valamint a hidrogén-halogenidek vizes oldatban való disszociációjának köszönhető.

A hidrogén-klorid vízben való nagy oldhatóságának megerősítése érdekében látványos kísérlet, a szökőkút-kísélet a bizonyíték. Tegyük egy tálba vizet, cseppentsünk bele egy kevés lakmusz vagy metiloranzs indikátort. Töltsük fel a lombikot klórhidrogén-gázzal, adjunk hozzá 1-2 csepp vizet, gyorsan zárjuk be üvegcsővel ellátott dugóval, és a cső végét az indikátoros vizes oldatot tartalmazó edénybe merítsük (42. ábra). A gáz oldódása során a lombikban lévő nyomás csökken; a folyadék kitölti a lombikot, a víz szökőkútként áramlik bele. Eközben piros lesz az oldat (a sósav kémhatásától).



42. ábra
A hidrogén-klorid oldódása vízben (szökőkút-kísélet)

A metán nagyon kevésbé oldódik vízben a CH_4 -molekulák apoláris jellege miatt: emiatt nem alakul ki hidrogénkötés és nem is disszociál.

ÖSSZEFOGLALÁS

A nemfémes elemek többsége, kivéve a nemesgázokat, hidrogénvegyületet alkot. Ezek általános képlete H_nE vagy EH_n . Megnevezésüknél gyakran használnak közismert nevet.

A nemfémek hidrogénvegyületei molekuláris szerkezetű anyagok. A hidrogén-halogenidok és az ammónia nagyon jól oldódik a vízben.

?

129. Milyen lehet az n -index a nemfémek hidrogénvegyületének általános képletében?
130. Mivel magyarázható, hogy a hidrogén-halogenidok jól oldódnak a vízben?
131. A klór és a hidrogén-klorid alapvetően különböznek vízben való oldódásukban. Hogyan magyarázható ez?
132. Mivel magyarázható, hogy a hidrogén-klorid olvadáspontja (-114 °C) sokkal alacsonyabb, mint a nátrium-kloridé ($+801\text{ °C}$)?
133. Töltsétek ki a táblázatot a hidrogén-bromidra vonatkozó adatokkal (használjatok internetet vagy pótirodalmat):

| | |
|--|--|
| A vegyület megnevezése (köznapi és kémiai) | |
| Molekulaképlet (elektron- és grafikus) | |
| Fizikai tulajdonságai | |

134. Hány nemfémek hidrogénvegyületének 34 g/mol a moláris tömege? Írjátok fel képleteiket.
135. A hidrogén-halogenid sűrűsége normál körülmények között $1,63\text{ g/mol}$. Ennek alapján számítsátok ki a vegyület moláris tömegét.
136. 2 liter kénhidrogént (normál körülmények között) oldottak fel egy liter vízben. Határozzátok meg az oldat tömegszázalékos összetételét.
137. X elem hidrogénvegyülete $2,74\%$ hidrogént tartalmaz. Számítás segítségével vezessétek le a képletét.

19

A hidrogén-klorid, a kénhidrogén és az ammónia kémiai tulajdonságai és alkalmazása

E téma tananyaga segít nektek:

- felidézni a savak kémiai tulajdonságait;
- megmagyarázni a kémiai egyensúlyt az ammónia vizes oldatában;

- ismeretet szerezni a hidrogén-klorid és a sósav, az ammónia, valamint a kénhidrogén alkalmazásáról.

A hidrogén-klorid, a kénhidrogén és az ammónia fizikai tulajdonságaikban hasonlóak, kémiai tulajdonságaik azonban élesen eltérnek egymástól (főleg az első kettő a harmadiktól).

A hidrogén-klorid és a kénhidrogén vizes oldatainak kémiai tulajdonságai. A hidrogén-klorid és a kénhidrogén vizes oldata savas kémhatású. Töltéseltolódás miatt vizes oldatukban a H–E közötti kovalens poláris kötés felszakad és a vegyület hidrogén-kation képződésével disszociál:



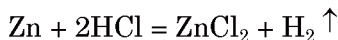
A hidrogén-klorid vizes oldata, a sósav¹ erős, egyértékű sav (híg oldatának disszociációs foka meghaladja a 90%-ot); a kénhidrogén vizes oldata gyengén savas kémhatású, kétértékű sav. Kémiai megnevezésük: HCl – klórhidrogén-sav¹ vagy sósav; H₂S – kénhidrogén-sav vagy hidrogén-szulfid-sav.

A tömény sósav csaknem telített klórhidrogén-oldat. A sav tömegszázalékos koncentrációja 34–36%. A tömény sósav erősen füstölög a nedves levegőn a hidrogén-klorid gáz kiválása miatt.

A kénhidrogén kevésbé oldódik a vízben, mint a hidrogén-klorid, így ennek telített oldata mindössze 0,36%-os.

A sósav reagál:

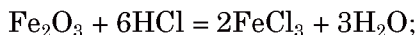
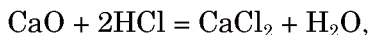
- fémekkel, amit hidrogénfejlődés kísér



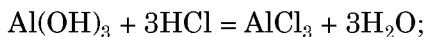
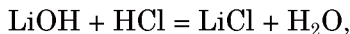
(nem reagálnak a sósavval azok a fémek, melyek a fémek aktivitási sorában a H mögött (jobbra) állnak)

¹ A hidrogén-klorid vizes oldatának triviális, közismert neve.

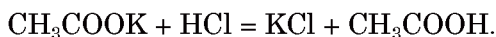
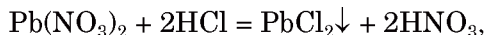
- bázisképző és amfoter oxidokkal



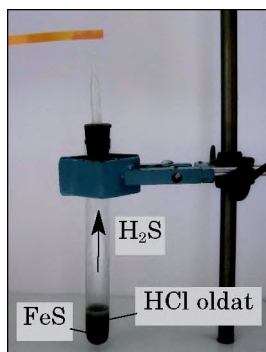
- bázisokkal és amfoter hidroxidokkal



- a sók többségével (43. ábra)



- ▶ Állítsátok össze a kálium-acetát és a sósav között lejátszódó reakció ion-molekula egyenletét.

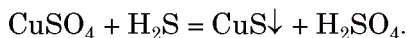


43. ábra
Sósav és só
reakciója

Amíg az erős sósav reakcióba lép minden bázissal és amfoter hidroxiddal, addig a gyenge kénhidrogén-sav csak lúgokkal reagál.

- ▶ Írjátok fel a kénhidrogén-sav és a lítium-hidroxid kölcsönhatásának reakcióegyenletét.

Ha kénhidrogén gázt vezetünk át vagy hidrogén-szulfid savat adunk vízben oldódó réz(II)-, ólom- vagy más nehézfém sóinak vizes oldatához, vízben nem oldódó szulfidok keletkeznek (44. ábra):



44. ábra
Hidrogénszulfid-sav
reakciója réz(II)-
sóval

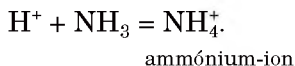


Az ammónia vizes oldatának kémiai tulajdonságai. Az ammónia vizes oldata reakcióiban gyenge lúgként viselkedik.

Az ammónia (NH_3) és a vízmolekula között

$$\begin{array}{c} \delta- \quad \delta+ \\ \text{H}_3\text{N} \cdots \text{HOH} \end{array}$$

hidrogénkötés alakul ki. Az ammóniamolekulában levő nitrogénatom vonzó hatást gyakorol a vízmolekulában levő egyik hidrogénatomra, amely H^+ formájában kovalens kötéssel donor-akceptor mechanizmus szerint (6.§) kapcsolódik az ammóniamolekulához:



Az oldatban hidroxid-ionok (OH^-) maradnak, amelyek lúgos közeget hoznak létre.

Az ammónia és a víz kölcsönhatása reverzibilis folyamat:



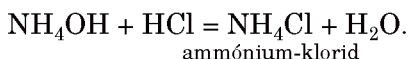
Közönséges körülmények között az ammóniának kevesebb, mint 1%-a marad az oldatban. Az ammónia nagy része az oldatból a levegőn elég gyorsan elillan, ez okozza jellegzetes szagát.

Az ammónia vizes oldatának hétköznapi neve szalmiákszesz (nincs köze az alkoholhoz), olykor ammónia-hidrátnek¹ is nevezik. Képletének helyes felírása: $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. A kémiai egyenletek-

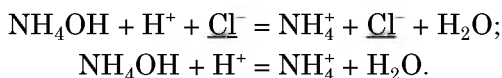
¹ Az ammónium-hidrát tiszta állapotban nem választható ki, helyette ammóniát és vizet kapunk.

ben inkább az NH_4OH ¹ képletet használjuk. Ez a felírás az ammónia vizes oldatának és a lúgok kémiai tulajdonságai közötti hasonlóságra utal. Az NH_4OH elméleti képlet neve ammónium-hidroxid.

Lúgos jellege miatt az ammónia reagál a savakkal. Ez semlegesítési folyamat, melynek során ammonium-só és víz keletkezik:



Alakítsuk át a molekuláris egyenletet ion-molekula egyenletté, figyelembe véve, hogy az ammónium-hidroxid gyenge bázis (az NH_4^+ és az OH^- ionok száma elenyésző), az ammónium-klorid pedig vízben oldódó ionos vegyület:



Az ammónia vízmentes hidrogén-kloriddal is reagál. Kémiai tematikus esteken szokták bemutatni a Füst tűz nélkül nevű kísérletet. Az ehhez szükséges eszközök és anyagok: két üvegbot, szalmiákszesz, tömény sósav. Az egyik üvegbotot sósavba, a másikat szalmiákszeszbe mártjuk. A két üvegbotot egymáshoz közelítve a sósavas végéhez közelebbi részen fehér füst jelenik meg (45. ábra). A hidrogén-klorid és az ammónia találkozásakor finom eloszlású fehér anyag keletkezik, a két gáz szilárd ammónium-kloriddá egyesül:

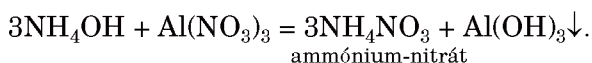


Ugyanezt a hatást észleljük, ha ezeket a vegyületeket tartalmazó kémiai poharakat egymás mellé helyezzük.

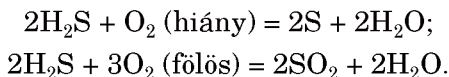
Az ammónia vizes oldata több sóval is reagál. A folyamat vízben nem oldódó sók vagy amfoter hidroxidok keletkezésével megy végbe:

¹ Ilyen összetételű molekula nem létezik.

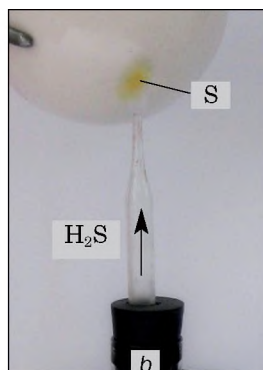
45. ábra
Füst tűz nélkül
nevű kísérlet



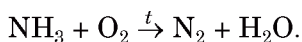
A kénhidrogén és az ammónia égése. A nem-fémes elemek hidrogénvegyületei (kivétel a halogén-hidridek) égnek úgy a tiszta oxigénben, mint a levegő oxigénjében. Ezek oxidációs-redukációs folyamatok. A szerves kémiában tanultátok, hogy a szénhidrogének égésénél az oxigén mennyiségétől függően a víz mellett keletkezhet szén, szénmonoxid vagy széndioxid. Hasonló jellegzetessége van a kénhidrogén égési folyamatának (46. ábra):



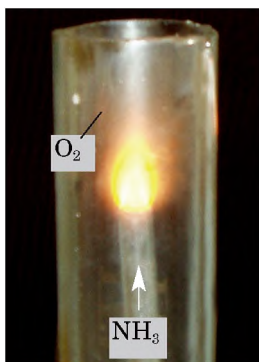
46. ábra
Kénhidrogén
égése:
a – tökéletes
égés, elegendő
oxigénnel;
b – tökéletlen
égés, oxigénhi-
ány esetén



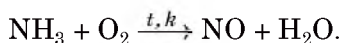
Az ammónia levegőben nem, csak tiszta oxigénben ég nitrogéngáz és vízgőz képződésével (47. ábra):



47. ábra
Ammónia
oxigénben való
égése



Katalizátor (platina) jelenlétében az ammónia nitrogén(II)-oxidá oxidálódik:

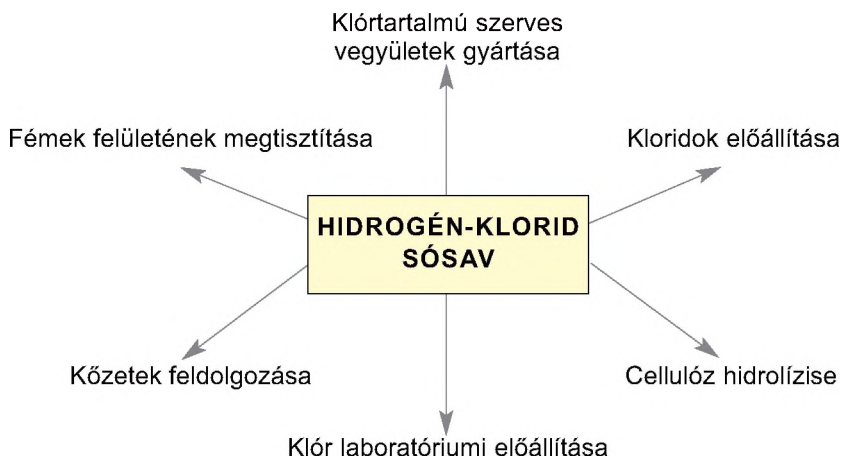


► Az utolsó két reakciósémát rendezzék, alakítsátok át kémiai egyenletté.

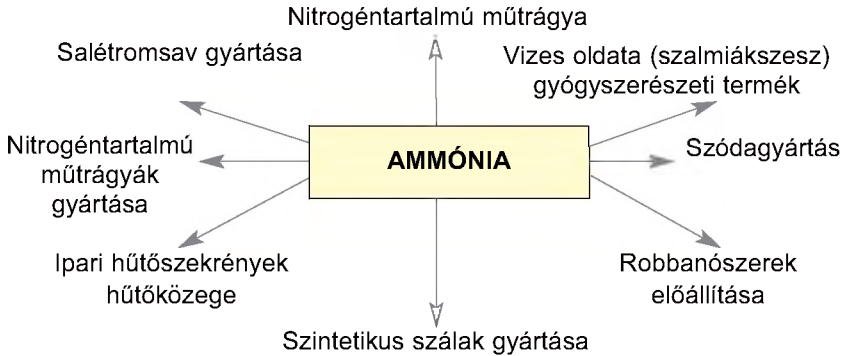
Alkalmazás. A hidrogén-klorid, az ammónia és a hidrogén-szulfid alkalmazásának területeit a 3. és a 4. vázlat szemlélteti.

3. vázlat

Hidrogén-klorid (sósav) alkalmazása



Az ammónia alkalmazása



A hidrogén-szulfidot kiindulási anyagként alkalmazzák egyes technológiai folyamatokban. Az oldott kénhidrogént tartalmazó termásvízforrásoknak gyógyító hatása van.

ÖSSZEFOGLALÁS

A hidrogén-klorid (sósav) és a hidrogén-szulfid (kénhidrogén-sav) vizes oldatainak savas a kémhatása, az ammóniának lúgos.

A sósav erős sav, reagál a fémekkel, bázis-képző és amfoter oxidokkal, bázisokkal és amfoter hidroxidokkal, a sók többségével. A kénhidrogén-sav gyenge sav, reagál lúgokkal és némelyik sóval.

A hidrogén-kloridnak (sósavnak) és az ammóniának széleskörű gyakorlati jelentősége van, a kénhidrogén alkalmazása korlátozott.

?

- Magyarázzátok meg, miért különbözik erősségében a sósav és a kénhidrogén-sav?
- A hidrogén-klorid vizes oldatában minden molekulára 14 ion esik. Határozzátok meg a hidrogén-klorid disszociációs fokát ebben az oldatban.

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

7. táblázat

Egyes nemfém-elemek oxidjainak képletei

| Periódusok | Csoportok | | |
|------------|--------------------------|------------------------------------|--|
| | IV | V | VI |
| 2 | C CO, CO ₂ | N NO, NO ₂ | — |
| 3 | Si SiO ₂ | P P ₂ O ₅ | S SO ₂ , SO ₃ |

A CO₂, SiO₂, P₂O₅, SO₃, Cl₂O₇ képletű oxidokat a legmagasabb oxidoknak nevezik. Ezekben az oxidokban az elem oxidációs száma megegyezik az oxidot alkotó elem csoportszámával. Minden főcsoport legmagasabb oxidjainak általános képlete külön sorban van feltüntetve a periódusos rendszer rövid formájában (I. előzék).

Az oxidok megnevezése a kémiai nevezéktan szerint történik: megnevezzük az elemet és hozzátesszük – oxid. Ha az elem több oxidot alkot, akkor az elem elnevezése után zárójelben római számmal jelöljük az oxidációs fokot “+” előjel nélkül: kén(IV)-oxid, szén(II)-oxid, nitrogén(III)-oxid, klór(I)-oxid.

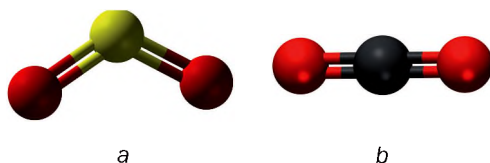
► Nevezzétek meg a szén, a foszfor és a kén legmagasabb oxidját.

Némely oxidnak ismeretes a köznapi neve is. Ilyenek mint CO – szén-monoxid, CO₂ – széndioxid, SO₂ – kénes gáz, SO₃ – kén-trioxid.

Szerkezetük. Majdnem minden nemfémes elem oxidja molekuláris szerkezetű (48. ábra). Az elemek közötti kötés kovalens poláris, maguk a molekulák lehetnek polárisak és apolárisak.

- Bizonyítsátok be, hogy az SO_2 molekula poláris, a CO_2 apoláris. Használjátok a 48. ábrán látható gömb-pálcika modelleket.

48. ábra
Az SO_2 (a) és a CO_2 (b) molekulák gömb-pálcika modelljei

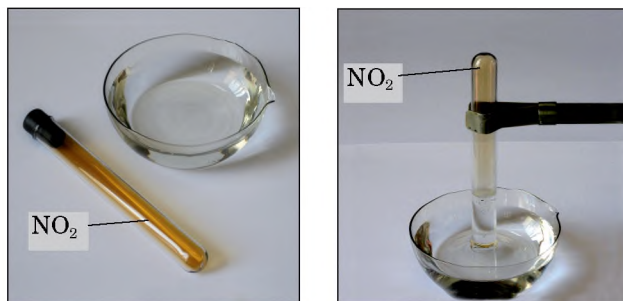


A szilícium(IV)-oxid atomszerkezettel rendelkezik (8. §, 12. ábra).

Fizikai tulajdonságok. A nemfémek oxidjai különböző halmazállapotban fordulnak elő. Vannak közöttük gázok: SO_2 , NO_2 , NO , CO_2 , CO (az első két oxid jellegzetes szagú), az N_2O_4 cseppfolyós, a P_2O_5 , a SiO_2 – szilárd halmazállapotú.

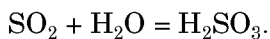
Többségük – SO_2 , SO_3 , NO_2 , CO_2 , P_2O_5 – vízben oldódik (49. ábra) és savat alkotva reagál vele.

49. ábra
Az NO_2 oldódása a vízben

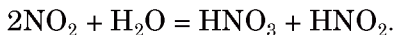


Kémiai tulajdonságok. A nemfémek oxidjainak többsége savképző oxid (savanhidrid). A nem só-képző oxidokhoz tartozik: H_2O , CO , N_2O és NO . Ezek nem reagálnak sem lúgokkal, sem bázisokkal, vagyis nem alkotnak sókat.

Vízzel való kölcsönhatás. A 8. osztályos tananyagban található, hogy a savképző oxidok reakcióba lépve a vízzel, savat képeznek:



A nitrogén(IV)-oxidnak azonban nincs *saját sava*. Vízzel való reakciójának terméke két sav: salétromsav és salétromos sav:



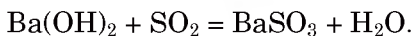
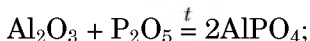
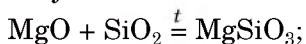
► Mi a különlegessége ennek az oxidációs-redukciós folyamatnak?

A nemfémek elemek legmagasabb oxidjainak savas jellege a periódusos rendszerben balról jobbra erősödik. Így például, a SiO_2 nem reagál vízzel, a P_2O_5 viszont elég aktívan lép a vízzel reakcióba.

Még egy törvényszerűséget figyeltek meg: minél nagyobb az oxidban a nemfémek elem vegyértéke, annál kifejezőbb a savas jellege. Így például, közönséges körülmények között az SO_2 vízzel való reakciója reverzibilis, az SO_3 vízzel való reakciója teljesen végbemeget.

Kölcsönhatás bázisos jellegű anyagokkal.

Tanulmányaitok alapján már ismeretes számotokra, hogy a savképző oxidok egyesülési reakcióba lépnek bázisképző, illetve amfoter oxidokkal; reagálnak bázisokkal, miközben só és víz keletkezik. Az ilyen kölcsönhatások példái:



A nitrogén(IV)-oxid lúggal való reakciójának eredményeként két só (és víz) keletkezik:



Előállítás. A nemfémek elemek oxidjainak többsége előállítható a nemfémek elem és az oxigén kölcsönhatásával. Ezt a folyamatot többnyire hőkiválás és nemegyszer láng megjelenése is kíséri. Nem égnék az oxigénben a nemesgázok (mivel nincs oxidjuk) és a halogének. Ezek oxidjait más módon állítják elő (például termikus bomlással).

Érdekes tudnivaló

Az N_2O_4 oxid az NO_2 oxid lehűtése során alakul ki, és azonos módon reagál a lúgokkal.

Ha az elemnek több oxidja is létezik, nehéz előre látni, melyik oxid keletkezik a nemfém égése során. A szén levegőn való égésénél szén-dioxid – CO_2 keletkezik (de olykor egy kevés szén-monoxid – CO is kialakul), a kén égését a kénés gáz – SO_2 keletkezését a kén-trioxid – SO_3 képződése is kíséri. A nitrogén és az oxigén kölcsönhatása magas hőmérsékleten megy végbe, eközben nitrogén(II)-oxid – NO keletkezik, holott a nitrogénnek több oxidja is ismeretes.

Alkalmazása. Egyes nemfémek oxid nagy gyakorlati jelentőséggel bír.

A szén-dioxidot tűzoltó készülékekben alkalmaznak. Ez a gáz nem táplálja az égést, és mivel nehezebb a levegőnél, elzárja az oxigéntől az égő anyagot. A modern tűzoltó készülékek (50. ábra) cseppfolyós szén(IV)-oxidot tartalmaznak, a régi fajtájúakban a szén-dioxid a szóda és a kénsav kölcsönhatásával keletkezik. Üvegházakban a szén-dioxid koncentrációjának növelésével fokozható a fotoszintézis, ezáltal a növények növekedése is. Nagy mennyiségben használják ásványvizek, üdítőitalok telítésére.

Érdekes tudnivaló

Az NO , NO_2 , SO_2 és SO_3 oxidok a salétromsav- és a kénsavgyártás köztes termékei.

50. ábra
Tűzoltó készülék és használata



A homokot, amely nagyjából szilícium(IV)-oxidból áll, építkezésnél, üvegyártásnál, betonkészítésnél használják.

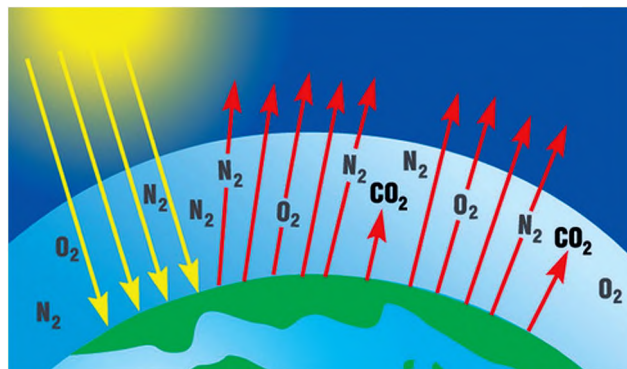
A szén(II)-oxid a tüzelőanyagként alkalmazott gázkeverék egyik összetevője, de a szerves kémiai szintézis egyik alapanyaga is: ebből állítják elő a metanolt – CH_3OH . A foszfor(V)-oxidból ortofoszforsavat állítanak elő.

A nemfémes elemek oxidjai környezetünkben. Környezetünk legnagyobb és legkülönlegesebb jelentőségű oxidja a víz. Ez a vegyület geológiai folyamatokban vesz részt, megváltoztatja a föld felszínét, hat az időjárásra és a klímaváltozásra. Az élő szervezetekben a biokémiai folyamatok vizes oldatokban mennek végbe.

A légkör szén-dioxid tartalmának az élet szempontjából egyedülálló jelentősége van. A vízzel együtt részt vesz a fotoszintézisben, és a növényekkel való táplálkozáson keresztül ez a forrása az állati és az emberi szervezet valamennyi szerves vegyületének is.

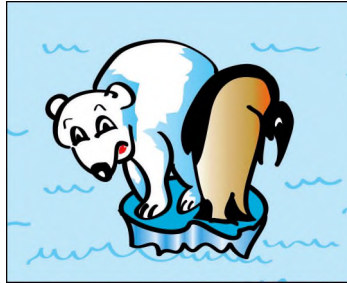
Üvegházhatás. A széndioxid hatással van a Föld hőháztartására. A Napból sugárzás formájában érkező energia egy része áthatol a légkörön és elnyelődik a talajban. A talaj az elnyelt hő egy részét visszасugározza a légkörbe. Ez a hőszugárzás nagyobb hullámhosszúságú (infravörös), mint a beérkező sugárzás volt, ezért a szén-dioxid ($\varphi(\text{CO}_2) \approx 0,04\%$) már képes elnyelni, és ezzel az energiát a légkörön belül megtartani¹ (51. ábra). Ezt a jelenséget nevezik *üvegházhatásnak*, amely fenntartja és az élőlények számára biztosítja a légkör megfelelő és viszonylag állandó hőmérsékletét. Ma azonban az ipar, az energetikai ágazatok, a közlekedés egyre növekvő széndioxid kibocsátását az egyre csökkenő erdős területek növényzete nem képes átalakítani. Emiatt a légkör szén-dioxid aránya növekszik, a felmelegedés erősebb lesz, ami akár éghajlatváltozást is előidé-

51. ábra
Az üvegházhatás kialakulásának sémája



¹ Ilyen tulajdonsággal a metán is és más, a légkört szennyező gázok is rendelkeznek.

het. Ez a sarki jégtakarók megolvadásához vezethet, ami a Világóceán szintjének emelkedését vonja maga után és elárasztással fenyegeti a mélyfölkék területeit. Ennek elkerülése érdekében korlátozni kell a szén-dioxid kibocsátását a légkörbe, fokozatosan helyettesítve a nem megújuló energiaforrásokat alternatív energiaforrásokkal, csökkentve a tüzelés és az üzemanyag-fogyasztást, és növelni az erdős területek nagyságát.



52. ábra
A globális felmelegedés következményeinek plakátja

Környezetszennyező hatása van a légkörbe kerülő NO_2 és SO_2 oxidoknak is. A nitrogén(IV)-oxid és a kén-dioxid a széntartalmú energiahordozók elégetésekor, az iparvállalatok és a kohászat gázkibocsátásánál, a gépkocsik motorjának kipufogó gázaiból jut a légkörbe. Ezek az oxidok felelősek a nagyvárosokban és az ipari központokban létrejövő szmog kialakulásáért. A légkörbe kerülő kén(IV)- és nitrogén(IV)-oxidok az esővízzel savakat képeznek. Így keletkeznek a savas esők (21. §).

Élettani hatásuk. A nemfémes elemek oxidjának többsége mérgező. A szén-monoxid rendkívül veszélyes mérgező anyag. Szintelen, szagtalan, jelenlétét semmi nem jelzi. Sok balesetet, sőt halált is okozott már. Szén-monoxid keletkezhet a tüzelőanyag tökéletlen elégetésekor a kályhákban vagy a kazánokban, elégtelen szellőzés esetén garázsokban, ha az autó motorját hosszabb ideig járatják.

Egy óra alatt az autó motorja 3-6 m³ szén(II)-oxidot képes termelni. A modern gépkocsikban katalizátorokat alkalmaznak. Ezen keresztül áramolva a kipufogó gázokban található szén-monoxid és a maradék üzemanyag-gőzök a levegő oxigénjével tökéletesen elégnak. A reakció eredményeként szén-dioxid és víz keletkezik.

A szén-dioxidot nem tartják mérgező anyagnak. Ha a belélegzett levegőben a szén-dioxid mennyisége meghaladja a 0,25 térfogatszázalékot, az ember nem kap levegőt, fulladást érez. Ha a levegő a normál koncentráció többszörösét (néhány %-ot) tartalmazza szén-dioxidból, már eszméletvesztést, halált okozhat.

ÖSSZEFOGLALÁS

Csaknem minden nemfém elem alkot oxidot. A nemfém elemek oxidjainak többsége a savképző oxidokhoz tartozik. Reagálnak vízzel savat alkotva, bázisképző és amfoter oxidokkal, valamint bázisokkal és amfoter hidroxidokkal.

A nem só-képző oxidokhoz tartozik: H_2O , CO , N_2O és NO .

A víz és a szén-dioxid geológiai és biokémiai folyamatokban vesz részt. A kén és a nitrogén oxidjai felelnek a savas esők kialakulásáért.

Néhány nemfém oxidjának nagy gyakorlati jelentősége van.

?

146. Írjatok példákat különböző összetételű nemfém elemek oxidjaira.
147. Milyen értéke lehet az oxidok általános képletében az indexeknek?
148. Miért nem tartozik a hidrogén-peroxid (H_2O_2) az oxidok közé?
149. Fejezzétek be a reakciósémákat és alakítsátok át kémiai egyenletté:
a) $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow$
 $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
b) $\text{CO}_2 + \text{MgO} \rightarrow$
 $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{LiOH} \rightarrow$
150. Internet vagy más információforrás segítségével készítenek ismertetőt a nitrogén-oxidok élettani hatásáról.
151. Melyik gáz nehezebb: a szén-monoxid vagy a szén-dioxid? Hányszor nehezebb?
152. Számítsátok ki az átlagos mólómeget és a hidrogénhez viszonyított sűrűségét annak a gázkeveréknek, mely a szén oxidjaiból áll, ha ismeretes, hogy a keverékben a szén-monoxid térfogata háromszor nagyobb a szén-dioxid térfogatánál.
153. 3,8 g metán és szén-monoxid gázkeverék elégetéséhez 10,4 g oxigénre volt szükség. Határozzátok meg a gázok tömegét a keverékben.

154. A VI. csoport eleme két oxidot alkot. Az egyikben az oxigén tömegrész-aránya 50%, és a relatív molekulatömege 1,25-ször kisebb, mint a másik oxidnak. Vezessétek le az oxidok képleteit.

21 A savak

E téma tananyaga segít nektek:

- felidézni az oxigéntartalmú savak összetételét és megnevezését;
- bővíteni tudásotokat a kénsav és a salétromsav tulajdonságairól;
- megérteni a savas esők kialakulásának okait.

Érdekes tudnivaló

A HClO_2 és a HClO_3 képletű savaknak megfelelő oxidok (Cl_2O_3 és Cl_2O_5) nem állíthatók elő.

A savak összetétele és megnevezése.

Nagyon sok vegyület tartozik a savakhoz: szervesek (például a karbonsavak $R\text{-COOH}$, aminosavak $R\text{-CH}(\text{NH}\text{-COOH})$ és szeretlenek, más néven ásványi savak (oxigéntartalmúak és oxigénmentesek). A savmolekulában található hidrogénatomok szerint, amelyek a reakciók során fématomokkal (pontosabban ionokkal) helyettesíthetnek, megkülönböztetünk egy- és többértékű (bázisú) savakat.

- ▶ Határozzátok meg a felsorolt savak értékűségét: CH_3COOH , H_2S , HNO_3 , H_3PO_4 .

A hidrogén-halogenidek vagy a kénhidrogén vízben való oldódásánál oxigénmentes savakat kapunk (19. §), amelyek általános képlete: H_nE .

Az oxigéntartalmú savak tulajdonképpen a savképző oxidok hidrátjai. Általános képletük: H_nEO_m . Néhány oxigéntartalmú sav képlete a 8. táblázatban van feltüntetve.

A savak kémiai elnevezése összetett szó, melynek első része az elem nevéből származik (az anion neve),

Savak
 H_nE
 H_nEO_m
 $R\text{-COOH}$

**Néhány oxigéntartalmú sav
képlete és megnevezése**

| Periódusok | Csoportok | | |
|------------|--|--|--|
| | IV | V | VI |
| 2 | C H₂CO₃ szén-sav (karbonát-sav) | N HNO₃ salétromsav (nitrát-sav) | — |
| 3 | Si H₂SiO₃ kavasav (metaszilikát-sav) | P H₃PO₄ ortofoszforsav (ortofoszfát-sav) | S H₂SO₄ kénsav (szulfát-sav) |

második része – sav. Az anion végződésénél az *-id* oxigénmentes savat jelez; oxigéntartalmú savak esetében az *-át* végződés – ha a központi atom a legmagasabb oxidációs számmal, az *-it* – ha a központi atom nem a legmagasabb oxidációs számmal szerepel:

$\overset{-2}{\text{H}_2\text{S}}$ – kénhidrogén-sav vagy hidrogénszulfid-sav;

$\overset{+4}{\text{H}_2\text{SO}_3}$ – kénessav vagy szulfit-sav;

$\overset{+6}{\text{H}_2\text{SO}_4}$ – kénsav vagy szulfát-sav.

Ha a két savban a központi atom azonos oxidációs számmal rendelkezik, akkor a név elejét toldalékoljuk: *orto-* vagy *meta-*:

H_3PO_4 — ortofoszforsav

HPO_3 — metafoszforsav.

► Írjátok fel a képletét és nevezzétek meg azt a savat, melyben a nitrogén oxidációs száma +3.

A savakat rendszerint történelmileg kialakult neve szerint használják (8. táblázat). A szerves kémiában is talákoztunk ilyennel, amikor a karbonsavakat tanultuk. A nevezéktan szerint a szénatom-szám szerinti szénhidrogén alapján nevezzük meg: metánsav (HCOOH), etánsav (CH₃COOH), de többnyire hangyasavnak, ecetsavnak nevezzük.

Szerkezetük és fizikai tulajdonságaik.

Minden sav molekuláris szerkezetű. A kénsav, a salétromsav, az ecetsav cseppfolyós halmazállapotú, az ortofoszforsav, a kovasav, az amino-ecetsav – szilárd. A szénsav, a kénessav, a salétromos sav csak oldatban található, tiszta állapotban nem létezik, mivel már közönséges körülmények között elbomlik:



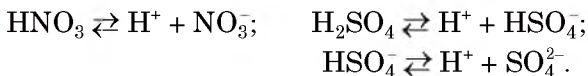
A savakra alacsony forráspont jellemző. A szervesetlen savak, valamint a kis molekulatömegű karbonsavak vízben bármilyen arányban elegyednek, oldatot képezve (kivétel a vízben nem oldódó H_2SiO_3 – a kovasav). A zsírsavak vízben nem oldódnak.

Kémiai tulajdonságuk. A savakra jellemző közös tulajdonságok: vizes oldataikban hidrogénkation keletkezésével megy végbe disszociációjuk, reakcióba lépnek a fémekkel, a bázisképző és az amfoter oxidokkal, a bázisokkal, az amfoter hidroxidokkal, a sókkal.

A savakat elektrolitos disszociációs fokuk szerint erős, közepesen erős és gyenge savakra osztályozzák (II. előzék). Az erős savakhoz tartozik többek között a kénsav és a salétromsav; ezek molekulái majdnem teljesen szétbomlanak ionokra:

Érdekes tudnivaló

Az alkímisták már a XVII. században előállították és alkalmazták a salétromsavat.

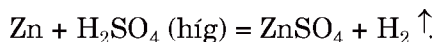


A kénsav több lépésben bomlik ionokra, az első lépésben teljesebb mértékű, mint a másodikban, az ion-molekula egyenletekben azonban hagyományosan az összes ion-mennyiségét írjuk fel: $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$.

Fémekkel való kölcsönhatásuk. A savak többsége reakcióba lép a legtöbb fémvel, eközben só képződik és hidrogén válik ki. Tanulmányaitok alapján már tudjátok, hogy a hidrogént a savból csak a fémek aktivitási sorában a hidrogén előtt álló fémek képesek kiszorítani.

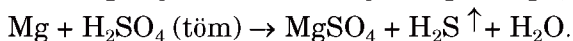
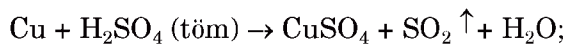
A kénsav és a salétromsav reakcióba lép majdnem minden fémvel. A reakció terméke a fémek kémiai aktivitásától és a sav koncentrációjától függ.

Mivel a fém mindig redukáló szer, így a sav az oxidálószer, ami redukálódik. A kénsav
 $+1 +6 -2$
molekulájában H_2SO_4 redukálódhat a hidrogén és a kén. *Ha a fémmel kénsav-oldat lép reakcióba, a hidrogén redukálódik. A reakciótermék ekkor a fém szulfátja és a hidrogéngáz:*

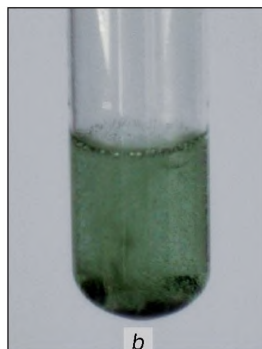


A kénsav vizes oldatával nem reagál a réz (53. a ábra), a higany, az arany, a platina és más kémiaiailag passzív fémek.

Ha a fém tömény kénsavval lép reakcióba, a kén redukálódik. Tömény kénsavval azok a fémek is reagálnak, melyek a fémek aktivitási sorában a hidrogén után állnak (kivéve az arany és a platina). Minél aktívabb a fém, annál erősebben redukálódik a kén. A kevésbé aktív
 $+4$
fémek a savat SO_2 -vé (53. b ábra), az aktív fémek
 -2
 H_2S vegyületté redukálják:



► Állítsátok össze az oxidáció és a redukció folyamatának sémáját, és az elektronegysúly módszerével tegyétek ki az együtthatókat.

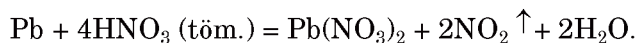


53. ábra
A réz viselkedése híg (a) és tömény (b) kénsavoldatban

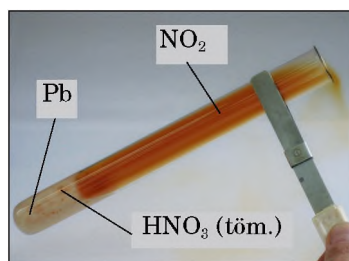
A tömény kénsav közepes aktivitású fémekkel való reakciójában kén keletkezik, vagy egyszerre két folyamat is végbemegy: H_2S és S vagy S és SO_2 keletkezésével.

A salétromsav a két legpasszívabb fém – az arany és a platina kivételével minden fémrel reagál. A reakció során *nem válik ki hidrogéngáz*. Ennek az a magyarázata, hogy a salétromsav molekulájában található +5 oxidációs számmal rendelkező nitrogén könnyebben vesz fel elektront, mint a +1 oxidációs számmal rendelkező hidrogén. Így tehát a salétromsavban az oxidálószer a nitrogén, nem pedig a hidrogén.

A salétromsav HNO_3 redukciója következtében keletkezhetnek oxidok: $\overset{+4}{\text{NO}_2}$, $\overset{+2}{\text{NO}}$, $\overset{+1}{\text{N}_2\text{O}}$, nitrogéngáz $\overset{0}{\text{N}_2}$ ammónium-nitrát¹ $\overset{-3}{\text{NH}_4}\overset{+5}{\text{NO}_3}$. A tömény salétromsavval történő reakcióban nem számít a fém aktivitása, a nitrogén +4 oxidációs számúvá redukálódik (54. ábra):



54. ábra
Ólom és tömény
kénsav reakciója

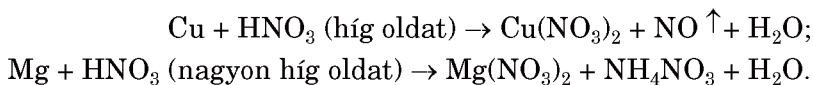


A híg salétromsav fémekkel való reakcióiban a fém aktivitása és a savoldatban levő tömegrésze játsza a szerepet, ugyanakkor a redukálás legalábbis nitrogén(II)-oxidá történik ($\text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}$). Minél aktívabb a fém és minél kisebb a sav tömegrésze az oldatban, annál jelentősebben csökken a nitrogén oxidációs száma². A reakció két végétét illusztrál-

¹ Ammónia nem keletkezik a $\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3$ reakció miatt.

² Gyakran a redukált nitrogénvegyületek keveréke keletkezik.

va vizsgáljuk a salétromsav-oldat reakcióját rézzel (passzív fém) és magnéziummal (aktív fém):



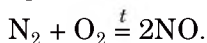
► Alakítsátok át a reakciósémákat kémiai egyenletté.

Bázisos jellegű anyagokkal való kölcsönhatás. Az erős szervesetlen savak (kénsav, sósav, salétromsav) reakcióba lépnek bázisképző és amfoter oxidokkal, bázisokkal és amfoter hidroxidokkal. Ezek a kémiai átalakulások számotokra már jól ismertek.

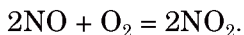
► Írjátok fel a kénsav és a réz(II)-oxid, valamint az alumínium-hidroxid között lejátszódó reakció egyenleteit.

A savas esők. Egyre gyakrabban fordulnak elő olyan esetek, amikor az esővíznek savas a kémhatása. A savmolekulák a légkörben kémiai folyamatok során keletkeznek.

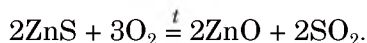
Magas hőmérséklet hatására, ami különböző tüzelőanyagok, fűtőanyagok és üzemanyagok égése során alakul ki, a levegő fő összetevői, a nitrogén és az oxigén reakcióba lép egymással:



A keletkező nitrogén(II)-oxid közönséges körülmények között reagál az oxigénnel:



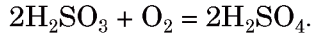
A kén(IV)-oxid tüzelőanyagok égésével¹, valamint kéntartalmú ércek (szulfidok) pörkölésével kerül a levegőbe:



Az NO_2 és az SO_2 oxidok kölcsönhatásba lépve a légköri nedvességgel, különböző savakat alkotnak: salétromsavat, salétromos savat és kénes-

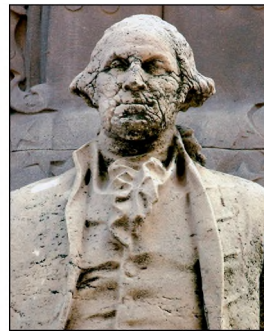
¹ Az ásványi szenek ként tartalmaznak.

savat. Ez utóbbi a légkör oxigénjével kénsavvá oxidálódik:



Ezek a vegyületek az esővel és a hóval a föld felé jutnak.

A savas esők az erdőkben, az élő vizekben, a növény- és állatvilágban, az épített környezetben is felbecsülhetetlen károkat okoznak. Savas eső hatására lelassul a növények növekedése, csökken a termékenysége, sőt, elpusztulhatnak; betegségeket idézhet elő az állatvilágban; rongálja az épületeket, a mészkőből vagy márványból készült szobrokat, emlékműveket (55. ábra); előidézi és gyorsítja a fémek korrózióját.



55. ábra
A savas eső
következményei

A nitrogén-oxidok képződésének elkerülése végett csökkentik a tüzelőanyagok és az üzemanyagok égési hőmérsékletét. A kén-dioxid-kibocsátás csökkenését úgy érik el, hogy kisebb kéntartalmú szénfajtákat használnak a hőerőművekben, sok helyen áttértek a földgázra, és az erőművekből a füstöt mésztej-szuszpenzióval való áteresztéssel vagy égett mész-porral való beszórással kötik le.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az oxigéntartalmú savak a savképző oxidok hidrátjai. A savak molekuláris szerkezetűek.

A legfontosabb oxigéntartalmú sav a H_2SO_4 – kénsav és a HNO_3 – salétromsav. Ezek erős savak, amelyek fémekkel, bázisos, illetve amfoter jellegű vegyületekkel, sókkal reagálnak.

A kénsavoldatnak fémekkel való reakcióját hidrogéngáz kiválása kíséri, a tömény kénsav esetében pedig kén(IV)-oxid, kén vagy kénhidrogén keletkezik. A salétromsavnak fémekkel való kölcsönhatásánál nem válik ki hidrogéngáz, hanem a nitrogén oxidjai, nitrogéngáz vagy ammónium-nitrát keletkezik. A savak összetételében található kén vagy nitrogén redukciója a fémek aktivitásától, a salétromsav esetében a savoldat koncentrációjától is függ.

A légkörbe kerülő kén-dioxid és a nitrogén-oxidok az esővízzel savas esőt alkotnak, amely felbecsülhetetlen károkat okoz a környezetnek.

?

155. Jelöljétek meg a helyes választ. A salétromsav anhidridje:
 a) NO; c) N₂O₅;
 b) N₂O₃; d) N₂O.
156. A kénsav vizes oldatában milyen részecskékből van több:
 a) kénsavmolekulából vagy HSO₄⁻-ionból;
 b) SO₄²⁻-ionból vagy H⁺-ionból?
157. Fejezzétek be a reakciósémákat és alakítsátok át kémiai egyenletté:
 a) H₂SO₄ + MnO →
 H₂SO₄ + Fe(OH)₃ →
 b) H₂SO₄ + Pb(NO₃)₂ →
 H₂SO₄ + NaF →
158. Írjátok fel a végbemenő reakciósémákat és rendezzétek azokat:
 a) Ag + H₂SO₄ (híg) →
 Ag + H₂SO₄ (töm.) →
 b) Mg + H₂SO₄ (híg) →
 Zn + H₂SO₄ (töm.) →
159. Találjátok meg a megfelelőséget a kémiai elem és a szerepe között, amit a salétromsav fémekkel való reakciójában játszik:
 1) Hidrogén; a) oxidáló szer;
 2) Nitrogén; b) redukáló szer;
 3) Oxigén; c) nem változik az oxidációs száma.
 4) Fémes elem;
160. Fejezzétek be a reakciósémákat és alakítsátok át kémiai egyenletté:
 a) HNO₃ + Li₂O →
 HNO₃ + Sr(OH)₂ →
 b) HNO₃ + Fe(OH)₃ →
 HNO₃ + ZnCO₃ →
161. Írjátok fel a reakcióegyenletet:
 a) tömény salétromsav és az ezüst között;
 b) nagyon híg salétromsavoldat és a kalcium között.

162. Szerintetek a savas esőt okozó oxidok közé miért nem sorolják a CO_2 képletű szén-dioxidot?
163. Valamely oldatban a kénsav és a víz tömegének aránya 1:7. Határozzátok meg a sav tömegrészét az oldatban. (Szóban)
164. 60 g tömény kénsavhoz, amelyben a H_2SO_4 98%, milyen tömegű vizet kell adni, hogy 20%-os kénsavoldatot kapjunk?
165. 5,3 g nátrium-karbonát és megfelelő mennyiségű salétromsav oldatának kölcsönhatásával 8,1 g nátrium-nitrát keletkezett. Milyen a reakció termékhozama (termelési százaléka)?

22

Kémiai egyenletek alapján végzett számítások, ha a reagensek egyike fölöslegben van

E téma tananyaga segít nektek:

- meghatározni, hogy a reagensek teljes mértékben elhasználódtak-e a reakcióban;
- meghatározni a reakcióterméket, ha az egyik reagens fölöslegben van.

Ahhoz, hogy bizonyos kémiai folyamatok tökéletesen végbemenjenek, a tudósok és a mérnökök az egyik reagens mennyiségét (tömegét vagy térfogatát) fölöslegben veszik. Ez biztosítja a reakció megfelelő sebességét nemcsak a kezdeténél, hanem végig az egész folyamatban.

A reakció megindítása előtt tisztázni kell a reagensek mennyiségi viszonyát. Ebből a célból megfelelő sztöchiometriai számításokat végeznek az egyenlet alapján. Ha kiderül, hogy a reagensek egyike fölös mennyiségben van jelen, akkor a reakciótermék mennyiségét (tömegét vagy térfogatát) a teljesen felhasználandó reagens mennyisége (tömege, térfogata) alapján számítják ki.

Nézzük át néhány feladat megoldását.

1. FELADAT. A reakcióhoz 0,92 g nátriumot 3,55 g klórgázzal reagáltattak. Határozzátok meg a keletkezett nátrium-kloridot.

Adva van:

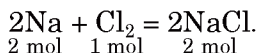
$$m(\text{Na}) = 0,92 \text{ g}$$

$$m(\text{Cl}_2) = 3,55 \text{ g}$$

$$m(\text{NaCl}) = ?$$

Megoldás

1. Felírjuk a reakcióegyenletet:



2. Meghatározzuk a nátrium és a klór anyagmennyiségét:

$$n(\text{Na}) = \frac{m(\text{Na})}{M(\text{Na})} = \frac{0,92 \text{ g}}{23 \text{ g/mol}} = 0,04 \text{ mol};$$

$$n(\text{Cl}_2) = \frac{m(\text{Cl}_2)}{M(\text{Cl}_2)} = \frac{3,55 \text{ g}}{71 \text{ g/mol}} = 0,05 \text{ mol}.$$

3. Tisztázzuk, vajon minden reagens felhasználódott-e.

A reakcióegyenlet alapján a nátriummal kétszer kevesebb anyagmennyiségű klór reagál, vagyis 0,04 mol nátriummal 0,02 mol klór reagál, tehát nem az összes klór lép reakcióba (marad belőle $0,05 \text{ mol} - 0,02 \text{ mol} = 0,03 \text{ mol}$).

4. Meghatározzuk a nátrium-klorid tömegét. A számítást a teljesen elhasználódott anyag (a nátrium) alapján végezzük:

$$\begin{aligned} n(\text{NaCl}) &= n(\text{Na}) = 0,04 \text{ mol}; \\ m(\text{NaCl}) &= n(\text{NaCl}) \cdot M(\text{NaCl}) = \\ &= 0,04 \text{ mol} \cdot 58,5 \text{ g/mol} = 2,34 \text{ g}. \end{aligned}$$

Felelet: $m(\text{NaCl}) = 2,34 \text{ g}$.

2. FELADAT. A vas és kénsavoldat kölcsönhatásából keletkező vas(II)-szulfát előállításához a savoldat 10%-os feleslegét ajánlják. Számítsátok ki, milyen tömegű kénsav szükséges 20 g vas(II)-szulfát ilyen módon történő előállításához.

Adva van:

$$m(\text{FeSO}_4) = 20 \text{ g}$$

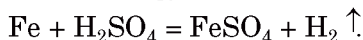
H₂SO₄ főlös –

10 %

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = ?$$

Megoldás

1. Felírjuk a reakcióegyenletet:

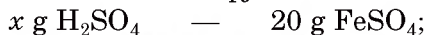


2. Kiszámítjuk a kénsav tömegét, ami 250 g vas(II)-szulfát előállításához szükséges.

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ g/mol};$$

$$M(\text{FeSO}_4) = 152 \text{ g/mol}.$$

A kémiai egyenlet alapján 1 mol savból 1 mol só keletkezik, vagyis 98 g H_2SO_4 -ból 152 g FeSO_4 keletkezik, a feladat adatai alapján



$$x = m(\text{H}_2\text{SO}_4, \text{ reagált}) =$$

$$= \frac{98 \text{ g} \cdot 20 \text{ g}}{152 \text{ g}} = 12,9 \text{ g}.$$

3. Meghatározzuk a kénsav tömegét az oldatban, figyelembe véve a 10%-os fölösleget:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(\text{H}_2\text{SO}_4, \text{ reagált}) +$$

$$+ 0,1m(\text{H}_2\text{SO}_4, \text{ reagált}) =$$

$$= 12,9 \text{ g} + 0,1 \cdot 12,9 \text{ g} = 14,19 \text{ g}.$$

Felelet: $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 14,19 \text{ g}$.

A folyamat termelési százalékát (11. §) is a teljesen felhasznált kiinduló anyag alapján, és nem a fölöslegben található reagens szerint számolják.

3. FELADAT. 8,8 g kalcium-oxid és 7,1 g foszfor(V)-oxid keverékének melegítése után 15 g kalcium-ortofoszfát keletkezett. Határozzátok meg a folyamat termelési százalékát.

Adva van:

$$m(\text{CaO}) = 8,8 \text{ g}$$

$$m(\text{P}_2\text{O}_5) = 7,1 \text{ g}$$

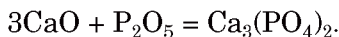
$$m_{\text{gyak}}(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) =$$

$$= 15 \text{ g}$$

$$\eta(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) - ?$$

Megoldás

1. Felállítjuk a reakcióegyenletet:



2. Tisztázzuk, főlegben van-e véve az egyik oxid. Ehhez meghatározzuk a kalcium-oxid tömegét, amely 7,1 g foszfor(V)-oxiddal lép reakcióba¹.

$$M(\text{CaO}) = 56 \text{ g/mol};$$

$$M(\text{P}_2\text{O}_5) = 142 \text{ g/mol}.$$

¹ Kiszámíthatjuk a foszfor(V)-oxid tömegét is, ami 8,8 g kalcium-oxiddal lép reakcióba.

kal történik. A számításokat vagy a reakciótermék alapján végzik, vagy a teljesen elhasznált reagens szerint.

?

166. Elegendő-e 20 g alumínium, hogy oxigénnel való kölcsönhatásával 25,5 g alumínium-oxid keletkezzen?
167. 9,6 g magnéziumot 12 g oxigéngázban égettek el. Milyen tömegű magnézium-oxid keletkezett? Maradt-e felhasználatlanul valamilyen anyag? Ha igen – melyik és milyen tömegben?
168. Milyen tömegű üledék keletkezik, ha 0,08 mol vas(II)-kloridot tartalmazó oldathoz 50 g nátrium-hidroxid 16%-os oldatát adjuk?
169. Bizonyos tömegű alumíniumot 7,1 g klórgázzal reagáltattak, eközben 8,9 g alumínium-klorid keletkezett. Vajon az összes klór elhasználódott a reakció során?
170. 4 liter NO_2 hevítésénél 2 liter NO és valamennyi oxigéngáz keletkezett. Határozzátok meg az oxigén térfogatát. Vajon átalakult-e az összes nitrogén(IV)-oxid? Ha nem, számítsátok ki a fennmaradó gáz térfogatát.
171. Égetett mész 12,5 g tömegű mintáját 10 g vízzel keverték össze. A folyamat során 14,8 g kalcium-hidroxid keletkezett. Milyen a kiinduló égetett mész mintájának kalcium-oxid tartalma (tömegrész-aránya %-ban)?
172. Az ammónia oxigénben, katalizátor jelenlétében történő égése során a gázkeverék térfogata 100 ml-rel növekedett és megállapították, hogy 600 ml oxigén fennmaradt. Határozzátok meg a kiinduló gázkeverék tömegrész-arányát.
173. 6g lítium-hidroxidhoz 60g 10%-os fluor-hidrogénsav oldatot öntöttek. A folyamat eredményeként 5,2 g só keletkezett. Milyen a reakció termékhozama?

23

A fémek elemek. A fémek

E téma tananyaga segít nektek:

- felidézni a fémek elhelyezkedését a periódusos rendszerben;
- elképzelést alkotni a fémek természetben való elterjedéséről;

- összefoglalni a fémek atomjai és ionjai elektronszerkezetének sajátosságait;
- új ismereteket szerezni a fémek fizikai tulajdonságairól;
- megismerni egyes ötvözetek összetételét és tulajdonságait.

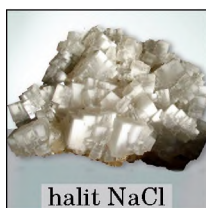
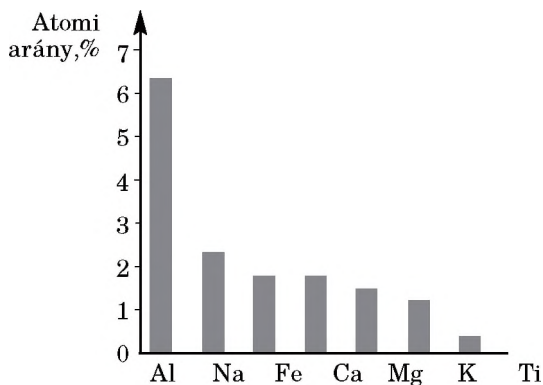
A fémek és előfordulásuk a természetben. A Földünkön található elemek nagy része – négyötöde – fém. Ide tartozik minden *d*- és *f*-elem, az *s*-elemek (kivéve a hidrogént és a héliumot) és egynéhány *p*-elem. A periódusos rendszer hosszú változatában a börtől a polóniumig¹ húzott lépcsős vonaltól balra helyezkednek el; vagyis a fémek az I-IV főcsoportokban (néhány kivételtől: H, B, C, Si eltekintve) és a mellékcsoportokban vannak.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------|----|----|----|--|--|
| s-elemek | | | | | | | | | | | | p-elemek | | | | | |
| | | d-elemek | | | | | | | | | | | | | | | |
| Li | Be | | | | | | | | | | | Al | | | | | |
| Na | Mg | | | | | | | | | | | | | | | | |
| K | Ca | Sc | Ti | V | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | Ga | Ge | | | | |
| Rb | Sr | Y | Zr | Nb | Mo | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | In | Sn | Sb | | | |
| Cs | Ba | La | Hf | Ta | W | Re | Os | Ir | Pt | Au | Hg | Tl | Pb | Bi | Po | | |
| Fr | Ra | Ac | Rf | Db | Sg | Bh | Hs | Mt | Ds | Rg | Cn | Nh | Fl | Mc | Lv | | |
| f-elemek | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ce | Pr | Nd | Pm | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu | | | | |
| Th | Pa | U | Np | Pu | Am | Cm | Bk | Cf | Es | Fm | Md | No | Lr | | | | |

A fémek legnagyobb mennyiségben a kőzetburok tartalmazza. Atomi arányát tekintve a legnagyobb mennyiségben az alumínium fordul elő (56. ábra). A természetben az aktív fémek elemei sók formájában találhatóak: klorid-, karbonát, szulfát- és szilikát-ásványokként; a kevésbé aktív fémek elemei oxid, illetve szulfidként. A kevés elemi állapotban előforduló fém: az ezüst, az arany, a réz, a higany és a platina (57. ábra).

¹ A vonal mentén elhelyezkedő germánium, antimon és polónium egyes tulajdonságaikban a fémekre, más tulajdonságaikban a nemfémekre hasonlítanak, ezért félfémeknek nevezik őket.

56. ábra
A földkéregben
legerjedtebb
fémes elemek
atomi aránya

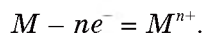


57. ábra
Fémes elemek
előfordulása
ércekben

A hidroszférában is megtalálhatók a fémes elemek, de kisebb mennyiségben. Az óceánok és a tengerek vizében nátriumból van több, az édesvizekben pedig kalciumból.

Az élő szervezetekben is találhatók fémes elemek. Minden sejt összetételében megtalálható a nátrium és a kálium, a magnézium a klorofill, a vas a hemoglobin központi atomja. Kalciumvegyületek alkotják a csont, a fogak szeretlen anyagát, a tojáshéjat, a csigaházat.

A fémes elemek atomjai és ionjai. A fémes elemek atomjainak külső energiaszintjén kevés (általában 1-3) elektron található. Ezek az atomok a kémiai reakciókban könnyen leadják elektronjaikat és pozitív töltésű ionokká (kationokká) alakulnak:



- Írjátok fel a kalcium-ion atomjából való keletkezésének sémáját az elektronképletet használva.

A fémek redukáló képessége (elektront ad le) erősödik az atomsugár növekedésével: a periódusokban jobbról balra, a csoportokban fentről lefelé. A tipikus fémes elemek helye a periódusos rendszerben a bal alsó sarokban van. Ilyen a cézium, melynek atomja a legkönnyebben veszíti el vegyértékelektronját.

Fémes elemek kationjai találhatóak a bázisképző és az amfoter oxidokban, a bázisokban, a sókban. Az I-III főcsoport elemei kationjának töltésszáma megegyezik a csoportszámmal: Na^+ , Mg^{2+} , Al^{3+} . Hasonló törvényszerűség a mellékcsoport fémes elemeinél nem található. Így például az I. mellékcsoportban található réz két kationt is alkot: Cu^+ és Cu^{2+} ; a VIII. mellékcsoportban a vas elem atomja átalakulhat Fe^{2+} - és Fe^{3+} - ionná.

Egyes fémes elemek kovalens kötést is alkothatnak nemfémes elemekkel. Ennek eredményeként összetett anion (MnO_4^-) vagy molekula (CrO_3) keletkezhet.

A fémek. A fémek fémes elemek által alkotott egyszerű anyagok. A fémek egyszerű anyagokként közönséges körülmények között szilárd halmazállapotúak (kivéve a higanyt) és kristályrácsszerkezettel rendelkeznek.

Fizikai tulajdonságuk. A fémek külső megjelenése hasonló (58. ábra). Mindegyikük fémes fényű, vezeti az elektromos áramot és a hőt, jól megmunkálhatók. A fémek közös fizikai tulajdonságai a fémes kötésnek, a delokalizált elektronoknak köszönhető (7. §). A legmagasabb elektromos és hővezető képessége van az ezüstnek, a réznek, az aranynak, az alumíniumnak. A legjobban alakítható, nyújtható az arany.



58. ábra
A legfontosabb
fémek

A fémek többségének olvadáspontja $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ felett van. Azokat a fémeket, amelyek alacsonyabb hőmérsékleten olvadnak (például az ón, az ólom, az alumínium, a cink), alacsony olvadáspontúaknak nevezik. A legmagasabb olvadáspontú fém a wolfram (to.p. = $3420\text{ }^{\circ}\text{C}$). Legalacsonyabb az olvadáspontja a higanynak ($-38,9\text{ }^{\circ}\text{C}$).

A fémek sűrűsége tág határok között mozog: $0,534\text{ g/cm}^3$ (lítium) – $22,5\text{ g/cm}^3$ (ozmium).

A fémek keménységükben is különböznek egymástól. A legkeményebb fém a króm – üveget lehet vele vágni; a leglágyabb fém a nátrium, a kálium, az ólom.

A fémek színe általában szürkésfehér. Kivételt képez a réz csoport két eleme: a réz vörös, az arany sárga színű.

A vas, a kobalt és a nikkelt ferromágnesek – olyan anyagok, melyek mágneses térben mágnesesíthatók, és ezt az állapotot megtartják.

Alkalmazás. A legnagyobb gyakorlati felhasználása a vasnak, az alumíniumnak, a réznek és a cinknek van. Fizikai tulajdonságainak, a természeti körülményekkel szembeni ellenálló-képességének, valamint előfordulásának gyakorisága és előállításának önköltségének köszönhető széleskörű alkalmazása. Az arany, az ezüst, a platina – nemesfémek. Ezekből ékszereket készítenek, olykor emlékérméket (59. ábra), de használják elektromos berendezésekben, a műszeriparban, a vegyiparban (katalizátorként) is.

Ötvözetek. A fémeket tiszta állapotban aránylag ritkán használják, rendszerint ötvözeit alkalmazzák. Az ötvözet a fémeknek fémekkel vagy más anyagokkal alkotott homogén keveréke (szilárd oldat), amely a fémek olvadáskor megszilárdulásával keletkezik.



59. ábra
Ezüst
emlékérem

Néhány fémötvözet összetétele

| Név | Összetétel (tömegszázalékban, %) | Név | Összetétel (tömegszázalékban, %) |
|---------------------|-------------------------------------|--------------|--|
| Acél (egyszerű) | Fe — 74; Cr — 18; Ni — 8 | Dúralumínium | Al — 71—90; Cu — 13 ig Zn, Si, Mg — a többi |
| Bronz (egyszerű) | Cu — 70—96; Sn — a többi | Nikróm | Ni — 77—85; Cr — 15—20; Al — a többi |
| Sárgaréz | Cu — 54—90; Zn — a többi | Melchior | Cu — 70—80; Ni — a többi |

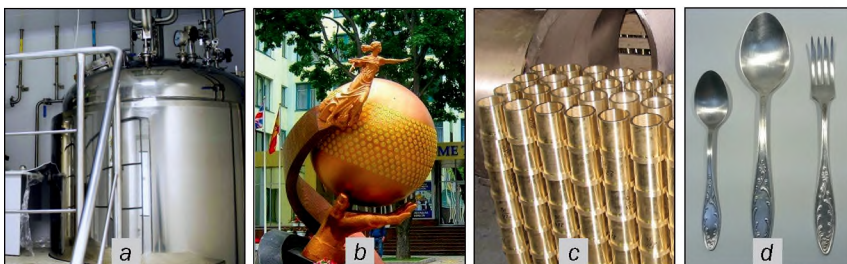
Fizikai tulajdonságuk alapján az ötvözetek különböznek az összetételükben található fémek tulajdonságaitól.

Az ötvözetek a fémek általános tulajdonságaival rendelkeznek: fémes fényűek, jól megmunkálhatók, vezetik az elektromosságot, a hőt; de olyan újakkal is, amelyek egyik komponensnél sem találhatók: általában alacsonyabb az olvadáspontjuk, mint az őket alkotó fémeknek, valamint más a keménységük és sűrűségük.

Az ötvözetek kémiai tulajdonsága megegyezik az őket alkotó fémek kémiai tulajdonságaival.

A fémek tulajdonságainak javítása céljából vizsgálják és állítják elő az ötvözeteket. A vas hátrányos tulajdonsága a korrózió (rozsdásodás), ennek a fémnek a krómmal és a nikkellel való ötvözetei természetes körülmények között viszont nagyon stabilak. Az ékszerek készítéséhez nem tiszta nemesfémeket használnak, hanem rézzel és ezüsttel alkotott keményebb ötvözeteiket. A önötvözzettel (cin) könnyebb fémeket forrasztani (to.p.=180 °C), mint tiszta ónnal (to.p.=232 °C) vagy ólommal (to.p.=327 °C).

A fémek ötvözeteit a vegyi gyárakban és az élelmiszeriparban, a repülő- és gépkocsigyártásban, a mérnöki munkában, az építőiparban, a monumentális művészetben és a mindennapi élet területén használják (60. ábra).



60. ábra

Ötvözetek alkalmazása: *a* – acélberendezés; *b* – bronzszobor¹; *c* – sárgaréz-termékek; *d* – melchior evőeszközök

ÖSSZEFOGLALÁS

A fémekhez tartoznak a *d*-, az *f*- és az *s*-mező elemei (kivéve a hidrogént és a héliumot), valamint egynéhány *p*-elem.

A fémek elemek leginkább a kőzetekben fordulnak elő.

A fémek atomjai a reakciókban elektronokat adnak át és kationokká válnak. Ez a képességük az atomsugár növekedésével erősödik.

A fémek a fémek elemek által alkotott egyszerű anyagok. A fémek kötésnek köszönhetően a fémek vezetnek az elektromos áramot és a hőt, fémek fényük van, megmunkálhatók.

A fémeket és ötvözeteket széleskörűen használják a gazdaság különböző ágazataiban.

?

174. Milyen elemből, fémeseből vagy nemfémeseből van több a harmadik periódusban; a negyedik periódusban?
175. Nevezzétek meg a periódusos rendszerben azt a csoportot, amelyben kizárólag fémek találhatók.
176. Írjátok fel a berillium atom- és ion-elektronszerkezetét.
177. Milyen fizikai tulajdonságok jellemzőek a fémekre? Magyarázzátok el, miért vezetnek a fémek az elektromosságot?
178. Miért gyakoribb az ötvözetek alkalmazása, mint a tiszta fémeké?
179. Internet vagy más információforrások segítségével készítsetek rövid előadást a jellegzetes tulajdonságokkal rendelkező fémekről vagy ötvözetekről, azok alkalmazásáról.

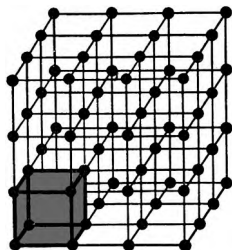
¹ Dnyipro városában álló *Alfred Nobel bolygója szobor*.

180. Egy különleges bronz mintáját vizsgálva a következő összetételt állapították meg (tömegszázalékban): Cu – 85, Sn – 9, Zn – 6. Melyik elem atomjából van a legkevesebb az ötvözetben? Mennyi rézatom jut ennek az elemnek minden 10 atomjára.
181. Égetett mész 12,5 g tömegű mintáját 10 g vízzel keverték össze. A folyamat során 14,8 g kalcium-hidroxid keletkezett. Milyen a kiinduló égetett mész mintájának kalcium-oxid tartalma (tömegrész-aránya %-ban)?
182. 5 g szilumin (alumínium-szilícium ötvözet) port, melyben a szilícium tömegszázaléka 14%, oxigénben elégettek. Határozzátok meg a kapott keverékben az oxidok tömegrész-arányát.

ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA

A fémek kristályrácsai

Tudjuk, hogy a kristály alkotóelemeinek geometrikus elrendeződését kristályrácsnak nevezzük. A legkisebb háromdimenziós töredékét, mely különböző irányban ismételhető – elemi cellának nevezzük. Az elemi cellák párhuzamos eltolásával kapható a kristályrács (61. ábra), melyben a részecskék a legszorosabb illeszkedésre törekednek.

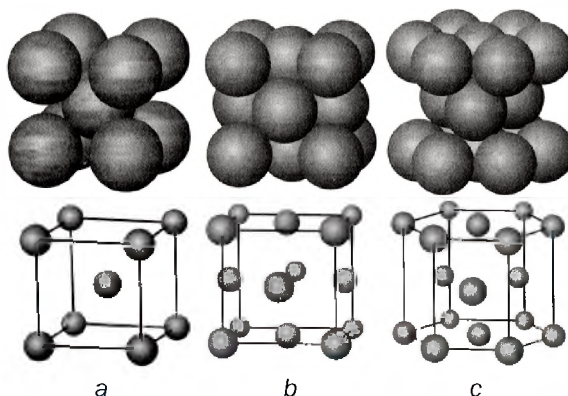


61. ábra
Az elemi cellák illeszkedése a kristályrácsban

Az elemi cellák a fémes rácsban többnyire kocka vagy hatszögű prizma alakúak (62. ábra). A fémrácsok a felépítő részecskék térbeli elrendeződése alapján leggyakrabban az alábbi típusok közé sorolhatók:

- 1) a részecskék a kocka csúcsaiban és a középpontjában helyezkednek el (alkáli fémek, bárium, króm, wolfram stb.) – 62. *a* ábra;
- 2) a rács olyan kockákból épül fel, melyben a részecskék a csúcsokban és a lapok középpontjában vannak (alumínium, réz, ezüst, arany, platina stb.) – 62. *b* ábra;
- 3) olyan hatszögű hasábokból épül fel, amelynek két lapján 7-7, a közepén pedig 3 részecske van (magnézium, berillium, cink stb.)

62. ábra
Kristályrácsok
elemi cellái:
a) nátrium;
b) réz;
c) magnézium



24

Az alumínium. Az alumínium vegyületei

E téma tananyaga segít nektek:

- ismeretet szerezni az alumínium természetben való előfordulásáról;
- bővíteni ismereteiteket az alumínium és vegyületeinek tulajdonságairól;
- kideríteni az alumínium, az alumínium-oxid és az alumínium-sók alkalmazási területeit.

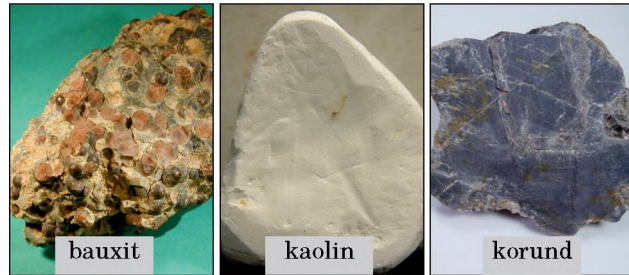
Az alumínium. Az alumínium¹ mint kémiai elem a periódusos rendszer harmadik periódusában, a III. főcsoportban helyezkedik el.

Előfordulása. Az alumínium a leggyakoribb fémes elem a földkéregben: atomi aránya 6,4%. Az oxigén, a szilícium és az alumínium együtt alkotja a szervesetlen (ásványi) világ alapját. A természetben elemi állapotban nem fordul elő, csak

¹ Neve latin eredetű: az *alumen* jelentése timsó. A timsóval – kálium-alumínium-szulfáttal – már az ókorban is vérzést csillapítottak, de használták szövetek festésénél is.

vegyületeiben. A legfontosabb alumíniumtartalmú kőzetek: bauxit, ami az $\text{Al}(\text{OH})_3$ és az $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ keveréke; az $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ képletű kaolin (az agyag alkotórésze); néha található korund – Al_2O_3 (63. ábra).

63. ábra
Alumínium-
ásványok

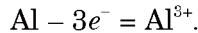


Az alumíniumnak a földkéregben való jelentős előfordulása ellenére a hidroszférában elenyésző mennyiség található belőle, a növényekben és az élő szervezetekben pedig gyakorlatilag nincs.

Az atom és az ion elektronszerkezete. Az alumíniumatom külső elektronhéján 3 elektron van:



Az alumínium könnyen leadja vegyértékelektronjait és háromszoros töltésű kationná válik:



Az alumínium vegyületeiben mindig +3 oxidációs fokú.

► Írjátok fel az alumínium-ion elektronszerkezetét, valamint elektron-képletét.

Az alumínium mint egyszerű anyag. A fémalumínium mindenki számára ismert. A világon évente több tízmillió tonnát olvasztanak az elektrolizáló kemencékben. Csak vasat gyártanak ennél nagyobb mennyiségben.

Fizikai tulajdonság. Az alumínium ezüstfehér, 660 °C-nál olvadó fém. Könnyű (sűrűsége

2,70g/cm³), jól alakítható, hengerelhető anyag, huzallá, lemezzé, fóliává alakítható. A hőt és az elektromosságot jól vezeti, fémekkel ötvözetet alkot. Ezek közül a legfontosabbak: a dúralumínium (alumínium, magnézium és réz), a szilumin (alumínium és szilícium), a magnálium (alumínium és magnézium), az aviál (alumínium, szilícium és magnézium).

Kémiai tulajdonságai. Az alumínium nagyon aktív fém, az elemek elektrokémiai feszültségsorában a magnézium után áll.

Reakciója nemfémekkel. A nemfémek többségével hő hatására megy végbe a reakció, a klórral és a brómmal már közönséges körülmények között is. A száraz jód és alumíniumpor keverékének reakcióját néhány csepp víz indítja be. A víz itt a katalizátor szerepet tölt be (64. ábra).



64. ábra
Alumínium és jód reakciója

► Írjátok fel az alumínium és a jód reakcióegyenletét.

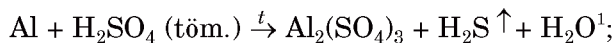
Az alumínium az oxigénnel szobahőmérsékleten reagál, felületén összefüggő oxidréteg Al_2O_3 alakul ki. Ez az oxidréteg megvédi a további oxidációtól, illetve a környezeti hatásoktól.

Reakciója a vízzel. Az összefüggő oxidrétegnek köszönhetően az alumínium nem reagál még a forrásban lévő vízzel sem. Ha ezt a védőréteget megbontjuk (higany-sóval megdörzsöl-

ve a fémét), akkor az alumínium hidrogénfejlődés közben reagál a vízzel:

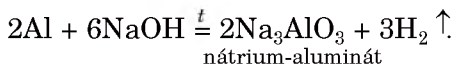


Reakciója a savakkal. Az alumínium a savak többségével reagál, kivéve a gyenge savakat (hidrogénszulfid-sav, szénsav, kóvasav). A savak vizes oldatával való reakcióját hidrogénfejlődés kíséri. Tömény kénsavval és salétromsavval közönséges körülmények között nem reagál: a kialakuló védőréteg passziválja a fémét. Hő hatására azonban ezek a savak reagálnak az oxidréteggel, ezután pedig az alumíniummal:



► Állítsátok össze az oxidáció és a redukció sémáját, és az elektronegyensúly módszerével rendezzétek az egyenleteket.

Reakciója a lúgokkal. Az alumínium a fémek aktivitási sorában a hidrogén előtt áll, oxidja és hidroxidja pedig amfoter vegyület. Ezek a tényezők lehetővé teszik az alumínium reakcióját a lúgokkal:

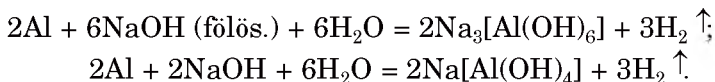


A só képletében a savmaradék az amfoter hidroxid $\text{Al}(\text{OH})_3$ savként felírt formájának felel meg – H_3AlO_3 .

A fenti egyenlet az alumínium szilárd lúgokkal való reakcióját írja le hő hatására, azaz víz nélkül. Ha a fém a lúg vizes oldatával lép kölcsönhatásba (65. ábra), akkor vízben oldódó aluminátok $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$ vagy $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ keletkeznek:

¹ Kénhidrogén helyett kiválhat kén vagy kén(IV)-oxid is.

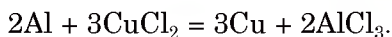
65. ábra
Alumínium reak-
ciója lúggoldattal



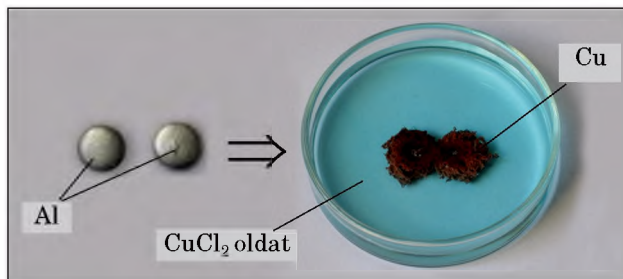
Ezeknek a sóknak a képletei levezethetők úgy is, hogy az összes oxigénatomot a Na_3AlO_3 és a NaAlO_2 képletben behelyettesítjük két hidroxil-csoporttal¹.

Hasonlóképpen mennek végbe a reakciók cin-
kátok Na_2ZnO_2 és $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ (vagy egyéb
ilyen típusú vegyületek) keletkezésével, ahol a
só anionja az amfoter-hidroxid savmaradékja-
ként képződik.

Reakciója a sókkal. Az alumínium reagál a
sók oldataival, kiszorítva a kevésbé aktív fémeket
(66. ábra):



66. ábra
Alumínium-granu-
látumok a reakció
előtt és után



Alkalmazása. Korrózióállóságának, alacsony
sűrűségének, keménységének köszönhetően az alu-
míniumot, de leginkább ötvözeteit használják a
repülőgép-, a gépkocsi- és a hajógyártásban, az épí-

¹ A NaAlO_2 -só az $\text{AlO}(\text{OH})$ amorf vegyületből származik, ami savként
felírva – HAlO_2 (a képlet másik változata $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Ennek a sónak
a neve nátrium-meta-aluminát.

tóiparban (szerkezeti elemek) és a mindennapi életben (háztartási eszközök, ablakkeretek).

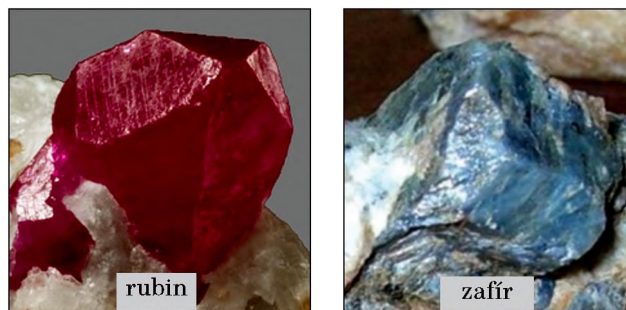
Az alumínium sok fémoxid redukáló szere – ezt a tulajdonságát alkalmazzák a fémkohászatban króm, mangán, kalcium, vanádium előállítására.

Alumíniumból különböző csomagolóanyagokat állítanak elő (alufólia, üdítő dobozok), fedőfestékként megfelelő kötőanyaghoz keverve (metál festékek).

Bár az alumínium vezetőképesége a réznél kisebb, de sokkal könnyebb és olcsóbb, ezért elektromos huzalokat is gyártanak belőle.

Az alumínium oxidja és hidroxidja. Az alumínium-oxid (Al_2O_3) fehér, magas olvadáspontú, vízben nem oldódó és vele nem reagáló anyag. Vékony, átlátszó, tömör, kemény réteg vonja be az alumínium felületét.

A tiszta alumínium-oxid a korund, amelynek egyes színezett fajtái drágakövek: rubin (króm(III)-oxid szennyeződés van benne) és zafír (vas-, titán- és kobalt-oxid szennyeződéseket tartalmaz) (67. ábra).



67. ábra
A korund színezett változatai

Az alumínium-oxid (Al_2O_3) amfoter vegyület. Kémiai viselkedése a másik reagens jellegétől függ. Az alumínium-oxid reakcióba lép (hő hatására) savképző és bázisképző oxidokkal, erős savakkal és lúgokkal.

► Írjatok fel olyan kémiai egyenletet, melyben az alumínium-oxid a) bázisos tulajdonsággal; b) savas tulajdonsággal rendelkezik.

Az alumínium-hidroxid ($\text{Al}(\text{OH})_3$) fehér, vízben nem oldódó kristályos anyag. Jellemzően amfoter hidroxid. Alumínium-só és lúgoldat (vagy ammóniaoldat) sztöchiometriai mennyiségének reakciójával állítják elő. Az alumínium-hidroxid feloldódik savakkal való reakciójával, valamint lúgokkal való reakciójánál is vízben oldható só keletkezik.

Hőmérséklet hatására oxidra és vízre bomlik.

► Írjátok fel az alumínium-hidroxid termikus bomlását.

A sók. Az alumínium két típusú sót alkot. Az AlCl_3 , AlPO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ képletű vegyületekben az alumínium kationként van jelen, a NaAlO_2 , $\text{Ca}_3(\text{AlO}_3)_2$ képletű sókban a savmaradék anion egyik összetevője.

Az alumínium-klorid -szulfát vagy -nitrát sóinak telített oldatát lehűtve vagy a víz elpárolgása által kristályhidrátok – $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ és $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ – színtelen kristályai válnak ki.

Az alumínium sói savasan hidrolizálnak (12. §).

► Milyen jellege van az alumínium-klorid vizes oldatának? Válaszotokat támasszátok alá reakcióegyenlettel.

Az alumíniumvegyületek alkalmazása.

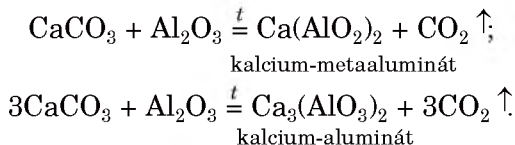
A kristályos alumínium-oxidot (korund) nagy keménysége miatt csiszoló anyagként használják. Por formájában a hőálló kerámia összetevője. Az alumínium-kloridot (AlCl_3) szerves reakciók katalizátoraként alkalmazzák, az alumínium-szulfátot ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) nagy mennyiségben használják ivóvíztisztításra, mert alkalmazásával csökkenthető a vízben oldott vegyületek által okozott opálosság.

Nagy gyakorlati jelentősége van a kalcium-aluminátoknak. A kalcium-szilikátokkal együtt a cement alkotórésze (29. §). A cementet a

Érdekes tudnivaló

Az amorf alumínium-oxidot adszorbensként alkalmazzák az orvostudományban; a gyógyszer alumogélnak nevezik.

mészkeő CaCO_3 és az agyag $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ kiégetésével állítják elő $1500\text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten. A lejátszódó kémiai folyamatok:



ÖSSZEFOGLALÁS

Az alumínium a földkéreg leggyakoribb fémes eleme.

Az alumínium jól alakítható könnyűfém, a hőt és az elektromosságot jól vezeti. Reagál a nemfémekkel, a savakkal, a lúgokkal, a sók vizes oldatával.

Az alumínium oxidja és hidroxidja fehér, vízben nem oldódó anyag. Ezek amfoter vegyületek, vagyis reagálnak savképző és bázisképző oxidokkal, savakkal és lúgokkal.

Az alumínium két típusú sókat alkot: az egyikben kationként van jelen, a másikban a só anionjának (a savmaradéknak) egyik alkotó eleme.

Az alumíniumot és ötvözeteit a gépgyártásban, az építőiparban, a háztartásban és a mindennapi életben használják. Az alumínium-oxidot csiszoló anyagként alkalmazzák, valamint a hőálló kerámia egyik összetevőjeként. Az alumíniumvegyületeket a vegyiparban, az építőiparban, víztisztításnál alkalmazzák.

?

182. Jellemezzétek az alumíniumatom Al-27 nuklidját.
183. Nevezzétek meg az alumíniumnak azt a tulajdonságát, aminek köszönhetően különböző területeken alkalmazzák.
184. Írjátok fel az alumíniumnak az oxigénnel, a brómmal, a nitrogénnel végbemenő reakciójának egyenleteit.
185. Fejezzétek be a reakciósémákat és alakítsátok át kémiai egyenletté:

| | |
|--|---|
| a) $\text{Al} + \dots \rightarrow \text{AlCl}_3 + \dots;$ | c) $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots + \dots;$ |
| b) $\text{Al} + \dots \xrightarrow{t} \text{K}_3\text{AlO}_3 + \dots;$ | d) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \dots$ |

186. Írjátok fel az alumínium és a nagyon híg salétromsav-oldat reakcióegyenletét. Vegyétek figyelembe, hogy az oxidálószer maximálisan redukálódik.
187. Írjátok fel azokat a reakcióegyenleteket, melyek segítségével el lehet végezni az átalakítási vázlatokat:
 a) $\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3$;
 b) $\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Na}_3\text{AlO}_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$.
188. Ha összeöntjük az alumínium-klorid és a nátrium-karbonát oldatait, csapadékképződést (ez az alumínium-hidroxid) és gázkiválást észlelünk. Magyarazzátok meg a kísérlet eredményét és írjátok fel a lejátszódó reakcióegyenleteket.
189. Határozzátok meg az alumínium tömegrész-arányát az $\text{AlO}(\text{OH})$ képletű böhmít nevű ásványban.
190. Számítsátok ki az alumínium tömegét 48,3 g $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ kristályhidrátban.
191. Milyen térfogatú vízben kell feloldani 7,5 g $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ képletű kristályhidrátot, hogy 7,1%-os sóoldatot kapjunk?
192. Az alumínium és a magnézium keverékét sósavval reagáltatva 8,96 liter gáz kiválását észlelhetjük. Ha ugyanilyen mennyiségű keverékre lúggal hatunk, 3,36 liter ugyanilyen gáz válik ki. Számítsátok ki a fémek tömegrész-arányát a kiinduló keverékben, ha a gázok térfogatát normál körülmények között mértük.

25

A vas mint kémiai elem és mint egyszerű anyag. A vasvegyületek

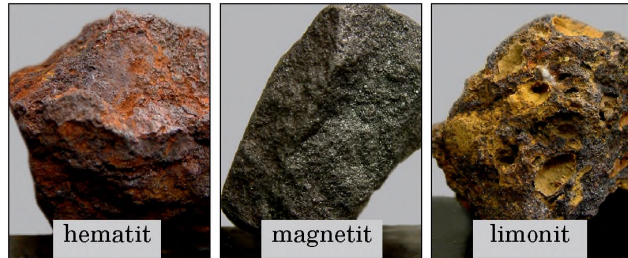
E téma tananyaga segít nektek:

- ismeretet szerezni a vas mint kémiai elem a természetben való előfordulásáról;
- tisztázni a vasatom és -ion szerkezetét;
- bővíteni az ismereteket a vas és vegyületeinek tulajdonságairól;
- megismerni a vas és vegyületeinek alkalmazási területeit.

A vas mint kémiai elem. A vas mint kémiai elem (ferrum) a periódusos rendszer negyedik periódusában, a VIII. csoport mellékcsoportjában helyezkedik el.

Előfordulása. A vas egyike a legelterjedtebb elemeknek a Földön: atomi aránya a földkéregben 1,8%.

A természetben különböző vegyületek formájában fordul elő. Egyes vastartalmú ásványok a vasgyártás alapanyagai. A vas fontosabb ércei: hematit (vagy vörös vasérc) – Fe_2O_3 magnetit (vagy mágnesvasérc) – Fe_3O_4 , limonit (vagy barnavasérc) – $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (68. ábra).



68. ábra
Vasérccek

Ukrajnában a krivij-rihi medencében hatalmas vörösvasérc lelőhelyek vannak. Vastartalmú ásvány a pirit (vagy vaskovand) – FeS_2 is (69. ábra), de nem alkalmas a kohászatra, mivel a kéntartalom a vas törékenységét okozza. Ezt a vegyületet kénsav előállítására használják.



69. ábra
Pirit

A természetben a vas elemi állapotban ritkán fordul elő (meteoritokban).

Kis mennyiségű Fe^{2+} -kation található a természetes vizekben. A vízben oldott oxigénnel oxidálva sárgás színű Fe^{3+} -kationná alakul, amely a körülményektől függően $\text{Fe}(\text{OH})_3$ vörösesbarna üledék-ként kicsapódhat. A víz vastartalmát bizonyítja a folyó vagy a tó medrének színe, a vízforralóban kialakuló vízkő barnás árnyalata.

Az élő szervezetekben viszonylag kevés vas található, mégis létfontosságú elem. A növényekben fontos szerepet játszik a klorofill előállításában, a

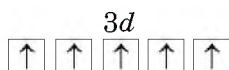
gerincesek szervezetében a vas a vér hemoglobinjában található (hiánya vérszegénységet okozhat).

Az atom és az ion elektronszerkezete.

A vasatom 26 elektront tartalmaz (protonszáma 26), amelyek 4 elektronhéjon (energiaszinten) helyezkednek el. A vasatom elektronszerkezete: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$.

► Írjátok fel a vasatom elektronszerkezetét célszerűen ábrázolva (kvantumképletét).

A vasatom viszonylag könnyen veszíti el a külső (negyedik) energiaszinten található *s*-elektronjait és Fe^{2+} -ionná alakul. Megszabadulhat még egy elektrontól a *d*-pályáról. Ekkor Fe^{3+} -ionná válik, minden *d*-atompályán egy elektron van:



A Fe^{2+} - és a Fe^{3+} -ionok megfelelően a II, illetve a III vegyértékű vasvegyületekben találhatóak.

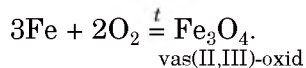
A vas mint egyszerű anyag. A vas olyan fém, amelyet az ember több ezer éve használ. A vas és ötvözetei nélkül szinte elképzelhetetlen civilizációnk fejlődése.

Fizikai tulajdonság. A vas tiszta állapotban ezüstfehér, fémes fényű, jól nyújtható, alakítható fém. Sűrűsége $7,87 \text{ g/cm}^3$ (nehézfém), $1539 \text{ }^\circ\text{C}$ -nál olvad, mágnesezhető. Sokféle ötvözete létezik.

Kémiai tulajdonságai. A vas a kémiai reakciókban közepes aktivitást mutat. Ha nagyon finom por alakjában állítjuk elő (például vastartalmú szerves anyagok bomlásával), a levegőn magától meggyullad. A finoman porított anyagokat, melyek a levegőn öngyulladásra képesek, pirofór¹ anyagoknak nevezik.

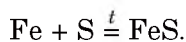
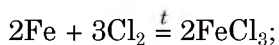
¹ Görög eredetű, *pyro* – égés, tűz, *phoros* – hordozó.

Reakciója a nemfémekkel. Hőmérséklet hatására a vas számos nemfémmel reagál. Vaspengé vagy rugó szikrázva ég el az oxigénben (70. ábra):



70. ábra
A vas és az oxigén reakciója

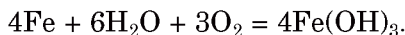
A vas klórgázban is elég (71. ábra), hőmérséklet hatására reakcióba lép a kénnel:



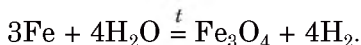
71. ábra
Vas égése klórgázban

Reakciója a vízzel. Ha vasport szórunk vagy szegget helyezünk a vízbe, idővel rozsda jelenik meg a fém felületén. Ez a vas és a víz, valamint a benne található oldott oxigén kölcsönhatásának terméke. A rozsda változó összetételű, éppen ezért képlete $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. A reakcióegyenletben az egyszerűség

kedvéért bázisként $\text{Fe}(\text{OH})_3$ képlettel írjuk (ez felel meg a $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ képletnek):

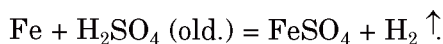


A hevített vaspár vízgőzzel kettős oxid képződésével reagál:

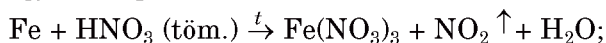


Korábban ez a reakció a hidrogén ipari előállítására szolgált.

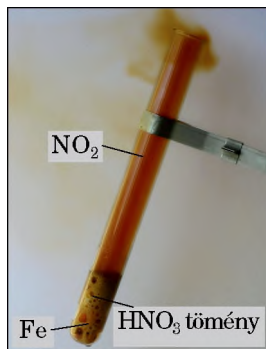
Reakciója a savakkal. A vas híg savakkal (sósav, kénsav stb., kivéve a salétromsavat) hidrogénfejlődés mellett oldódik, eközben II vegyértékű vasvegyület képződik:



Tömény salétromsav és kénsav, az alumíniumhoz hasonlóan, a vas felületét passziválja. Ezért lehet ezeket a savakat szállítani vastartályokban. Melegítéskor a kémiailag passzív összefüggő oxidréteg kölcsönhatásba lép a savval, és a fém azonnal reakcióba lép a savval, eközben III vegyértékű vasvegyület képződik (72. ábra):



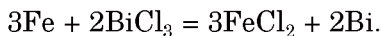
► Rendezzék a reakciósémákat az elektronmérleg módszerét használva.



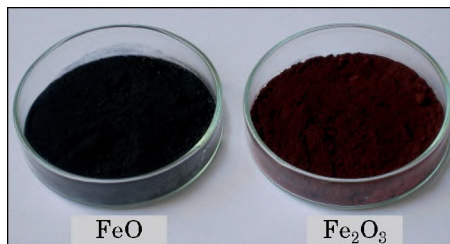
72. ábra
Vas reakciója
tömény salétrom-
savval

Reakciója a sókkal. A vasatomok behelyettesítik a nála kevésbé aktív fémes elemek ionjait

(réz, ezüst, bizmut és mások) sóoldataikban. Eközben II vegyértékű vas sója képződik:

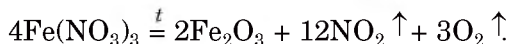
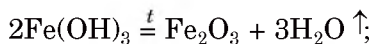


A vas oxidjai. A vas az oxigénnel három vegyületet alkot: egyszerű oxidokat – FeO , Fe_2O_3 és kettős oxidot – Fe_3O_4 (vagy $\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$). Ezek szilárd anyagok, a FeO és a Fe_3O_4 fekete színű, a Fe_2O_3 barna. Részletesebben megvizsgáljuk az egyszerű oxidokat (73. ábra).



73. ábra
A vas oxidjai

Laboratóriumi körülmények között a vas(II)-oxidot és a vas(III)-oxidot a megfelelő hidroxidok termikus bomlásával állítják elő, illetve egyes sók melegítésével:



A tiszta vas(II)-oxid előállításának feltétele az oxigénhiányos környezet, különben a vegyület reagál vele és Fe_3O_4 - vagy Fe_2O_3 -oxiddá alakul.

Az egyszerű oxidok kémiai jellegükben különböznek egymástól: a FeO bázisképző, a Fe_2O_3 amfoter. Mindkettő reagál savképző oxidokkal, illetve savakkal.

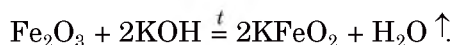
► Írjátok fel a reakcióegyenleteket: a) a FeO - és a P_2O_5 -oxid között; b) a Fe_2O_3 és a kénsav között.

A vas(III)-oxid, bár amfoter, nem reagál a lúgok vizes oldatával. Az oxid lúggal való köl-

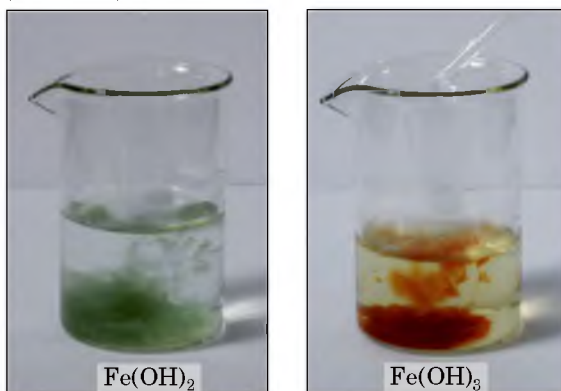
Érdekes tudnivaló

Egyes ferriteket mágneses tulajdonságai miatt a műszergyártásban alkalmazzzák.

csönhatása csak olvasztással vagy összeégetéssel megy végbe. Ekkor ferritet kapunk:



A vas-hidroxidok. Vízben nem oldódó vegyületek: a $\text{Fe}(\text{OH})_2$ gyakorlatilag fehér, olykor zöldes árnyalattal, a $\text{Fe}(\text{OH})_3$ színe vöröses barna (74. ábra).



74. ábra
A vas hidroxidjai

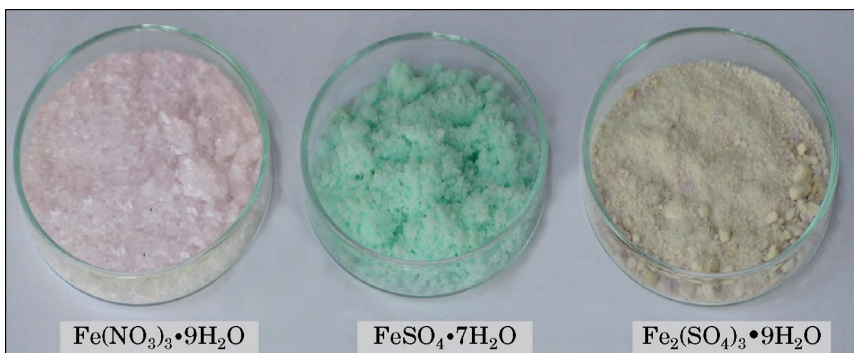
Tiszta vas(II)-hidroxidot előállítani cserebomlási reakcióval nagyon nehéz, mivel a vízben oldott oxigénnel, illetve a levegőn gyorsan oxidálódik és átalakul vas(III)-hidroxiddá:



► Alakítsátok át a reakciósémát kémiai egyenletté.

Kémiai jellegüket tekintve a vas-hidroxidok hasonlítanak a megfelelő oxidjaikhoz: a $\text{Fe}(\text{OH})_2$ – bázis, a $\text{Fe}(\text{OH})_3$ – amfoter hidroxid, amely szintén nem lép reakcióba közönséges körülmények között a lúgokkal.

A vas sói. A vasnak számos sója ismeretes. A Fe(II)-sókból a vas Fe^{2+} ionként található, a III. vegyértékű vas sóiban megjelenhet Fe^{3+} -kationként (FeF_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) vagy savmaradék-anion összetevőjeként (NaFeO_2 , K_3FeO_3).

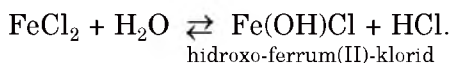


75. ábra
A vas sói

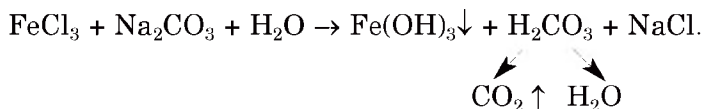
► Mivel magyarázható a III vegyértékű vas két típusú sójának kialakulása?

Miután a vastartalmú sók vizes oldataiból elpárologtatjuk a vizet, kristályhidrátokat kapunk: $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ stb. A II vegyértékű vas kristályvíztartalmú sóinak többsége zöldes-kék színű, a III vegyértékű vas kristályhidrátjai különböző színűek: így például a $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ barna, a $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ fehér, a $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ fakó-lila vegyület.

A vas sói hidrolizálnak, oldataik savas kémhatásúak:



Egyes három vegyértékű vas sójának előállítására cserebomlási reakcióval nem lehetséges a kationok és az anionok egyidejű hidrolízise miatt:



A vas vegyületeinek alkalmazása. A vas vegyületeinek gyakorlati alkalmazása széleskörű. A Fe_2O_3 és a Fe_3O_4 képletű oxidok a vaskohászat nyersanyagai. A természetben található vas(III)-oxid hidrátjai különböző színskálát mutatnak – a sárgásbarnától a barnáig. Ezek ásványi pigmentek (festékanyagok): okker (sárga), sziena és umbra (vörös barna). A Fe_3O_4 kettős oxidot elektrolízis elektródáihoz használják, valamint

Érdekes tudnivaló
Ismeretes néhány vas(VI) ferrát: például K_2FeO_4 , BaFeO_4

alkáli akkumulátorokhoz. Nagyon széleskörű alkalmazása van a vasgálicnak (vas(II)-szulfát-heptahidrát) – $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Felhasználják faanyag impregnálására (megőrzésére), növényvédőszerként, más vasvegyületek előállítására, redukáló szerként.

ÖSSZEFOGLALÁS

A vas (ferrum) az egyik legfontosabb fémes elem. A d-mező elemeihez tartozik, egyszerű anyagként (vas) a fémekhez tartozik.

A vas reakcióba lép a nemfémek többségével, a savakkal, számos só vizes oldatával, víz és oxigén jelenlétében rozsdásodik.

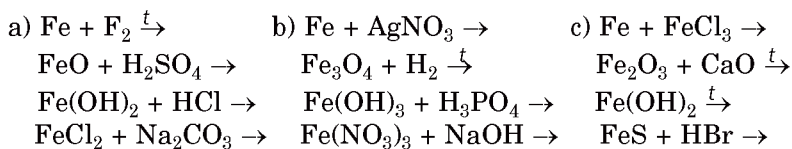
A vasnak három oxidja ismeretes: FeO , Fe_2O_3 és Fe_3O_4 . A FeO – bázisképző, a Fe_2O_3 – amfoter oxid. A $\text{Fe}(\text{OH})_2$ és a $\text{Fe}(\text{OH})_3$ kémiai jellegüket tekintve hasonlítanak a megfelelő oxidjaikhoz. A vas oxidjai és hidroxidjai reagálnak a savakkal, a vas(III)-oxid hő hatására lúgokkal is kölcsönhatásba lép.

A vas sói különböző színűek, oldataikból kristályhidrátként válnak ki.

A vas oxidjait és sóit széleskörűen alkalmazzák különböző területeken.

?

193. Írjátok fel a $\text{Fe}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$ és a $\text{Ca}_3\text{Fe}_2(\text{SiO}_4)_3$ ásványok (általános nevük vas-gránátok) képleteit megfelelő oxidok formájában.
 194. Írjátok fel a vas-ionok elektronszerkezeti és kvantumképleteit.
 195. Fejezzétek be a reakciósémákat és alakítsátok át kémiai egyenletté:



196. A pontok helyére írjátok be a megfelelő vegyületek képleteit és alakítsátok át a reakció sémáját kémiai egyenletté:
- a) $\text{FeO} + \dots \xrightarrow{t} \text{Fe}_3\text{O}_4$; b) $\dots + \text{O}_2 \xrightarrow{t} \text{Fe}_2\text{O}_3$;
 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \dots \rightarrow \text{FeCl}_3 + \dots$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \dots \xrightarrow{t} \text{LiFeO}_2$;
 $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \dots \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \dots$; $\text{FeCl}_3 + \dots \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$.
197. Írjátok fel a reakcióegyenleteket, melyek segítségével elvégezhető az átalakítási vázlat:
- a) $\text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{FePO}_4$;
b) $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Ba}(\text{FeO}_2)_2 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$.
198. A vas(II, III)-oxid savakkal úgy reagál, mint az oxidjainak keveréke. Írjátok fel a Fe_3O_4 reakciójának egyenletét sósavval és kénsavval.
199. Írjátok fel a vas-nitrátok hidrolízisének reakcióegyenleteit molekuláris és ionmolekula formájában. Vegyétek figyelembe, hogy a folyamatok során nem képződik csapadék.
200. Vas(III)-klorid vizes oldatán átengedve a kénhidrogént, egy egyszerű anyag világos sárga üledéke keletkezik. Írjátok fel a reakció egyenletét.
201. Milyen annak a vas-oxidnak a képlete, melyben a fém tömegrész-aránya 70%?
202. Milyen tömegű vas(III)-nitrát szükséges 8 g vas(III)-oxid előállításához?
203. Határozzátok meg a vízmolekulák számát a $\text{FeCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ kristályhidrátban, ha a víz tömegrész-aránya a vegyületben 36,2%.
204. Milyen térfogatú (n.k.k.) hidrogén válik ki 1,12 g vas és 18 g 10%-os sósavoldat reakciójánál?
205. A réz(II)-szulfát oldatba 28 g tömegű vaslemezt merítettünk. Egy kis idő elteltével kivettük a vaslemezt és lemértük: a lemez tömege 30 g lett. Határozzátok meg a lemezen kivált réz tömegét. Vegyétek figyelembe, hogy a kivált fém nem szóródik le a lemezről.

ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA

Rozsdafolt eltávolítása a szövetből

Hogy eltávolítsuk a rozsdafoltot a szövetből, olyan savat kell használnunk, amely a vas(III)-hidroxiddal reagálva oldható só képez. Ennek a savnak azonban nem szabad roncsolni az anyagot és hatni a festékre, ha a szövet színezett. Ezeknek a követelményeknek a szerves savak felelnek meg – a citromsav, az ecetsav, az oxál- és a borkósav.

1. módszer. A rozsdával szennyezett területet megnedvesítjük citromsav tömény oldatával, vékony réteg sót szórunk rá, és néhány órán át hagyjuk működni (néha egy napig szükséges). A folt eltávolítása után szappanos meleg vízzel mossuk ki a ruhát. A citromsavoldat helyett citromlé is használható.

2. módszer. Az ecetsav hígított oldatát (2 evőkanál ecetet egy pohár vízbe) egy hibátlan zománcozott edényben 80–90 °C-ra melegítjük, majd 3–5 percre beáztatjuk a szövet rozsdafolttal szennyezett területét. Ha a rozsdá nem tűnik el teljesen, az eljárást megismételjük. Ezután a ruhát szalmiákszeszes (egy evőkanál ammónia-oldat 2 liter vízhez) meleg vízben átmoszuk.

26 A bázisok. A nátrium és a kalcium hidroxidja

E téma tananyaga segít nektek:

- összefoglalni a bázisokról szóló ismereteket;
- új ismereteket szerezni a nátrium és a kalcium hidroxidjáról, megismerni alkalmazási területeiket.

A bázisok összetétele és megnevezése.

A 8. osztályban ismerkedtetek meg a szervetlen vegyületek alapvető csoportjaival, többek között a bázisokkal. Általános képletük: $M(OH)_n$, ahol az M – a fémes elem, az n értéke 1 vagy 2¹.

A bázisok megnevezésekor az összetételében részt vevő fém neve után tesszük a hidroxid szót. Ha a fém változó vegyértékkel képez hidroxidot, akkor megadjuk a vegyértékét is: KOH – kálium-hidroxid, Fe(OH)₂ – vas(II)-hidroxid. Az ismertebb bázisoknak a köznapi nevét is

Bázisok
 $M(OH)_n$
($n = 1$ vagy 2)

¹ Néhány vegyület, úgy mint Zn(OH)₂, Pb(OH)₂, Sn(OH)₂ és mások, az amfoter hidroxidokhoz tartoznak.

használják: a nátrium-hidroxid – marónátron, nátronlúg; a kalcium-hidroxid – oltott mész.

A bázisok ionos szerkezetű anyagok, melyek fémes elemek kationjaiból M^{n+} és hidroxid anionokból OH^- tevődnek össze.

Tulajdonságok. Minden bázis szilárd anyag. A laboratóriumi gyakorlatban leggyakrabban használt nátrium-hidroxid granulátum vagy pehelyszerű anyag, a kalcium-hidroxid pedig fehér por.

A bázisok többsége vízben nem oldódik. Az alkáli fémek és a bárium hidroxidjai vízben oldódó bázisok, a $\text{Mg}(\text{OH})_2$ és a $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kis mértékben oldódik¹. A vízben oldódó és kevésbé oldódó bázisokat lúgoknak nevezzük. A kalcium-hidroxid vizes oldatát mésztejnek vagy meszes víznek is nevezik.

A lúgok erős elektrolitok. Vizes oldataikban ionokra bomlanak:



A nátrium- és a kálium-hidroxid vízben való oldódását hó kiválása kíséri. Ezek a vegyületek elnyelik a levegőben található nedvességet, mintegy szétfolynak a nyitott edényben (76. ábra). Ezért jól záródó, légmentes tartályokban tárolják; ezt a tulajdonságát használják fel gázok, szerves anyagok szárítására.

76. ábra
A levegő víz-
tartalma elnyelésé-
nek eredménye
nátrium-hidroxid
granulátum által



¹ 100 g vízben 20 °C hőmérsékleten 112,4 g kálium-hidroxid, 108,7 g nátrium-hidroxid és csak 0,16 g kalcium-hidroxid oldódik fel.

² A disszociáció egy fokozatban történik, nem kettőben.

Érdekes tudnivaló

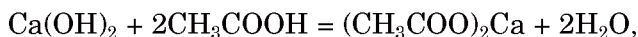
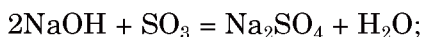
Néha a nátrium-hidroxidot kausztikus szódnának is nevezik (a görög *kaustikosz* – égő szóból).

- A levegő melyik összetevőjével képes reagálni a helytelenül tárolt nátrium-hidroxid? Írjátok fel a megfelelő reakcióegyenletet.

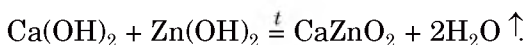
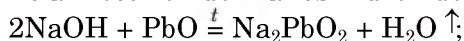
A lúgok és oldataik roncsolják a szövetet, a papírt, a bőrt, veszélyeztetik a nyálkahártyát, a szemet, erős égési sérülést okozva. Ezért nagyon óvatosan kell velük dolgozni.

Hőmérséklet hatására a bázisok nem olvadnak meg, hanem felbomlanak (kivétel a NaOH és a KOH¹). A kalcium-hidroxid 580 °C-nál bomlik.

Vizsgáljuk meg a jellegzetes bázisok – a nátrium-hidroxid és a kalcium-hidroxid viselkedését a reakciókban. Nem újdonság számotokra, hogy a lúgok savas jellegű anyagokkal lépnek reakcióba – savképző oxidokkal, savakkal:

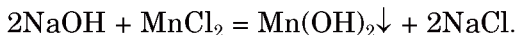
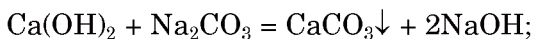


valamint amfoter oxidokkal és hidroxidokkal:



- Állítsátok össze a molekuláris és az ion-molekula egyenletét annak a reakciónak, amely a lúgoldat és az alumínium-hidroxid között játszódik le, melynek reakcióterméke a Na₃[Al(OH)₆] képletű nátrium-hexahidroxoaluminát vegyület.

A lúgok reagálnak a sók vizes oldataival:



Ezek a reakciók akkor mennek végbe, ha a reakciótermékek egyike vízben nem oldódó só, bázis vagy amfoter hidroxid (üledék).

¹ A nátrium hidroxid olvadáspontja +322 °C, a kálium-hidroxidé +405 °C.

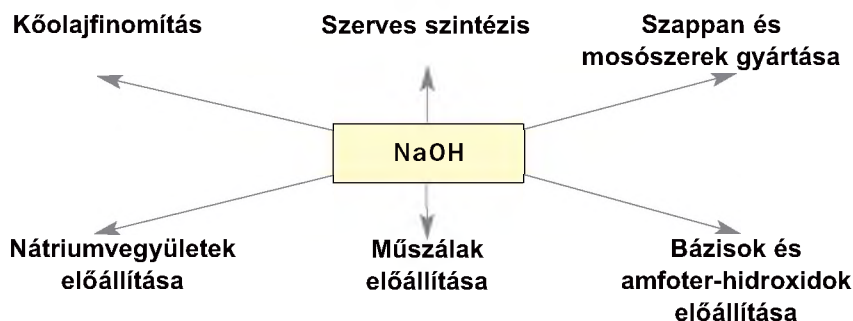
- Végbemegy-e a reakció a kalcium-hidroxid és a bárium-nitrát, a nátrium-hidroxid és a vas(II)-szulfid között. Válaszotokat indokoljátok.

A nátrium- és a kalcium-hidroxid alkalmazása. A nátrium-hidroxidot és a kalcium-hidroxidot iparilag nagy mennyiségben állítják elő, évente több tízmillió tonnát. Ezeknek a vegyületeknek gyakorlati jelentőségét az 5. és a 6. vázlat szemlélteti.

A nátrium-hidroxid a leggyakrabban használt lúg minden kémiai laboratóriumban. Használják tisztán és oldataiban is: úgy vízben, mint alkoholban oldva.

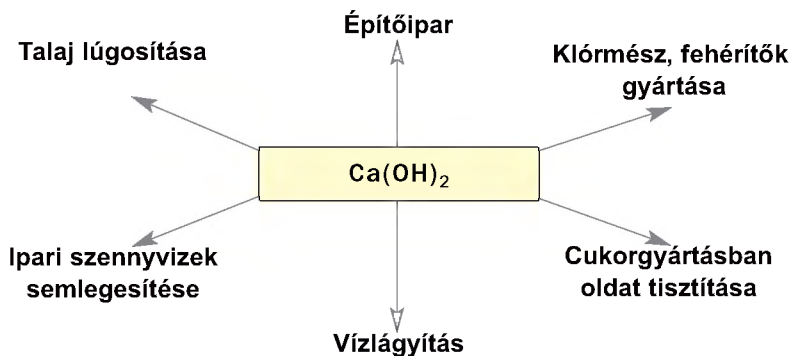
5. vázlat

A nátrium-hidroxid alkalmazása



6. vázlat

A kalcium-hidroxid alkalmazása



A bázisok olyan anyagok, melyek fémes elemek kationjaiból és hidroxid-anionokból OH^- állnak. Általános képletük M(OH)_n .

Megkülönböztetnek vízben oldódó (lúgok) és vízben nem oldódó bázisokat.

A lúgok reakcióba lépnek savképző és amfoter oxidokkal, savakkal és amfoter hidroxidokkal, oldataik pedig sók vizes oldataival.

Gyakorlati alkalmazásuk tekintetében a legfontosabb lúgok a nátrium-hidroxid és a kalcium-hidroxid. Ezeket a vegyületeket a vegyiparban, az építészetben, a mezőgazdaságban és sok más területen alkalmazzák.

?

206. Szerintetek miért nem található a természetben nátrium-hidroxid és kalcium-hidroxid?
207. A felsorolt gázok közül melyiket lehet szárítani szilárd nátrium-hidroxidon keresztülfűvatva: klórhidrogén, ammónia, nitrogén, szén-dioxid, metán? Válaszotokat indokoljátok.
208. Fejezzétek be helyesen a mondatot:
Ha tömény nátrium-hidroxidoldat kerül a kezetekre, akkor a sérült felületet ...
- szalvétával le kell törölni;
 - le kell mosni ecetesszenciával;
 - le kell mosni bő vízzel, majd híg ecetsav oldatával;
 - le kell mosni bő vízzel, majd szalmiákszesz híg oldatával.
209. Fejezzétek be a reakciósémákat és alakítsátok át kémiai egyenletté:
- | | |
|---|---|
| a) $\text{NaOH} + \text{SO}_2 \rightarrow$ | b) $\text{Ca(OH)}_2 + \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow$ |
| $\text{NaOH} + \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow$ | $\text{Ca(OH)}_2 + \text{K}_3\text{PO}_4 \rightarrow$ |
| $\text{NaOH} + \text{Mg(NO}_3)_2 \rightarrow$ | $\text{Ca(OH)}_2 + \text{Pb(OH)}_2 \rightarrow$ |
210. Írjátok fel azokat a reakcióegyenleteket, melyek segítségével elvégezhető a következő átalakítási vázlatok:
- nátrium-hidroxid \rightarrow nátrium-karbonát \rightarrow nátrium-nitrát \rightarrow nátrium-szulfát;
 - nátrium-hidroxid \rightarrow nátrium-tetrahydroxo-aluminát \rightarrow nátrium-klorid \rightarrow nátrium-nitrát.

211. 100 ml 40%-os nátrium-hidroxidoldathoz, melynek sűrűsége $1,43 \text{ g/cm}^3$, milyen térfogatú vizet kell önteni, hogy 10%-os lúgoldatot kapjunk?
212. 0,05 mol anyagmennyiségű kalcium-hidroxidhoz savoldatot öntöttek, mely 7,56 g salétromsavat tartalmazott. Határozzátok meg a kalcium-só tömegét, ami a reakció során keletkezett.
213. 20 g oltott mész mintájához fölös mennyiségű sósavat öntve 224 ml szén-dioxid-gáz (n.k.k.) vált ki. Határozzátok meg a minta kalcium-karbonát tartalmának tömegrész-arányát.
214. Írjátok fel a vas-nitrátok hidrolízisének reakcióegyenleteit molekuláris és ionmolekula formájában. Vegyétek figyelembe, hogy a folyamatok során nem képződik üledék. Mi lehet az oka ilyen szennyeződésnek a mintában?

27 A sók

E téma tananyaga segít nektek:

- bővíteni a sókkal kapcsolatos tudásokat, információhoz jutni a természetben való elterjedésükről;
- új ismereteket szerezni a sók tulajdonságairól.

A sók a szervetlen vegyületek egyik legfontosabb csoportja. Találkoztatok már velük a 8. osztályos tananyagban.

A sók – ionos vegyületek, amelyek összetételében fémes elemek vagy ammónium kationja és savmaradék anionja található .

Elterjedésük a természetben. A földkéreg összetételében számos só található. Majdnem mind vízben nem oldódó. Vannak közöttük szilikátok, karbonátok (77. ábra), szulfidok, foszfátok. A kalcium-karbonát az ásványok mellett a teknősök, a korallak, a tojáshéj anyagának összetevője.

A természetes vizekben fém-kationok és savmaradék-anionok találhatóak, vagyis a víz oldott sókat tartalmaz. A víz elpárologtatásával vízben oldódó sók kristályai maradnak vissza (a tengervízből pél-



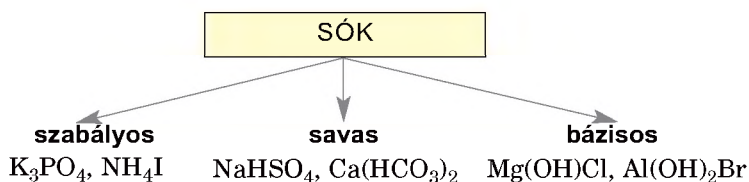
77. ábra
Sószerű
ásványok

dául nátrium-klorid, kálium-klorid). Az ókorban az ilyen sók kivonódása és lerakódása következett be, és kialakultak a mai sókészletek.

A sók osztályozása. Összetételük alapján a sóknak három alapvető típusát különböztetjük meg (7. vázlat):

7. vázlat

A sók típusai



A szabályos (semleges) sók. A szabályos sókhoz tartoznak az olyan képletű vegyületek, mint a NaCl, NH₄F, Al₂S₃, Na₂CO₃, Ca₃(PO₄)₂ stb. Általános képletük: M_nE_m , $M_n(EO_m)_p$.

A szabályos sókban tehát csak fém és savmaradék fordul elő, mert a savnak helyettesíthető hidrogénje fém- vagy ammóniumionnal van pótolva: H₂S => Na₂S. Úgy is vehetjük, hogy a bázisban vagy az amfoter hidroxidban az OH⁻ anionok teljesen behelyettesítődnek savmaradék-anionnal: Zn(OH)₂ => Zn(NO₃)₂.

A szabályos sók elnevezését a fém kation nevéből és a savmaradék anion nevéből képezzük. Ha a fémnek változó a vegyértéke, akkor az adott vegyértéket zárójelben külön is jelöljük. Például: NaI – nátrium-jodid, NH₄Cl – ammónium-klorid, Fe₂(SO₄)₃ – vas(III)-szulfát.

Érdekes

tudnivaló

A $\text{NaNH}_4\text{HPO}_4$ képletű só a HPO_4^{2-} anion mellett tartalmaz a Na^+ és NH_4^+ kationokat.

A savanyú sók. Ezekről a sókról a 12. §-ban már volt szó; a szabályos sók hidrolízisének alakulnak ki, ha az anion egynél magasabb töltéssel rendelkezik. Ilyen sók: NaHCO_3 , NH_4HS , KH_2PO_4 , K_2HPO_4 . Mindegyik vegyület anionja hidrogéntartalmú savmaradék. A szénsavnál (H_2CO_3) ez a HCO_3^- -ion (a szénsav disszociációjának I. fokozata), az ortofoszforsav (H_3PO_4) esetében két ion is lehetséges: a H_2PO_4^- és a HPO_4^{2-} (a disszociáció első és második lépése). A savanyú sókban tehát a fémen és a savmaradékon kívül még hidrogén is előfordul, mert a savnak hidrogénje csak részben van fémmel pótolva; éppen ezért savanyú sók csak két vagy több bázisú savakból keletkezhetnek.

A savanyú sók elnevezését a fém kation nevéből és a hidrogéntartalmú savmaradék anion nevéből képezzük, jelezve a hidrogének számát (ha kettő vagy több van benne):

K_2HPO_4 – kálium-hidrogén(orto)foszfát;

KH_2PO_4 – kálium-dihidrogén(orto)foszfát.

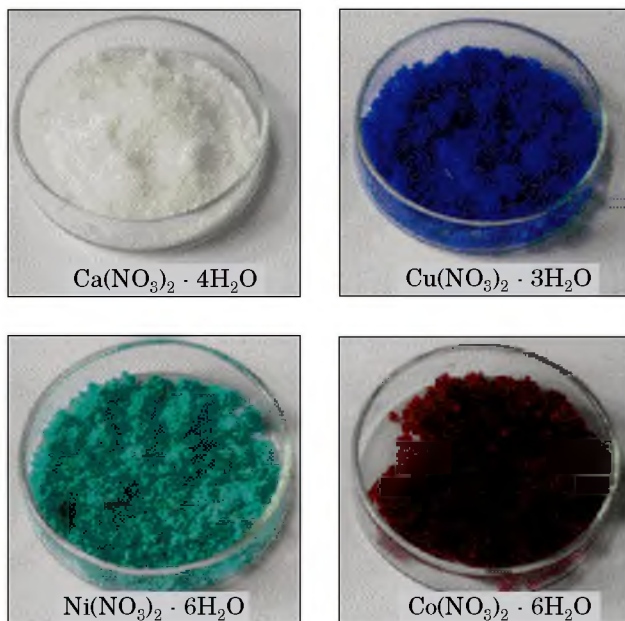
A bázisos sók. Ezek is a szabályos sók hidrolízisének alakulnak ki (12. §). Az ilyen sók két vagy több hidroxidot tartalmazó bázisokból vagy amfoter hidroxidokból keletkezhetnek $M(\text{OH})_n$ ($n \geq 2$): $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$, $\text{Al}(\text{OH})\text{SO}_4$, $\text{Al}(\text{OH})_2\text{NO}_3$. Bázisos só keletkezik, ha a bázisban vagy az amfoter hidroxidban az OH^- -anionok nem helyettesítődnek be teljesen savmaradék-anionnal. Így a kation hidroxid-tartalmú. A $\text{Mg}(\text{OH})_2$ bázisnak a MgOH^+ -kation felel meg, az $\text{Al}(\text{OH})_3$ amfoter hidroxidnak az $\text{Al}(\text{OH})_2^+$ - és $\text{Al}(\text{OH})_3^+$ -kationok felelnek meg. A bázisos sókban tehát a fémen és a savmaradékon kívül még hidroxid (OH^-) is előfordul

A bázisos sók elnevezését tartalmazó fém kation nevéből, hozzátevé a hidroxid-szót (jelezve az OH^- csoport számát, ha kettő vagy több van benne) és a savmaradék anion nevéből képezzük:

$\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$ – magnézium-hidroxid-klorid;

$\text{Fe}(\text{OH})_2\text{NO}_3$ – vas(III)-dihidroxid-nitrát.

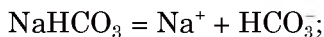
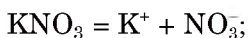
A sók tulajdonságai. Számos só oldódik a vízben. Az oldat bepárlása után gyakran kristályvíz-tartalmú sók keletkeznek (78. ábra), melyek színét többnyire a hidratált kation határozza meg.



78. ábra
Kristályvíz-
tartalmú
nitrátok

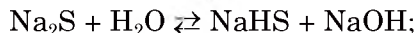
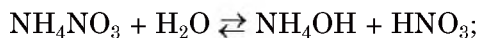
Vízben nem oldódó sók az ezüst-klorid, a bárium-szulfát, a karbonátok, az ortofoszfátok, a szulfidok többsége és mások (II. előzék). A sóknak ezt a tulajdonságát ionok vizes oldataikban történő kimutatására használják, vagyis a minőségi reakciónál (31. §). Az ezüst, az ólom, a kalcium-szulfátok vízben csak kis mértékben oldódnak. A savanyú sók viszont jobban oldódnak, mint a megfelelő szabályos sók.

Elektrolitos disszociáció és hidrolízis. Vizes oldataikban a sók megfelelő ionokra bomlanak (disszociálnak):



► Írjátok fel az alábbi sók elektrolitos disszociációjának egyenletét: Li_2SO_4 , NaH_2PO_4 , $\text{Fe(OH)}_2\text{NO}_3$.

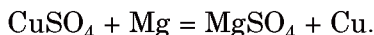
A gyenge bázisokkal vagy gyenge savakkal alkotott sók vizes oldataikban hidrolizálnak (12. §):



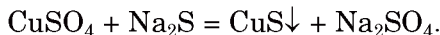
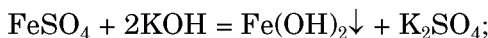
Érdekes tudnivaló

Az aktív fémek egyes sók olvadékaival is reagálnak (kloridokkal, fluoridokkal). Így állítják elő például az uránt érceiből.

A sók reakciója fémekkel. A sók vizes oldataikban reakcióba lépnek a fémekkel, miközben új só és fém keletkezik. A sóban található fémi-onok minden olyan fémmel leválaszthatók, amelyek a fémek aktivitási sorában megelőzik őket:



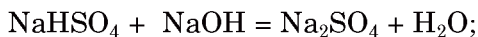
A sók reakciója lúgokkal, savakkal, más sókkal. Mivel a sók ionokból állnak, így ezek az anyagok ionos cserebomlásban vesznek részt. A sók reakciója lúgokkal, savakkal, sókkal – cserebomlási reakció, ami akkor megy végbe, ha a leendő reakciótermékek között vízben nem oldódó vagy kevésbé oldódó vegyület, gáz vagy gyenge elektrolit van. A vízben oldódó szulfátok cserebomlási reakciójának példái:



Savakkal a szulfátok általában nem lépnek kölcsönhatásba, mert a kénsav erős, nem illékony sav.

► Válasszatok a nátrium-ortofoszfáthoz megfelelő reagenst – egy lúgot, egy savat és egy sót, és írjátok fel a három reakcióegyenletet.

A savas vagy a bázisos sókat szabályos sókká lehet alakítani, hozzáadva szükségszerűen lúgot vagy savat:

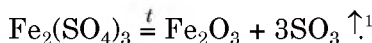
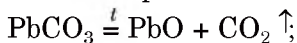


Lehetséges és ellentétes átalakítások:



A sók termikus bomlása. Egyes oxigéntartalmú sók hő hatására felbomlanak. A karbonát-

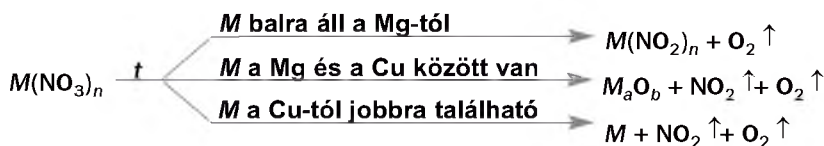
tok és a szulfátok hőbomlásának terméke a sót alkotó megfelelő bázisképző és savképző oxid:



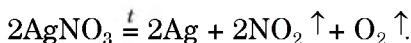
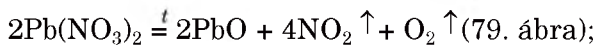
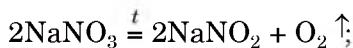
A nitrátok termikus bomlása a só összetételében levő fém kémiai aktivitásától függően különbözőképpen megy végbe, de mindegyiket (kivétel az ammónium-nitrát) oxigénfejlődés kíséri (8. vázlat).

8. vázlat

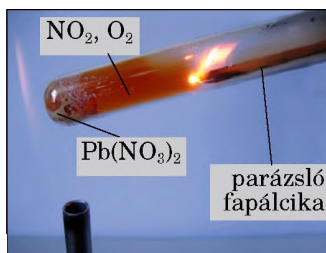
Nitrátok termikus bomlása



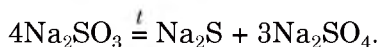
Példák a megfelelő reakciókra:



79. ábra
Oxigén kimutatása ólom(II)-nitrát bomlásánál

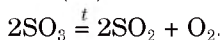


Az alkáli fémek sóira nem jellemző a hőbomlás (karbonátok, szulfátok), egyes sók azonban az oxidációs szám változásával bomlanak:



Ha a só összetételében a savmaradéknak megfelelő anhidrid szilárd savképző oxid

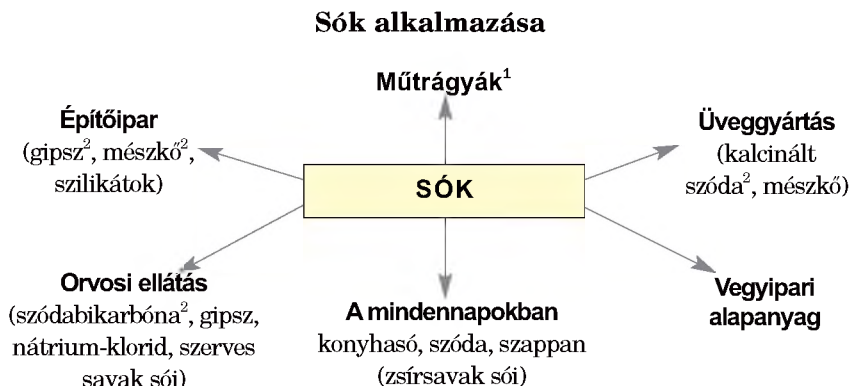
¹ Magas hőmérsékletnél a kén(VI)-oxid felbomlik:



(pl. P_2O_5 , SiO_2) vagy amfoter-oxid, akkor a só hő hatására nem bomlik fel.

Alkalmazás. A sók alkalmazási területe – összehasonlítva az oxidokkal, bázisokkal, savakkal – szélesebb körű és jelentősebb (9. vázlat).

9. vázlat



Erősen higroszkopikus hatása miatt a kalcium-kloridot gázok szárítására, az egyes oldatokban található nem kívánt vízmennyiség eltávolítására használják; jéggel keverve hűtőkeverék. A réz(II)-szulfát pentahidrát, vagy más néven rézgálic – $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, a bordói lé összetevője, amit permekezésre, a növények betegsége és kártevői ellen használnak. A kálim, nátrium- és ammónium-nitrátot robbanószerek gyártására, a lítium-, stroncium- és bárium-nitrátokat pirotechnikai keverékek előállítására alkalmazzák. A kalcium-, a nátrium- és az ammónium-foszfátok savanyú sói takarmány-adalékanyagként szolgálnak az állattenyésztésben.

ÖSSZEFOGLALÁS

A sók olyan vegyületek, amelyek összetételében fémes elemek (vagy ammónium) kationja és savmaradék anionja található.

¹ Erről részletesen a 30. §-ban lesz szó.

² Gipsz – $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, mészkő – $CaCO_3$, kalcinált szóda – Na_2CO_3 , szódabikarbóna – $NaHCO_3$.

Szabályos, savanyú és bázisos sókat különböztetnek meg. A savanyú sókban hidrogéntartalmú anionok vannak, a bázisos sókban pedig hidroxidtartalmú kationok.

A sók oldataikban reakcióba lépnek a fémekkel, a lúgokkal, a savakkal, más sókkal. A sók többségének vizes oldatában hidrolízis megy végbe. Némely só melegítés hatására felbomlik.

A sók gyakorlati alkalmazása széleskörű.

?

214. Miben különbözik a szabályos sótól:
- a savanyú só;
 - a bázisos só?
215. Alkothat-e savanyú sót a sósav, a kénsav, a salétromsav? Ha igen, írjátok fel a kálium és kalcium megfelelő savanyú sóit.
216. Írjátok fel a kalcium-ortofoszfát savanyú sóit, valamint a króm(III)-klorid bázisos sóit és nevezzétek meg őket.
217. Írjátok fel a magnézium-nitrát valamilyen lúggal, ammónium-karbonáttal és kénsavval történő reakciójának kémiai egyenletét. Jelezzétek a reakció lefolyásának körülményeit.
218. Írjátok fel azoknak a reakcióknak az egyenletét, mely segítségével elvégezhető a következő vázlat szerinti átalakítások:
- $$\text{SO}_3 \rightarrow \text{MgSO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{PbSO}_4.$$
219. Milyen reagens segítségével lehet előállítani alumínium-szulfátot:
- Al(OH)SO_4 képletű sóból;
 - $\text{Al(HSO}_4)_3$ képletű sóból.
220. Írjátok fel a lítium-, a vas(III)- és a higany(II)-nitrát termikus bomlásának reakcióját, és az elektronmérleg módszer segítségével alakítsátok át kémiai egyenletté.
221. Lúgoldatot, mely 17,1 g bárium-hidroxidot tartalmazott, összekeverték 29,4 g ortofoszforsavat tartalmazó oldattal. Határozzátok meg, milyen só képződött és milyen tömegben.
222. Számítsátok ki a keletkező gázok össztérfogatát (n.k.k.), amely 7,4 g magnézium-nitrát termikus bomlásánál keletkezik.
223. 3,7 g kalcium-hidroxidhoz 8,4 g salétromsavat tartalmazó oldatot adtak. Melyik anyag nem használódott el teljesen? Határozzátok meg a maradék tömegét.
224. A kálim-nitrát melegítése során a szilárd anyag elveszítette tömegének 10%-át. Milyen vegyületeket tartalmaz a szilárd maradék a reakció után? Határozzátok meg a vegyületek tömegrész-arányát a keletkezett keverékben.

225. Mint kiderült, a réz(II)-ortofoszfát tömege, amit rézgálicból – $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ és megfelelő mennyiségű ortofoszforsavból állítottak elő, kétszer kevesebb, mint a kiinduló rézgálic tömege. Határozzátok meg a réz(II)-ortofoszfát termékhozamát.

28

A víz keménysége

E téma tananyaga segít nektek:

- új ismereteket szerezni a víz keménységéről;
- megismerni a vízlágyítás módszereit.

Érdekes tudnivaló

1 liter dnyeper-víz átlagosan 64 mg kalcium- és 12 mg magnézium-ionot tartalmaz.

80. ábra
Egy népszerű ásványvíz összetételében található ionok

Vízkeménység. Az ipari termelésben, a mindennapi életben szinte mindig édesvizet használunk. A természetben található vizek környezetükből különböző anyagokat (sókat, gázokat) oldanak fel, többek között kalcium- és magnéziumvegyületeket. A víz felhasználhatósága szempontjából különösen fontosak a vízben oldott Ca^{2+} - és Mg^{2+} -ionok (80. ábra). Ezek ugyanis nagyon könnyen átalakulhatnak vízben oldhatatlan anyagokká. A vízben oldott kalcium- és magnéziumionok adják a víz keménységét, ami hatással van a víz lehetséges felhasználására.

KÉMIAI ÖSSZETÉTEL, (MG/DM³):

| ANIONOK | | KATIONOK | |
|--------------------|--------|------------------------------|------|
| HCO_3^- | 30–200 | $(\text{Na}^+ + \text{K}^+)$ | <70 |
| SO_4^{2-} | <100 | Ca^{2+} | 5–80 |
| Cl^- | <60 | Mg^{2+} | <70 |

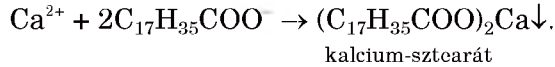
MINERALIZÁCIÓ (G/DM³): 0,1 – 0,4

ra. A lágy vízben a kalcium- és a magnézium-kationok mennyisége nagyon kicsi.

A kemény vízben a szappan¹ kevés habot képez, s mint tudjuk, a hab segít leválasztani a szennyező

¹ A magasabb karbonsavak és az alkáli elemek sóit szappannak nevezik.

részecskéket a szövet felületéről. A szappan összetevői (zsírsavak – palmitinsav, sztearinsav anionjai), kapcsolódva a Ca^{2+} - és a Mg^{2+} -ionokhoz, vízben oldhatatlan vegyületekké alakulnak:



Mosás közben a kemény vízben kialakuló fehér pelyhes csapadék beletapad a ruhaneműbe, megszáradva kemény réteget alkot, ami rontja a szövet minőségét.

A kemény víz az ipari berendezéseket károsítja, problémát okoz a háztartási készülékekben, melyekben vizet melegítenek vagy forralnak. Ezért sok esetben megpróbálják *lágyítani* a vizet, vagyis eltávolítani a kalcium- és a magnéziumionokat.

Változó és állandó vízkeménységet különböztetünk meg.

A változó vízkeménység. A vízben oldott kalcium-hidrogénkarbonát ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) és magnézium-hidrogénkarbonát ($\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$) a víz változó keménységét okozza. A változó keménységet a HCO_3^- -ionok miatt karbonátos keménységnek is nevezik. Forralásnál a következő reakciók játszódhatnak le:



A keletkezett vízben nem oldódó szabályos sók alkotják a vízkövet, ami kiválik a csővezetékben, illetve a kazán falán. A vízkő rossz hővezető, így rontja a hőátadást, csökkentve a csövek átmérőjét, kisebb lesz az áthaladó vízmennyiség; mindez együtt kazánrobbanást okozhat. Vízkő alakulhat ki a teafőzőedényekben, mosógépekben, melegítő berendezések fűtőcsövein (81. ábra), vízcsapokban.

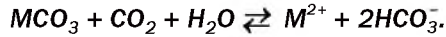


Érdekes tudnivaló

A mindennapokban a vízkövet ecettel távolítják el.

81. ábra
Vízkő
kiválása a
fűtőcsövön

A karbonátos ásványok (CaCO_3 , MgCO_3), melyeken átszivárog az enyhe szén-dioxid tartalmú víz, kölcsönhatásba lépnek egymással és hidrogén-karbonátok keletkeznek:



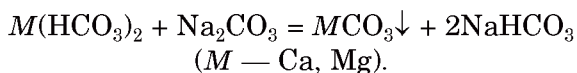
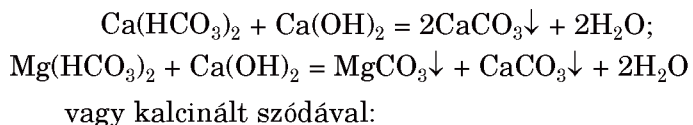
Külső körülmények változása esetén (hőmérséklet emelkedése, nyomás csökkenése) végbemegey a visszaalakulás. Kiválnak a szabályos sók és különböző formájú cseppkövek keletkeznek: függő cseppkövek – sztalaktitok és álló cseppkövek – sztalagnitok (82. ábra).



82. ábra
Sztalaktitok
(fent) és
sztalagnitok
(lent).

A változó vízkeménység megszüntetésének legegyszerűbb formája a vízforralás. Mint már tudjátok, a hidrogén-karbonátok melegítés hatására karbonátokká alakulnak. Miután ülepitéssel vagy szűréssel elválasztjuk a vízben nem oldódó anyagokat, a Ca^{2+} és a Mg^{2+} -ionok mennyisége csökken (nem tűnik el teljesen a vízben oldódó szulfátok miatt).

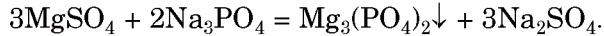
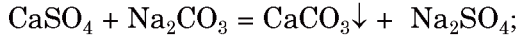
A természetes víz karbonátos keménységét lágyíthatjuk megfelelő vegyszerek hozzáadásával. A változó vízkeménységet okozó ionok leválaszthatók oltott mésszel:



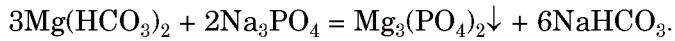
Állandó vízkeménység. Az állandó vízkeménységet a többi vízben oldódó kalcium- és magnéziumvegyületek (például szulfátok, klo-

ridok) adják. Ezért ezt nemkarbonátos keménységnek is szokták nevezni.

A nemkarbonátos keménység forralással nem csökkenthető. Az állandó vízkeménységet okozó Ca^{2+} - és Mg^{2+} -ionokat vegyszeres (szódás, trisós) eljárással oldhatatlan vegyületek formájában lehet kicsapni. A kalcinált szóda (Na_2CO_3) hatására szabályos karbonátsók keltekeznek, a trisó (Na_3PO_4) pedig vízben nem oldódó foszfátokat alkot:



A szóda és az ortofoszfát nemcsak az állandó, hanem a változó vízkeménységet is megszünteti:



Az a kis mennyiségű nátrium-ion, amelyik a folyamat során a vízbe kerül, nem okoz lényeges minőségi változást.

Érdekes tudnivaló

Az ivóvíz optimális Ca^{2+} -ion tartalma 25–75 mg/l, Mg^{2+} -ion tartalma 10–50 mg/l.

► Írjátok fel az utóbbi reakció ion-molekula egyenletét.

A vízben oldott kalcium- és magnézium-ionok össz mennyisége adja a víz általános keménységét.

Egyes termelési ágazatokban a vízlágyításhoz ioncserélő gyantákat használnak. Ezek segítségével nátrium-ionokra cserélhetők a vízkeménységet okozó ionok. A korszerű vízlágyítók komplex vegyületek képződésével hatástalanítják a kalcium- és a magnézium-ionokat: mintegy lekötik őket az oldatban, a hőmérséklet emelése már nem hat rájuk, nem csapódnak ki vízkövet alkotva. Ez technikai célra, mosáshoz, vasaláshoz tökéletes, de emberi fogyasztásra nem ajánlható.

Minden oldott sót a vízből csak desztillálással lehet eltávolítani, ekkor desztillált vizet kapunk.

ÖSSZEFOGLALÁS

A víz kalcium- és magnéziumsó-tartalma okozza a víz keménységét. A változó vízkeménység ezeknek az elemeknek a hidro-

gén-karbonátjai okozzák, a többi oldott kalcium- és magnéziumvegyülettől származik a víz állandó keménysége.

A változó keménység csökkenthető forralással és vegyszerekkel: oltott mésszel, kalcinált szódával; az állandó vízkeménység megszüntethető kalcinált szódával, trisóval (nátrium-ortofoszfáttal), ioncserélő gyantákkal.

?

226. Keménynek vagy lágy víznek számít az esővíz, az olvadt hó?
A választ indokoljátok.
227. Miért nem habzik a szappan kemény vízben?
228. Hogyan lehet a vizet lágyítani (megszabadulni a kalcium- és a magnézium-ionoktól)?
229. Megszüntethető-e az állandó vízkeménység forralással? Miért?
230. Meg lehet-e szüntetni teljesen a vízkeménységet oltott mész segítségével? A választ indokoljátok.
231. Kémiai elemzés szerint egy, a természetben található forrás vizének iontartalma a következő: Ca^{2+} – 100 mg/l; Mg^{2+} – 24 mg/l; HCO_3^- – 488 mg/l. Határozzátok meg, milyen tömegű csapadék válik ki 0,5 liter ilyen víz forralásánál.

29

A szilikátok. A szilikátipar termékei.

E téma tananyaga segít nektek:

- bővíteni ismereteiteket a szilikátokról;
- információt kapni a szilikátipar termékeiről és azok alkalmazásáról.

A szilikátok. A szilícium-dioxid – SiO_2 a savképző oxidokhoz tartozik. Arra a kérdésre, hogy milyen savnak felel meg a szilícium(IV)-oxid, többnyire azt a választ kapjuk: a H_2SiO_3 képletű kovasav (szilikátsav¹) anhidridje. Csakhogy nagyon sok termé-

¹ A pontosabb megnevezése metaszilikátsav.

szetes és mesterségesen előállított szilikát ismeretes, amely nemcsak SiO_3^{2-} -ionokat, hanem más szilikátsavak ionjait – SiO_4^{4-} , $\text{Si}_2\text{O}_5^{2-}$ is tartalmazza. Ezért a szilikáttartalmú kőzetek, ásványok képleteit többnyire oxidok formájában írják fel.



83. ábra
Szilikát-
ásványok

A szilikátok vízben nem oldódnak (kivéve az alkáli fémek szilikátjait), hőállóak, magas az olvadáspontjuk. A kaolinit – agyagásvány.

A szilikátok többsége kémiaiilag passzív, csak a vízben oldódó nátrium- és kálium-szilikátok lépnek cserebomlási reakcióba a savakkal és a sók vizes oldataival.

A nátrium- és a kálium-metaszilikátok (Na_2SiO_3 és K_2SiO_3) oldatait vízüvegnek is nevezik. A nátrium-szilikát vizes oldata a számotokra is jól ismert szilikátalapú ragasztó. Vízüveget használnak a fa impregnálására (átítatására), hogy tűzállóvá tegyék.

A szilikátalapú ragasztóval érdekes kísérletet lehet végezni. Egy nagyobb főzőpohárba vízüveg (nátrium-szilikát) oldatot töltünk, hogy körülbelül a pohár feléig legyen a folyadék. Dobjunk az oldatba néhány színes, vízben oldódó kristályt: lehet ez vas(III)-klorid, réz(II)-szulfát, mangán(II)-szulfát, nikkel(II)-szulfát. A sók az oldatban feloldódnak és színes szilikátgél formájában azonnal kicsapódnak a kristályok körül. Egy kis idő múlva a kristályok elkezdnek felfelé növekedni, és úgy néznek ki, mintha korallszálak lennének (84. ábra). A virágaink anyaga vízben nem oldódó szilikátok, hidroxidok és kóvasav keveréke.

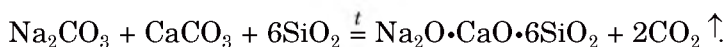
A szilikátipar anyagai. A szilikátokat széleskörűen alkalmazzák, különösen az építőiparban. Az üveg, a kerámia, a cement – mind a szilikátipar termékei.

84. ábra
A vegyész virá-
gokertje –
kísérlet



Az üveg (közönséges- vagy ablaküveg) – a nátrium- és a kalcium-szilikát, valamint a szilícium(IV)-oxid homogén keveréke (szilárd oldata). Összetételét oxidokkal ábrázolják: $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot 6\text{SiO}_2$.

A közönséges ablaküveget szódából, mészkőből és kvarchomokból állítják elő 1400-1500 °C hőmérsékleten:



Viszkózus üvegolvadék képződik. Az olvadt üveget lassan húzzák és hengersorral továbbítják, majd méretre darabolják. Így készül a síküveg. Az edényeket vagy egyéb üvegtárgyakat fúvással vagy formázással alakítják ki.

Színes üvegek előállításakor a kiindulási anyagokhoz színt adó fénoxidokat vagy fémeket adnak. A vas-oxidok összetételüktől függően zöldre vagy sárgára színezik az üveget (85. ábra). A laboratóriumi edények összetétele: szilícium(IV)-oxid, nátrium-, kálium- és kalcium-szilikátok és borátok¹.



85. ábra
Szállítószalag az
üvegyárban

¹ A B_2O_3 anhidridből kialakuló bórsav sója.

Érdekes tudnivaló

Az üveget Egyiptomban és Mezopotámiában kezdték el készíteni i. e. a IV. évezredben. Csak díszítésre használták.

A laboratóriumi üveg jól viseli a hőmérsékletváltozásokat és ellenáll a kémiai hatásoknak.

A kristályüveget kálium-karbonátból, ólom(II)-oxidból és kvarchomokból gyártják. A kristálynak nagy a fénytörő képessége, ezért alkalmas igényesen megmunkált, díszes üvegtárgyak gyártásához.

A kvarcüveg összeolvasztott, nem kristályos szilícium-dioxid. A kvarcüveg hőmérsékletváltozáskor szinte nem is változtatja meg térfogatát. Míg a felhevített ablaküveg hirtelen hűtés hatására darabokra törik, a kvarcüveg nem változik. A kvarcüveg, ellentétben az ablaküveggel, átérteszti az ultrabolya sugárzást, ezért lámpákat készítenek belőlük, amit az orvosi gyakorlatban használnak.

A kerámiagyártás a szilikátipar egyik ágazata. A kerámia¹ nyersanyaga az agyag. Az agyagot megőrlik, tisztítják, vízzel keverik és megfelelő keménységűre gyúrnak. Majd formázzák, szárítják és égetéssel szilárdná, keménnyé, vízzel szemben ellenállóvá teszik. A nyersanyag alapján és a technológiai folyamat szerint különböző kerámiafajtákat különböztetünk meg: fajansz, porcelán, majolika, terrakotta. A kerámiatermékekhez sorolható a téglá, a tetőcserép, a kályhacsempe, a burkoló csempe, a mosdókagyló, a konyhai és a laboratóriumi edények (86. ábra).

A cementet mészkő és agyag keverékéből készítik égetéssel, majd utána őrléssel. Vagyis a cement kalcium-sók $-2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (vagy Ca_2SiO_4), $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (vagy Ca_3SiO_5) és alumínátok $-3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ (vagy $\text{Ca}_3(\text{AlO}_3)_2$) keveréke. Amikor a

86. ábra
A kerámiagyártás termékei



¹ Görög eredetű szó, égetett agyagot jelent.

cementhez vizet adunk, összetevői lassan kölcsönhatásba lépnek egymással és a keverék fokozatosan megszilárdul.

A cement a beton kötőanyaga. A beton összetevői a kavics, a homok, a cement és a víz. A betonépítmények szilárdsága fokozható, ha az építménybe vasrudakból készült rácsozat van beágyazva és ezt töltik fel betonkeverékkel. Ez az építőanyag a vasbeton.

ÖSSZEFOGLALÁS

A szilikátok a szilikátsavak sói. Vízben nem oldódnak (kivéve az alkáli fémek szilikátjai), magas az olvadáspontjuk, hőállóak és kémiaileg passzív anyagok.

A szilikátipar termékei az üveg, a kerámia és a cement. Ezeket az építőiparban alkalmazzák; az üveget és a kerámiát különböző eszközök, művészeti termékek, háztartási cikkek gyártására is használják.

?

232. Az alábbi képletekből válasszátok ki, melyik anyaggal lép reakcióba a kálium-metaszilikát: HNO_3 , NaCl , MgSO_4 , O_2 . Írjátok fel a megfelelő reakcióegyenleteket.
233. Hogyan lehet megkülönböztetni a kalcium-karbonátot a kalcium-metaszilikáttól?
234. Írjátok fel azokat a reakcióegyenleteket, amelyek segítségével szilícium(IV)-oxidból kovasav (metaszilikát-sav) állítható elő.
235. Keressétek meg az anyag neve és a képlete közötti megfelelést:
- | <i>Az anyag neve</i> | <i>Kémiai képlet</i> |
|------------------------|---|
| 1) közönséges üveg; | a) Na_2SiO_3 , K_2SiO_3 (oldat); |
| 2) vízüveg; | b) $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$; |
| 3) kristályüveg; | c) $a\text{Na}_2\text{O} \cdot b\text{K}_2\text{O} \cdot c\text{CaO} \cdot d\text{B}_2\text{O}_3 \cdot e\text{SiO}_2$; |
| 4) laboratóriumi üveg; | d) $a\text{K}_2\text{O} \cdot b\text{PbO} \cdot c\text{B}_2\text{O}_3 \cdot d\text{SiO}_2$. |
236. A kémiai kísérletekhez miért üvegedényt és nem műanyagból készült edényt használnak?
237. Internet vagy más információforrás segítségével készítsetek rövid ismeretterjesztő előadást a fajanszról és a porcelánról, valamint alkalmazási területükről.

238. Az optikai üveg összetétele tömegszázalékban kifejezve: $\text{PbO} - 65,3$; $\text{SiO}_2 - 31,6$, a többi szennyező anyag. Vezessétek le az optikai üveg képletét, írjátok fel oxidok alakjában.

30 A műtrágyák. A talaj savassága

E téma tananyaga segít nektek:

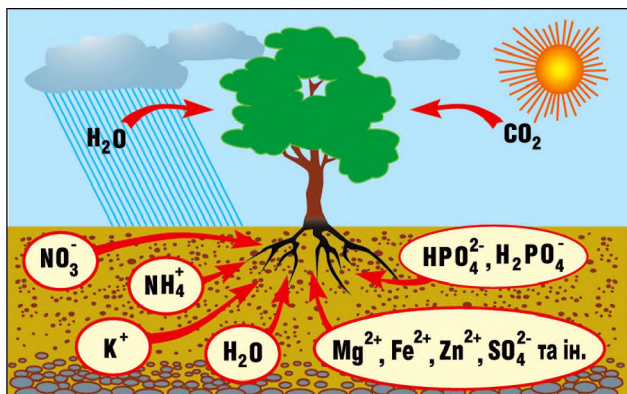
- megismerkedni a tápelem fogalmával;
- kideríteni, milyen anyagok szolgálhatnak műtrágyaként;
- megismerni a műtrágyák osztályozását;
- ismereteket szerezni a savanyú, a semleges és a lúgos talajokról.

A növényi tápelemek. A szerves trágya kedvező hatását régen ismerik, már az ókorban is felhasználták azt a tapasztalatot, hogy a növények jobban fejlődnek, ha állati és emberi eredetű trágyát juttatnak a talajba. Tudományos vizsgálatokból megállapították, hogy a növényeknek szükségük van néhány elemre a megfelelő fejlődéshez. Ezek a tápelemek (esszenciális elemek).

A legnagyobb mennyiségben igényelt elemek a szén, a hidrogén, az oxigén, a nitrogén, a foszfor és a kálium. Ezeket az elemeket *makroelemeknek* is nevezik. A fotoszintézis során a levegőben található szén-dioxid ellátja a növényt szénrel és oxigénnel, a talajból kapott víz pedig oxigénnel és hidrogénnel. A nitrogént, a foszfort és a káliumot a talajoldatból kapja a növény, melyben NO_3^- , NH_4^+ , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- , K^+ -ionok találhatóak (87. ábra). A makroelemek atomjaiból és ionjaiból épülnek fel a szénhidrátok, a fehérjék, a zsírok, az aminosavak, a vitaminok és más, a növényben található vegyületek.

A magnézium, a bór, a mangán, a vas, a réz, a cink, a kobalt és még néhány más elem élettanilag ugyanolyan fontos a növény számára, de kisebb mennyiségben. Ezek a *mikroelemek*.

87. ábra
A növények
táplálkozása



A trágyák. A nagyüzemi mezőgazdasági művelés lassan kimeríti a talaj ásványanyag-készletét. Helyenként a víz is kimossa a talajból a nitrogén, a foszfor és a kálium vízben oldódó ionjait. Ezeket kell visszatáplálni a talajba trágyázással.

A trágyák olyan anyagok, amelyekkel a talaj termőképességét javítják.

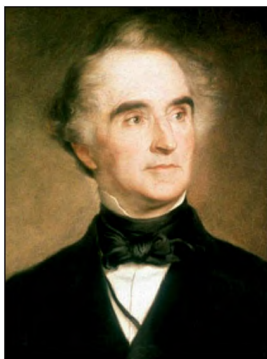
Ásványi eredetű *műtrágyákat* és *szerves* trágyákat különböztetnek meg. A műtrágyák szeretlen vegyületek, leginkább vízben oldható sók. A szerves trágyákhoz tartozik az állati eredetű istállótrágya, a baromfitrágya, valamint a növényi eredetű tőzeg, a komposzt (bomlott növényi maradékokat tartalmazó trágya).

Az ásványi műtrágyákat a XIX. században kezdték alkalmazni. Ekkor keletkezett egy új tudomány, az *agrokémia*¹, mely a talajban és a növényekben végbemenő kémiai és biokémiai folyamatokkal foglalkozott. Az agrokémia alapelveinek lefektetésében, ezáltal mint tudomány keletkezésében fontos szerepet játszott J. Liebig.

A műtrágya nem lehet bármilyen vegyület, amelyik a három legfontosabb tápelemet – a nitrogént, a foszfort és a káliumot – tartalmazza. Ezen felül meg kell felelnie bizonyos követelményeknek: a vízben való oldódásnak, valamint a toxicitás hiányának.

¹ Az *agro* görög eredetű szó, jelentése mező, vagyis a mezőgazdasággal foglalkozó kémia.

Justus von Liebig
(1803—1873)



Kiváló német kémikus, számos ország tudományos akadémiájának tagja. Kutatási területe volt mind a szervetlen, mind a szerves kémia. Több szerves vegyület előállítására fűződik a nevéhez: kloroform, acetaldehid, tejsav és néhány más szerves sav. Vizsgálta a halogének kimutatását, egyes fémek katalitikus tulajdonságait, ő fejlesztette ki a katalízis első elméletét. Fontos szerepet játszott a szerves kémia rendszerezésének első időszakában, a kémia biológiai alkalmazásában. Kidolgozta az erjedés és a rothadás kémiai elméletét, a növények ásványi táplálkozásának elméletét (1840). Az agrokémia egyik alapítója. Fontos szerepet játszott az ásványi műtrágyák mezőgazdasági bevezetésében.

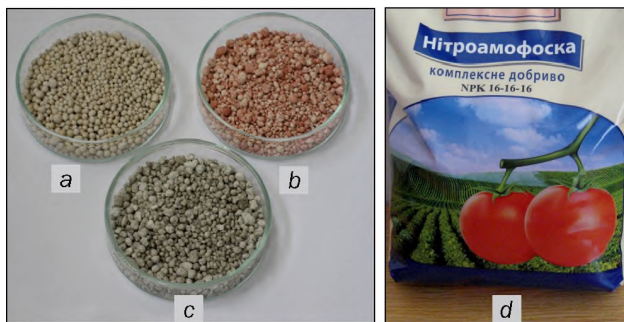
► Alkalmazható-e műtrágyaként a salétromsav? Miért?

Az ipar különféle műtrágyákat állít elő (88. ábra). Ezeket hatóanyaguk szerint osztályozzák: nitrogén-, foszfor-, kálium- és kevert (több tápelemet tartalmazó) műtrágyák. Az elterjedtebb műtrágyák nevét és összetételét a 10. táblázat tartalmazza.

88. ábra

Műtrágyák:

- a) mészzammonsalétrom;
- b) kevert műtrágya;
- c) egyszerű szuperfoszfát;
- d) nitro-ammofosz



Vannak bizonyos előírások a műtrágyák talajba juttatására. Hogy miből mennyit kell használni, az többek között a növény fajtájától, a talaj összetételétől és tulajdonságától és egyéb tényezőktől függ. A nitrogéntartalmú műtrágyák előírt mennyisége 30-100 kg hatóanyag 1 ha szántóföldre.

Műtrágyák

| Név | Osszetétel |
|-------------------------|--|
| Nitrogén-műtrágyák | |
| Ammónium-szulfát | $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ |
| Ammónsalétrom | NH_4NO_3 |
| Karbamid | $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ |
| Ammóniás víz | NH_3 vizes oldata |
| Foszfor-műtrágyák | |
| Egyszerű superfoszfát | $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ és $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ keveréke |
| Kettős superfoszfát | $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ |
| Csontliszt | $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ |
| Precipitát ¹ | $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ |
| Kálium-műtrágyák | |
| Kálium-klorid | KCl |
| Kálium-szulfát | K_2SO_4 |
| Kevert műtrágyák | |
| Kálisalétrom | KNO_3 |
| Ammofosz | $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ és $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ |
| Nitrofoszka (NFK) | $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, NH_4NO_3 és KCl (vagy K_2SO_4) keveréke |

Ha több tápanyagot juttatunk a talajba, mint amennyire a termésnek szüksége van, az nem növeli a hozamot, hanem felhalmozódik a növényekben, a talajvízbe kerül. A talajvízen át az ivóvízbe kerülő műtrágya mérgezést, az élővízekbe bejutva algásodást okoz. A korai, üvegházakban termelt zöldségeket csak mértékletesen szabad fogyasztani, mivel több bennük a tápelem-tartalom (főleg nitrát), mint a szabadföldbe ültetett növényekben. (Az üvegházakban levő talaj jobban kihasználódik, kimerül, amit műtrágyával pótolni kell.)

A műtrágyákat tavasszal szórják ki a földekre, a gyengén oldódóakat (pl. a precipitátot) többnyire ősszel.

Egyre nagyobb népszerűségnek örvend a meghosszabbított hatású műtrágya. Ezek lassan adagolják a tápanyagokat a talajba. Az ilyen műtrágyák

¹ Eredete latin: *precipitatio*, jelentése – lecsapódás vagy angol: *precipitation* – ülepités.

gyártásánál a részecskéket egy lassan oldódó fóliára viszik fel, melyen keresztül a tápanyagok nagyon lassan kerülnek a talajoldatba.

Az ásványi műtrágyák világtermelésének éves mennyisége eléri a százmillió tonnát. Az ukrán termelés vezetői az Ostchem vállalat, az Odesszai kikötői gyár, a Dnyiproazot és a Szumihimprom vegyi üzemek.

A talaj savtartalma. A talaj a föld felszínének felső, laza, termékeny rétege. Vastagsága 15-20 cm és 2 m között lehet. A talaj a földi élet egyik alapja, de csak élőlények közreműködésével képződhet. A talaj kémiai szempontból keverék. Alkotórészei között szilárd, folyadék-(oldat) és gázfázisú anyagokat találunk.

A talaj ásványi-anyag tartalma agyag, homok, mészkő, néhány más szervesetlen vegyület. A talaj szerves összetevője a humusz, az állati és a növényi maradékok mikroorganizmusok részvételével történő lebontásakor keletkező szerves anyagok (különösen a huminsavak) keveréke.

A talajoldatoknak különböző pH-értékei vannak (11. táblázat). A jelentős mennyiségű karbonátot tartalmazó talajnál a hidrogén-kitevő $\text{pH} > 7$, az agyagban és a humuszban gazdag talaj esetén a $\text{pH} < 7$.

11. táblázat

A talajok savasság szerinti osztályozása

| Talaj | pH-érték |
|---------------|-----------|
| Erősen savas | $< 5,4$ |
| Savas | $5,4—5,7$ |
| Gyengén savas | $5,8—6,2$ |
| Semleges | $6,3—7,3$ |
| Lúgos | $> 7,3$ |

Érdekes tudnivaló

A vadon élő növények túlsúlya a telken meghatározza a talaj savas jellegét.

A talaj savasságát meg lehet állapítani egy egyszerű kísérlettel. 1–2 g tömegű talajhoz öntsünk 5–10 ml vizet. Néhány percig keverjük az elegyet, majd szűrjük át a keveréket. Ezután az oldatot univerzális indikátorpapírral teszteljük, és az indikátor csomagolásán található színösszehasonlító-skálával meghatározhatjuk a talaj pH-értékét.

A talaj savassága nagyon fontos a növények számára. Egyes növények jobban fejlődnek savas talajon, mások semleges vagy lúgos talajt igényelnek. Ezt figyelembe kell venni az agronómusoknak, amikor különféle növények termesztését tervezik.

A talaj savanyúságát kalciumtartalmú vegyületekkel lehet csökkenteni, illetve megszüntetni. Erre a célra mészkövet (természetes kalcium-karbonát), mézsiszapot (a cukorgyártás mellékterméke) vagy oltott mész (kalcium-hidroxid) oldatot használnák. Ezek a vegyületek semlegesítik a talajban lévő savakat; a megfelelő reakciók termékei sók. Kiskertekben erre a célra növényi hamut (ami kálium-karbonátot tartalmaz) használnak.

A foszforliszt nevű műtrágya (ami lisztté őrölt foszforit-ásvány) vízben gyakorlatilag nem oldódik. Savas talajokon használják. A talajoldat savtartalma fokozatosan átalakítja a vízben nem oldódó $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ szabályos sót savas sókká – a gyengén oldódó CaHPO_4 -re és a vízben jól oldódó $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ -re, amelyek anionjait a növények gyökereiken keresztül már felszívják a talajból.

ÖSSZEFOGLALÁS

Makroelemeknek azokat a nélkülözhetetlen tápelemeket nevezzük, amelyek a legnagyobb mennyiségben fordulnak elő a növényekben. Ide tartozik a szén, az oxigén, a hidrogén, a nitrogén, a foszfor és a kálium. Az agrokémia a talajban és a növényekben végbemenő kémiai és biokémiai folyamatokkal foglalkozik.

A trágyák olyan anyagok, amelyekkel a talaj termőképességét javítják. A műtrágyák vízben oldható vegyületek, amelyek a növények számára legfontosabb tápelemeket tartalmazzák és nem mérgezőek.

Az ásványi műtrágyák többnyire szervesetlen vegyületek vagy azok keverékei. Az ipar nitrogén-, foszfor- és kálium-, valamint kevert típusú műtrágyákat gyárt.

A műtrágyákat előírás szerint, bizonyos normákat betartva alkalmazzák.

A talajok közegüktől függően lehetnek savasak, semlegesek és lúgosak. A talaj savassága hat a növények fejlődésére.

?

239. Határozzátok meg, melyik vegyületekre igaz az állítás. Műtrágyaként alkalmazható:
- nitrogén(IV)-oxid;
 - kalcium-nitrát;
 - nátrium-hidrogén-ortofoszfát;
 - kálium-hidrogén-karbonát;
 - kálium-oxid.
240. Két felcímkezetlen üvegben található ammofosz és precipitát. Fizikai tulajdonságuk segítségével hogyan tudnátok megkülönböztetni azokat?
241. Írjátok fel az ammónia savval való reakcióegyenletét, melynek során a reakciótermék az ammofosz összetételében található ammónium-hidrogén-ortofoszfát és ammónium-dihidrogén-ortofoszfát.
242. Internetes anyagok segítségével készítsetek egy ismertetőt a műtrágyák használatáról a szobanövények nevelésében.
243. Megváltozik-e a talaj savassága, ha kiszórják a talajra:
- hamuzsirt – K_2CO_3 ;
 - kálisalétromot;
 - ammónium-szulfátot?
- Ha megváltozik, akkor hogyan? Nagyobb vagy kisebb lesz a talaj-oldat pH-értéke? Válaszotokat indokoljátok.
244. Melyik műtrágyában: az ammónium-nitrátban vagy a karbamidban nagyobb a nitrogén tömeg-részaránya? Hányszor nagyobb?
245. Milyen tömegű ammónium-szulfáttal lehet helyettesíteni 1 t ammónsalétromot, hogy azonos mennyiségű nitrogén kerüljön a talajba?
246. Számítsátok ki a precipitát tömegét, amelyik annyi foszfort tartalmaz, mint 1 t kettős szuperfoszfát. Vegyétek figyelembe, hogy a műtrágyák kristályhidrátok (10. táblázat), és nem tartalmazznak szennyeződést.

Nitrátok az élelmiszerekben

A túladagolt nitrogéntartalmú műtrágyák miatt a nitráttartalmú élelmiszereknek egészségkárosító hatásuk van. A gyomorba bejutó nitrát(NO_3^-)-ionok nitrit (NO_2^-)-ionná redukálódnak, amelyek hatással vannak a hemoglobinnra; megzavarják az oxigén szállítását a szervezetben. Ezenkívül, a nitrit-ionok részvételével reakciók indulnak meg a szervezetben, melyek során mérgező vegyületek képződnek.

A kereskedelmi hálózatban található valamennyi zöldségféle esetében meg van határozva a nitrátok maximálisan megengedett mennyisége (határértéke). A számításokat a táplálkozásunkban szereplő különböző zöldségek súlyának és arányának figyelembevételével végzik, valamint azt is számításba veszik, hogy nyersen vagy feldolgozva fogyasztjuk azokat. A zöldségek mindenféle feldolgozása – főzés, párolás, sózás, savanyítás, pácolás, sütés – csökkenti az élelmiszer nitrát-tartalmát (a főzés például 40-70%-ban). Igaz ugyan, hogy feldolgozásnál a tápanyagok és a vitaminok egy része elvész.

31

Egyes ionok minőségi kimutatása

E téma tananyaga segít nektek:

- felidézni a minőségi reakciókról tanultakat;
- kimutatni egyes kationt és aniont minőségi reakciójuk segítségével.

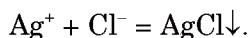
Képzeljétek el, hogy meg kell határoznotok, milyen anyag van az oldatban, vagy milyen vegyület található egy címke nélküli üvegben. Hasonló probléma merül fel a geológusok előtt egy ismeretlen ásvány összetevőinek meghatározásánál. Ehhez hasonló feladatokhoz használják az úgynevezett kvalitatív (minőségi) reakciókat. A minőségi reakciók lehetővé teszik bizonyos anyagok, kationok, anionok, valamint bizonyos anyagokban vagy oldatokban lévő szennyeződések kimutatását.

Minden minőségi reakciónál jellegzetes változás figyelhető meg: valamilyen szín megjelenése, csapadék képződése, gáz kialakulása – a rá jellemző fizikai és kémiai tulajdonságokkal. Nagyon fontos, hogy a reakció érzékeny legyen, vagyis a vizsgálandó anyag nagyon kis mennyiségének vagy igen híg oldatának alkalmazásakor is jól megfigyelhető változás álljon elő.

A szerves kémiában megismerkedtünk az *ezüst-tükör* reakcióval. Ez az aldehid-csoport minőségi reakciója: az ezüst-oxidos ammóniaoldat segítségével bármilyen aldehid-csoportot tartalmazó vegyületet – glükózt, hangyasavat – meg lehet különböztetni más vegyületektől.

► Milyen reakció segítségével lehet kimutatni a keményítő jelenlétét? Milyen változásokat figyelhetünk meg?

A 9. osztályos tanulmányaitokban végeztetek néhány anionra jellemző kísérletet. Például, a kloridion jelenlétének kimutatására ezüst(I)-nitrát oldatot kellett cseppenteni az oldathoz. Megfigyelhettétek, hogy a keletkező fehér csapadék még salétromsavban sem oldódik (89. ábra):



89. ábra
Az ezüst-klorid
csapadéka

► Milyen reagenssel (kémszerrel) mutathatjuk ki a karbonát-ionokat az oldataikban? Kimutathatók-e ilyen módon a karbonát-ionok szilárd sóikban?

A szulfátokat bárium-klorid oldattal mutatjuk ki, mivel a szulfátionok a báriumionokkal egy fehér, finomszemcsés, nagyon rosszul oldódó csapadékot képeznek, mely sósavban nem oldódik. Nyilvánvaló, hogy ez a minőségi reakció alkalmazható a bárium-ionok kimutatására is.

3. SZÁMÚ LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

Ba²⁺-kation kimutatása az oldatban

Öntsetek a kémcsőbe 1-2 ml bárium-klorid- vagy bárium-nitrátoldatot és adjatok hozzá néhány csepp híg kén-savoldatot¹. Milyen változás figyelhető meg?

Írjátok fel a minőségi reakció molekula- és ionegyenletét.

A reakció eredménye alapján állíthatjuk-e, hogy a csapadék savakban nem oldódik?

- Próbáljatok magyarázatot adni arra, hogy a BaSO₄ miért nem lép reakcióba sem a sósavval, sem a salétromsavval. Vegyétek figyelembe a savak erősségét és a bárium-sók vízben való oldhatóságát.

A vas-ionokat oldataikban lúg segítségével lehet felismerni.

4. SZÁMÚ LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

Fe²⁺-kation kimutatása az oldatban

A kémcsőben található 1-2 ml vas(II)-szulfát-oldathoz öntsetek 1 ml nátrium-hidroxid-oldatot. Milyen változás figyelhető meg?

Írjátok fel a minőségi reakció molekula- és ionegyenletét.

¹ Kénsav helyett használhatunk nátrium- vagy kálium-szulfát oldatot is.

Néhány perc múlva vizsgáljátok meg újra a kémcső tartalmát. Milyen változás tapasztalható? Mivel magyarázható? A válaszotokat támassátok alá reakcióegyenlettel.

5. SZÁMÚ LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

Fe³⁺-kation kimutatása az oldatban

Öntsetek a kémcsőbe 1-2 ml vas(II)-klorid-oldatot, majd adjatok hozzá 1 ml nátrium-hidroxid-oldatot. Milyen változás figyelhető meg?

Írjátok fel a minőségi reakció molekula- és ionegyenletét. Egy kis idő elteltével változik-e a csapadék színe?

► Kimutatható e a Fe²⁺-ion lúg segítségével, ha Fe³⁺-kation is jelen van az oldatban?

Lúgot használnak az ammónium-ionok kimutatására is. Ezt a minőségi reakciót más kationok vagy anionok nem befolyásolják, így az ammónium-sókat tartalmazó nitrogén-műtrágyák meghatározására is használható.

6. SZÁMÚ LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

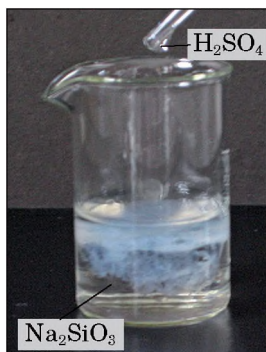
NH₄⁺-kation kimutatása az oldatban

A kémcsőben található 1-2 ml ammónium-klorid, -szulfát vagy -nitrát oldathoz öntsetek 1 ml nátrium-hidroxid oldatot. Megfigyelhető-e az ammóniára jellemző szag megjelenése?

Írjátok fel a minőségi reakció molekula- és ionegyenletét.

Melegítsétek meg az oldatot tartalmazó kémcsövet (de ne forrásig!), és tartsatok desztillált vízzel nedvesített indikátorpapírt a kémcső szája elé. Milyen változás figyelhető meg? Miért változik meg az indikátorpapír színe? Válaszotokat támassátok alá reakcióegyenlettel.

A szilikát-ionok jelenlétét az oldatban savval mutathatjuk ki. A vízüveg és a sav reakciójánál a kovasav (metaszilikát-sav) fehér, kristályos csapadék képződik (90. ábra).



90. ábra
Kovasav
csapadékának
kialakulása

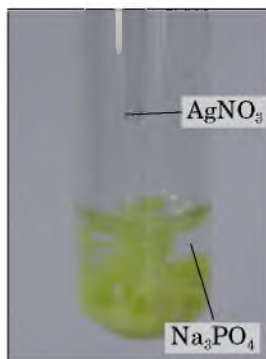
7. SZÁMÚ LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

SiO_3^{2-} -anion kimutatása az oldatban

A kémcsőben található 1-2 ml nátrium-szilikát (Na_2SiO_3) oldatához cseppentsetek 1 ml kénsavoldatot. Milyen változás figyelhető meg?

Írjátok fel a minőségi reakció molekula- és ionegyenletét.

Az ortofoszfát-ion kimutatására (91. ábra) ezüst-nitrát oldatot használnak.



91. ábra
A sárga ezüst(I)-
ortofoszfát
csapadékának
kialakulása

8. SZÁMÚ LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

PO_4^{3-} -anion kimutatása az oldatban

A kémcsőben található 1-2 ml nátrium-ortofoszfát-oldathoz cseppentsetek 2 csepp ezüst(I)-nitrát-oldatot. Milyen változás figyelhető meg?

Írjátok fel a minőségi reakció molekula- és ioneqyenletét.

Vizsgáljátok meg, oldódik-e a kapott csapadék a salétromsav oldatában.

Néhány ionra vonatkozó minőségi reakciót a Függelék tartalmaz (230. old.).

ÖSSZEFOGLALÁS

Különböző anyagok vagy ionok oldataikban való kimutatására az adott vegyület (ion) minőségi reakcióját használják. Minden minőségi reakciónál jellegzetes változás figyelhető meg: valamilyen szín megjelenése, csapadék képződése, gáz kialakulása – a rá jellemző fizikai és kémiai tulajdonságokkal.

A bárium-ion oldataiban kénsavval vagy szulfát-ionnal mutatható ki, a vas- és az ammónium-ionokat lúgok segítségével. A szilikát-ionok kimutatására a savakkal történő reakcióját használják, az ortofoszfát-ion kémszere az ezüst(I)-nitrát oldata.

?

247. Lehet-e kvalitatív (minőségi) reakciónak nevezni az adott ionnak végbemenő reakcióit? Válaszokat indokoljátok.
248. Állítatok össze reakciókat a klorid-ionok minőségi kimutatásához: az egyik esetben a két reagens só, a másokban só és sav között játszódjon le a folyamat.
249. Használhatjuk-e a nátrium-karbonátot a kalcium-ionok vízben történő kimutatására? Válaszokat indokoljátok.
250. A karbonát-ionok kimutatására szolgáló minőségi reakcióban szén-dioxid gáz keletkezik. Hogyan bizonyítható, hogy a gáz valóban szén-dioxid?
251. A tanuló savban oldott fel egy vasszöget. Annak megállapítására, hogy Fe^{2+} - vagy Fe^{3+} -ionok találhatóak-e az oldatban, egy kevés nátrium-hidroxid oldatot öntött hozzá. Nem alakult ki csapadék. Mi lehetett ennek az oka? Mit kell tennie a tanulónak, hogy a minőségi reakció sikeresen menjen végbe?

1. SZÁMÚ GYAKORLATI MUNKA

A sók összetételének minőségi vizsgálata

Rendelkezesetekre állnak a következő oldatok: kénsav, nátrium-hidroxid, nátrium-klorid, ezüst(I)-nitrát, valamint kémsötartó kémsövekkel, pipetta, üvegpálcika.

Végezzétek el a tanár által kijelölt feladatokat.

I. VÁLTOZAT

1. feladat. Határozzátok meg a vas(III)-klorid minőségi összetételét.

2. feladat. Két megszámozott kémsőben bárium-nitrát és ammónium-nitrát oldatai találhatóak. Határozzátok meg mindkét kémső tartalmát.

II. VÁLTOZAT

1. feladat. Határozzátok meg a vas(II)-szulfát minőségi összetételét.

2. feladat. Két megszámozott kémsőben nátrium-szilikát és nátrium-ortofoszfát oldatai találhatóak. Határozzátok meg mindkét kémső tartalmát.

A munka megkezdése előtt gondoljátok át az egyes feladatokkal kapcsolatos műveleteket, és készítsetek kísérleti tervet (munka menetét). Készítsetek jegyzőkönyvet az alábbi táblázatok használatával.

1. feladat

| A meghatározandó ion képlete | A reagáló ion (kémszer) képlete | Megfigyelések |
|--|---------------------------------|---------------|
| ... | ... | ... |
| A reakcióegyenlet (molekuláris és ion-molekula alakban): | | |

2. feladat

| A kémső száma | A kémszer képlete | Megfigyelések | Következtetés (az oldott só képlete) |
|--|-------------------|---------------|--------------------------------------|
| ... | ... | ... | ... |
| A reakcióegyenlet (molekuláris és ion-molekula alakban): | | | |

?

252. Hogyan lehet egy oldatban kimutatni:
a) H^+ , NH_4^+ - és Ba^{2+} -kationok jelenlétét;
b) OH^- , CO_3^{2-} - és SO_4^{2-} -anionok jelenlétét?
Válaszokat támasszátok alá molekula- és ion-molekulaegyenletek formájában felírt reakcióegyenletekkel.
253. Hogyan lehet kimutatni a vegyületnek megfelelő kation és anion jelenlétét a következő vegyületek oldataiban:
a) bárium-klorid; c) ammónium-ortofoszfát;
b) vas(III)-szulfát.
254. Javasoljatok megoldást a számozott kémcsövekben lévő oldatok felismerésére:
a) Na_2CO_3 és $NaHCO_3$;
b) Na_2SiO_3 , Na_3PO_4 és Na_2CO_3 ;
c) Na_2S , Na_2SO_4 és Na_2SO_3 ;
d) $NaCl$, Na_2CO_3 és NH_4Cl .

32 A kémiai elemek biológiai jelentősége

E téma tananyaga segít nektek:

- elképzelést alkotni a kémiai elemek elterjedtségéről a növényi és az állati szervezetekben;
- ismereteket szerezni egyes elemek élettani hatásáról;
- bővíteni ismereteiteket a biogén elemekről, a makro- és a mikroelemekről.

A nemfémes elemek és az élő szervezetek.

Minden élő szervezet alapja a víz és a szerves vegyületek: elsősorban a fehérjék, a zsírok, a szénhidrátok, a nukleinsavak. A vízmolekulák hidrogénből és oxigénből állnak; a zsírok és a szénhidrátok összetevői a szén, a hidrogén és az oxigén; a fehérjék és a nukleinsavak ezen felül még nitrogén-, kén- és foszforatomot is tartalmaznak. Ezt a hat elemet nevezik organogén, vagy a mai nyelvhasználatban elsődleges biogén elemeknek. Az élő

Érdekes tudnivaló

A szén az élet elemének nevezik.

szervezetekben ezeknek az elemeknek a tömegrész-aránya mintegy 97-98% (12. táblázat).

12. táblázat

Az élő szervezetekben található kémiai elemek mennyisége
(A. P. Vinogradov* tanulmánya alapján)

| Kémiai elem | Átlagos tömegrész-arány, % | |
|-------------|----------------------------|-----------------------|
| | növényekben | állatok szervezetében |
| Oxigén | 70 | 62 |
| Szén | 18 | 21 |
| Hidrogén | 10 | 9,7 |
| Nitrogén | 0,3 | 3,1 |
| Kalcium | 0,3 | 1,9 |
| Kálium | 0,3 | 0,27 |
| Foszfor | 0,07 | 0,95 |
| Magnézium | 0,07 | 0,03 |
| Kén | 0,05 | 0,16 |
| Nátrium | 0,02 | 0,1 |
| Vas | 0,02 | 0,01 |

*A. P. Vinogradov (1895-1975) neves geokémikus.

A táblázat adataiból kitűnik, hogy a növényi és az állati szervezetek elemi összetétele nagyon hasonló.

A 29. §-ban szó volt arról, hogy milyen elemekre van szükség a növények fejlődéséhez. Ismeretet szereztetek arról, hogy vannak makro- és mikroelemek. A makroelemek a növények számára nagyobb mértékben szükségesek, ezért találhatók ezek a műtrágyák összetételében. A három makroelem közül kettő – a nitrogén és a foszfor, a mikroelemek között a bór, a klór – nemfémes elemek. A kén a két csoport között helyezkedik el, ún. másodlagos biogén elem.

A nemfémek többségét a növények ionok formájában – NO_3^- , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- , SO_4^{2-} , valamint NH_4^+ – veszik magukhoz a talajból. A szén, a hidrogén és az oxigén a fotoszintézis során kerül a növénybe: a szén a szén-dioxidból, a hidrogén a vízből, az oxigén mindkettőből.

Az állati és az emberi szervezetek számára a fent nevezett elemek közül majdnem mind nélkülözhetetlen, sőt más elemek is elengedhetetlenek. A kén a fehérjék összetételében található. A klór az emésztésben játszik szerepet, de a vér is tartalmazza ezt az elemet. A PO_4^{3-} -ion a $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ vegyület, a PO_4^{3-} és a F^- a $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ vegyület összetételében található; mindkét vegyület a csont és a fogak szeretlen alkotórésze. A fogzománc erősítése céljából tesznek a fogkrémekbe fluorvegyületet. Az ember és más gerincesek pajzsmirigye által termelt hormonok egyik csoportja is tartalmaz jódot, így nélkülözhetetlen. Mivel az ivóvíz kevés jódot tartalmaz, ezért ajánlják étkezéshez a jódosított só használatát (92. ábra). A jódosított só 0,001–0,01%-ban tartalmaz KI vagy KIO_3 vegyületet.



92. ábra
Jódosított
étkezési só

A fémek és az élő szervezetek. Az élő szervezetekben fémekből tömegszázalékban sokkal kevesebb van, mint nemfémekből, de nagyobb a változatosságuk.

A kálium egyike a növények makroelemeinek. Nátrium- és kálium-ionok minden sejtben talál-

hatóak, a magnézium a klorofill (vegyület, mely a fotoszintézist irányítja) összetételében található. A mikroelemek közül a cink, a mangán, a vas, a nikkell, a réz, a molibdén és még néhány más elem. A növények természetesen ionok formájában veszik fel azokat, pontosabban kationok formájában: K^+ , Mg^{2+} , Zn^{2+} stb.

Az állati és az emberi szervezetben több a fémes elem, mint a növényekben. A vas a hemoglobin legfontosabb alkotórésze, az oxigénmolekulák szállításához elengedhetetlen. Kalcium van a csontokban, a fogakban, a tojáshéjban, a csigaházban. Ca^{2+} -kation szükséges az izmok ingerlékenységéhez (hiányában izomgörcsök lépnek fel), a véralvadáshoz. A Na^+ - és a K^+ -ionok egyensúlya fontos a szív, az izmok működéséhez és az anyagcsere-folyamatoknál. Fémes mikroelemeket különböző enzimek tartalmaznak.

A kalcium-szükségletet a szervezet főleg tej és tejtermékekkel fedezi. A nátriumot konyhasóval pótolja, amiből naponta 3-5 g kell fogyasztani. A legtöbb kálium a babban, az aszalt sárgabarackban, a szőlőben található, a vas az almában, a hajdinában, a céklában, a zöldsalátákban.

Az emberi szervezetben 15 létfontosságú biogén elem található, ebből 10 fémes (Na, K, Mg, Ca, Fe, Zn, Mn, Cu, Co, Mo) és 5 nemfémes (P, S, Cl, I, Se). Ezek a mikroelemek mindössze néhány ezrelékben fordulnak elő az élő szervezetekben, ennek ellenére nélkülözhetetlenek, hiszen legtöbbjük az életfolyamatokhoz szükséges makromolekulák egy-egy alkotója.

Meg kell jegyezni, hogy nemcsak egy elem hiánya, hanem a többlete is negatívan hathat a szervezet fejlődésére.

ÖSSZEFOGLALÁS

Minden élő szervezet alapja a víz és a szerves vegyületek. Biogén elemeknek nevezik azokat a kémiai elemeket, amelyek atomjai részt vesznek az élő szervezetek felépítésében. Az elsődleges biogén elemek (organogén elemek) a szén, a hidrogén, az oxigén, a nitrogén, a kén és a foszfor.

A nemfémek az élő szervezetekben anion formájában, a fémek kationokként vannak jelen.

Minden makro- vagy mikroelem egy vagy több fontos feladatot lát el az élő szervezetben.

?

255. Véleményetek szerint a szilícium az élő szervezetekben miért található csak nyomokban, míg a földkéreg második leggyakoribb eleme?
256. Milyen kémiai átalakulások történnek a nitrogénvegyületekkel az emberi szervezetben?
257. Internetes anyagok vagy más információs forrás segítségével készítsetek rövid előadást a következő témákból:
- a) a talaj nitrogénhiányának hatása a zöldségfélék fejlődésére;
 - b) mikroelemek a *tenger gyümölcseiből* készült ételekben.
258. A 12. táblázat a szén és a hidrogén növényekben való előfordulásával kapcsolatos adatait felhasználva határozzátok meg, hogy a növényekben levő melyik elem atomjából van több, és hányszor több van belőle?
259. Az állati szervezetek nátrium- és kálium-tömegszázalékos tartalma (12. táblázat) alapján határozzátok meg, hány K^+ -ion jut minden 10. Na^+ -ionra?
260. Az emberi szervezet kalciumtartalma mintegy 1,5%. Milyen anyagmennyiségű és tömegű kalcium található a ti szervezeteitekben?

33

A szerves vegyületek közötti származási kapcsolatok

E téma tananyaga segít nektek:

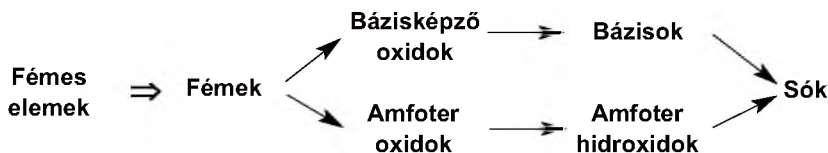
- megismételni az egyszerű anyagok és a szerves vegyületek kémiai tulajdonságait;
- bővíteni ismereteiteket a különböző csoportokba tartozó vegyületek közötti átalakítási lehetőségekről.

Már tudjátok, hogy az egy és ugyanazon elem által képződött anyagok között kapcsolatok vannak, és kémiai tulajdonságaikat figyelembe véve egyik a másikba átalakítható. Ezeket a kapcsolatokat származási (genetikai) kapcsolatoknak nevezzük. Ebben a paragrafusban az egyszerű anyagok és vegyületeik közötti összefüggést és átalakításaikat vizsgáljuk meg, egyben összegezzük a szeretlen vegyületek osztályozásával és kémiai tulajdonságaival kapcsolatos ismereteket (az összefoglaló táblázatok a Függelékben találhatóak).

Az anyagok közötti kapcsolat az eredetükkel magyarázható. A fémek egyszerű anyagai a fémek, ezek bázisképző vagy amfoter oxidokat alkotnak¹. A bázisképző oxidok a bázisoknak, az amfoter oxidok az amfoter hidroxidoknak felelnek meg (10. vázlat). Az oxidokban, a hidroxidokban, a sók többségében a fémek elemek fém-kationként vannak jelen.

10. vázlat

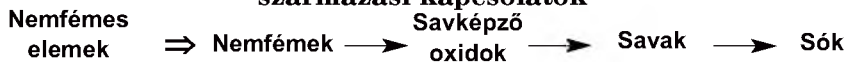
A fémekből származó anyagok közötti származási kapcsolatok



A nemfémek egyszerű anyagként olyan nemfémek, amelyek savképző oxidokat alkotnak². Ezekből az oxidokból származnak az oxigéntartalmú savak (11. vázlat). Ezekben a vegyületekben vannak az anionok, amelyek a savalkotó elemet tartalmazzák.

11. vázlat

A nemfémekből származó anyagok közötti származási kapcsolatok



Mindkét vázlat kiegészíthető, illetve egymáshoz kapcsolható. Hiszen azok a sók, melyek biná-

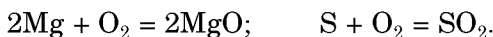
¹ Azok az oxidok, melyekben a fémek elem oxidációs száma +6 vagy +7, savképző oxidoknak felelnek meg. Ilyen például a CrO_3 , a Mn_2O_7 . Ezeknek az oxidoknak a H_2CrO_4 és a HMnO_4 savak felelnek meg.

² Kivétel a nem só-képző oxidok: CO , NO , N_2O , H_2O .

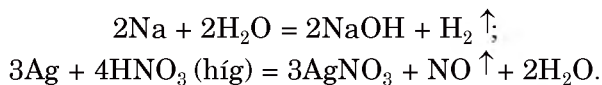
ris vegyületek, fémek, valamint nemfémek elemekből (a periódusos rendszer VI. és VII. csoportjának elemei – kivétel az oxigén) állnak. Ezek az oxigénmentes savak sói, melyek fém-kationt és nemfém-aniont tartalmaznak

A kémiai tulajdonságok alapján kialakuló kapcsolatok. Egyszerű és összetett anyagok részvételével történő kémiai reakciók végbemehetnek oldatokban vagy szilárd halmazállapotú keverékekben, normál körülmények között vagy hőmérséklet hatására, katalizátor jelenlétében vagy nélküle. Egyes reakciókban az elemek oxidációs száma változik, másokban nem, vagyis az anyagok között a reakciók lehetnek változatosak.

Az egyszerű anyagok részvételével végbemenő kémiai átalakulások. A fémek és a nemfémek (egyes kivételtől eltekintve) oxidok keletkezésével reagálnak az oxigénnel:

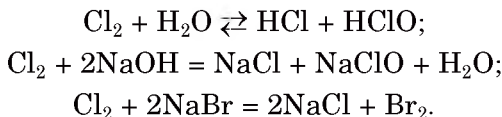


Az alkáli- és alkáli földfémek reakcióba lépnek a vízzel, a fémek többsége savakkal és sókkal. A reakciók lehetősége és lefolyásának sajátosságai a fémek a fémek aktivitási sorában való elhelyezkedésétől függ. Ezekre a kölcsönhatásokra példa a következő két reakcióegyenlet:



► Nevezzék meg a vas és a sósav, valamint a réz(II)-szulfát között lejátszódó reakciók termékeit.

Az aktívabb nemfémek reagálnak vízzel, lúggal, sókkal:



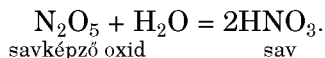
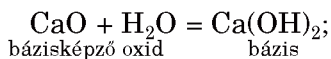
Jegyezzék meg: az egyszerű anyagok részvételével végbemenő kémiai átalakulások oxidációs-redukációs folyamatok.

Az oxidokkal és az oxidok hidrátjaival végbemenő kémiai átalakulások. Az alkáli- és

Érdekes tudnivaló

A nátrium oxigénnel való reakciója eredményeként Na_2O_2 peroxid keletkezik Na_2O keverékkel.

az alkáli földfémek oxidjai reagálnak vízzel; a reakció terméke lúg (vízben oldódó bázis) vagy vízben kevésbé oldódó bázis. A savképző oxidok vízzel reagálva (kivételek a SiO_2) savat alkotnak. Látható, hogy az oxidok és a vízzel való kölcsönhatás termékei hasonló kémiai jelleggel rendelkeznek: bázisos vagy savas:



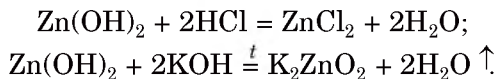
Érdekes tudnivaló

A metafoszfor-sav az egyetlen oxigéntartalmú sav, mely még magas hőmérsékleten sem bomlik fel.

A folyamat visszafelé is igaz. A vízben nem oldódó bázisok hő hatására bázisképző oxidra bomlanak, az oxigéntartalmú savakból savképző oxidok keletkeznek (a szénsav és a kénessav esetében már közönséges körülmények között is végbemege ez a folyamat). Az amfoter hidroxidok termikus bomlásánál amfoter oxid és víz keletkezik.

► Írjátok fel a króm(III)-hidroxid termikus bomlásának reakcióegyenletét.

Számos kémiai átalakulás van különböző jellegű összetett anyagok között. Mindegyik sav–bázis reakció során megfelelő só keletkezik. Bázisképző oxidok és bázisok savképző oxidokkal és savakkal lépnek reakcióba. Az amfoter oxidok és a hidroxidok savas és lúgos jellegű anyagokkal is reagálnak:

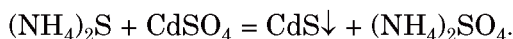


► Írjátok fel a cink-hidroxid és a kálium-hidroxid vizes oldata között lejátszódó reakció egyenletét.

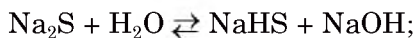
Jegyezzétek meg: két azonos kémiai jellegű anyag – bázis, amfoter vagy sav – nem lép reakcióba egymással.

A sók részvételével végbemenő kémiai átalakulások. A sók nem mutatnak sem bázisos, sem savas tulajdonságot. A só lúggal való reakciójánál új bázis és só, savval való kölcsön-

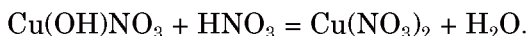
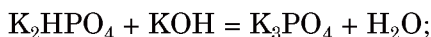
hatásánál új sav és só keletkezik; két só közötti kölcsönhatásnál a reakciótermék két másik só:



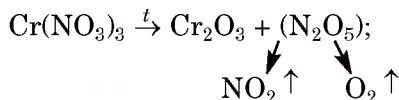
Némely szabályos só vízben való oldódásánál kölcsönhatásba lép az oldószerrel és hidrolízis megy végbe, melynek eredményeként savas vagy bázisos só képződik:



A savanyú sóhoz lúgot vagy a bázisos sóhoz savat adva, újra szabályos sót kapunk:



Számos só hőmérséklet hatására felbomlik:



Az anyagok folyamatos átalakításait gyakran megfelelő vázlatokkal szemléltetik, amelyekben fel lehet tüntetve a kiinduló, a köztes és a keletkező anyag; felírhatják a reagensek képleteit, illetve a reakciók feltételeit.



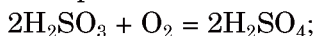
A paragrafusban található tananyag a 13. táblázatban van röviden összefoglalva.

Több olyan átalakítási reakció ismeretes, amikor egy csoportba tartozó anyagot azonos csoportba tartozó más anyaggá alakítanak. Az ilyen reakciók példái:

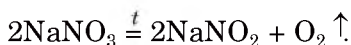
- oxid átalakítása másik oxiddá

$$2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2;$$
- bázis átalakítása másik bázissá

$$4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3;$$
- oxigéntartalmú savból egy másik oxigéntartalmú savat kapunk



- szabályos sóból egy másik só keletkezik



**Kémiai átalakulások
különböző vegyületcsoportba tartozó anyagok részvételével**

| Reagensek | A vegyület kémiai jellege | Példák |
|---|---------------------------|--|
| oxid + víz | Nem változik | $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH};$ $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ |
| oxid hidratja (bomlás) | | $\text{Fe}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t} \text{FeO} + \text{H}_2\text{O} \uparrow;$ $\text{H}_2\text{SiO}_3 = \text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O} \uparrow;$ $2\text{Al}(\text{OH})_3 \xrightarrow{t} \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \uparrow$ |
| Só + lúg (oldatban) | | $\text{MgCl}_2 + 2\text{KOH} = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{KCl}$ |
| Só + sav (oldatban) | | $(\text{NH}_4)_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{S} \uparrow + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ |
| Só + só (oldatban) | | $3\text{AgNO}_3 + \text{AlCl}_3 = 3\text{AgCl} \downarrow + \text{Al}(\text{NO}_3)_3$ |
| Bázisképző oxid (bázis) + savképző oxid (sav) | Megváltozik | $\text{BaO} + \text{SO}_2 = \text{BaSO}_3;$ $\text{CaO} + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O};$ $3\text{LiOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Li}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ |
| Amfoter-oxid (hidroxid) + savképző oxid (sav) | | $\text{ZnO} + \text{SiO}_2 \xrightarrow{t} \text{ZnSiO}_3;$ $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HNO}_3 = \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ |
| Amfoter-oxid (hidroxid) + bázisképző oxid (bázis) | | $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO} \xrightarrow{t} \text{Mg}(\text{AlO}_2)_2;$ $\text{Sn}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4]$ |

ÖSSZEFOGLALÁS

Azokat az anyagok közötti kapcsolatokat, amelyek származásukon és kémiai tulajdonságaikon alapulnak, származási (genetikai) kapcsolatoknak nevezik.

A fémek elemekből származnak a fémek, a bázisképző vagy amfoter oxidok, a bázisok vagy az amfoter hidroxidok; a nemfémek ele-

mekből a nemfémek, a savképző oxidok, a savak. Mindegyik vegyület bizonyos reakciók következtében megfelelő sókká alakul.

Az egyszerű anyagok reagálnak az oxigénnel, a fémek, aktivitásuktól függően vízzel, savakkal, sókkal. Az aktív nemfémek reagálnak vízzel, lúgokkal, egyes sókkal.

A szervesetlen vegyületek között lejátszódó reakciók végbemehetnek a kémiai jelleg változásával és a jelleg változása nélkül is.

?

261. Keressétek meg a megfelelőséget az oxid képlete és típusa között:

| <i>A oxid képlete</i> | <i>Az oxid típusa</i> |
|-----------------------|-----------------------|
| 1) I_2O_5 ; | a) bázisképző oxid; |
| 2) Ag_2O ; | b) amfoter oxid; |
| 3) Cl_2O ; | c) savképző oxid. |
| 4) PbO ; | |
| 5) FeO ; | |

262. Nevezzetek meg két olyan savképző oxidot, melyeknek vízzel való reakciója megfordítható folyamat. Írjátok fel a megfelelő reakcióegyenleteket.

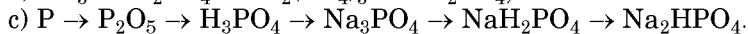
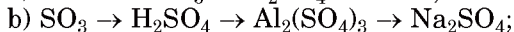
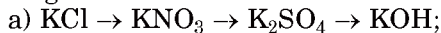
263. Állítsátok össze és írjátok le az összes reakcióegyenletet, ami az alábbi oxidok között végbemehet: ZnO , MgO , P_2O_5 , SO_3 , Li_2O .

264. Milyen körülmények között megy végbe a nátrium-klorid és a kénsav közötti reakció? Válaszotokat indokoljátok és írjátok fel a megfelelő reakcióegyenletet.

265. A salétromsav reakcióba lép a bárium-karbonáttal, de nem reagál sem a bárium-kloriddal, sem a bárium-szulfáttal. Mivel magyarázható ez a tény? Írjátok fel a reakciót molekula- és ionmolekula egyenlettel.

266. Az Ag_2S és a $NaNO_3$ sók nem lépnek cserebomlási reakcióba semmilyen más sóval. Mivel magyarázható ez?

267. Írjátok fel azokat a reakcióegyenleteket, melyek segítségével meg lehet valósítani az alábbi átalakulási sémákat:



268. 10,7 g ammónium-klorid és megfelelő mennyiségű lúgos oldat reakciójával 4,03 liter ammóniagáz (n.k.k.) keletkezett. Határozzátok meg a reakció termékhozamát.

269. 27,6 g kálium-karbonát és 7,1 g foszfor(V)-oxid keverékét a gázkiválás megszűntéig hevítették. Mi a reakció szilárd maradéka? Határozzátok meg a maradék összetevőinek tömegszázalékos összetételét.

2. SZÁMÚ GYAKORLATI MUNKA

A szervesetlen vegyületek közötti származási kapcsolatok

Rendelkezésekre állnak a következő oldatok: nátrium-karbonát, nátrium-hidroxid, bárium-nitrát, szalmiákszesz, kénsav, valamint az I. változat számára nátrium-hidrogén-karbonát és alumínium-klorid, a II. változat számára nátrium-tetrahidroxo-aluminát és vas(III)-klorid; ezen felül kémcsőtartó kémcsövekkel, pipetta.

Végezzétek el a tanár által kijelölt feladatokat.

I. VÁLTOZAT

1. feladat. Válasszatok reagenseket (a kiadott vegyszerek közül) és végezzétek el azokat a reakciókat, melyek segítségével meg lehet valósítani a szén vegyületeinek átalakítási sémáját: $\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{BaCO}_3 \rightarrow \text{CO}_2$.

2. feladat. A rendelkezésekre álló vegyszerek segítségével állítsatok elő alumínium-kloridból alumínium-hidroxidot (többféle módon).

II. VÁLTOZAT

1. feladat. Válasszatok reagenseket (a kiadott vegyszerek közül) és végezzétek el azokat a reakciókat, melyek segítségével meg lehet valósítani az alumínium vegyületeinek átalakítási sémáját: $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3$.

2. feladat. A rendelkezésekre álló vegyszerek segítségével állítsatok elő vas(III)-kloridból vas(III)-hidroxidot (többféle módon).

A munka megkezdése előtt gondoljátok át az egyes feladatokkal kapcsolatos műveleteket, és készítsetek kísérleti tervet: az 1. feladatban például az átalakítási vázlaton lévő nyilak fölé írjátok oda a reagensek képletét.

Készítsetek jegyzőkönyvet: a munka menetét, a megfigyeléseket, a következtetéseket és a reakcióegyenleteket molekuláris alakban, valamint ion-molekula formájában írjátok be a táblázat megfelelő oszlopába:

| A munka menete (műveletek sorrendje) | Megfigyelések | Következtetés |
|---|---------------|---------------|
| <i>...feladat</i> | | |
| ... | ... | ... |
| Reakcióegyenlet: | | |

?

270. Az I. változat 1. feladatában melyik átalakítást lehet elvégezni vegyszerek nélkül? Írjátok fel a megfelelő reakcióegyenletet.
271. Milyen reagenst kellene a nátrium-hidrogénkarbonáthoz adni, hogy bárium-karbonát keletkezzen? Írjátok fel a reakcióegyenletet.
272. Hogyan lehet az alumínium-nitrátból egyetlen reakció segítségével alumínium-szulfátot előállítani? Írjátok fel a megfelelő reakcióegyenletet, jelöljétek a körülményeket.
273. Lehet-e nátrium-tetrahydroxi-aluminát részvételével olyan reakciót végezni, ahol a reakciótermék alumínium-nitrát lesz. Írjátok fel a megfelelő reakcióegyenletet molekuláris és ion-molekula formájában.
274. Állítsatok össze kísérleti tervet az alábbi átalakítási vázlatok megvalósításához:
- a) $\text{MgCO}_3 \rightarrow \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{MgCl}_2 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2$;
- b) $\text{Zn} \rightarrow \text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{ZnSO}_4$;
- c) $\text{CuO} \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cu}$.
- A vázlaton lévő nyilak fölé írjátok oda a reagensek képletét, és írjátok fel a reakcióegyenleteket molekuláris és ion-molekula formájában.

5. rész

A kémia és az emberiség fejlődése

Az anyagok világában élünk. Egyre újabb és újabb anyagokat állítanak elő, így számuk feltartóztathatatlanul növekszik. Az új anyagok és a belőlük készített eszközök előnyös tulajdonságaik miatt fokozatosan kiszorítják a korábbiakat.

Az ipar, az energetika, a közlekedés fejlődésével, a fogyasztás növekedése folytán egyre több ipari és háztartási hulladék kerül a környezetbe. A hulladékok megbontják a környezet egyensúlyát, károsítják az élő szervezeteket.

Ebben a részben a kémia szemüvegén át vizsgáljuk meg az emberi civilizáció fejlődésének pozitív és negatív irányzatát. Tudomást szereztek arról, mit kell tennie az emberiségnek, hogy megóvhassa a környezetet. Egyik legfontosabb lépés – az ökológiai kultúra kialakítása. A környezetvédelem sikere nagymértékben függ a kémiai eredményektől, a természettudományos műveltségtől.

34 A kémia és a civilizáció fejlődése

E téma tananyaga segít nektek:

- értékelni a kémia szerepét az új anyagok létrehozásában, jelentőségét a nyersanyag-, az energetikai- és az élelmiszer-problémák megoldása terén;
- tudatosítani a kémia szerepét az új technológiák fejlesztésében.

A kémia szerepe az új anyagok létrehozásában. A XX. században a hagyományos anyagok már nem tudták biztosítani az emberiség szükségleteit. A tudósok olyan mesterségesen előállított anyagokat fedeztek fel, amelyek tulajdonságaikban felülmúlták a hagyományos anyagokat. A vegyészek által előállított műanyagok egyre jobban helyettesítik az üveget, fémeket, szálakat. Könnyűek, szilárdak, kémiaiilag stabilak, nem korrodálnak, könnyen megmunkálhatók és alakíthatók. A szintetikus szálak több tulajdonságukban jobbnak bizonyultak, mint a természetesek; ezeket különböző területeken alkalmazzák.

A modern technika, a számítógép, az információk átadása és rögzítése, űrhajózási és űrkutatási eszközök előállítása elképzelhetetlen a megfelelő elektromos, mágneses, optikai tulajdonságokkal, nagyfokú hő- és fagyállósággal rendelkező új anyagok felhasználása nélkül. Van olyan anyag, mely a mechanikai vagy a fényenergiát elektromos energiává alakítja. A műszeriparban és az orvostudományban optikai szálakat használnak, amelyek lehetővé teszik a gyors információk átadását, fizikai mennyiségek különböző közegben történő mérését, az emberi test diagnosztikájának végzését.

Az utóbbi évtizedekben intenzíven fejlődik a nanométerekben ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$)¹ mérhető részecskékből álló anyagok előállítása és felhasználása. Az ilyen részecskékből álló anyagokat nanovegyületeknek nevezik (93. ábra). Vannak közöttük nagyon erős, szilárd, egyúttal könnyű és rugalmas anyagok. Ezekből vékony számítógép-képernyőket, miniatűr elektromos eszközöket, víz- és légtisztító szűrőket készítenek. Annak érdekében, hogy a nanovegyületek szükséges tulajdonságokkal rendelkezzenek, a tudósok meghatározzák a részecskének optimális méreteit és az anyagba való elhelyezését. A nanovegyületek orvosi gyakorlatban történő alkalmazásának egyik példája az ezüst nanorészecskéket tartalmazó vizes szuszpenzió, melynek antimikrobiális hatása van.

Az elektronikában és az energetikában fémvezetőket (fémek vagy ötvözeteik illetve félvezetők)

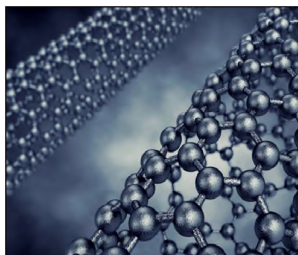
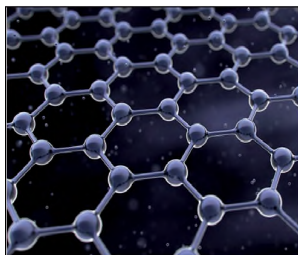
Érdekes

tudnivaló

Az alumínium-oxid alapú ultra vékony nanoanyag ellenáll az erős deformációnak és visszaállítja a kezdeti alakját.

¹ Hasonló méretekkel rendelkeznek a nagyméretű atomok és több óriásmolekula.

93. ábra
Nanocsövek
két- és háromdi-
menziós modell-
je



Érdekes tudnivaló

Az első magas-
hőmérsékletű
szupravezető
anyag három
elem – ittrium,
bárium és réz
komplex oxidja.

alkalmaznak. Mivel a fémeknek egy bizonyos ellenállásuk van, az elektromos energia egy része elveszik. A vezetőképesség hőmérsékletfüggő. Alacsony hőmérsékleten egyes anyagok, akár hőszigetelők ellenállása a nullára esik vissza; ez a jelenség a szupravezetés. A múlt század közepén olyan anyagokat fedeztek fel, melyek -250 °C alatt szupravezető képességet mutattak. Az elmúlt évtizedekben előállítottak magas hőmérsékletű (-140 °C) szupravezetőket. Szupravezetőket használnak a legerősebb elektromágnesek létrehozásához (ezt használják az orvosi MRI-ben és a részecskegyorsítókban), digitális áramkörök készítéséhez és a mobiltelefonok bázisállomásainak mikrohullám-szűrőiben. A kutatások mai iránya, a szobahőmérsékletű szupravezetők előállítására, ekkor a nagyfeszültségű hálózatok gyakorlatilag veszteség nélkül működnének.

A kémia és az új technológiai irányzatok. Az emberiség fejlődése elképzelhetetlen a kémia vívmányai nélkül, hiszen számos technológiai folyamat alapját képezik a kémiai reakciók. Ezeket széleskörűen alkalmazzák a fémkohászatban, az üveg- és műtrágyagyártásban, különböző szerves és szervetlen anyagok – polimerek, cement, szóda, égetett mész – előállítására. A közelmúltban a termelés különböző területein olyan technológiákat vezetnek be, amelyek jelentősen különböznek a hagyományosaktól.

A vas, ipari fontosságú elem, a leggyakrabban alkalmazott fém. A vaskohászat két folyamatból áll: először a vasércet szénrel redukálják, majd mészkevel kivonják a salakot, ezután a keletkezett nyersvasból kémiai reakciók segítségével eltávolítják a szennyeződések és acéllá ötvözik. Ezek a folyamatok nagyon magas hőmérsékleten játszódnak le és jelentősen szennyezik a környezetet. A fejlett országokban a közelmúlt-

ban sikeresen megvalósították a vasércből a nyersvasgyártás egylépcsős eljárását. A vas-oxidokat szilárd állapotban redukálják hidrogénnel, vagy hidrogén és szén(II)-oxid keverékével. A reakció hőmérséklete több száz fokkal alacsonyabb, mint a nagyolvasztós eljárásnál és a hulladékok mennyisége is elhanyagolható. Ennek a technológiának a terméke a szivacsos vas, melyben a fémes vason kívül benne van az érc meddője is. A vasszivacs megolvasztásakor a vasolvadék és a meddő salak alakjában válik el egymástól, és ezután vagy tiszta vasként használják fel, vagy acélt készítenek belőle.

► Írjátok fel a Fe_2O_3 képletű vasoxid és a hidrogén, illetve a szén(II)-oxid közötti reakcióegyenletet.

Egyre nagyobb teret hódítanak a biotechnológiák – élő szervezetek illetve azok termékeinek felhasználása az anyagok átalakításának folyamatához. Ilyen technológiát alkalmaznak a biogázok (éghető gázkeverékek) növényi maradványokból, illetve állattartás utáni hulladékokból való előállításánál, a mezőgazdaságban növényvédelemlnél, az orvostudományban gyógyszerek előállításánál. A környezetvédelemben az ipari és a háztartások által kibocsátott szennyvizek tisztításánál egyes baktériumoknak és mikroorganizmusoknak azt a képességét aknázzák ki, hogy elbontják a kőolajat, a kőolajtermékeket és egyes mérgező anyagokat.

A kémia szerepe az élelmiszer-problémák megoldásában. A modern mezőgazdaság tudományos alapokra épül. Az agrokémikusok megvizsgálják a talaj összetételét, meghatározzák savasságát, makro- és mikroelem tartalmát, tápértékét (94. ábra). A kapott eredmények alapján megállapítják, hogy az adott területen milyen növényt ajánlatos vagy érdemes termesztetni, meghatározzák a műtrágyák mennyiségét és kiszórásának idejét.

Mivel a mezőgazdasági kultúrákat egyre gyakrabban támadják meg különféle betegségek, kártevők, amin a növényvédő szerek (peszticidek, fungicidek) széleskörű felhasználása segíthet. A növekedési stimulátorokkal erősíthető a növények immunitása és gyorsítható a fejlődésük.

Érdekes tudnivaló

A penicillin, a sztreptomycin és több más antibiotikum a mikroorganizmusok élettevékenységének termékei.

94. ábra
Vegyí talajelemző
az autó platóján



A kémia és a nyersanyagok problémája. A különböző technológiai folyamatokban a természetben nagy mennyiségben előforduló anyagokat alkalmaznak: vizet, levegőt és annak összetevőit, kőzeteket, érceket, ásványi anyagokat, kőolajat, földgázt, szenet, faanyagot, illetve cellulózt stb. A természetes erőforrások mennyisége azonban véges. Ezért takarékosan kell felhasználni, kiaknázni őket, a hasznos anyagok maximális hozamának és a hulladékok minimális mennyiségének biztosításával, az optimális reakciók kiválasztásával.

Minden termelés hulladékképződéssel jár. Az EU szabványai szerint a hulladékok feldolgozását kötelező érvényűvé, a komplexitás biztosítása mellett a lehető legteljesebbé kell tenni, s a technológiai folyamatokban olyan kémiai reakciókat kell alkalmazni, melyekkel semlegesíthetők a toxikus anyagok. A hasznosítási eljárást követően a hulladékok mint másodnyersanyagok, illetve energiahordozók kerülnek vissza a termelési folyamatba. Ebben a tekintetben igencsak beszédesek a következő számok: az új gépkocsik átlagosan 40%-ban újrahasznosított fémekből, a repülőgépek 60%-ban újraöntött alumíniumból, az ékszerek 90%-ban újraöntött aranyból készülnek.

A kémia szerepe az energetikai problémák megoldásában. Az atomerőművek fontos részei az energiaellátásnak. Ebben az urán ércéből való kinyerését (a reaktorok üzemanyagának előállítását), a radioaktív hulladékok feldolgozásával kapcsolatos problémák megoldását a kémia teszi lehetővé.

Az iparban, a technikai és a közlekedési eszközökben, a mindennapi életben széleskörűen használnak akkumulátorokat (95. ábra), primer elemeket, üzemanyagcellákat. Ezekben oxidációs-redukációs folyamatok biztosítják az energiatermelést. Napjainkban

95. ábra
A jövő közlekedési eszköze az elektromos autó



a tudósok olyan hatékony kémiai áramforrásokat próbálnak kifejleszteni, amelyek nem tartalmaznak ólmot, kadmiumot vagy más mérgező anyagot.

A napsugárzás – kimeríthetetlen energiaforrás. Felhasználni olyan vegyületek segítenek, amelyek elektromos energiává alakítják át a fény energiáját. A tudósok folyamatosan munkálkodnak azon, hogy a napelemekhez újabb, olcsóbb és hatékonyabb anyagokat állítsanak elő, és kidolgozzák a gyártási technológiájukat.

ÖSSZEFOGLALÁS

Sok ipari technológia alapját képezik kémiai reakciók. Egyre szélesebb körben alkalmazzák a biotechnológiákat, intenzíven fejlődik a nanovegyületek kutatása, előállításának és alkalmazási módszereinek kidolgozása.

A kémia jelentős sikereket ért el az előre tervezett tulajdonságokkal rendelkező és a hagyományos anyagokat fokozatosan kiszorító anyagok előállítása terén; segít az energetikai problémák megoldásában.

A vegyipar biztosítja a mezőgazdaság számára a szükséges műtrágyákat, növényvédő- és stimuláló szereket, elősegítve az élelmiszerek termelésének növekedését.

?

275. Atom- vagy molekuláris szerkezetűnek kell lennie a magas keménységű és hőálló anyagnak? Válaszotokat indokoljátok.
276. Nézzetek utána az interneten, milyen a biogáz összetevője. Melyik összetevő éghető anyag?
277. Véleményetek szerint miért gondolják azt, hogy a jövő az elektromos autóké?

278. Nátrium-karbonátot az iparban nátrium-hidrogén-karbonát melegítésével állítják elő. Írjátok fel a megfelelő reakcióegyenletet. Hogyan nevezik köznapinévén ezeket a vegyületeket?
279. Szupravezetés képességével rendelkezik a magnézium bórral alkotott vegyülete. Határozzátok meg a vegyület képletét, ha ismeretes, hogy az anyag 47,8% bórt tartalmaz.
280. Milyen tömegű szuperfoszfátot ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) lehet helyettesíteni műtrágyaként 1 t fémkohászati salakkal, melyben a foszfor tömegszázaléka 3.1%?
281. A gipsz ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) hulladékának feldolgozása azon alapszik, hogy két térfogat ammónia és egy térfogat szén-dioxid gázkeveréket át bocsátanak a gipsz vizes szuszpenzióján. Írjátok fel a megfelelő reakcióegyenleteket és nevezzétek meg a termékek alkalmazási területeit.
282. Milyen tömegű ammónium-szulfát és kalcium-karbonát keletkezik 1 t gipszhulladékból (lásd a 281. gyakorlatot), ha a hulladék gipsztartalma 43%, a folyamat termékhozama pedig 90%.

35

A kémia és a környezet

E téma tananyaga segít nektek:

- ismeretet szerezni a légkör, a víz, a talaj vegyi szennyezésének fő forrásairól;
- felmérni a kémia szerepét a környezetbe kerülő szennyező anyagok mennyiségének csökkentésében.

A környezet vegyi szennyezése. A XIX. század közepéig csak kevés technogén szennyező anyag került a környezetbe. A természet, mint egy óriási kémiai laboratórium, érkezett lebontani a szennyező anyagokat és helyreállítani az ökológiai egyensúlyt. A legszembetűnőbb változás az ember és környezete kiegyensúlyozott viszonyában az ipari forradalom időszakára tehető. Megnőtt a levegő, a víz, a talaj szennyezettsége, kipusztult sok növény- és állatfaj. A tudósok úgy vélik, hogy a bolygónkat „gyógyítani” kell: nem tüneti kezelés kell, hanem alapvető változás. Arra szólítanak fel, hogy az emberiség változtassa meg fogyasztói szemléletét a természeti erőforrásokkal kapcsolat-

ban, ne szennyezze környezetét, védje a természetet, őrizze meg az élővilág változatosságát az elkövetkező nemzedékek számára.

Az eddigi kémiai tanulmányaitok során már volt alkalmatok megbeszélni a környezetbe jutó szerves és szervetlen ipari szennyező anyagok problémáját, gépkocsi kipufogógázok, erőművek okozta szennyezés problémáját. Ismeritek a szmog jelenségét, a savas eső környezetalakító hatását. Ezeket jelentős mértékben az okozza, hogy magas a levegő CO, SO₂, NO, NO₂ tartalma, főként iparvidékeken és megapoliszokban, mivel ezeket a vegyületeket nagy mértékben gépkocsi kipufogógázok, ipari kémények füstjei tartalmazzák. Az oxigén témakörének tanulásánál szó volt az atmoszféra ózonpajzsának rongálódásáról, annak okairól és negatív következményeiről.

Ukrajnában évente átlagosan 6-7 millió tonna káros anyag kerül a légkörbe. Technogén kibocsátásokkal leginkább szennyezett városok zömmel Donyeck, Luhanszk és Dnyipropetrovszk megyékben található. Mariupol és Krivij Rih városok ökológiai helyzetét rendkívül súlyosnak ítélik. Erősen szennyezik a környezetet a hőerőművek és kohászati üzemek, a nagyvárosokban pedig a gépkocsi-forgalom (Kijevben a szennyezés 90%-a a járművek számlájára írható). Az ipari szennyvizek legjobban a Dnyeper és a Sziverszkij Donyec folyók vizének minőségét rontják.

A légkörbe a benzinüzemű motorokban nem teljesen elégett üzemanyagok égéstermékei, a vegyi üzemek gáznemű szennyezőanyagai kerülnek. A szénhidrogének, fenolok, formaldehid, anilin és más szerves anyagok koncentrációja az ipari központok fölötti levegőben gyakran tízszerese vagy még többszöröse a törvényben megengedett értéknek. A meghibásodott hűtőberendezésekből, az aeroszolos flakonokból a légkörbe kerülő halogénezett szénhidrogének (freonok) – CCl₃F, CHClF₂, C₂Cl₂F₄ rombolják az ózonréteget.

Jelentős szennyezésnek vannak kitéve a felszíni vizek is. A tengeri növény- és állatvilág, valamint a tenger melletti területek lakói sokat szenvednek a

Érdekes tudnivaló

Elsőként az 1970-es években tapasztaltak „ózonlyukat” az Antarktisz feletti sztratoszférában.

Érdekes tudnivaló

Évente a talajba, folyókba és tavakba 4 millió tonna növényvédőszer kerül.

kőolajszállító tankhajók és az olajfűrók baleseteitől. Évente a világoceánba átlagosan mintegy 10 millió tonna kőolaj ömlik. Ennek minden egyes tonnája, szétfolyva a vízfelszínen, több mint 12 km²-es területet szennyez be, azaz vonja be a víz felszínét olajhártyával, s ezzel elszigeteli a vizet a légtörtől, felborítva ezzel az ökológiai egyensúlyt. A folyókat leginkább a kőolaj-feldolgozó üzemek és a szerves szintézissel – ide értve a halogénezett szénhidrogéneket, fenolokat és származékait, aromás vegyületeket, színezékeket – foglalkozó vállalatok szennyvizei szennyezik. A vízbe kerülő szerves anyagok oxidációjára elhasználódik a vízben oldott oxigén, melynek hiánya miatt elpusztulnak a halak (96. ábra). Az utóbbi időben ugrásszerűen megnövekedett a felszíni vizek (folyók, tavak, víztározók) szennyezése háztartási hulladékkal, műanyagokkal – elsősorban pillepalackokkal, polietilén zacskókkal. Károsan hatnak a folyók és tavak élővilágára a szintetikus mosószer-maradványok.

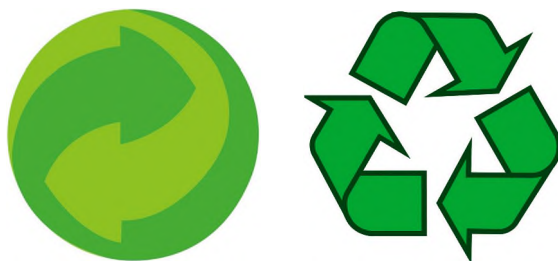


96. ábra
Halpusztulás

Az emberi tevékenységből származó talajszennyeződésnek számos forrása lehet: a műtrágya- és növényvédőszer-maradékok, kommunális szemét, építőanyagok, műanyagok, háztartási hulladékok.

A kémia és a környezetvédelem. A vegyészek nem nézik közömbösen a folyamatosan növekvő környezetszennyezés problémáját. Hatékony módszereket dolgoztak ki a gyárak által kibocsátott gázok csökkentésére, szennyvizeinek tisztítására, szilárd hulladékok feldolgozására (97. ábra). A módszerek többsége olyan

97. ábra
Újrahasznosítható
anyagok jelzése



kémiai reakciókon alapul, amelyek a káros anyagokat az élővilág számára ártalmatlan vegyületekké alakítja.

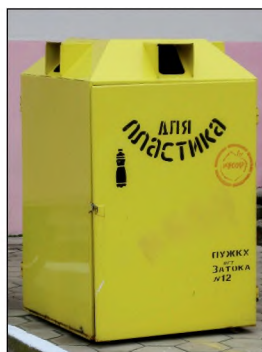
Ha az ipari létesítményből kikerülő szennyező anyag savas jellegű, akkor azt rendszerint mészszel vagy mészkővel (krétával) semlegesítik. A lúgos kémhatású szennyvizekbe kénsavoldatot juttatnak. Ez a legolcsóbban előállítható sav, a részvételével végbemenő reakciók termékei – a szulfátok rendszerint nem környezetkárosítók. Nagyon hatékony és gazdaságos a savas és a lúgos kémhatású szennyvizek egymással való összekeverése. A semlegesítéshez ebben az esetben nincs szükség kémiai reagensre. Olykor az ipari szennyvízből cserebomlási reakcióval kicsapatják a toxikus elemeket, amelyeket azután szűréssel különítik el. Az oxidáló hatású szennyező anyagokat redukáló szerekkel – kén(IV)-oxiddal, vas(II)-szulfáttal hatástalanítják; a redukáló anyagokat a levegő oxigénjével, ózonnal vagy más anyagokkal oxidálják.

► Javasoljatok valamilyen eljárást a réz-ionok kivonására a galvanizáló üzem szennyvizéből.

Korunkban a vegyészek olyan anyagok kidolgozásán fáradoznak, amelyek nem károsítják a természetet. Egyes anyagok tartósak, ellenállóak a környezeti hatásokkal szemben, míg más anyagok a természetben fokozatosan lebomlanak, miközben a környezetre ártalmatlan vegyületek képződnek belőlük. A tudósok dolgoznak a különböző hulladékok feldolgozásának,



98. ábra
Korpából készült
egyszer használatos
tányér



99. ábra
Iskolai tároló doboz
műanyag hulladékok
gyűjtésére

újrahasznosítása kérdésének megoldásán (98., 99. ábra).

Az ökológiai problémák kialakulása nem csak az ipar, a közlekedés, az energetika intenzív fejlődésének köszönhető, hanem az ökológiai ismeretek, ökológiai szemlélet hiánya azoknál az embereknél, akik a környezetszennyező üzemeket tervezik, építését engedélyezik, és a vállalatot irányítják.

A modern kémiának és a vegyipari technológiának olyan hatékony folyamatokon kell alapulniuk, amelyek biztonságosak az emberekre és a környezetre nézve. A vegyészek más szakemberekkel együtt jelentősen hozzájárulnak a Földünk „gyógyításához”, hogy megszűnjön a civilizáció környezetre kifejtett káros hatása.

Az emberiség az állandó fejlődés útját járja, de ennek a fenntartható fejlődés útjának kell lennie. Ezért minden államnak a következő feladatokra kell összpontosítania:

- a természeti erőforrások ésszerű felhasználása;
- a nyersanyag komplex feldolgozása;
- energiatakarékos technológiák bevezetése, megújuló energia felhasználása;
- az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése;

- a talajok termékenységének megőrzése és a természetes vizek szennyeződéstől való megóvása;
- az ipari és háztartási hulladékok hatékony feldolgozása.

ÖSSZEFOGLALÁS

A környezet vegyi szennyezése állandóan növekszik. A szennyezés fő forrása az ipar, az energetika, a közlekedés. A természetet nagymértékben szennyezik a háztartási hulladékok.

A kémikusok, a vegyészmérnökök módszereket dolgoznak ki az iparvállalatok gázkibocsátásának csökkentésére, a szennyvizek káros anyagoktól való megtisztítására, a különböző hulladékok feldolgozására.

Az emberiség előtt álló fő feladat – a civilizáció stabil fejlődésének és a természet védelmének biztosítása.

?

283. Gyakran hallani a vizek „nehézfém-szennyezéséről”. Hogyan értelmezték ezt a kifejezést? Milyen részecskék okozzák ezt a típusú szennyeződést?
284. A háztartási hulladékokat megsemmisítésük előtt rendszerint szelektálják. Milyen vegyületeket és anyagokat érdemes szétválogatni, elkülöníteni? Hogyan lehet őket feldolgozni vagy újrahasznosítani?
285. Nevezeték meg néhány káros anyagot, amelyek a gépkocsi kipufogó gázaiból jutnak a légkörbe.
286. Javasoljatok eljárást a levegőhöz hasonló összetételű ipari gázokból történő szennyeződések:
 - a) ammónia;
 - b) kénhidrogén vegyi úton történő kivonására.
287. A kén tömegrésze a pakura-mintában 1,28%. A 96% tömegrész H_2SO_4 -et tartalmazó kénsav milyen tömege nyerhető a hőerőműben 100 t pakura elégetése során képződött kén-oxidokból?

E téma tananyaga segít nektek:

- megismerni a kémiatudomány egy új ágazatát, a „zöld” kémiát;
- megismerkedni a „zöld” kémia területén folytatott kutatásokkal.

A kémia az egyik alaptudomány. Eredményei nagymértékben biztosítják az emberiség progresszív fejlődését. De néha a kémia negatív értékelését is hallhatjuk. Az ipari termelés növekedése kétségtelenül sok környezeti károsodást eredményezett. Emiatt az emberek bizalmatlannokká váltak a vegyiparral, a fémkoházzal és a mesterséges anyagokkal szemben. Szinte társadalmi méretű kemofóbia – a kémiától való félelem – alakult ki. Ugyanakkor a fejlődés, az életkörülmények javulása, a népesség növekedése, az információs technológia előretörése újabb és újabb anyagok előállítását igényli.

A vegyipari termelés tehát nem állhat le, de nagyobb hangsúlyt kell fektetnie a termelés környezeti hatásaira. Ennek az új szemléletnek a megnyilvánulása a zöld kémia. A megnevezés szinonimája lehetne az „ökológiailag tiszta kémia”.

- ▶ Milyen nemzetközi civil szervezet nevében található a „Green” szó?

Tekintsük át a zöld kémia főbb feladatait.

1. Új kémiai technológiák létrehozása, valamint a meglévők fejlesztése. Új anyagok előállításánál, szintézisének törekedni kell a kiindulási anyagok maximális felhasználására, a melléktermékek képződésének visszaszorítására.

A technológia ökológiai tisztaságát környezeti faktorkkal határozzák meg, ami 1 kg termékre

Érdekes tudnivaló

A legújabb előállítás módok esetében gyakran használják a „magas technológiák”, a „tisza technológiák” kifejezéseket.

eső hulladék tömege. A műanyagok esetében például ez 1:5, néhány gyógyszer gyártásánál 1:500. A zöld kémia szempontjából az ideális eljárás a hulladékmentes termelés maximális anyagfelhasználással.

A modern technológia fontos része a legbiztonságosabb eljárás kiválasztása, valamint a vegyi termék biztonságos elválasztásának és tisztításának módszerei. A többlépcsős folyamatok esetében kívánatos csökkenteni a szakaszok számát, ami csökkenti a melléktermékek, illetve a hulladék mennyiségét és növeli a termék hozamát.

A zöld kémia egyik paramétere az atomhatékonyság: ez azt mutatja meg, hogy a kiindulási anyagok hány százaléka épül be a termékbe. Ha például egy szerves vegyületet különböző reakcióval állíthatnak elő, akkor előnyösebb az egyesülési reakció (mindkét reagenst használjuk és csak egy termék keletkezik), mint a szubsztitúciós, vagy az oxidációs-redukciós folyamat, ahol melléktermékek is képződnek. Ezt az elvet veszik figyelembe akkor is, ha kevesebb szakaszban történik a reakció.

Növekszik a katalitikus reakciókkal kapcsolatos kutatás jelentősége. A szelektív katalizátorok használata lehetővé teszi a reagens- és az energiafelhasználás csökkentését. Fontos intézkedések a mérgező katalizátorok cseréje nem mérgezőkre, valamint a fehérje természetű katalizátorok - enzimek - felhasználásának bővítése.

A vegyi technológiák egyre inkább használnak fel növényi anyagokat. Növekszik a növényi maradékokból és az állattenyésztésből és baromfitenyésztésből származó hulladékok biogázzá való feldolgozása, polimerek kivonása egyes növényekből. Brazíliában jelentős mennyiségű etént állítanak elő etanolból, amit a cukornád erjesztése során kapunk.

2. Az ipari és a háztartási hulladék hasznosítási folyamatainak javítása, felhasználása másodlagos nyersanyagként.

Erről a problémáról az előző paragrafusban volt szó. Elsőrendű feladat a műanyag hulladék

újrahasznosítása, amelyből egyre több halmozódik fel.

► Hogyan kaphatunk polietilén-maradványokból újra óriásmolekulájú polietilént?

3. Új anyagok előállításánál törekedni kell arra, hogy a termékkel szembeni elvárások teljesítése mellett annak mérgező hatása minél kisebb legyen. Ez a feladat mindenki számára nyilvánvaló. A mérgező anyagok tárolása, használata különleges intézkedéseket igényel, ez érvényes a maradékokra is, amelyeket vagy újrahasznosítani, vagy ártalmatlanítani kell. Nagy figyelmet fordítanak a szerves oldószerek használata nélküli technológiák fejlesztésére, mivel szinte az összes szerves oldószer károsan hat az ember egészségére.

4. Lebomló anyagok tervezése. A műanyagtermékek túlnyomó többsége rövid távú használatra készül. Hulladékuk, melyből egyre több van, lebomlási ideje a természetben mintegy 100 év. Sajnos csak nagyon kis részét dolgozzák fel újra.

Kutatások folynak új műanyagok (polipeptid, poliészterek) előállítására, melyeket hasonlóan a természetes polimerekhez, baktériumok és mikroorganizmusok bontanak le. Ezekből a polimerekből csomagoló anyagot (100. ábra), különböző edényeket, egyéb termékeket készítenek.

100. ábra
Lebomló anyag
jelzése a csomagolóanyagon



101. ábra
A zöld kémia
kongresszusának
logója



A zöld kémia már a kutatás és fejlesztés fázisában figyelembe veszi a jövő termékeinek és az azokat előállító folyamatoknak várható környezeti hatásait. Tudományos folyóiratok foglalkoznak a zöld kémia fejlesztésével, informálnak az e területen bekövetkezett fejleményekről. Rendszeresen tartanak nemzetközi tudományos konferenciákat (101. ábra), ahol a tudósok megosztják eredményeiket.

ÖSSZEFOGLALÁS

Manapság a vegyészek számos olyan problémát oldanak meg, amelyek a nyersanyagok használatának maximalizálására és a különböző hulladékok hatékony újrahasznosítására irányulnak. Végrehajtásuknak biztosítania kell, hogy ne károsítsa a környezetet. A tudományos kutatás és a megvalósított technológiák környezetkímélő mivolta miatt a kémiai tudománynak ezt az ágát "zöld" kémiának nevezték.

?

288. Vasat elő lehet állítani a vasérc hidrogénnel való kölcsönhatásával. Tekinthesünk-e erre a folyamatra, mint a zöld kémia alapelvei megvalósításának példájára?
289. Internet segítségével készítenek egy rövid tájékoztatót a vegyiparban leggyakrabban használt szerves oldószerekről és azok hatásairól az emberi szervezetre.
290. A XVIII. században iparilag hidrogént vízgőz átfuvasításával állítottak elő az izzó vashulladék felett. Manapság a hidrogéngáz ipari előállításának egyik módszere a földgáz magas hőmérsékleten egyszerű anyagokra való bontása; a másik módszer – víz felbontása egyenáram hatására. Nevezzétek meg az egyes módszerek előnyeit és hátrányait a zöld kémia szemszögéből.

Utószó

Hamarosan befejeződnek iskolai tanulmányaitok. Sokan közületek egyetemeken tanulnak tovább, míg mások munkába állnak. A kémiaórákon megszerzett tudás alapján mindannyian megérthettek azokat az átalakulásokat, amelyek az anyagokkal mennek végbe a természetben, az élő szervezetekben. Ismerve azoknak az anyagoknak a tulajdonságait, amelyekkel a mindennapokban találkoztok, megfelelően tudtok bánni velük, és nem tesztek kárt sem magatokban, sem másokban, sem a környezetben.

A kémia tanulása során meggyőződhattetek arról, hogy mennyire érdekes ez a tudomány, melynek elválaszthatatlan része a szervetlen és a szerves kémia. A kutató-vegyészek nap mint nap új anyagok százait állítják elő, állapítják meg összetételüket, vizsgálják szerkezetüket és tulajdonságaikat, módszereket dolgoznak ki gyakorlati alkalmazásukat illetően.

A kémia a természettudományok egyike. A fizikával, a biológiával, a geológiával, az ökológiával és a természettel foglalkozó más tudományokkal együtt felfedi bolygónk titkait: hogyan alakult ki a Föld, miként jelent meg rajta az élet. A természettudományokkal együtt segít tudományos világgépet kialakítani.

A 11. osztályból kikerülő végzősök közül lesznek, akik vegyésznek készülnek. Örülünk, ha tankönyvünkkel segíthettünk ezeknek a fiataloknak a pályaválasztásban.

Sikeres életutat, eredményes tanulást és munkát kívánunk nektek

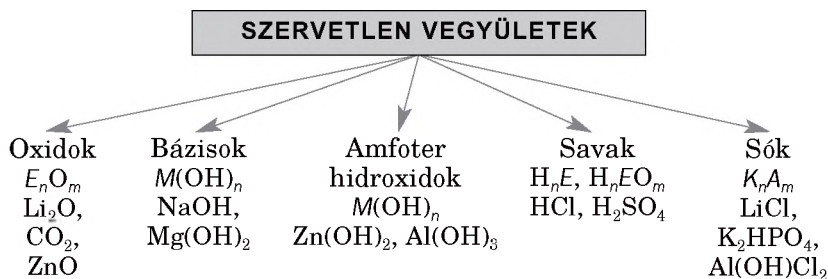
a Szerzők.

Mellékletek

I. Az 1-4. periódus s- és p- elemei elektronegativitásának értékei

| Periódusok | Periódusok | | | | | | | |
|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
| 1 | H 2,1 | | | | | | | He — |
| 2 | Li 1,0 | Be 1,5 | B 2,0 | C 2,5 | N 3,0 | O 3,5 | F 4,0 | Ne — |
| 3 | Na 0,9 | Mg 1,2 | Al 1,5 | Si 1,8 | P 2,1 | S 2,5 | Cl 3,0 | Ar — |
| 4 | K 0,8 | Ca 1,0 | Ga 1,6 | Ge 1,8 | As 2,0 | Se 2,4 | Br 2,8 | Kr — |

II. A szervetlen vegyületek osztályozása összetételük és tulajdonságuk szerint



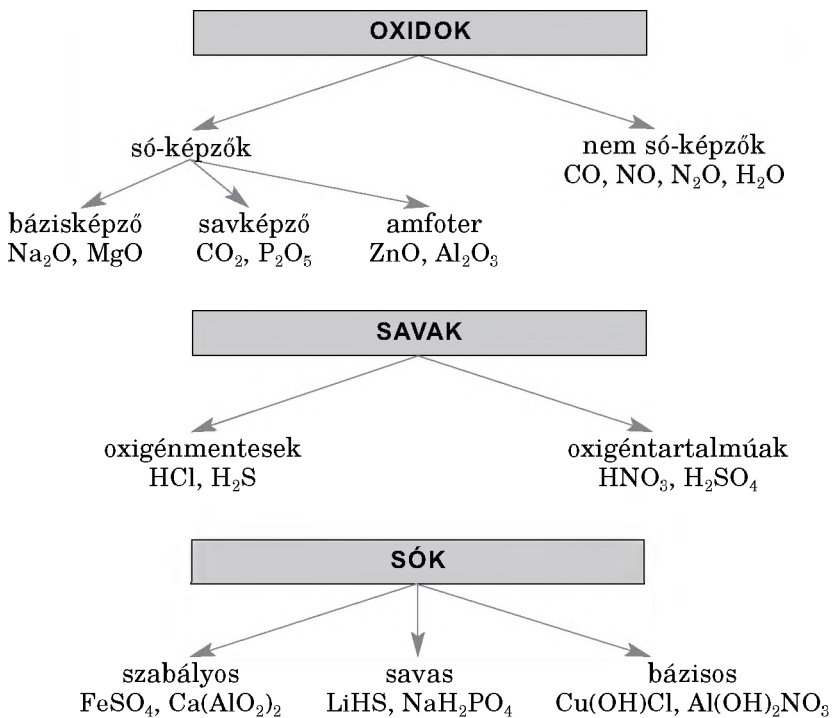
Jelölések:

E – fémes vagy nemfémes elem (oxidoknál), nemfémes elem (savaknál);

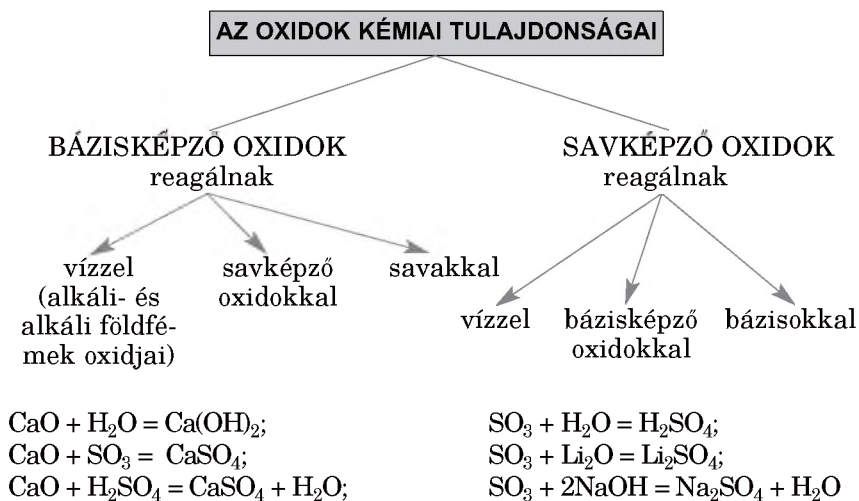
M – fémes elem;

K – kation, fémes elem vagy ammónium- kationja;

A – a savmaradék anionja.



III. A szervesetlen vegyületek kémiai tulajdonságai



AMFOTER OXIDOK

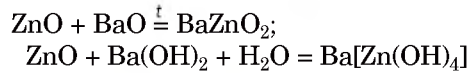
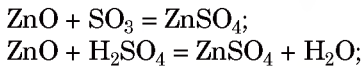
reagálnak

savképző
oxidokkal

savakkal

bázisképző
oxidokkal

bázisokkal



A BÁZISOK KÉMIAI TULAJDONSÁGAI

LÚGOK

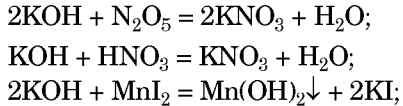
hatnak az
indikátorokra

reakcióba lépnek

savképző
oxidokkal

savakkal

sókkal
(oldataikban)



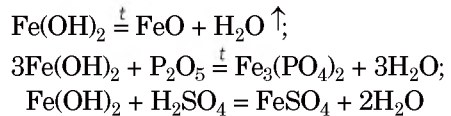
VÍZBEN NEM OLDÓDÓ BÁZISOK

hőmérséklet
hatására
felbomlanak

reakcióba
lépnek

savképző
oxidokkal

savakkal



A SAVAK KÉMIAI TULAJDONSÁGAI

SAVAK

hatnak az
indikátorokra

reakcióba lépnek

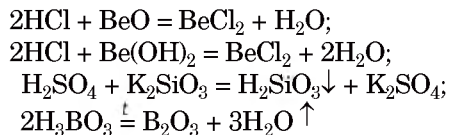
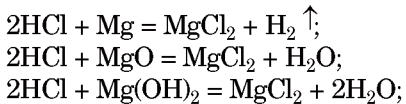
hőmérséklet hatására
felbomlanak (az
oxigéntartalmúak)

fémekkel

bázisképző
oxidokkal
és bázisokkal

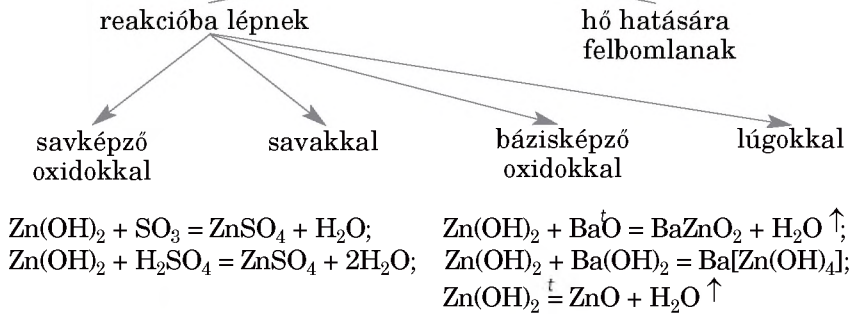
amfoter oxidokkal
és hidroxidokkal

sókkal



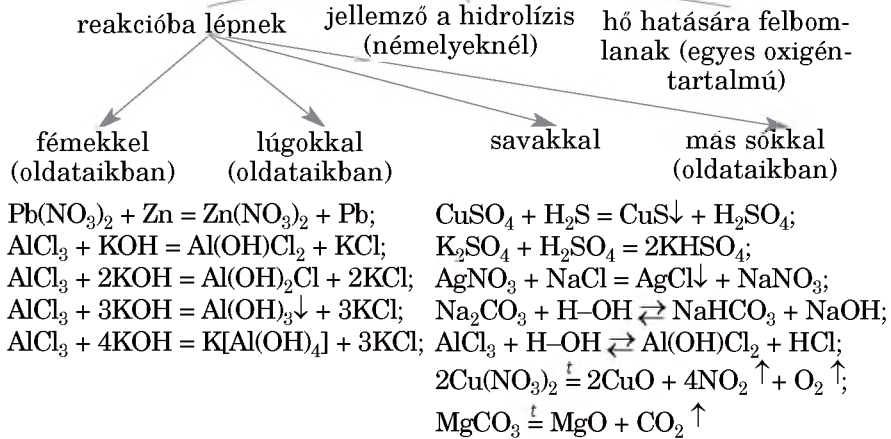
AZ AMFOTER HIDROXIDOK KÉMIAI TULAJDONSÁGAI

AMFOTER HIDROXIDOK



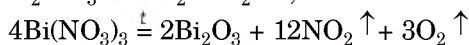
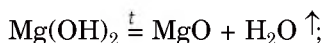
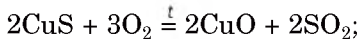
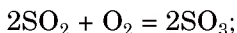
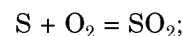
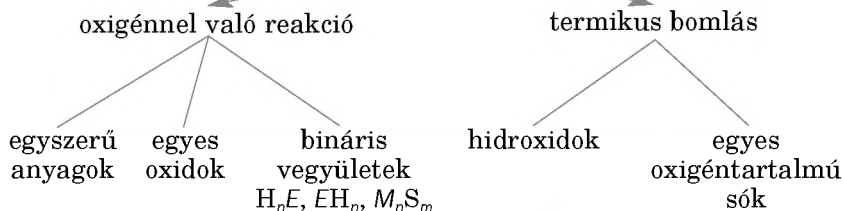
A SÓK KÉMIAI TULAJDONSÁGAI

SÓK (szabályos)

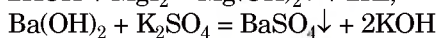
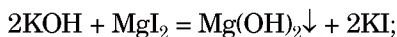
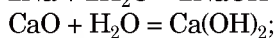
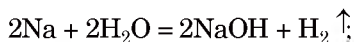
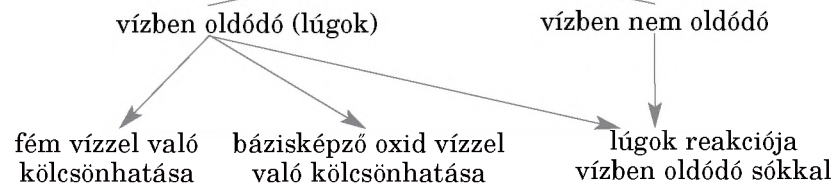


IV. Szervetlen vegyületek előállítása

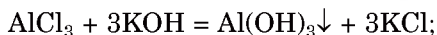
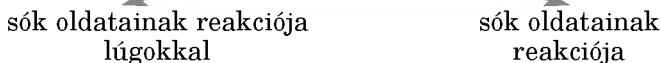
OXIDOK ELŐÁLLÍTÁSA



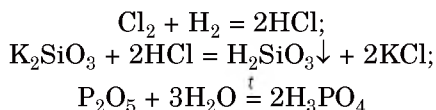
BÁZISOK ELŐÁLLÍTÁSA



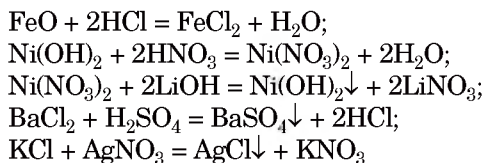
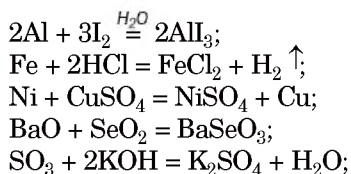
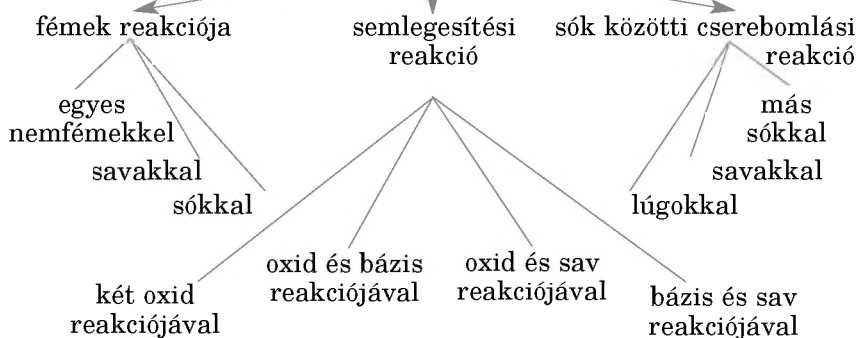
AMFOTER HIDROXIDOK ELŐÁLLÍTÁSA



SAVAK ELŐÁLLÍTÁSA



SZABÁLYOS SÓK ELŐÁLLÍTÁSA



V. Egyes ionok minőségi kimutatása oldataikban

| | Az ion képlete | Reagens (kémszer) | Látható változás |
|-----------------|---------------------|--------------------|--|
| Kationok | Ag^+ | Cl^- | Fehér, túroszerű, savban nem oldódó csapadék képződése |
| | Ba^{2+} | SO_4^{2-} | Fehér, porszerű, savban nem oldódó csapadék képződése |
| | Fe^{2+} | OH^- | Zöldes árnyalatú, a levegőn gyorsan barnuló csapadék képződése |
| | Fe^{3+} | OH^- | Barna csapadék képződése |
| | NH_4^+ | OH^- | Az ammónia szúrós szagának megjelenése |
| Anionok | Cl^- | Ag^+ | Fehér, túroszerű, savban nem oldódó csapadék képződése |
| | SO_4^{2-} | Ba^{2+} | Fehér, porszerű, savban nem oldódó csapadék képződése |
| | PO_4^{3-} | Ag^+ | Sárga csapadék képződése, ami salétromsavban oldódik |
| | CO_3^{2-} | H^+ | Szintelen, szagtalan gáz képződése, ami zavarossá teszi a meszes vizet |
| | SiO_3^{2-} | H^+ | Fehér zselés csapadék keletkezése vagy az oldat besűrűsödése |

A kationok színe az oldatban:

Cu^{2+} – kék;

Fe^{2+} – zöldes árnyalatú;

Fe^{3+} – vöröses barna;

Ni^{2+} – világos zöld.

VI. Néhány szerzetlen anyag és keverék hagyományos neve, ásványi anyagok

| Az anyag vagy a keverék komponensének képlete | Az anyag vagy a keverék hagyományos neve, az ásványi anyag neve | Az anyag vagy a keverék komponensének képlete | Az anyag vagy a keverék hagyományos neve, az ásványi anyag neve |
|---|---|---|---|
| Cl_2 (vizes oldata) | klóros víz | NH_3 (vizes oldata) | szalmiákszesz, ammóniás víz |
| Br_2 (vizes oldata) | brómos víz | H_2SO_4 | kénsav |
| I_2 (alkoholos oldata) | jódtinktúra | HNO_3 | salétromsav |
| CO | szénmonoxid | H_3BO_3 | bórsav |
| CO_2 (szilárd) | száraz jég | H_3PO_4 | foszforsav |
| SO_2 | kén-dioxid | SO_3 (főmény kénsavban oldva) | vitriol, óleum |
| P_2O_5 | foszforanhidrid | NaCl | kósó, konyhasó |
| SiO_2 | kvarc, kvarchomok | Na_2CO_3 | kalcinált szóda |
| Al_2O_3 | korund, timföld | NaHCO ₃ | szódabikarbóna |
| CaO | égetett mész | Na_2SiO_3 | vízüveg |
| HCl | klórhidrogén | KNO_3 | kálsalétrom |
| HF (vizes oldata) | folsav | K_2CO_3 | hamuszír |
| H_2S | kénhidrogén | KMnO_4 | hipermangán |

Feladatok és példák megoldásai

1. rész

18. b) $\dots ns^2 np^3$.
25. 3 ilyen molekula van.
27. Az éténben a szén oxidációs száma -2 .
30. Gondoljátok végig, milyen típusú részecskékből állnak ezek az elemek.
34. Nem.

2. rész

42. 4 ilyen vegyület van közöttük.
45. a) lítium-oxid;
b) kalcium-oxid.
46. Vegyétek figyelembe az ionos kötés erősségének függését az atomok sugarától.
47. CH_4 , SO_2 , SiCl_4 .
52. $[\text{BF}_4]^-$: a fluor-ion – a donor, a bóratom — az akceptor.
53. 3 ilyen vegyület van közöttük.
54. Vegyétek figyelembe az oxidok szerkezetét.
56. 3 ilyen vegyület van közöttük.
65. Hat ion Cl^- ; hat ion Na^+ .

3. rész

71. Vegyétek figyelembe a cserebomlási reakciók lejátszódásának feltételeit.
74. $D(\text{levegő/keverék}) = 0,497$.
78. a) a hőmérséklet növelésével vagy a nyomás csökkentésével a reakció egyensúlya a visszaalakulás irányába tolódik el.
79. A hőmérséklet növelése szükséges. A nyomás változása hatással van a reakció egyensúlyára.
80. A reakció egyensúlya a visszaalakulás irányába tolódik el.
81. $\eta(\text{Br}_2) = 87,5 \%$.

82. $\eta(\text{H}_2) = 95 \%$.
83. $\eta(\text{észter}) = 62,5 \%$.
84. $m(\text{CuO}) = 17,0 \text{ g}$.
85. $m(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 9,3 \text{ g}$. Az átalakítási vázlat egy változata:
 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$.
86. $m(\text{sav}) = 1,67 \text{ kg}$.
87. $\eta(\text{O}_3) = 11,5 \%$.
88. $\eta(\text{NH}_3) = 30 \%$.
90. 3 ilyen só van köztük.
91. a.
92. A gázkiválás hiánya.
93. a) AlOH^{2+} , H^+ .
97. Használjátok a fémek aktivitási sorát.
98. Végbemegy az egyik fém reakciója a sóval. A galvánelem nem fog működni.
99. Vegyék figyelembe a kalcium kémiai tulajdonságait.
100. $m(\text{Zn}) = 17,4 \text{ g}$.
101. $m(\text{MnO}_2) = 0,696 \text{ g}$.

4. rész

105. $m(\text{O}) : m(\text{Si}) = 1,69 : 1$.
106. Arzén. As_2S_3 , As_2S_5 .
111. Vegyék figyelembe a vegyület szerkezetét.
113. $\varphi(\text{O}_3) = 4,9 \%$.
117. Hasonlítsátok össze az adszorbensek szerkezeti felépítését.
118. $\varphi(\text{H}_2) = 93,3 \%$.
119. $w(\text{I}_2) = 21,3 \%$.
120. F_2 . A xenon; csak a fluorral reagál (mint redukáló szer).
126. $\text{I}_2 + 10\text{HNO}_3 (\text{töm.}) = 2\text{HIO}_3 + 10\text{NO}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$.
127. b) $\text{S} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{töm.}) = 3\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$.
128. Vegyék figyelembe az elemek vegyértékét.
131. Gondoljátok végig a molekulákban található kötések jellemzőit.
132. Hasonlítsátok össze a vegyületek szerkezetét.
134. Hidrogén-peroxid, kénhidrogén.
136. $w(\text{H}_2\text{S}) = 0,3 \%$.
137. HCl .
139. $\alpha(\text{HCl}) = 7/8$.
142. a) $\text{H}_2\text{S} + 2\text{OH}^- = \text{S}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$;
 b) $3\text{NH}_3 + \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$.

143. $m(\text{oldat}) = 73 \text{ g}$.
145. $V(\text{oldat}) = 177 \text{ ml}$.
152. $M(\text{CO}, \text{CO}_2) = 32 \text{ g/mol}$.
153. $m(\text{CH}_4) = 2,4 \text{ g}$; $m(\text{CO}) = 1,4 \text{ g}$.
154. Az egyik oxid – SO_3 .
158. 3 reakció megy végbe. b) $3\text{Zn} + 4\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{töm.}) = 3\text{ZnSO}_4 + \text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$ (egy a változatok közül).
164. $m(\text{H}_2\text{O}) = 234 \text{ g}$.
165. $\eta(\text{NaNO}_3) = 95,3 \%$.
166. Igen.
167. $m(\text{MgO}) = 16 \text{ g}$.
168. $m(\text{üledék}) = 7,2 \text{ g}$.
169. Az egész.
170. $V(\text{O}_2) = 1 \text{ l}$; $V(\text{NO}_2, \text{maradék}) = 2 \text{ l}$.
171. $w(\text{CaO}) = 89,6 \%$.
172. $w(\text{NH}_3) = 16,2 \%$.
173. $\eta(\text{LiF}) = 80 \%$.
180. 10 Sn atomra – 176 Cu atom jut.
181. $w(\text{SiO}_2) = 15,6 \%$;
 $w(\text{Al}_2\text{O}_3) = 84,4 \%$.
185. d) $2\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{Ba}[\text{Al}(\text{OH})_4]_2$.
186. $8\text{Al} + 30\text{HNO}_3$ (nagyon híg) $= 8\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NH}_4\text{NO}_3 + 9\text{H}_2\text{O}$.
187. a) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{BaCl}_2 = 3\text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{AlCl}_3$;
 b) $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{NaOH} \stackrel{t}{=} 2\text{Na}_3\text{AlO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}\uparrow$;
 $2\text{Na}_3\text{AlO}_3 + 6\text{H}_2\text{SO}_4$ (főlös.) $= \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$.
189. Adjátok meg a vegyület képletét mint két oxidnak a képletét.
 $w(\text{Al}_2\text{O}_3) = 0,85$.
190. $m(\text{Al}) = 5,4 \text{ g}$.
191. $V(\text{H}_2\text{O}) = 52,5 \text{ ml}$.
192. $w(\text{Mg}) = 69 \%$.
193. Először határozzátok meg a vas oxidációs számát az ásványokban.
195. a) $2\text{Fe} + 3\text{F}_2 \stackrel{t}{=} 2\text{FeF}_3$;
 c) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} \stackrel{t}{=} \text{Ca}(\text{FeO}_2)_2$.
196. a) $6\text{FeO} + \text{O}_2 \stackrel{t}{=} 2\text{Fe}_3\text{O}_4$;
 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{BaCl}_2 = 2\text{FeCl}_3 + 3\text{BaSO}_4\downarrow$.
197. a) $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$;
 $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$;
 b) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{BaO} \stackrel{t}{=} \text{Ba}(\text{FeO}_2)_2$;
 $\text{Ba}(\text{FeO}_2)_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4$ (főlös.) $= \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{BaSO}_4\downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$.

199. $\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{FeOH}^{2+} + \text{H}^+$.
200. $\text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{S}\downarrow + \text{HCl}$.
201. Fe_2O_3 .
202. $m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 24,2 \text{ g}$.
203. $n = 4$.
204. $V(\text{H}_2) = 448 \text{ ml}$.
205. $m(\text{Cu}) = 16 \text{ g}$.
207. A felsorolt gázok közül 3.
209. a) $\text{NaOH} + \text{Al}_2\text{O}_3 \xrightarrow{t} \text{NaAlO}_2$ (vagy Na_3AlO_3) + H_2O ;
b) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Pb}(\text{OH})_2 = \text{Ca}[\text{Pb}(\text{OH})_4]$.
210. a) 2NaNO_3 (sz.) + H_2SO_4 (töm.) $\xrightarrow{t} \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HNO}_3 \uparrow$;
b) $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 4\text{HCl}$ (főlös.) = $\text{NaCl} + \text{AlCl}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$;
 $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 = \text{NaNO}_3 + \text{AgCl}\downarrow$.
211. $V(\text{víz}) = 429 \text{ ml}$.
212. $m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 8,2 \text{ g}$.
213. $w(\text{CaCO}_3) = 5 \%$.
219. b) a második esetben lúggal.
220. $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t} \text{Hg} + 2\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$.
221. $m(\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) = 33,1 \text{ g}$.
222. $V(\text{gázok}) = 2,8 \text{ l}$.
223. $m(\text{maradék HNO}_3) = 2,1 \text{ g}$.
224. $w(\text{KNO}_3) = 0,41$;
 $w(\text{KNO}_2) = 0,59$.
225. $\eta(\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2) = 98,2 \%$.
230. Nem; a vízből csak a Mg^{2+} -ionok csapódnak ki, a Ca^{2+} -ionok egy része az oldatban marad: $\text{MgSO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow + \text{CaSO}_4$ (kevésbé oldódó só).
231. A Ca^{2+} - és Mg^{2+} -kationokhoz hidrogénkarbonát-ionok kapcsolódnak; $m(\text{üledék}) = 167 \text{ mg}$.
234. A szilícium(IV)-oxidot nátrium- vagy kálium-hidroxiddal kell összekeverni, melegíteni, a keletkezett reakciótermék vizes oldatához savat kell adni.
238. $5\text{PbO} \cdot 9\text{SiO}_2$.
239. 3 helyes válasz van.
243. a) megváltozik;
c) megváltozik.
244. A karbamidban 1,33-szor több a nitrogén tömegrész-aránya.
245. $m((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 1,65 \text{ t}$.
246. $m(\text{precip.}) = 1,365 \text{ t}$.
249. Nem; A magnézium-ionok szintén kicsapódnak.

250. Használjátok a szén-dioxid tulajdonságait.
251. A kísérletben vagy fölös mennyiségű savat használtak, vagy vízben oldódó bázisos vas-só keletkezett. Mindenképpen a tanulónak több lúgot kell hozzáadni az oldathoz.
254. d) egyik a változatok közül — univerzális indikátor használata.
255. Vegyétek figyelembe a szilíciumvegyületek vízdoldhatóságát.
258. 6,67-szer több a hidrogénatomok száma.
259. 10 Na⁺-ionra mintegy 16 K⁺-ion esik.
263. Nyolc pár között megy végbe a reakció.
264. A reakció szilárd só és tömény kénsav között megy végbe.
265. Emlékezzetek vissza, milyen körülmények között mennek végbe a cserebomlási reakciók az elektrolitokban.
266. Vegyétek figyelembe a cserebomlási reakciók lejátszódásának feltételeit.
267. c) NaH_2PO_4 (fölös.) + NaOH = Na₂HPO₄ + H₂O.
268. $\eta(\text{NH}_3) = 90 \%$.
269. $w(\text{K}_3\text{PO}_4) = 75,4 \%$;
 $w(\text{K}_2\text{CO}_3) = 24,6 \%$.
271. Lúg.
272. A szilárd sót tömény kénsavval hőmérsékleten kell reagáltatni.

5. rész

279. MgB₂.
280. $m(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 126 \text{ kg}$.
282. $m((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 297 \text{ kg}$;
 $m(\text{CaCO}_3) = 225 \text{ kg}$.
287. $m(96 \%-os \text{H}_2\text{SO}_4) = 4,08 \text{ t}$.

Szakszavak jegyzéke

Adsorbens – felületi megkötésre képes szilárd anyag, amelynek a felületén gázok vagy oldott anyagok molekulái vagy ionjai rögzülhetnek.

Adszorpció – gáz, gőz vagy folyadékok molekuláinak vagy ionjainak megkötődése szilárd felületen.

Akceptor – a kovalens kötésben elektronpár felvételére képes részecske.

Allotrópia – az a jelenség, amikor bizonyos elemek több, eltérő szerkezetű egyszerű anyagot képesek alkotni.

Amorf anyagok – anyagok, melyekben a részecskék elhelyezkedése rendezetlen.

Atom – az anyag legkisebb, kémiailag oszthatatlan semleges részecskéje, mely pozitív töltésű atommagból és negatív töltésű elektronburokból áll.

Atomi arány – az elem atomjai számának aránya az összes elem atomjainak számához viszonyítva egy adott közegben.

Atompálya – az a térrész, amelyen az elektron megtalálási valószínűsége a legnagyobb.

Bázisos só – a bázisokban a hidroxidcsoportok részleges behelyettesítésének eredménye savmaradék-ionokkal.

Delokalizált elektronok – egyidejűleg több atomtörzs vonzása alatt álló elektronok.

Egyirányú (irreverzibilis) reakció – 1) a kiindulási anyagok teljes mennyisége átalakul terméké; 2) semmilyen körülmények között nem képesek visszaalakulni a reakciótermékek reagensekké.

Elektronpár donorja – részecske, amely a kovalens kötés kialakításához a kötő elektronpár mindkét elektronját egyedül szolgáltatja.

Fémes kötés – A fémek kationjai és a közöttük mozgó delokalizált elektronok között kialakuló kötés.

Hidrogénkötés – molekulák közötti elektrosztatikus kölcsönhatás, ami a hidrogénatom és a nagy elektronegativitású atom között alakul ki.

Ionkötés – a pozitív és a negatív töltésű ionok között működő elektrosztatikus vonzóerő.

Izotópok – azonos protonszámú, de eltérő tömegszámú atomok.

Kétszeres kovalens kötés – két közös elektronpárral létrejövő kovalens kötés.

Kovalens apoláris kötés – kovalens kötés, melyben a közös elektronpárok egyik atom felé sem tolódnak el.

Kovalens kötés – közös elektronpár képződésével kialakuló elsőrendű kötés.

Kristály – szilárd halmazállapotú anyag, amelyben az atomok, a molekulák vagy az ionok szabályos rendben, a tér mindhárom irányában ismétlődő minta szerint helyezkednek el.

Kristályrács – a kristályos szerkezetű anyag modellje.

Makroelemek – a növények számára nélkülözhetetlen tápelemek.

Megfordítható (reverzibilis) reakció – 1) egyidejűleg történik a reagensek és a reakciótermékek kölcsönhatása; 2) mindkét irányban egyidejűleg végbemenő reakció.

Műtrágyák – a növények táplálására alkalmas anyagok, melyekkel javítják a talajt a növényfejlesztés érdekében.

Nukelon-szám – az atommagot alkotó részecskék – a neutron és a proton összmennyisége.

Poláris kovalens kötés – kovalens kötés, melyben a közös elektronpárok az elektronegatívabb atom felé tolódnak el.

Savanyú só – a hidrogénatomok részleges helyettesítésének eredménye a többértékű sav molekulájában a fém- vagy az ammóniumionokkal.

Savas eső – légköri csapadék (eső, hó), amely szennyező gázok hatására savas kémhatású.

Sók hidrolízise – 1) cserebomlási reakció a só és víz között; 2) só és víz közötti kölcsönhatás, mely során savanyú vagy bázisos só keletkezik.

Származási (genetikai) kapcsolatok – az anyagok közötti kapcsolatok, amelyek származásuk és kémiai tulajdonságaikon alapulnak.

Termelési százalék (relatív hozam) – a kémiai reakció lefolyásának teljességét vagy egy anyag átalakulásának mértékét jellemző adat.

Üvegházhatás – a levegő hővisszatartó, hőtároló képességén alapuló jelenség, amit a levegő vízgőz, szén-dioxid és egyéb anyag-tartalma idéz elő.

Vízkeménység – a természetben található víz tulajdonsága, amit a benne oldott kalcium- és magnézium-sók mennyisége határoz meg.

Szakkifejezések szótára

A

- Adszorpció 91
- Agrokémia 18
- Akkumulátor 77
- Allotrópia 85
 - foszfor 88
 - kén 87
 - oxigén 85
 - szén 85
- Alumínium
 - atom elektronszerkezete 141
 - előfordulása 140
 - felhasználása 144, 146
 - hidroxid 146
 - mint egyszerű anyag 141
 - oxid 145
 - sói 146
- Ammónia 100
 - felhasználása 111, 183
 - tulajdonságok 107
- Ammóniás víz 66, 107
 - tulajdonságok 107
- Anyagok
 - amorf 47
 - atomszerkezetű 39
 - ionszerkezetű 32
 - kristályos 46
 - molekuláris 39
- Atom 5
 - gerjesztett állapota 17
- Atomi arány (elemek) 82
- Atompálya 10

B

- Bázisok 158
 - felhasználás 161
 - megnevezés 158
 - összetétel 158
 - tulajdonságok 159
- Biotechnológia 210

C

- Cement 178

E

- Elektrosemlegesség szabálya
- Elektron
 - héj 10
 - spin 10
- Energiaszint 10

F

- Fémek 24, 135
 - alkalmazás 136
 - fizikai tulajdonságok 135
 - kémiai tulajdonságok 105, 122, 142, 151
- Fémes elemek 133, 196
 - atomok és ionok 134
 - előfordulása 133
- Fémes kötés 44

Fémötvözetek 136
Fémrács 139
Fullerén 86

G

Galvánelem 74
Gázálarc 92
Grafit 86
Gyémánt 86

H

Hidrogén-karbonátok 172
Hidrogén-klorid 101
 felhasználás 110
 tulajdonságok 102
Hidrogénkötés 42
Hidrogén-szulfid 100
 felhasználás 111
 tulajdonságok 109
Hidrolízis (sók) 66

I

Ion
 ammónium- 37
 hidroxónium-38
Ionok
 egyszerű 30
 összetett 30
Ionos kötés 31
Izotópok 6

K

Karbonátok 172
Kémiai egyensúly 54
Kémiai elem 6

Kémiai áramforrások 75
Kémiai kötés 29
Kénhidrogén
 (nézd Hidrogén-szulfid)
Kénsav 121
 fizikai tulajdonságok 122
 kémiai tulajdonságok 122,
 143, 152

Kerámia 178
Klórhidrogén
 (nézd Hidrogén-klorid)

Kloridok 105
Kovalens kötés 34
 donor-akceptor mechanizmus
 38
 összekötő mechanizmus 37
 egyszerű 34
 hármás 35
 kettős 35

Kovasav
 (nézd Szilikátsav)
Kristály 178
Kristályrács 46, 139

L

Legkisebb kényszer elve
 (le-Chatelier-elv) 55

M

Makroelemek 180
Mikroelemek 180
Műtrágyák 181
 ásványi 181
 foszfor 183
 kálium 183
 kombinált 183
 nitrogén 183

N

- Nanoanyagok 208
- Nemfémek 24, 84
 - előfordulása 88
 - felhasználás 97
 - fizikai tulajdonságok 90
 - kémiai tulajdonságok 95, 142, 151
 - szerkezete 84
- Nemfémek hidrogénvegyületei 99
 - felhasználás 110
 - fizikai tulajdonságok 101
 - kémiai tulajdonságok 105
 - megnevezés 101
 - összetétel 100
 - szerkezet 101
- Nemfémes elemek 80, 194
 - atomok és ionok 82
 - előfordulás 81
 - oxidációs szám 20
 - vegyérték 16
- Nemfémes elemek oxidjai 112
 - élettani hatás 118
 - előállítás 115
 - felhasználás 116
 - fizikai tulajdonságok 114
 - kémiai tulajdonságok 114
 - megnevezés 113
 - összetétel 112
 - szerkezet 113
- Nitrátok 168
- Nuklid 6
- Nukleon-szám 6

O

- Ortofoszfátok 165
- Ortofoszfátsav 121
 - oxidációs szám 19

- Oxidok 25
- Oxidok hidrátja 26
- Ózon 88
- Ózonréteg 88

P

- Pirofór anyag 150
- Protonszám 6

R

- Reakció
 - egyenes 50
 - egyirányú 50
 - megfordítható 50
 - minőségi 187
 - visszaalakulási 50
- Rozsda 151, 157

S

- Salétromsav 121
 - fizikai tulajdonságok 122
 - kémiai tulajdonságok 124, 143, 152
- Savak
 - szerkezete 122
 - megnevezés 120
 - összetétel 120
 - fizikai tulajdonságok 122
 - kémiai tulajdonságok 122
- Savas eső 125
- Savanyú talaj 184
- Sók 163
 - bázisos 68, 165
 - előfordulása 163
 - felhasználás 169
 - hidrolízise 66

savanyú 67, 165
szabályos 164
tulajdonságok 165
osztályozás 164
Sósav 105
 felhasználása 110
 kémiai tulajdonságai 105
Szén 86
 aktív- 91
 fa- 87, 91
Szénsav 121
Szilikátok 175, 176
Szilikátsav 175
Szilikogél 93
Sztalagmit 173
Sztalaktit 173
Sztöchiometriai vázlat 64
 243
Szulfátsav
 (*nézd Kénsav*)
Szulfidsav 105
Szupravezetés 209

T

Termelési százalék 60

Ü

Üveg 177
 kvarc- 178
Üvegházhatás 117

V

Vas 148
 elektronszerkezet 150
 előfordulása 148
 fizikai tulajdonságok 150
 -hidroxidok 154
 kémiai tulajdonságok 150
 -oxidok 153
 sói 154
Vegyérték 16
Vízkeménység 171
 állandó 173
 változó 172
Vízkeő 172
Vízüveg 176

Szakkifejezések szótára

Adsorbens – адсорбент.

Adszorpció – адсорбція.

Allotrópia – алотропія.

Amorf anyag – аморфна речовина.

Atom – атом.

Atompálya – орбіталь.

Bázisos só – основна сіль.

Delokalizált elektronok – делокалізовані електрони.

Egyirányú (irreverzibilis) reakció – необоротна реакція.

Egyszeres kovalens kötés – простий ковалентний зв'язок.

Egyszerű ion – простий йон.

Elektronpár akceptora – акцептор електронної пари.

Elektronpár donorja – донор електронної пари.

Elemek atomi aránya – атомна частка елемента.

Fémes kötés – металічний зв'язок.

Háromszoros kovalens kötés – потрійний ковалентний зв'язок.

- Hidrogénkötés** – водневий зв’язок.
- Ionkötés** – йонний зв’язок.
- Izotópok** – ізотопи.
- Kémiai áramforrás** – хімічне джерело струму.
- Kémiai egyensúly** – хімічна рівновага.
- Kémiai elem** – хімічний елемент.
- Kétszeres kovalens kötés** – подвійний ковалентний зв’язок.
- Kovalens kötés** – ковалентний зв’язок.
- Kovalens apoláris kötés** – неполярний ковалентний зв’язок.
- Kristály** – кристал.
- Kristályrács** – кристалічні ґратки.
- Megfordítható reakció** – оборотна реакція.
- Minőségi reakció** – якісна реакція.
- Műtrágyák** – добрива.
- Nukleon-szám** – нуклонне число.
- Összetett ion** – складний йон.
- Poláris kovalens kötés** – полярний ковалентний зв’язок.
- Protonszám** – протонне число.
- Relatív hozam (termelési százalék)** – відносний вихід продукту реакції.
- Savanyú só** – кисла сіль.

Savas eső – кислотні опади.

Só – сіль.

Sók hidrolízise – гідроліз солі.

Szabályos só – середня сіль.

Származási kapcsolatok – генетичні зв'язки.

Tapasztalati képlet – формульна одиниця.

Üvegházhatás – парниковий ефект.

Vízkeménység – жорсткість води.

Ukrán nyelvű irodalom a tanulókrészére

1. Васи́лега М. Д. Цікава хімія / М. Д. Васи́лега. – К. : Рад. шк., 1989. – 188 с.
2. Вороненко Т. І. Хімія щодня. Це треба знати кожному / Тетяна Вороненко, Тетяна Іваха. – К. : Шк. світ, 2011. – 128 с.
3. Котляр З. В. Хімія елементів / З. В. Котляр, В. М. Котляр. – К. : Вид. дім «Перше вересня», 2016. – 224 с.
4. Леєнсон І. А. Дивовижна хімія / І. А. Леєнсон. – Х. : Ранок, 2011. – 176 с.
5. Смаль Ю. Цікава хімія. Життєпис речовин / Юля Смаль. – Львів : Вид-во Старого Лева, 2016. – 112 с.
6. Яковішин Л. О. Цікаві досліди з хімії: у школі та вдома / Л. О. Яковішин. – Севастополь : Біблекс, 2006. – 176 с.

Érdekes információkat tartalmazó internetes weboldalak

1. http://chemistry_chemists.com
2. http://www.thoughtco.com/chemistry_4133594
3. <https://www.facebook.com/compoundchem>
4. <https://www.webelements.com>
5. <http://www.chemistryworld.com>
6. <http://www.compoundchem.com>

Tartalom

| | |
|---------------------------------|---|
| Kedves tizenegyedikeseik! | 3 |
|---------------------------------|---|

1. rész

A periódusos törvény. Az atom elektronszerkezete

| | |
|---|----|
| 1. Az atomok. A kémiai elem. A periódusos törvény | 5 |
| 2. Az atom elektronszerkezete | 9 |
| 3. A vegyérték és az elemek oxidációs száma | 16 |
| 4. A kémiai elem jellegének, egyszerű és összetett vegyületei tulajdonságainak periodikus változása | 23 |

2. rész

A kémiai kötések. Az anyag szerkezete

| | |
|--|----|
| 5. Az ionos kötés. Ionos vegyületek | 30 |
| 6. A kovalens kötés. Molekuláris és atomrács-szerkezetű anyagok | 34 |
| 7. A hidrogénkötés. A fémes kötés | 41 |
| 8. Kristályos és amorf anyagok | 45 |

3. rész

Kémiai reakciók

| | |
|---|----|
| 9. Egyirányú és megfordítható kémiai reakciók | 49 |
| 10. Kémiai egyensúly | 53 |
| <i>Érdeklődők számára.</i> | |
| Ukrán származású Nobel-díjas | 59 |

| | | |
|-----|---|-----------|
| 11. | A reakciótermék relatív hozama | 60 |
| 12. | A sók hidrolízise | 65 |
| | <i>Érdeklődők számára. A kivétel erősíti a szabályt.....</i> | <i>72</i> |
| 13. | A galvánelem – az elektromos áram kémiai forrása..... | 73 |
| | <i>Érdeklődők számára. A fehérje-katalizátorok a modern kémiatudomány egyik prioritása.....</i> | <i>79</i> |

4. rész

A szervesetlen anyagok és tulajdonságaik

| | | |
|-----|--|------------|
| 14. | A nemfémes elemek..... | 80 |
| 15. | A nemfémek..... | 84 |
| 16. | A nemfémek fizikai tulajdonságai. Az adszorpció..... | 90 |
| 17. | A nemfémek kémiai tulajdonságai és alkalmazásuk..... | 95 |
| 18. | A nemfémes elemek hidrogénnel alkotott vegyületei | 99 |
| 19. | A hidrogén-klorid, a kénhidrogén és az ammónia kémiai tulajdonságai és alkalmazása..... | 104 |
| 20. | A nemfémes elemek oxidjai | 112 |
| 21. | A savak..... | 120 |
| 22. | Kémiai egyenletek alapján végzett számítások, ha a reagensek egyike fölöslegben van | 128 |
| 23. | A fémes elemek. A fémek..... | 132 |
| | <i>Érdeklődők számára. A fémek kristályrácsai.....</i> | <i>139</i> |
| 24. | Az alumínium. Az alumínium vegyületei | 140 |
| 25. | A vas mint kémiai elem és mint egyszerű anyag. A vasvegyületek..... | 148 |
| | <i>Érdeklődők számára. Rozsdafolt eltávolítása a szövetből.....</i> | <i>157</i> |
| 26. | A bázisok. A nátrium és a kalcium hidroxidja | 158 |
| 27. | A sók..... | 163 |
| 28. | A víz keménysége..... | 171 |
| 29. | A szilikátok. A szilikátipar termékei. | 175 |
| 30. | A műtrágyák. A talaj savassága..... | 180 |

| | | |
|-----|---|-----|
| | <i>Érdeklődők számára.</i> | |
| | Nitrátok az élelmiszerekben..... | 187 |
| 31. | Egyes ionok minőségi kimutatása..... | 187 |
| | 1. SZÁMÚ GYAKORLATI MUNKA | |
| | A sók összetételének minőségi vizsgálata..... | 193 |
| 32. | A kémiai elemek biológiai jelentősége | 194 |
| 33. | A szervesetlen vegyületek közötti származási kapcsolatok | 198 |
| | 2. SZÁMÚ GYAKORLATI MUNKA | |
| | A szervesetlen vegyületek közötti származási kapcsolatok ... | 205 |

5. rész

A kémia és az emberiség fejlődése

| | | |
|-----|---|-----|
| 34. | A kémia és az emberiség fejlődése | 207 |
| 35. | A kémia és a környezet..... | 213 |
| 36. | A zöld kémiáról..... | 219 |
| | Utószó..... | 223 |
| | Mellékletek..... | 224 |
| | Feladatok és példák megoldásai | 232 |
| | Szakszavak jegyzéke | 237 |
| | Tárgymutató | 240 |
| | Szakkifejezések szótára..... | 244 |
| | Szakirodalom a tanulók részére | 247 |

Навчальне видання

ПОПЕЛЬ Павло Петрович
КРИКЛЯ Людмила Сергіївна

ХІМІЯ

Рівень стандарту

Підручник для 11 класу з навчанням угорською мовою
зкладів загальної середньої освіти

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Видано за державні кошти. Продаж заборонено

У підручнику з навчальною метою
використано ілюстративні матеріали,
що перебувають у вільному доступі в мережі інтернет

Переклад з української
Перекладач Е. Арпа
Угорською мовою

Редактор Е. Сабов
Коректор Е. Сабов
Художнє оформлення В. Штогриня
Комп'ютерна верстка П. Давиденка

Формат 60x90/16. Ум. друк. арк. 15,75. Обл.-вид. 8,25.
Наклад 960 прим. Зам. № 1425.

Видавець і виготовлювач видавничий дім «Букрек»,
вул. Радищева, 10, м. Чернівці, 58000.
Тел./факс: (0372) 55-29-43. E-mail: info@bukrek.net. Сайт: www.bukrek.net
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єкта видавничої справи
ЧЦ № 1 від 10.07.2000 р.

A kémiai elemek periódusos rendszere (hosszú forma)

Melléklet

| Csoportok | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| Periódusok | Ia | IIa | IIIb | IVb | Vb | VIb | VIIb | IIb | IIIa | IVa | Va | VIa | VIIa | VIIIa | VIIa | VIIIa | VIIIa | |
| 1 | H 1 Hidrogén | | | | | | | | | | | | | | 1 H (Hidrogén) | | 2 He Hélium | |
| 2 | Li 3 Lítium | Be 4 Berillium | | | | | | | | B 5 Bor | C 6 Szén | N 7 Nitrogén | O 8 Oxigén | F 9 Fluor | 10 Ne Neon | | | |
| 3 | Na 11 Nátrium | Mg 12 Magnézium | | | | | | | | Al 13 Alumínium | Si 14 Szilícium | P 15 Foszfór | S 16 Kén | Cl 17 Klór | 18 Ar Argon | | | |
| 4 | K 19 Kálium | Ca 20 Kalcium | Sc 21 Szkandium | Ti 22 Títán | V 23 Vanádium | Cr 24 Krom | Mn 25 Mangán | Fe 26 Vas | Co 27 Kobalt | Ni 28 Nikkel | Cu 29 Réz | Zn 30 Cink | Ga 31 Gallium | Ge 32 Germanium | As 33 Arsén | Se 34 Szelen | Br 35 Brom | 36 Kr Kriptón |
| 5 | Rb 37 Rubídium | Sr 38 Stroncium | Y 39 Itérium | Zr 40 Cirkónium | Nb 41 Nióbium | Mo 42 Molibdén | Tc 43 Technécium | Ru 44 Ródium | Rh 45 Ródium | Pd 46 Palládium | Ag 47 Ezüst | Cd 48 Kadmium | In 49 Indium | Sn 50 Ólaj | Sb 51 Antimon | Te 52 Télur | I 53 Jód | 54 Xe Xenon |
| 6 | Cs 55 Cézium | Ba 56 Bárium | La* 57 Lantán | Hf 72 Hafnium | Ta 73 Tantal | W 74 Volfrám | Re 75 Rénium | Os 76 Ózium | Ir 77 Íridium | Pt 78 Platina | Au 79 Arany | Hg 80 Érc | Tl 81 Tallium | Pb 82 Ólom | Bi 83 Bismut | Po 84 Polónium | At 85 Asztatórium | 86 Rn Radon |
| 7 | Fr 87 Francium | Ra 88 Rádium | Ac** 89 Aktínium | Rf 104 Rutherfordium | Db 105 Dubnium | Sg 106 Szaborgium | Bh 107 Bohrrium | Hs 108 Hassium | Mt 109 Meitnerium | Ds 110 Dzsenium | Rg 111 Roentgenium | Cn 112 Copernicium | 113 Nh | 114 Fl Flerovium | 115 Mc | 116 Lv Livermorium | 117 Ts | 118 Uuo Ununoktium |

* Lantanoidák

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 58 Ce Cérium | 59 Pr Praezodimium | 60 Nd Neodimium | 61 Pm Prométiu | 62 Sm Szamárrium | 63 Eu Eurórium | 64 Gd Gadolium | 65 Tb Terbium | 66 Dy Diszpozitium | 67 Ho Hólmium | 68 Er Erbium | 69 Tm Tullium | 70 Yb Itterbium | 71 Lu Lutécium |
|-------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|

** Aktinoidák

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 90 Th Tórium | 91 Pa Protaktínium | 92 U Urán | 93 Np Neptúnium | 94 Pu Plutónium | 95 Am Americium | 96 Cm Kürüm | 97 Bk Berkélium | 98 Cf Kalifornium | 99 Es Einsteinium | 100 Fm Fermium | 101 Md Mendelevium | 102 No Nobelium | 103 Lr Laurencium |
|-------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|

Az elemek típusai

 s-elemek

 p-elemek

 d-elemek

 f-elemek

A főtívonnal baloldaltól a fémek elemek helyezkednek el, jobboldaltól pedig — a nemfémek elemek.

Az egy típusú elemeknek hasonló az elektronszerkezetük.

A kémiai elemek periódusos rendszere

| Periódusok | Csop. | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--|---|--|--|---|--|--|-----|---|---|----|---|---|---|--|
| | a | I | b | a | II | b | a | III | b | a | IV | b | a | V | |
| 1 | H 1 Hidrogén 1,0079 1s ¹ | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Li 3 Lítium 6,941 [He]2s ¹ | | Be 4 Berillium 9,012 [He]2s ² | | B 5 Bór 10,81 [He]2s ² 2p ¹ | | C 6 Szén 12,011 [He]2s ² 2p ² | | N 7 Nitrogén 14,006 [He]2s ² 2p ³ | | | | | | |
| 3 | Na 11 Nátrium 22,990 [Ne]3s ¹ | | Mg 12 Magnézium 24,305 [Ne]3s ² | | Al 13 Alumínium 26,982 [Ne]3s ² 3p ¹ | | Si 14 Szilícium 28,086 [Ne]3s ² 3p ² | | P 15 Foszfor 30,974 [Ne]3s ² 3p ³ | | | | | | |
| 4 | K 19 Kálium 39,098 [Ar]4s ¹ | | Ca 20 Kalcium 40,08 [Ar]4s ² | | 21 Sc 44,956 Szkandium [Ar]3d ¹ 4s ² | | 22 Ti 47,87 Titán [Ar]3d ² 4s ² | | 23 V 50,941 Vanádium [Ar]3d ³ 4s ² | | | | | | |
| | 29 Cu 63,546 Réz [Ar]3d ¹⁰ 4s ¹ | | 30 Zn 65,41 Cink [Ar]3d ¹⁰ 4s ² | | Ga 31 Gallium 69,72 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ¹ | | 32 Ge 72,64 Germánium [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ² | | As 33 Arzén 74,922 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ³ | | | | | | |
| 5 | Rb 37 Rubídium 85,468 [Kr]5s ¹ | | Sr 38 Stroncium 87,62 [Kr]5s ² | | 39 Y 88,906 Ittrium [Kr]4d ¹ 5s ² | | 40 Zr 91,22 Cirkónium [Kr]4d ² 5s ² | | 41 Nb 92,906 Nióbium [Kr]4d ⁴ 5s ¹ | | | | | | |
| | 47 Ag 107,868 Ezüst [Kr]4d ¹⁰ 5s ¹ | | 48 Cd 112,41 Kadmium [Kr]4d ¹⁰ 5s ² | | In 49 Indium 114,82 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ¹ | | 50 Sn 118,71 Ón [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ² | | 51 Sb 121,76 Antimon [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ³ | | | | | | |
| 6 | Cs 55 Cézium 132,91 [Xe]6s ¹ | | Ba 56 Bárium 137,33 [Xe]6s ² | | 57 La* 138,905 Lantán [Xe]5d ¹ 6s ² | | 72 Hf 178,49 Hafnium [Xe]4f ¹⁴ 5d ² 6s ² | | 73 Ta 180,948 Tantalum [Xe]4f ¹⁴ 5d ³ 6s ² | | | | | | |
| | 79 Au 196,967 Arany [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ¹ | | 80 Hg 200,59 Higany [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² | | Tl 81 Tallium 204,38 [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ¹ | | Pb 82 Ólom 207,2 ...6s ² 6p ² | | 83 Bi 208,980 Bizmut [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ³ | | | | | | |
| 7 | Fr 87 Francium [223] [Rn]7s ¹ | | Ra 88 Rádium [226] [Rn]7s ² | | 89 Ac** [227] Aktínium [Rn]6d ¹ 7s ² | | 104 Rf [267] Rutherfordium [Rn]5f ¹⁴ 6d ² 7s ² | | 105 Db [268] Dubnijum [Rn]5f ¹⁴ 6d ³ 7s ² | | | | | | |
| | 111 Rg [282] Roentgenium | | 112 Cn [285] Copernicium | | 113 Nh [286] Nihonium | | Fl 114 Flerovium [289] | | 115 Mc [288] Moszkovium | | | | | | |
| Legmagasabb oxidok | E₂O | | EO | | E₂O₃ | | EO₂ | | E₂O₅ | | | | | | |
| Illanó hidrogénvegyületek | | | | | | | EH₄ | | EH₃ | | | | | | |
| * Lantanoidák | 58 Ce 140,12 4f ¹ 5d ¹ Cérium | 59 Pr 140,908 4f ³ 5d ⁰ Prazeodímium | 60 Nd 144,24 4f ⁴ 5d ⁰ Neodímium | 61 Pm [145] 4f ⁵ 5d ⁰ Prométium | 62 Sm 150,4 4f ⁶ 5d ⁰ Szamárium | 63 Eu 151,96 4f ⁷ 5d ⁰ Európium | 64 Gd 157,25 4f ⁷ 5d ¹ Gadolinium | | | | | | | | |
| ** Aktinoidák | 90 Th 232,038 5f ⁰ 6d ² Tórium | 91 Pa 231,036 5f ² 6d ¹ Protaktínium | 92 U 238,029 5f ³ 6d ¹ Urán | 93 Np [237] 5f ⁴ 6d ¹ Neptúnium | 94 Pu [244] 5f ⁶ 6d ⁰ Plutónium | 95 Am [243] 5f ⁷ 6d ⁰ Americium | 96 Cm [247] 5f ⁷ 6d ¹ Küranium | | | | | | | | |

 s-elemek

 p-elemek

 d-elemek

 f-elemek

Periodikus rendszere (rövid forma)

| I. csoport | | | | | | | | | | II. csoport | | | | | | | | | | III. csoport | | | | | | | | | | IV. csoport | | | | | | | | | | V. csoport | | | | | | | | | | VI. csoport | | | | | | | | | | VII. csoport | | | | | | | | | | VIII. csoport | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| b | | | | | | | | | | a | | | | | | | | | | b | | | | | | | | | | a | | | | | | | | | | b | | | | | | | | | | a | | | | | | | | | | b | | | | | | | | | | a | | | | | | | | | | b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | (H) | | | | | | | | | | He 2 Hélium 4,0026 1s ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 O 4,0067 [2s ² 2p ⁴] Oxigén 15,999 | | | | | | | | | | 8 F 18,998 [He]2s ² 2p ⁶ Fluor 18,998 | | | | | | | | | | 9 Ne 20,180 [He]2s ² 2p ⁶ Neon 20,180 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 S 32,06 [Ne]3s ² 3p ⁴ Kén 32,06 | | | | | | | | | | 16 Cl 35,453 [Ne]3s ² 3p ⁵ Klór 35,453 | | | | | | | | | | 17 Ar 39,948 [Ne]3s ² 3p ⁶ Argon 39,948 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| V Vanádium 51,996 [Ar]3d ⁵ 4s ¹ | | | | | | | | | | 24 Cr Króm 54,938 [Ar]3d ⁵ 4s ¹ | | | | | | | | | | 25 Mn Mangán 54,938 [Ar]3d ⁵ 4s ² | | | | | | | | | | 26 Fe Vas 55,845 [Ar]3d ⁶ 4s ² | | | | | | | | | | 27 Co Kobalt 58,933 [Ar]3d ⁷ 4s ² | | | | | | | | | | 28 Ni Nikkel 58,69 [Ar]3d ⁸ 4s ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33 Se 78,96 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁴ Szelén 78,96 | | | | | | | | | | 34 Br 79,904 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁵ Brom 79,904 | | | | | | | | | | 35 Kr 83,80 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ Kripton 83,80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nb Nióbium 92,906 [Kr]4d ⁵ 5s ¹ | | | | | | | | | | 42 Mo Molibdén 95,94 [Kr]4d ⁵ 5s ¹ | | | | | | | | | | 43 Tc [98] Technécium [Kr]4d ⁵ 5s ² | | | | | | | | | | 44 Ru 101,07 Ruténium [Kr]4d ⁷ 5s ¹ | | | | | | | | | | 45 Rh 102,905 Ródium [Kr]4d ⁸ 5s ¹ | | | | | | | | | | 46 Pd 106,4 Palládium [Kr]4d ¹⁰ 5s ⁰ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 51 Te 127,60 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁴ Tellúr 127,60 | | | | | | | | | | 52 I 126,904 Jód 126,904 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁵ | | | | | | | | | | 53 Xe 131,29 Xenon 131,29 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ta Tantál 180,948 [Xe]4f ¹⁴ 5d ³ 6s ² | | | | | | | | | | 74 W Volfrám 183,84 [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁴ 6s ² | | | | | | | | | | 75 Re Rénium 186,207 [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁵ 6s ² | | | | | | | | | | 76 Os Ozmium 190,2 [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁶ 6s ² | | | | | | | | | | 77 Ir Iridium 192,22 [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁷ 6s ² | | | | | | | | | | 78 Pt Platina 195,09 [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁹ 6s ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 83 Po Polónium [209] [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁴ | | | | | | | | | | 84 At Asztácium [210] [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁵ | | | | | | | | | | 85 Rn Radon [222] [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Db Dubnium [105] [Rn]5f ¹⁴ 6d ³ 7s ² | | | | | | | | | | 106 Sg [271] Scaborgium [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁴ 7s ² | | | | | | | | | | 107 Bh [270] Bohrium [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁵ 7s ² | | | | | | | | | | 108 Hs [269] Hassium [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁶ 7s ² | | | | | | | | | | 109 Mt [278] Meitnerium [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁷ 7s ² | | | | | | | | | | 110 Ds Darmstadtium [281] [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁹ 7s ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 115 Lv Livermorium [293] | | | | | | | | | | 116 | | | | | | | | | | 117 | | | | | | | | | | Uuo | | | | | | | | | | 118 Ununoctium [294] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | EO₃ | | | | | | | | | | E₂O₇ | | | | | | | | | | EO₄ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | H₂E | | | | | | | | | | HE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gd 4f ⁷ 5d ¹ Gádolímium 157,25 Terbium 158,925 4f ⁹ 5d ⁰ | | | | | | | | | | 65 Tb Terbium 158,925 4f ⁹ 5d ⁰ | | | | | | | | | | 66 Dy Diszprózium 162,50 4f ¹⁰ 5d ⁰ | | | | | | | | | | 67 Ho Holmium 164,93 4f ¹¹ 5d ⁰ | | | | | | | | | | 68 Er Erbium 167,26 4f ¹² 5d ⁰ | | | | | | | | | | 69 Tm Túlium 168,93 4f ¹³ 5d ⁰ | | | | | | | | | | 70 Yb Itterbium 173,04 4f ¹⁴ 5d ⁰ | | | | | | | | | | 71 Lu Lutécium 174,97 4f ¹⁴ 5d ¹ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cm 5f ⁷ 6d ¹ Kürurium 247 Berkélium [247] 5f ⁹ 6d ¹ | | | | | | | | | | 97 Bk [247] Berkélium [251] 5f ⁹ 6d ¹ | | | | | | | | | | 98 Cf Kalifornium [251] 5f ¹⁰ 6d ⁰ | | | | | | | | | | 99 Es Einsteinium [252] 5f ¹¹ 6d ⁰ | | | | | | | | | | 100 Fm Fermium [257] 5f ¹² 6d ⁰ | | | | | | | | | | 101 Md Mendeléviium [258] 5f ¹³ 6d ⁰ | | | | | | | | | | 102 No Nobélium [259] 5f ¹⁴ 6d ⁰ | | | | | | | | | | 103 Lr Laurencium [262] 5f ¹⁴ 6d ¹ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Bázisok, savak, amfoter hidroxidok és sók

| Kationok \ Anionok | H ⁺ | Li ⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | Ag ⁺ | Mg ²⁺ | Ca ²⁺ | Ba ²⁺ |
|-------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| OH ⁻ | | o | o | o | — | k | k | o |
| F ⁻ | o | k | o | o | o | k | k | k |
| Cl ⁻ | o | o | o | o | n | o | o | o |
| Br ⁻ | o | o | o | o | n | o | o | o |
| I ⁻ | o | o | o | o | n | o | o | o |
| S ²⁻ | o | o | o | o | n | # | # | o |
| SO ₃ ²⁻ | o | o | o | o | n | o | k | k |
| SO ₄ ²⁻ | o | o | o | o | k | o | k | n |
| NO ₃ ⁻ | o | o | o | o | o | o | o | o |
| PO ₄ ³⁻ | o | k | o | o | n | k | n | n |
| CO ₃ ²⁻ | o | o | o | o | k | k | n | n |

Egyezményes jelölések:

„o” – oldódó anyag (oldhatósága meghaladja az 1 g anyagot 100 g

„k” – kevésbé oldódó anyag (oldhatósága 1 g-tól 0,001 g-ig terjed

„n” – gyakorlatilag nem oldódó anyag (oldhatósága nem éri el a 0

„—” – az anyag nem létezik;

„#” – az anyag létezik, de a vízzel reagál (oldhatóságát nem lehet m

A fémek

Li K Ba Sr Ca Na Mg Be Al Mn Cr Zn



a fémek kém

A savak osztályozá

HClO₄ HNO₃ HI HBr HCl H₂SO₄

H₂S

erős savak

oldhatósága a vízben (20–25°C hőmérsékleten)

| Zn ²⁺ | Mn ²⁺ | Pb ²⁺ | Cu ²⁺ | Hg ²⁺ | Ni ²⁺ | Fe ²⁺ | Fe ³⁺ | Al ³⁺ | Cr ³⁺ |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| n | n | n | n | — | n | n | n | n | n |
| o | o | k | o | # | o | k | n | k | o |
| o | o | k | o | o | o | o | o | o | o |
| o | o | k | o | k | o | o | o | o | o |
| o | o | k | — | k | o | o | — | o | o |
| n | n | n | n | n | n | n | # | # | # |
| o | k | k | — | # | k | k | — | — | — |
| o | o | k | o | o | o | o | o | o | o |
| o | o | o | o | o | o | o | o | o | o |
| n | k | n | # | # | n | n | n | n | n |
| n | n | n | # | — | k | n | — | — | — |

(vízben);
 (100 g vízben);
 (0,001 g-ot 100 g vízben);
 (meghatározni).

aktivitási sora

Fe Cd Ni Sn Pb (H₂) Bi Cu Ag Hg Pt Au

relatív aktivitása növekszik

erősségük szerint

H₂SO₄ H₃PO₄ HF HNO₂

H₂CO₃ H₂S H₂SiO₃

közepes erősségű savak

gyenge savak