

P. P. Popel, L. Sz. Kriklja

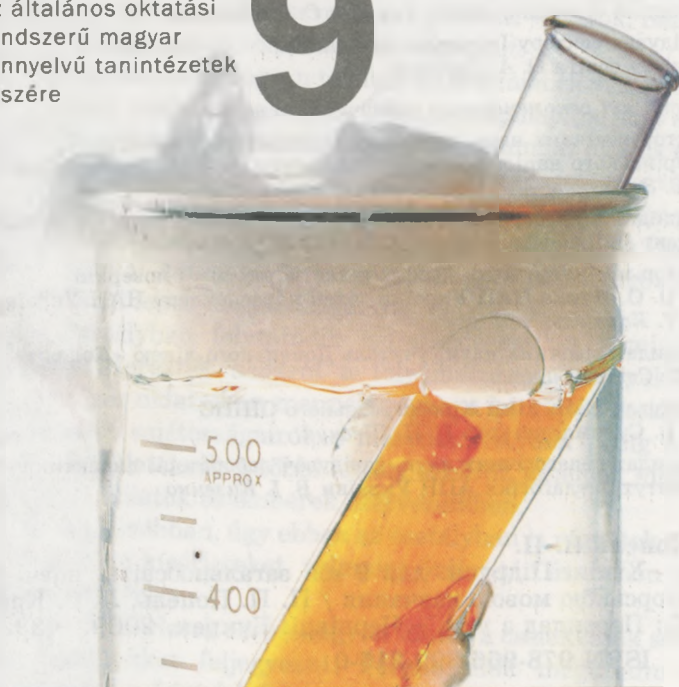
KÉMIA

Tankönyv

az általános oktatási
rendszerű magyar
tannyelvű tanintézetek
részére

9

osztály



Ajánlotta

Ukrajna Oktatási és Tudományos Minisztériuma

Csernyivci
BukRek Kiadó
2009

ЧОПСЬКА
СЕРЕДНЯ ШКОЛА № 2

ББК 24. 1я 721
П57

Перекладено з видання:

П. П. Попель, Л. С. Крикля. Хімія 9 кл.: Підручн. для загальноосвітн. навч. закл. – К.: ВЦ „Академія”, 2009. – 232 с.: іл.

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(Наказ Міністерства освіти і науки України від 02.02.2009 р. № 58)*

**Видано за державні кошти.
Продаж заборонено**

Відповідальні за підготовку підручника до видання:

головний спеціаліст МОН України С. С. Фіцайло,
завідувач сектору Інституту інноваційних технологій
і змісту освіти О. А. Дубовик

Експерти, які рекомендували підручник до видання:

доктор хімічних наук, професор кафедри органічної хімії
Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського
О. Є. Земляков;

кандидат педагогічних наук, завідувач кафедри теорії та методики,
доцент Дніпропетровського ОІППО Л. М. Зламаний;

доктор хімічних наук, професор Інституту хімії поверхні
ім. О. О. Чуйка НАН України, член-кореспондент НАН України
М. Т. Картель;

кандидат хімічних наук, учитель Донецького ліцею «Колеж»
І. Ю. Старовойтова;

завідувач НМК хімії Кіровоградського ОІППО
ім. В. Сухомилинського В. П. Шевчук;

кандидат педагогічних наук, завідувач лабораторії дидактики
Інституту педагогіки АПН України В. І. Кизенко

Попель П. П.

П57 Хімія: Підручн. для 9 кл. загальноосвітн. навч. закл. з
угорською мовою навчання / П. П. Попель, Л. С. Крикля. –
К.: Переклад з укр. – Чернівці: Букрек, 2009. – 232 с.: іл.
ISBN 978-966-399-215-0

Підручник підготовлено за програмою з хімії для 7–11 класів загальноосвітніх навчальних закладів. У ньому розглянуто матеріал із розділів „Вода. Розчини”, „Хімічні реакції”, „Найважливіші органічні сполуки”. Містить практичні роботи, лабораторні досліди, запитання, вправи, задачі, завдання для домашнього експерименту, додатковий матеріал для допитливих, а також словничок хімічних термінів і предметний покажчик.

ББК 24. 1я 721

ISBN 978-966-580-294-5 (укр.)

ISBN 978-966-399-215-0 (угор.)

© Попель П. П., Крикля Л. С., 2009
© ВЦ „Академія”, оригінал-макет, 2009
© Видавничий дім „Букрек”,
переклад угорською мовою, 2009

Kedves Kilencedikesek!

A 8. osztályban a kémiaórákon sok új és érdekes tudnivalót tudtatok meg a kémiai elemekről és különböző anyagokról. Ismertté vált számotokra az a tény, hogy az anyagok adagjait a kémiában az anyag részecskéinek – atom, molekula, ion – száma alapján határozzák meg. A tankönyvet olvasva és elvégezve a kísérleteket, megismertétek a legfontosabb szervetlen vegyületek – oxidok, bázisok, savak, sók – tulajdonságait és előállításuk módszereit.

Most már tudjátok, hogyan találták fel a kémiai elemek periódusos törvényét, amely a kémia alapvető törvénye és megállapítja, hogy az atommag töltése és az elemek kémiai tulajdonságai, valamint az általuk alkotott egyszerű és összetett anyagok tulajdonságai között összefüggés van.

Minden anyag létezése annak eredménye, hogy az atomok, molekulák, ionok kapcsolódni tudnak egymáshoz. A részecskék ilyen kölcsönhatását kémiai kötésnek nevezzük. Ismerve az anyagok felépítését, következtetni lehet tulajdonságaikra.

A 9. osztályban folytatódik ismerkedésetek a kémia alapjaival. Tudomást szereztek azokról a folyamatokról, amelyek különböző anyagok vizes oldataiban mennek végbe, a kémiai reakciók típusairól és lefolyásuk sajátosságairól; a második félévben pedig a fontosabb szerves vegyületekről, a többi között azokról, amelyek megtalálhatók a növények, állatok és emberek szervezetében.

Ahogy korábban, úgy ebben az osztályban is végeztek a kémiaórákon különböző kísérleteket, valamint órák után és otthon is, a születek engedélyével.

A kémiai kísérletek során nagyon fontos a cselekvések sorrendjét és a megfigyeléseket feljegyezni. Törekedjetez megtalálni mindig a magyarázatot a kísérlet folyamán látottakra, és levonni a megfelelő következtetéseket.

Émlékeztetünk benneteket arra, hogy a gyakorlati munkákhoz előzőleg szorgalmasan és alaposan fel kell készülni. A gyakorlati munka változatát, a feladatokat és kísérleteket, amelyeket el kell végeznetek, a tanárotok jelöli ki.

A 9. osztályban a kémiai kísérletek végzésekor szintén be kell tartanotok a munka- és balesetvédelmi szabályokat.

Ez a tankönyv segít nektek a kémia elsajátításában. Minden téma elején rámutatunk arra, milyen jelentőséggel bír az adott tananyag, a

végén pedig a levonható következtetéseket találjátok. Az a szövegrész, amely bal oldalt függőleges színes vonallal van kijelölve, azon tanulók részére készült, akik szeretnék elmélyíteni kémiai ismereteiket. A kiegészítő információk és érdekes tények a lapszálon vannak feltüntetve. A fontosabb meghatározások színessel vannak kiemelve, az új szakkifejezések, fontos állítások és logikailag nyomatékos szavak pedig dőlt betűvel. A laboratóriumi kísérletek és gyakorlati munkák szövege színes háttéren van megjelenítve.

Minden téma végén különböző típusú feladatok, gyakorlatok és példák vannak, melyek rendszerint nehézségi fokozatuknak megfelelő sorrendben követik egymást. A tankönyv végén található az egyes feladatok és gyakorlatok megoldása, fontosabb szakkifejezések szótára, valamint a tárgymutató. Az utóbbi segít megtalálni a tankönyvnek azt az oldalát, ahol az adott szakkifejezés, anyag, jelenség stb. említve van. Ezenkívül, azon tanulók részére, akik fokozottan érdeklődnek a kémia iránt, megfelelő irodalomjegyzéket és internetes oldalak megnevezéseit tüntettük fel.

A tankönyvvel való gondos munka segít nektek alaposabban megérteni az anyagok tulajdonságai, az összetételük és felépítésük közötti összefüggéseket, megtanulni előre jelezni és megmagyarázni a kémiai átalakulásokat.

Kémiát azért tanulunk, hogy megértsük, hogyan van felépítve a világ, milyen törvények szerint fejlődik, milyen anyagokat használunk, hogy ne okozunk kárt magunknak és környezetünknek.

Kívánunk nektek sok sikert a kémia elsajátításához.

A szerzők

1. fejezet

A víz. Az oldatok

Az „oldat” kifejezés hallatán bizonyára egy átlát-
szó folyadékot képzeltek el – színtelent vagy színe-
set, valamint a vízre gondoltok, ami sok oldat össze-
tevője.

Miért oldja a víz egyik vagy másik anyagot? Van-
e összefüggés az anyagok oldódási képessége és fel-
építése között? Mi történik az oldat keletkezésekor?
Ezekre vagy más kérdésekre a választ megtudhatjá-
tok, ha figyelmesen elolvassátok e tankönyv első
fejezetének témáit. Megtudjátok azt, milyen
részecskék vannak jelen az oldatokban, megértitek
a feloldott anyagok között lejátszódó kémiai köl-
csönhatások lényegét. Ezenkívül megtanultok olda-
tokat készíteni és megfelelő számításokat végezni.

1 A víz

E téma anyaga segít nektek:

- megismerni a víz forrásait a természetben;
- megismerni a vízmolekula felépítését;
- megérteni a hidrogénkötés lényegét.

Elterjedése a természetben. A víz bolygónk
egyik legelterjedtebb vegyülete. A Föld felületének
több mint 2/3 részét borítja (1. ábra).

A víznek körülbelül a 97%-át tengerek és óceánok
vize teszi ki. Az ilyen víz sok oldott anyagot tartalmaz.

1. ábra
A víz elterjedése a Föld felszínén



2. ábra
A víz a mi kincsünk

Az összes vízmennyiségnek kevesebb mint 3%-a édesvíz. Ennek nagyobb része az Antarktiszon és az Arktiszon, az örök fagy régiójában található. A folyók és tavak a vízkészlet mindössze 0,03%-át teszik ki. Ezt a vizet használja az ember saját szükségleteire. Ezért bolygónk víztartalékainak védelme az emberiség előtt álló egyik legfontosabb feladat (2. ábra).

Elenyésző mennyiségben tartalmaz vizet az atmoszféra, éspedig három halmazállapotban: gáz (vízgőz, amely meghatározza a levegő nedvességtartalmát), folyékony és szilárd (köd, felhők) állapotban. A légköri csapadék (eső, hó) a Föld felszínére érve port és különböző oldott gázokat hoz magával, megtisztítva ez által a levegőt.

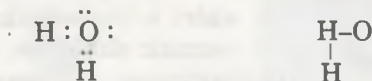
Víz található bolygónk felső szilárd rétegében is – a litoszférában, mind szabad (felszín alatti), mind pedig „kémiaailag kötött” állapotban különböző természetes vegyületek és ásványok összetételében.

A víz tömegrészaránya az élő szervezetekben 50–99%-ot tesz ki (egy felnőtt ember szervezetében 65%).

A természetes víz mindig tartalmaz idegen anyagokat. Viszonylag tiszta vizet lepárlással állítanak elő. Az ilyen módon előállított vizet desztillált víznek nevezik és tudományos kísérleteknél, egyes gyártási folyamatoknál, gyógyszerek előállításánál használják.

A molekula felépítése. A víz kémiai képletét, a H_2O mindnyájan ismeritek. Ez molekuláris felépítésű anyag.

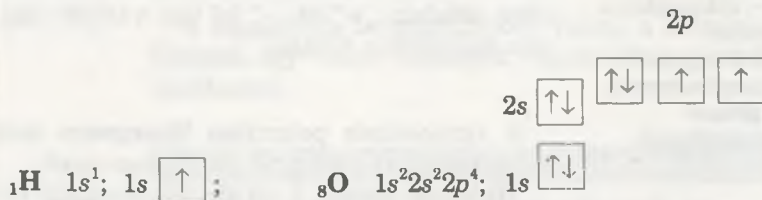
A vízmolekula elektron- és szerkezeti képletei



azt mutatják, hogy a molekulában két hidrogénatom egyszerű kovalens kötéssel kapcsolódik egy oxigénatomhoz.

► Milyen kötést nevezünk kovalens kötésnek? Az atom elektronszerkezetének mely sajátossága „engedi” meg, hogy ilyen kötést alakítson ki más atommal?

Fordítsunk figyelmet a hidrogén- és oxigénatomok felépítésére (elektronképleteiket a 8. osztályban állítottátok össze):

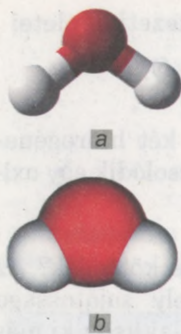


A vízmolekulában jelenlevő kötések mindegyike a hidrogénatom s - és az oxigénatom egy p -elektronjának kölcsönhatásából származik. Az oxigénatom két p -elektronja, amely részt vesz e kötések kialakításában, párosítatlan és különböző atompályákon helyezkedik el. Mivel a p -orbitálok egymásra merőlegesen helyezkednek el, a vízmolekula felépítése *aszimmetrikus, V-alakú*.¹ Viszont az oxigénatom és a két hidrogénatom között kialakult kötések közötti hajlásszög nem 90° , hanem $104,5^\circ$:



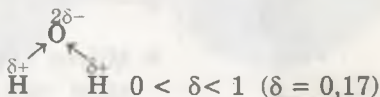
A 3. ábrán a vízmolekula két modellje látható. A gömb-pálcika modell az egyszerű kovalens kötést mutatja be, a méretarányos modellen látható az atomok méretének aránya a molekulában.

¹ Ez a vízmolekula felépítésének leegyszerűsített magyarázata.



3. ábra
A vízmolekula
modelljel:
a - gömb-pálcika
modell;
b - méretarányos
modell.
A fehér gömbök
hidrogénatomok,
a pirosak
oxigénatomok

Mivel az oxigén elektronegatívabb a hidrogén-nél, ezért a közös elektronpárok az oxigénatom felé vannak eltolódva. Ennek következtében az oxigénatomon részleges negatív töltés, a két hidrogénatomon pedig részleges pozitív töltés jön létre.



Tehát a vízmolekula az oxigénatom oldaláról negatív, az ellenkező oldalról, vagyis a hidrogénatomok oldaláról pozitív töltésű. Az ilyen molekulát polárisnak nevezzük; kétsarkú (dipólus)¹, mivel két ellentétes töltésű pólusa van. A dipólust egyezményesen olyan ellipszissel ábrázoljuk, melynek ellentétes oldalain „+” és „-” jel van a töltés nagyságának megjelölése nélkül:



A vízmolekula polaritása lényegesen meghatározza ennek az anyagnak a tulajdonságait.

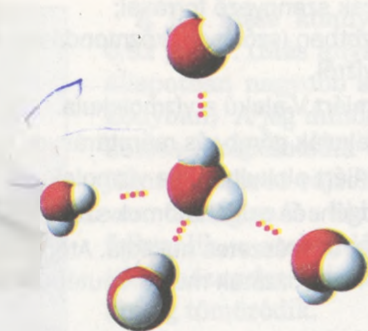
Hidrogénkötés. A víz dipólusmolekulái vonzzák egymást, és pedig az egyik molekula δ^+ H hidrogénatomja kölcsönhatásba lép a szomszédos molekula δ^- O oxigénatomjával.

A hidrogénatomok részvételével létrejövő molekulák közötti elektrosztatikus kölcsönhatást *hidrogénkötésnek* nevezzük.

A hidrogénkötés elfogadott jelölése 3 pont: $H \cdots$ O. Ez a kötés lényegesen gyengébb, mint a kovalens kötés. Kialakulásának feltétele: a molekulában a hidrogénatomnak a legnagyobb elektronegativitású (és kis rendszámú) atomhoz (fluor, oxigén, nitrogén) kell kapcsolódnia.

A hidrogénkötések jelen vannak a cseppfolyós vízben és a jégben egyaránt. Minden H_2O vízmolekula 4 másikkal kapcsolódik hidrogénkötés segítségével (4. ábra). Ez magyarázza a hópilehek jellegzetes alakját (5. ábra).

¹ A kifejezés a görög di(s) – kettő, kétszer előtagból és a polosz – pólus (sark) szóból ered.



4. ábra
Hidrogénkötések
a víz molekulái között a jégben



5. ábra
Hópehely

A cseppfolyós halmazállapotú vízben a hidrogénkötések egy része felbomlik, ugyanakkor újabbak keletkeznek.

KÖVETKEZTETÉSEK

A víz a természetben fellelhető egyik legegyszerűbb vegyület. Molekulája O-H poláris kovalens kötésekkel tartalmazó, V-alakú dipólusmolekula. A hidrogénatomokon részleges pozitív töltés, az oxigénatomon pedig részleges negatív töltés összpontosul. A vízmolekulák vonzzák egymást, mégpedig az egyik molekulában lévő hidrogénatom, valamint a szomszédos molekulában lévő oxigénatom között létrejövő elektrosztatikus kölcsönhatás révén.

Az ilyen kölcsönhatást hidrogénkötésnek nevezzük.

?

1. Miért nincs a természetben tiszta víz? Milyen idegen anyagok lehetnek benne?
2. Mit kell tenniük az embereknek mindennapi életükben és pihenéskor, hogy az „Övjátok vizeinket!” mottó megvalósulhasson?
3. Internetes anyagok felhasználásával készítsetek egy nem túl nagy terjedelmű közleményt a következő témák egyikére:
 - a) Ukrajna különböző régióinak édesvízellátása;

- b) a természetes vizek szennyező forrásai;
 - c) a víz a népköltészetben (szólások, közmondások stb);
 - d) érdekességek a vízről.
4. Magyarazzátok meg, miért V-alakú a vízmolekula.
 5. Mi a különbség a molekulák gömb- és méretarányos modellje között?
 6. Mi a hidrogénkötés? Miért alakulhat ki a vízmolekulák között?
 7. Számítsátok ki a hidrogén- és oxigénatomok számát 1 mg vízben.
 8. A deutérium a hidrogén természetes nuklidja. Atommagja egy protonból és egy neutronból áll. Határozzátok meg a deutérium tömegrészarányát a nehézvízben – D₂O.
 9. Számítsátok ki a H₂O vízmolekula tömegét grammokban.

2 A víz tulajdonságai

E téma anyaga segít nektek:

- megérteni és megmagyarázni a víz fizikai tulajdonságait;
- felidézni, milyen anyagokkal reagál a víz.

Fizikai tulajdonságok. Mindenki tudja, hogy a tiszta víz színtelen, íztelen és szagtalan folyadék, melynek fagyáspontja 0 °C, forráspontja 100 °C (760 mm atmoszferikus nyomáson). A víz sűrűsége 1,00 g/cm³ (4 °C hőmérsékleten), hővezetése csekély és szinte egyáltalán nem vezeti az elektromos áramot.

A jég olvadáspontja és a víz forráspontja jelentősen magasabb, mint például az összetételében hasonló vegyületé – a metáné (CH₄), melynek molekulája majdnem olyan tömegű, mint a H₂O molekuláé. Ennek oka a hidrogénkötések jelenléte a vízmolekulák között¹. Ahhoz, hogy ezeket a kötéseket felbontsuk, energiát kell igénybe venni, azaz az anyagot melegíteni kell.

¹ A metánmolekulák között hidrogénkötések nem jönnek létre, mert a C–H kovalens kötés apoláris. Ezért természetes állapotban a metán gáz halmazállapotú. Folyékony halmazállapotba –164 °C hőmérsékleten alakul át (normális nyomáson).



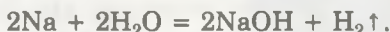
6. ábra
A folyó befagyott
felszíne alatt
megmarad az élet

A jég kissé könnyebb a víznél; sűrűsége $0,92 \text{ g/cm}^3$. (Más anyagoknak szilárd halmazállapotban nagyobb a sűrűségük, mint folyékonyban). A jég minden molekulája hidrogénkötéssel kapcsolódik egymáshoz (1. téma). A jégnek aszúros rajzolatú, hézagos szerkezete van. Olvadásnál a hidrogénkötések némelyike felbomlik, a szabaddá vált molekulák eltömítik a hézagokat. Ennek eredményeképpen az anyag tömörödik.

A jég nem merül el a vízben, télen a vízfelületek nem fagnak be az aljzatig. Ez megóvjaa a halakat, valamint a folyók és tavak más élőlényeit a pusztulástól (6. ábra).

Kémiai tulajdonságok. A víznek nagy a kémiai aktivitása. Sok anyaggal reagál, egyszerűvel és összetettal egyaránt.

Reakciói egyszerű anyagokkal. Már tudjátok, hogy a víz kölcsönhatásba lép a legaktívabb fémekkel, az alkálifémekkel (7. ábra) és alkáliföldfémekkel. Minden ilyen reakció esetében a reakciótermék bázis (lúg) és hidrogén:



A víz melegítés hatására reagál a magnéziummal.

► Írjátok fel a víz és magnézium között lejátszódó kémiai reakció egyenletét.

A vízzel egyes kevésbé aktív fémek is kölcsönhatásba lépnek, de csak elég magas hőmérsékleten (a reagens a vízgőz). Ebben az esetben fémes elemek hidroxidjai helyett oxidok keletkeznek:



A víz reagál néhány nemfémmel is. Vízgőz és izzó szén kölcsönhatásával gázkeveréket állítanak elő, melyet tüzelőanyagként használnak fel:



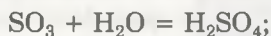
Reakciói összetett anyagokkal. A vízzel reagáló vegyületek között oxidok és sók is találhatóak.

A víz kölcsönhatásba lép egyes bázisképző és csaknem minden savképző oxiddal. Az ilyen



7. ábra
A nátrium reakciója a
vízzel

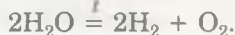
kémiai átalakulásokat a 8. osztályban tanultátok. Ezek mindegyike az egyesülési reakciók típusához tartozik. A savképző oxidok vízzel való kölcsönhatásuk során megfelelő oxigéntartalmú savakat alkotnak, az alkálifémek és alkáliföldfémek oxidjai pedig bázisokat (lúgokat):



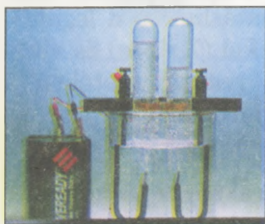
A számotokra ismert savképző oxidok közül csak egy nem lép reakcióba a vízzel; képlete – SiO_2 . A vízzel szemben inert minden amfoter oxid és sok bázisképző oxid.

A víz reagál egyes sókkal. Ezeknek a kémiai átalakulásoknak egy részét, melyek az egyesülési reakciókhoz tartoznak, a következő témában tárgyaljuk.

A víz bomlása. A víz nagy hőellenálló-képességgel rendelkezik. Molekulái nagyon magas hőmérsékleten kezdenek felbomlani. 2500°C hőmérsékleten az összes molekula 11%-a bomlik fel, míg 1000°C -on mindössze 0,03%-a. A víz bomlás-termékei a hidrogén és az oxigén:



A vizet elektromos áram segítségével is bonthatjuk.



8. ábra
A víz bontása
egyenárammal

► Figyelembe véve a víz bomlási reakcióját, mutassátok meg, hogy a 8. ábrán melyik kémcsőbe gyűlik össze a hidrogén és melyikbe az oxigén.

KÖVETKEZTETÉSEK

A víz közönséges körülmények között színtelen, szagtalan folyadék, 100°C -on forr és 0°C -on fagy meg, sűrűsége $1,00\text{ g/cm}^3$. A jég kissé könnyebb a víznél.

A víz kölcsönhatásba lép az alkálifémekkel és alkáliföldfémekkel, az alkálifémek és alkáliföldfémek oxidjaival, a savképző oxidokkal. Nagyon magas hőfokon vagy egyenáram hatására a víz hidrogénre és oxigénre bomlik.

?

10. Jellemezzétek a víz fizikai tulajdonságait.
11. Fejezzétek be a kémiai reakciókat és alakítsátok át kémiai egyenletté:
 a) $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$ sav c) $\text{I}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HIO}_3$ sav
 b) $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH}$ bázis d) $\text{MgO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg(OH)}_2$ bázis
 Jelöljétek meg a reagensek közül a savképző és bázisképző oxidokat, a reakciótermékek közül pedig a savakat és bázisokat.
12. A felsorolt oxidok közül melyek reagálnak a vízzel: Li_2O , FeO , N_2O_3 , SiO_2 , Al_2O_3 ? A feleletet indokoljátok meg.
13. Írjátok fel a víz és oxidok közötti kémiai reakciók egyenleteit, melyek következtében a következő vegyületek keletkeznek:
 a) stroncium-hidroxid Sr(OH)_2 ; c) perklórsav HClO_4 ;
 b) szelénsav H_2SeO_4 ; d) lantán-hidroxid La(OH)_3 .
14. Végbemennek-e kémiai reakciók a víz és a következő anyagok között: lítium, arany, oxigén, bárium-oxid, nikkel(II)-oxid, foszfor(V)-oxid, ezüst-klorid? Állítsátok össze azoknak a kémiai reakcióknak az egyenletét, amelyek végbemennek.
15. Milyen térfogatú hidrogén és oxigén keletkezik normális körülmények között 1 liter víz egyenárammal történő teljes bontásakor?
16. Egy meghatározott tömegű oltatlan meszet beolthatunk-e ugyanolyan tömegű vízzel? (Vegyétek figyelembe, hogy az oltatlan mészs idegen anyagtól mentes kalcium-oxid). A feleletet indokoljátok meg.

3

A kristályhidrátok

E téma anyaga segít nektek:

- megérteni, milyen vegyületeket nevezünk kristályhidrátoknak;
- kristályhidrátokkal kapcsolatos feladatokat megoldani.

A víz egyesülési reakcióba lép egyes sókkal. Ennek következtében olyan anyagok keletkeznek (a többi között sók), amelyek a megfelelő kationokon és anionokon kívül vízmolekulát is tartalmaznak.

1. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

A réz(II)-szulfát reakciója a vízzel

Egy kisebb porcelán csészébe tegyetek kevés réz(II)-szulfát port (fehér színű vegyület) és cseppentsetek hozzá néhány csepp vizet. Mit figyeltetek meg?

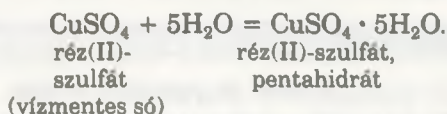
Keverés mellett adagoljatok a vegyülethez vizet (kis adagokban) addig, míg teljesen fel nem oldódik.

A porcelán csészét helyezték a laboratóriumi vasállvány gyűrűjére, gyűjtésük meg a szeszégőt, és óvatosan – apró kék kristályok megjelenéséig – párologtassátok el az oldatból a vizet¹.

A kísérletben a réz(II)-szulfát új anyaggá alakul. Kémiai képlete: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (olvasd: kuprum-es-ó-négyszorozva öt há-kettő-óval). A vegyület triviális megnevezése: rézgálic², kémiai megnevezése: réz(II)-szulfát, pentahidrát. Az ilyen anyagok megnevezésében a „hidrát” szóhoz előtagként hozzáadják a számok görög megnevezését: mono- (1), di- (2), tri- (3), tetra- (4), penta- (5), hexa- (6), hepta- (7), okta- (8), nona- (9)³, deka- (10) és így tovább. A kémiai képletben a pont azt jelenti, hogy a rézgálic a réz(II)-szulfát és a víz vegyülete, és nem ezen anyagok keveréke vagy a réz (II)-szulfát vizes oldata. A vegyületben minden Cu^{2+} és SO_4^{2-} ionpárra 5 molekula víz jut.

A réz-szulfát keletkezésének reakciója:

$\text{A CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
kristályhidrát



Azokat a kristályos anyagokat, amelyek molekuláinak összetételében víz található, *kristályhidrátoknak* nevezzük.

¹ A víz elpárologtatását el lehet végezni tárgyuvegen is. Rá kell vinni 2–3 csepp oldatot és az üveget alulról lánggal melegíteni.

² A mezőgazdaságban ezt a vegyületet a növényi kártevők és betegségek elleni védekezésre használják.

³ Ez az előtag a szám latin megnevezéséből származik.



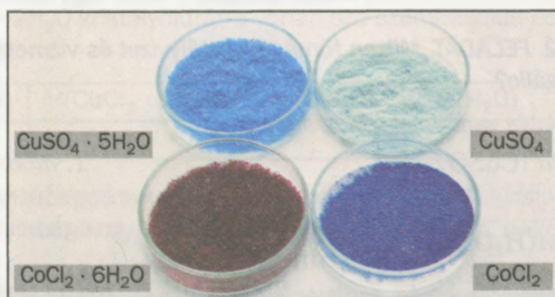
9. ábra
A gipsz
természetes kristályai

Sok kristályhidrátot ismerünk. Ilyen a gipsz – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (9. ábra), a vasgálic – $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, a keserűsó – $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, – a kristályos szóda – $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

► Adjátok meg ezeknek a kristályhidrátoknak a kémiai nevét.

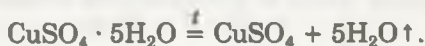
Azt a vizet, amelyet a kristályhidrátok molekulájukban tartalmaznak, *kristályvíznek* nevezzük.

Gyakran megesik, hogy a kristályhidrátok és azok megfelelő vízmentes vegyületei különböző színűek (10. ábra).



10. ábra
Egyes kristályhidrátok és vízmentes sóik

Melegítéskor a kristályhidrátok szétesnek és vízválnak ki:



Feladatok megoldása. A kristályhidrátok alkalmazásakor gyakran van szükség különböző számításokra.

1. FELADAT. Határozzuk meg a víz tömegrészarányát a rézgálicban.

Adva van:
 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
 $w(\text{H}_2\text{O}) = ?$

Megoldás

1. módszer

- Kiszámítjuk a rézgálic moláris tömegét:

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = M(\text{CuSO}_4) + 5M(\text{H}_2\text{O}) = 160 + 5 \cdot 18 = 160 + 90 = 250 \text{ (g/mol)}.$$
- Meghatározzuk a kristályhidrátban a víz tömegrészarányát aránypár felállításával.

$$\begin{array}{ll} 250 \text{ g (1 mol kristályhidrát tömege)} & - 1 \text{ (vagy 100\%)} \\ 90 \text{ g (5 mol víz tömege)} & - x; \end{array}$$

$$x = w(\text{H}_2\text{O}) = \frac{90 \cdot 1}{250} = 0,36$$

$$(\text{vagy } x = w(\text{H}_2\text{O}) = \frac{90 \cdot 100\%}{250} = 36\%).$$

2. módszer

1. Kiszámítjuk a rézgálic moláris tömegét:

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = M(\text{CuSO}_4) + 5M(\text{H}_2\text{O}) = \\ = 160 + 5 \cdot 18 = 160 + 90 = 250 \text{ (g/mol)}.$$

2. Meghatározzuk a kristályhidrátban a víz tömegrészarányát a megfelelő képlet segítségével:

$$w(\text{H}_2\text{O}) = \frac{5M(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{90}{250} = 0,36 \text{ vagy } 36\%.$$

Felelet: $w(\text{H}_2\text{O}) = 0,36$, vagy 36%.

2. FELADAT. Milyen tömegű kristályvizet és vízmentes sót tartalmaz 25 g rézgálic?

Adva van:

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 25 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) - ?$$

$$m(\text{CuSO}_4) - ?$$

Megoldás

1. módszer

1. Kiszámítjuk a rézgálic moláris tömegét (lásd az 1. feladat), meghatározzuk a kristályvíz tömegét:

$$250 \text{ g CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \text{ tartalmaz } 90 \text{ g H}_2\text{O},$$

$$25 \text{ g CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \quad - \quad x \text{ g H}_2\text{O};$$

$$x = m(\text{H}_2\text{O}) = 9 \text{ g}.$$

2. Kiszámítjuk a vízmentes só tömegét:

$$m(\text{CuSO}_4) = m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) - m(\text{H}_2\text{O}) =$$

$$= 25 - 9 = 16 \text{ (g)}.$$

2. módszer

1. Kiszámítjuk a kristályhidrát anyagmennyiségét:

$$n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} =$$

$$= \frac{25}{250} = 0,1 \text{ (mol)}.$$

2. Meghatározzuk a kristályvíz anyagmennyiségét 0,1 mol kristályhidrátban:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 5 \cdot n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 5 \cdot 0,1 = 0,5 \text{ (mol)}.$$

3. Kiszámítjuk a kristályvíz tömegét:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 0,5 \cdot 18 = 9 \text{ (g)}.$$

4. Meghatározzuk a vízmentes só tömegét:

$$m(\text{CuSO}_4) = m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) - m(\text{H}_2\text{O}) = 25 - 9 = \\ = 16 \text{ (g)}.$$

A válasz: $m(\text{H}_2\text{O}) = 9 \text{ g}$; $m(\text{CuSO}_4) = 16 \text{ g}$.

KÖVETKEZTETÉSEK

Azokat a kristályos anyagokat, amelyek molekulájuk összetételében vizet tartalmaznak, kristályhidrátoknak nevezzük. Melegítés hatására vízmentes vegyületekre és vízre bomlanak.

?

17. Mit nevezünk kristályhidrátnak? Mondjatok rá példákat.
18. Írjátok fel annak a kristályhidrátnak a képletét, amely egy Be^{2+} iont, két Cl^- iont és négy molekula vizet tartalmaz molekulájában. Nevezzétek meg ezt a kristályhidrátot.
19. Végezzétek el a $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ kristályhidrátra vonatkozó számításokat és töltsétek ki a táblázatot:

$M(\text{CuCl}_2)$	$2M(\text{H}_2\text{O})$	$M(\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$	$w(\text{CuCl}_2)$	$w(\text{H}_2\text{O})$

20. Milyen tömegű bárium-hidroxidot tartalmaz 6,3 g bárium-hidroxid kristályhidrát? Vegyétek figyelembe, hogy a kristályhidrát összetételében nyolc molekula víz található.
21. Számítsátok ki a víz és a vízmentes vegyület tömegének hozzávetőleges arányát az $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ kristályhidrátban.
22. A kristályos szóda ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) melegítéskor kalcinált szódára Na_2CO_3 és vízre bomlik el. Az utóbbi vízgőz formájában válik ki. Milyen tömegű kristályos szóda bomlott el, ha a reakció eredményeként a szilárd anyag tömege 9 grammal csökkent?
23. A víz tömegrészaránya a $\text{ZnSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ kristályhidrátban 43,9%. Vezessétek le a vegyület képletét.
24. Határozzátok meg azt a bázisos elemet, amely az $\text{MOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ vegyületet alkotja, ha a hidrogén tömegrészaránya az adott kristályhidrátban 7,14%.

4

Az oldatok. Az oldatok előállítása

E téma anyaga segít nektek:

- megérteni, mi történik az oldatok keletkezésekor;
- megmagyarázni a különböző anyagok oldódásánál megfigyelhető hőhatásokat;

► megérteni, milyen oldatokat nevezünk kolloid oldatoknak.

Az anyagkeverékek. Mi a közös a levegőben, a tengervízben, a kőolajban, a gránitban, tejben, ötvözetekben, fogkrémekben? Ezek különböző anyagok keverékei.

Tudjátok, hogy a anyagkeverékek lehetnek egynemű (homogén) és nem egynemű (heterogén) keverékek.

A heterogén keverékekben szabad szemmel vagy mikroszkóp segítségével láthatók a különböző anyagok szemcséi, cseppjei, gázbuborékok. Az ilyen típusú keverékek némelyikének külön megnevezése van. A folyadék és a gáz heterogén keverékét *hab*nak nevezzük. Akkor képződik például, amikor üvegből a pohárba szénsavas italt öntünk. Két egymásban nem oldódó folyadék jól összerázott keverékét *emulzió*nak nevezzük. Példaként szolgálhat erre a tej; főbb komponensei a víz és folyékony zsírok. A folyadék és a benne nem oldódó alaposan felaprózott szilárd anyag keverékét *szuszpenzió*nak nevezzük. A víznek a porkrétával, a liszttel való keveréke és egyes gyógyszerkészítmények mind szuszpenziók.

Oldatok. A homogén keverékek (elegyek) a heterogénektől abban különböznek, hogy bennük egyenletesen vannak elosztva az anyag legkisebb részecskéi, az atomok, molekulák, ionok. Ezeket a részecskéket még nagy teljesítményű mikroszkóp segítségével sem lehet megfigyelni.

Az anyagok homogén keverékét (elegyet) *oldat*nak nevezzük.

Talán mindegyikötök úgy képzei, hogy az oldat folyékony halmazállapotú. De létezhet oldat szilárd- és gázhalmazállapotban is (11. ábra).

Az oldat legalább két anyagból (komponensből) áll. Az egyiket közülük *oldószer*nek, a másikat *oldott anyagnak* nevezzük. Oldószernek azt az anyagot tekintjük, amely ugyanolyan halmazállapotban van jelen, mint az oldat.

► Nevezzétek meg az oldószert és az oldott anyagot a következő homogén elegyekben: a) a cukor vizes oldata; b) sósav.



11. ábra
Oldatok
(homogén
elegyek):
a – FeCl_3 vizes
oldata;
b – levegő;
c – réz-alu-
minium ötvözet

Ha az oldat mindegyik komponense egyazon halmazállapotú, akkor oldószernek azt az anyagot tekintjük, amely legnagyobb mennyiségben van jelen. Vízet tartalmazó oldatok esetében – hagyomány szerint – a vizet tekintjük oldószernek.

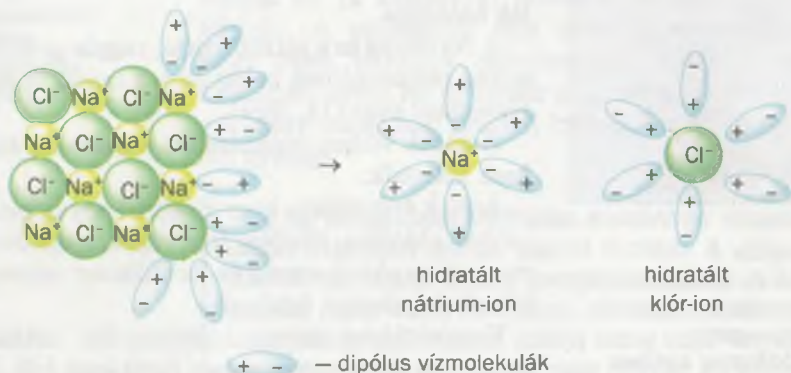
A víz sok anyagot old, emiatt a legjobb oldószer.

Megkülönböztetünk *koncentrált* és *híg* oldatokat. A híg oldatokban az oldószer mennyisége jóval meghaladja az oldott anyag mennyiségét, a koncentrált oldatokban ennek az ellenkezője figyelhető meg.

Az oldat tulajdonságai eltérnek komponensei tulajdonságaitól. Például a konyhasó vizes oldata 0°C -nál kissé alacsonyabb hőmérsékleten fagy be, valamivel 100°C hőmérséklet felett kezd forrni, és a vízzel, valamint a nátrium-klorid kristályaival ellentétben jól vezeti az elektromos áramot.

Az oldatok keletkezése. Az oldatok keletkezése összetett folyamat; a fizikai jelenségek mellett gyakran kémiai változások is megfigyelhetők.

Megvizsgáljuk, hogyan megy végbe az *ionos anyagok* oldódása a vízben. Miután az ilyen anyag kristályát vízbe helyeztük, a kristály felületén levő ionok köré vízmolekulák vonzódnak ellentétes töltésű részükkel (12. ábra).



12. ábra
Ionkristály oldódása vízben

A dipólus vízmolekulák kölcsönhatásba lépnek az ionokkal. Ha a kölcsönhatás ereje meghaladja a kristály kationjai és anionjai közötti vonzást, az ionok fokozatosan kiszakadnak a kristályrácsból és a vízbe mennek át. A kristály feloldódik. Az oldatban a vízmolekulák körülveszik az oldott anyag ionjait (hidratálják). Az ilyen részecskéket *hidratáltaknak*¹ nevezzük.

► Ábrázoljátok a füzetben a hidratált bárium-kationt és hidroxid-aniont.

A kristályhidrátok létezésének feltétele a hidratált ionok keletkezése.

A molekuláris anyagok vízben oldódása különbözőképpen mehet végbe. Például míg az oxigén-, alkohol- és cukormolekulákkal vízbe helyezésük után semmiféle változás sem történik, addig a hidrogén-klorid és a kénsav molekulái ionokra bomlanak (8. téma). A szén-dioxid vízben oldódását pedig kémiai reakció kíséri – szénsav keletkezik. Az igazság az, hogy a szén(IV)-oxidnak csak elenyésző mennyisége reagál a vízzel.

A vizes oldatok keletkezésének folyamatát három szakaszra (fázisra) oszthatjuk:

1. A víz és az anyagok részecskéinek kölcsönhatása.

2. Az anyag részecskéinek (molekuláknak, ionoknak) eltávolodása egymástól a vízmolekulák hatására.

3. Az anyag és a víz diffúziója, vagyis az egyik anyag részecskéinek behatolása a másik anyag részecskéi közé (13. ábra).

A gázok vízben oldódásakor a második szakasz hiányzik.

Annak érdekében, hogy a szilárd anyag gyorsabban oldódjon, előzőleg felaprítják, megnövelve ezzel az oldott anyag és az oldószer részecskéinek érintkezési felületét.

Ezenkívül az anyag hatékonyabb oldását keveréssel és egyes esetekben hevítéssel érik el.



13. ábra
A színes MnO_4^- ionok
diffúziója a kálium-
permanganát
oldódásakor a vízben

¹ A nátrium-klorid vízben való oldódását a következő sémával illusztrálhatjuk:
 $\text{NaCl} + (m + n)\text{H}_2\text{O} = \text{Na}^+ \cdot m\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}^- \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Az oldódást kísérő hőhatások. Az oldatok keletkezése hő fejlődésével vagy hő elnyelésével megy végbe.

2. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

Az anyagok oldódását

kísérő hőhatások

Tegyünk egy kémcsőbe kb. $\frac{1}{2}$ teáskanálnyi nátrium-nitrátot és adjunk hozzá 5 ml vizet. Az oldódási folyamat meggyorsítása végett a kémcső tartalmát kevergessük üvegpálcikával. Érintsék meg kezetekkel a kémcső alját. Mit észleltek?



14. ábra
A híg
kénsavoldat
helyes
elkészítési
módja

Az oldódáskor észlelt hőhatást a következőképpen magyarázhatjuk. Az anyag részecskéinek és a vízmolekuláknak a kölcsönhatása (az oldódás első fázisa) hő keletkezésével jár, a molekulák vagy ionok közötti kötések felbontása (az oldódás 2. fázisa) pedig hőelnyeléssel. Abban az esetben, ha az oldódás első szakaszában több hő fejlődik, mint amennyi a második szakaszban elnyelődik, akkor az oldat felmelegedését észleljük. Ellenkező esetben az oldat lehül.

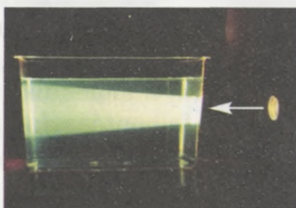
Ha vízzel alkoholt vagy kénsavat keverünk össze, akkor az oldat melegedését jegyezhetjük fel (a kénsavval erősebb melegedést észlelünk). A melegedés oka azzal magyarázható, hogy ezen anyagok oldódásának második szakaszában kevés hő nyelődik el, mert az alkohol és a kénsav molekulái közötti kölcsönhatás viszonylag gyenge.

A híg kénsavoldat előállítása koncentrált kénsavoldatból megfelelő szabály szerint történik. A vízhez a koncentrált oldatot lassan, kevergetés közben, kis adagokban adják hozzá (14. ábra), miközben előzőleg az oldat elkészítésére szánt edényt hideg vízbe helyezik, ezzel biztosítva a keletkezett oldat hűtését. Ha ellenkezőleg járunk el, és a vizet a koncentrált kénsavoldathoz öntjük, a keletkezett oldat felforr és szétfröccsenő cseppekkel bőrünkön erős égési sebet okozhatnak.

Vannak esetek, amikor az oldatok keletkezésénél hőhatásokat nem észlelünk (például a konyhasó vízben oldásának esetében). Igazság szerint itt is fejlődik hő, de jelentéktelen mennyiségben.

A kolloid oldatok. A keményítő és a nátrium-klorid vizes oldatai ránézésre semmiben sem különböznek egymástól – szintelenek és átlátszók.

Viszont ha mindkét oldaton fénysugarat bocsátunk át, „útját” csak a keményítőoldatban követhetjük nyomon (15. ábra). A fényt az oldott keményítő nagy molekulái szétszórják, mindegyikük ezernyi egymással összekapcsolódó atomból áll¹. Hasonló jelenség figyelhető meg a Nap sugarainak a ködön (16. ábra) vagy porral telített levegőn való áthatolásakor. Az első esetben a fényt az apró vízcseppek, második esetben a por szemcséi verik vissza.



15. ábra
A fénysugarak áthatolása
a keményítőoldaton



16. ábra
Napsugarak
az erdőben

Érdekes tudni
A vízmolekula
mérete
0,25 nm.

Azokat az oldatokat, amelyekben az oldott anyag nagyméretű részecskéi, nagy mennyiségű atomok vagy molekulák halmaza van jelen, *kolloid oldatok*-nak nevezzük; azokat, amelyekben az oldott anyag legkisebb részecskéi (különálló atomok, molekulák, ionok) vannak jelen – *valós oldatok*nak.

A kolloid oldatok oldott részecskéinek mérete 1-től 100 nm-ig terjed ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{ m}$), a valós oldatokban a részecskék mérete nem haladja meg az 1 nm-t.

A kolloid oldatok elég stabilak; a feloldott anyag részecskéi hosszabb ideig nem ülepednek le. Ennek az egyik oka a felületükön egyforma töltésű részecskék jelenléte (a részecskék taszítják egymást, ami

¹ A keményítőről a 31. témában lesz szó.

megakadályozza „összetapadásukat”). A részecskék leülepedését a kolloid oldat melegítésével vagy valamilyen só (például nátrium-klorid) hozzáadásával idézhetjük elő.

A természetben a kolloid oldatok nagyon elterjedtek. Ilyen oldat a vér, a vérplazma, a sejtközi folyadék és a növényi nedvek.

A heterogén vegyületeket és kolloid oldatokat a tudomány *diszperz rendszereknek* nevezi.

Az oldatok jelentősége. Különböző anyagok, feloldódva a folyók, tengerek és óceánok vizeiben, a föld felszínére kerülve különböző kémiai reakciókban vesznek részt, minek eredményeképpen ásványi anyagok, a talajok komponensei jönnek létre. A nélkülözhetetlen anyagokat a növények gyökereik és leveleik segítségével oldatok formájában veszik fel; az emberek és állatok táplálék formájában.

Az élő szervezetekben a kémiai reakciók csak vizes oldatokban mennek végbe (túlnyomórészt kolloid oldatokban). Az emésztési folyamatokban a nyál, a gyomorsav és az epe vesz részt. A vizelettel, izzadsággal a szervezetből az élettevékenység salakanyagai, néha toxikus anyagok is távoznak.

Ivóvizünk nagyon híg oldat. Elenyésző mennyiségű különböző oldott anyagok¹ találhatóak benne, amelyek a víznek alig érezhető ízt kölcsönöznek. Némely anyag és ion jelenlétének köszönhetően a természetben található vizek rendelkezhetnek gyógyító és a szervezet erőnlétét fokozó hatással. A folyékony gyógyszerek többsége vizes oldat.

Az élő szervezetek légzéséhez oxigénre van szükség, amely a levegő egyik alkotóanyaga.

A levegő gázok természetes oldata. Ha csak tiszta oxigént lélegeznénk be, szervezetünkben az oxidációs folyamatok nagyon intenzíven mennének végbe, amit nem bíránk ki.

Oldatok nélkül nem dolgoznának a fémfeldolgozó és vegyi gyárak, könnyű- és élelmiszeripari, valamint szolgáltató vállalatok és orvosi intézmények.

¹ Csak tiszta (desztillált) vizet nem szabad innunk, mivel szervezetünk nem kapja meg megfelelő mennyiségben a nélkülözhetetlen kémiai elemeket.

KÖVETKEZTETÉSEK

A anyagkeverékek (elegyek) lehetnek homogének és heterogének. A homogén keverékekben az atomok, molekulák vagy ionok egyenletesen oszlanak meg.

Az oldat keletkezésekor fizikai és kémiai jelenségek mennek végbe. A kémiai jelenségeket az oldott anyag és az oldószer részecskéi közötti kölcsönhatások okozzák.

Az oldódás folyamatát hőfejlődés vagy hőelnyelés kíséri.

A kolloid oldatok a valós oldatoktól abban különböznek, hogy nagyon nagy molekulákat vagy az oldott anyag részecskéinek halmazait tartalmazzák.



25. Öt pohárba kevés vizet öntöttünk. Az első pohárba kevés agyagot, a másodikba alkoholt, a harmadikba gyümölcsszirupot, a negyedikbe petróleumot és végül az ötödikbe étkezési szódát teszünk. Mindegyik elegyet jól összekeverjük. A poharak melyikében keletkezett oldat?
26. Az építkezéseken ún. cementhabarcsot készítenek. Ennek komponensei: cement, homok és víz. Helyes-e ezt a keveréket cementoldatnak nevezni tudományos szempontból? Miért?
27. Melyik anyag lesz az oldószer a következő oldatokban:
 - a) megolvasztott fémek – 3 g tömegű réz és 7 g tömegű arany;
 - b) 1 l térfogatú víz és 300 l térfogatú hidrogén-klorid gáz;
 - c) 10 g tömegű alkohol és 25 g tömegű aceton;
 - d) 8 g tömegű víz és 92 g tömegű kénsav? A feleletet indokoljátok meg.
28. Állíthatjuk-e, hogy a szamóca és a fekete ribiszke leve oldat és több oldott anyagot tartalmaz?
29. A 100 g alkoholt és 10 g vizet tartalmazó oldatot az egyik tanuló koncentrált-nak, a másik meg híg-nak nevezte. Szerintetek kinek volt igaza? Miért?
30. Nevezzétek meg a konyhasó vizes oldatában található részecskéket.
31. Írjátok le azokat a jelenségeket, amelyek az anyag vízben való oldásakor mennek végbe.
32. Két jelöletlen pohárban víz és konyhasóoldat található. Hogyan különböztetjük meg ezeket az oldatokat – kísérlet segítségével – más anyagok és oldatok felhasználása nélkül?
33. Magyarázzátok meg, mi a különbség a cukornak a vízben, valamint cinknek sósavban való oldódása között.

34. Az anyag oldódásakor milyen esetben megy végbe: a) hőfejlődés; b) hőelnyelés? Függ-e az anyag oldódásakor végbemenő hőhatás az oldandó anyag halmazállapotától? A feleletet indokoljátok meg.
35. Milyen oldatokat nevezünk kolloid oldatoknak? Miben különböznek a valós oldatoktól?

KÍSÉRLETEZZÜNK OTTHON

Az anyag vízben oldódását kísérő hőhatások

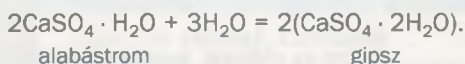
Szórjatok egy teáskanálnyi kalcinált szódat egy műanyag pohárba. Öntsetek hozzá kb. 10 ml vizet és jól keverjétek a keveréket fa vagy műanyag pálcikával 15–20 másodpercen keresztül. Tegyétek a poharat a tenyeretekre és állapítsátok meg, emelkedett-e vagy csökkent a keverék hőmérséklete a vegyület oldódása alatt.

Végezzetek analóg kísérletet ammónium-nitráttal (műtrágya).

A kristályhidrátok keletkezését kísérő hőhatások

2–3 teáskanálnyi alabástromot szórjatok műanyag pohárba. Adjatok hozzá két teáskanál vizet és jól keverjétek össze fa vagy műanyag pálcikával. Emelkedik vagy csökken a keverék hőmérséklete?

Megjegyezzük, hogy a kísérlet alatt az egyik kristályhidrát fajta más kristályhidrát fajtává alakul át.



5

Az anyagok oldhatósága

E téma anyaga segít nektek:

- megérteni, miben rejlik az anyagok oldhatósága;
- megvilágítani, milyen tényezőktől függ az anyag vízben oldhatósága.

Oldhatóság. Ha jellemezni akarjuk bármely anyag fizikai tulajdonságait, először megvizsgál-

juk, oldódik-e a vízben, alkoholban vagy más oldószerben.

Az anyagnak azt a tulajdonságát, hogy más anyaggal képes oldatot létrehozni, *oldhatóságnak* nevezzük.

A kénsav és a salétromsav, az etilalkohol, az aceton bármilyen arányban elegyedik a vízzel és oldatot képez. Ezek az anyagok a vízben korlátlanul oldódnak. Ugyanakkor több más anyag oldódása korlátozott.

3. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

Az anyag vízben való korlátozott oldhatóságának kimutatása

Öntsetek a kémcsőbe 2 ml vizet, kis adagokban oldjatok fel benne kálium-nitrátot és kevergessétek folytonosan üvegpálcikával. Minden következő adag anyagot az előző adag teljes oldódása után adjátok hozzá. Jegyezzétek fel azt a pillanatot, amikor a só oldódása megszűnik.

Az anyagkeveréket tartalmazó kémcsövet tegyétek félre a következő kísérlethez.



17. ábra
A kálium-bromát
(KBrO_3)
telített oldata

Azt az oldatot, amely adott körülmények között több anyagot már nem képes feloldani, *telített oldatnak* nevezzük (17. ábra); azt az oldatot, amelyben még lehetséges egy meghatározott adag anyag feloldása – *telítetlennek*.

► Milyen oldható anyagok nem képezhetnek telített oldatot?

A legtöbb anyag oldhatóságát kifejezhetjük mennyiségileg. Ehhez az anyagnak azt a maximális tömegét jelölik meg, amely 100 g oldószerben oldódik adott hőmérsékleten¹. Az anyag oldhatóságának jelölésére az *S* betűt használjuk (a latin *solvere* – oldani szóból).

¹ A gázok esetében természetesen a maximális térfogatot jelölik meg, amely 100 g vagy 1 l oldószerben oldódik adott hőmérsékleten és nyomáson.

Több anyag vízben való oldhatóságáról a tankönyv II. előzékén található táblázatból informálódhattok.

Vízben teljesen oldhatatlan anyagok nem léteznek. Ha ezüst edénybe vizet öntünk, idővel elenyésző mennyiségű fém fog kioldódni. A keletkező „ezüst” víz baktériumölő tulajdonsággal rendelkezik, és ellentétben a természetes vízzel, korlátlan ideig eltartható.

Az anyagok azon képessége, hogy vízben oldódnak, szerkezetüktől függ, vagyis az őket felépítő részecskék típusától, valamint a külső feltételektől, a hőmérséklettől és a nyomástól.

Az anyagok oldhatósága és felépítése közötti összefüggés. A legtöbb ionos felépítésű anyag jól oldódik a vízben. Ilyen tulajdonsággal rendelkeznek azok az anyagok, amelyek a vízhez hasonlóan poláris molekulákból épülnek fel. Az apoláris felépítésű anyagok, mint például a nitrogén (N_2) és a metán (CH_4), rosszul vagy egyáltalán nem oldódik a vízben. Az alkímia korából megmaradt megfogalmazás szerint: *hasonló a hasonlóban oldódik*. Ez a szabály ma is érvényes, de vannak kivételek.



18. ábra
A vízben oldott
levegő buborék-
jainak megjelené-
se a melegítés
hatására

Az anyagok oldhatóságának függése a hőmérséklettől. A hőmérséklet hatása az anyagok oldhatóságára nagy részben azok halmazállapotával függ össze.

Amikor egy üvegpohárba hideg vizet öntünk és meleg helyen tartjuk, bizonyos idő elteltével a pohár falán a vízben feloldott levegőnek apró buborékjai jelennek meg (18. ábra). Meleg vízben a gázok oldhatósága kisebb, a „többlet” levegő ily módon eltávozik.

A gázok oldhatósága a vízben a hőmérséklet emelkedésével csökken.

Kísérlet segítségével meghatározzuk, hogyan hat a hőmérséklet a szilárd anyagnak a vízben való oldhatóságára.

4. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

A hőmérséklet hatása a szilárd anyagok oldhatóságára

Óvatosan melegítsétek a kálium-nitrát telített oldatát tartalmazó kémcsövet (az oldat a 3. laboratóriumi kísérletből maradt). A kémcső tartalmát időközönként kevergesse. Mit figyeltek meg?

Vonjátok le a következtetést: hogyan hat a hőmérséklet a kálium-nitrátnak a vízben való oldhatóságára.

A legtöbb szilárd anyag oldhatósága a vízben a hőmérséklet emelkedésével növekszik.

Bizonyos vegyületeknek, nevezetesen a kalcium-hidroxidnak (CaOH_2), a kalcium-szulfátnak (CaSO_4) és a lítium-szulfátnak (Li_2SO_4), melegítésekor csökken az oldhatósága a vízben.

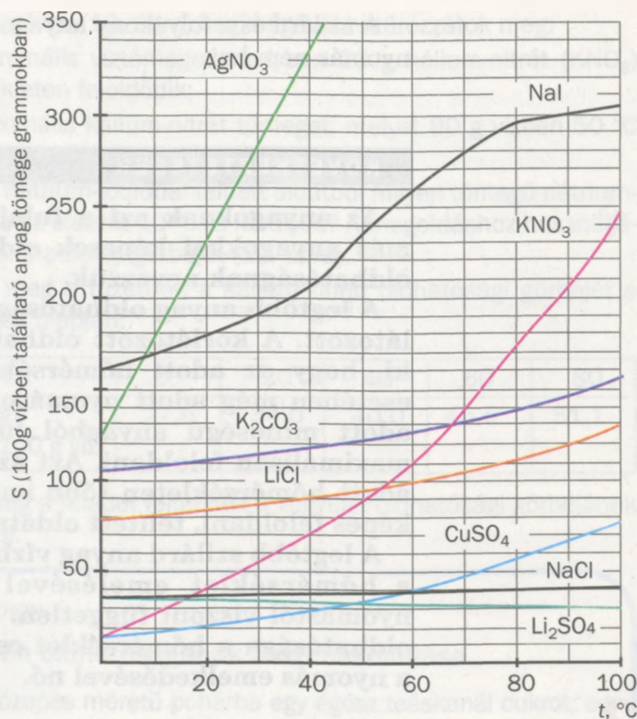
Az anyagok hőmérsékletfüggését gyakran grafikusán ábrázolják az *oldhatósági görbe segítségével* (19. ábra). A grafikon vízszintes tengelyén a hőmérsékletet jelölik, a függőlegesen pedig az oldhatóságot, vagyis az anyagnak azt a maximális tömegét, amely az adott hőmérsékleten 100 g vízben feloldódik.

A görbén levő pontok a telített oldatok összetételének felelnek meg, a görbe alatti terület pedig a telítetlen oldatok összetételének.

- Megegyezik-e a 4. kísérlet eredménye a kálium-nitrát oldhatósági görbéjének adataival?
- A 19. ábra segítségével határozzátok meg a kálium-nitrát oldhatóságát 60°C hőmérsékleten.

A gázok oldhatóságának függése a nyomástól. Ha kinyitunk egy szénsavas italt, a szén-dioxid gáz, amely eddig nyomás alatt az italban volt, gyorsan elkezd kiáramlani, a folyadék felhabzik. A gáz kiáramlásának oka a nyo-

19. ábra
Néhány só
vízben oldhatósága
görbéje

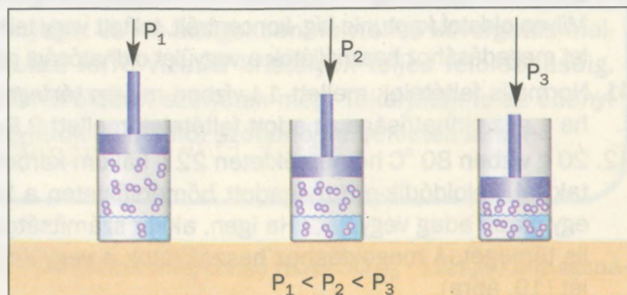


más csökkenése az üvegben, minek következtében a gáz oldhatósága csökkent.

A gázoknak a vízben való oldhatósága a nyomás emelkedésével növekszik.

A legtöbb gáz oldhatósága a nyomással egyenes arányos; az összefüggés grafikus ábrázolása – egyenes vonal. Ahányszor emeljük a nyomás értékét, annyszor fog növekedni a gáz oldhatósága a vízben (20. ábra).

20. ábra
A nyomás hatása
a gáz oldhatóságára a vízben



A szilárd és a folyékony anyagok oldhatóságára a nyomás nem hat.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az anyagoknak azt a tulajdonságát, hogy más anyagokkal képesek oldatokat alkotni, oldhatóságnak nevezzük.

A legtöbb anyag oldhatósága a vízben korlátozott. A korlátozott oldhatóság azt fejezi ki, hogy az adott hőmérsékleten (a gázok esetében még adott nyomáson) 100 g víz az adott minőségű anyagból hány g-ot képes maximálisan feloldani. Azt az oldatot, amely adott hőmérsékleten több anyagot már nem képes feloldani, telített oldatnak nevezzük.

A legtöbb szilárd anyag vízben oldhatósága a hőmérséklet emelésével növekszik, a nyomástól viszont független. A gázok vízben oldhatósága a hőmérséklet csökkenésével és a nyomás emelkedésével nő.

?

36. Mit nevezünk az anyag oldhatóságának? Milyen tényezőktől függ az anyagok vízben való oldhatósága?
37. A só fokozatos vízbe adagolását követően heterogén elegy keletkezett. Mi az a folyadék, amely a sókristályok felett található? Hogyan alakíthatjuk a keveréket homogénné, vagyis oldattá?
38. Tegyetek javaslatot olyan kísérletre, melynek segítségével megkülönböztethetjük a nátrium-klorid telített és telítetlen oldatát.
39. Határozzátok meg a lítium-klorid oldhatóságát 40 °C hőmérsékleten a vegyület oldhatósági görbéjének segítségével (19. ábra).
40. 20 °C hőmérsékleten 10 ml vízben feloldunk 20 g ezüst-nitrátot (AgNO_3). Milyen oldatot kaptunk: híg, koncentrált, telített vagy telítetlen oldatot? A felelet megadásához használjátok a vegyület oldhatósági görbéjét (19. ábra).
41. Normális feltételek mellett 1 l vízben milyen térfogatú nitrogén oldódik, ha a gáz oldhatósága az adott feltételek mellett 2,8 mg/100 g víz?
42. 20 g vízben 80 °C hőmérsékleten 22 g kálium-karbonátot (K_2CO_3) oldot-tak fel. Feloldódik-e a megadott hőmérsékleten a keletkezett oldatban egy újabb adag vegyület? Ha igen, akkor számítsátok ki annak maximális tömegét. A megoldáshoz használjátok a vegyület oldhatósági görbé-jét (19. ábra).

43. Az oldhatósági görbe (19. ábra) segítségével határozzátok meg:
- azt a minimális víztömeget, melyben 20 g kálium-nitrát (KNO_3) 70 °C hőmérsékleten feloldódik;
 - azt a maximális kálium-nitrát tömeget, melyet 80 g vízben 50 °C hőmérsékleten lehet feloldani.
44. 100 g 70 °C-on nátrium-jodiddal telített oldatból milyen tömegű nátrium-jodid válik ki, ha az oldatot 10 °C-ra lehűtjük? A megoldáshoz használjátok a vegyület oldhatósági görbáját (19. ábra).
45. Szerkesszétek meg a füzetben a kálium-klorid oldhatósági görbáját a következő adatok alapján:

t, °C	0	20	40	60	80
S (a KCl tömege grammokban/100 g víz)	27,6	34,0	40,0	45,5	51,1

Határozzátok meg a feladat feltételeit a vegyület oldhatósági görbéjének felhasználásával.

KÍSÉRLETEZZÜNK OTTHON

Az anyagok vízben oldhatóságának összehasonlítása

Szórjatok egy közepes méretű pohárba egy egész teáskanál cukrot, egy másik pohárba ugyanennyi sót. (Tegyük fel, hogy a teáskanál az anyagok egyforma tömegét méri.) Ezután mindegyik pohárba felváltva adagoljatok vizet evőkanál segítségével folyamatos kevergetés mellett.

Melyik anyag oldódott fel elsőként? Mi oldódik jobban a vízben – a cukor vagy a só?

ÓRÁK UTÁN

Rézgálic kristályok növesztése¹

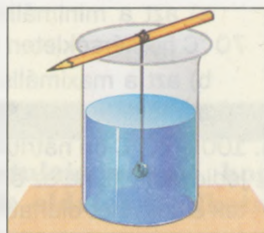
Állítsatok elő telített rézgálic oldatot. Ehhez szórjatok egy üvegedénybe egy teáskanál anyagot és kis adagokban, folytonos kevergetés mellett adagoljatok hozzá forró vizet a kristályok teljes feloldódásáig. Szükség esetén a forró oldatot szűrjétek meg. Takarjátok le az edényt papírlappal, és hagyjátok az oldatot szobahőmérsékleten lehűlni.

¹ Kristályokat növeszthetünk még timsó ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) felhasználásával is.

A következő napon az edény alján megfigyelhetitek a rézgálic kristályokat, felettük pedig a telített oldatot. Műanyag csipesszel emeljete ki egy szabályos alakú, hibátlan kristályt és helyezzétek egy papírlapra. Öntsétek le a megmaradt kristályokról a telített oldatot egy másik edénybe és óvatosan helyezzétek bele az előzőleg kivett kristályt. A kristályt felfüggeszthetjük egy vékony cérna segítségével (21. ábra). Az edényt ne takarjátok le és hagyjátok néhány napig állni.

A víz fokozatosan elpárolog a telített oldatból, az edény alján pedig új kristályok képződnek, az edénybe helyezett kristály egyre növekedni fog. Az apró kristályokat távolítsuk el és a kiválasztott kristályt időközönként más-más oldalára fordítsuk meg az egyenletes növekedés érdekében (ezt néhány napon keresztül ismételjük), ennek következtében egy szép, néhány centiméteres kristályt kaphatunk. Időnként öntsetek az edénybe újabb adag hideg telített oldatot.

Ha az apró kristályokat nem távolítjuk el az edényből, összenőtt kristályok csoportja keletkezik (22. ábra).



21. ábra
Rézgálic kristályok
növesztése a vegyület
telített oldatából



22. ábra
Sókristályok csoportjai

6 Az oldat mennyiségi összetétele. Az oldott anyag tömegrészaránya (tömegrésze)

E téma anyaga segít nektek:

- tisztázni, mit nevezünk az oldott anyag tömegrészaránának;
- megtudni, hogyan kell kiszámítani az oldott anyag tömegrészarányát.

Élete folyamán az ember sok oldatot használ. Ilyenek a jód alkoholos, az ammónia és a hidrogén-

peroxid vizes oldatai, az étkezési ecet és ecetesszen-
cia (23. ábra). Figyeljétek meg ezeket az oldatokat
tartalmazó üvegek címkéit. Észreveszitek, hogy az
oldat megnevezése mellett van egy szám és egy jel
(%) – a százalék jele, ami az oldott anyagnak az
oldatban levő tömegrészarányát jelöli. Ez az érték
megmutatja *100 g oldatban hány gramm anyag van
feloldva* (tömegszázalék).



23. ábra
Minden-
napjainkban
használt vizes
oldatok

Az étkezési ecet az ecetsav vizes oldata. Az üvegen
levő címkének¹ megfelelően minden 100 g ecetben 9 g
ecetsav található. A víz tömege 100 g ecetben: $100\text{g} - 9\text{g} = 91\text{g}$.

► Határozzátok meg, hány g oldott anyagot és vizet
tartalmaz a 23. ábrán feltüntetett oldat mindegyi-
kének 100 grammja.

Az oldatban található oldott anyag tömegrészará-
nyának jelölésére a latin w betűt (olvasd dupla vé)
használgják.

Mint tudjátok, a tömegrészarányt nemcsak szá-
zalékban, hanem egynél kisebb pozitív tizedes
számmal is kifejezhetjük.

Az oldatban levő oldott anyag tömegrészarányá-
nak kiszámítására a következő képlet szolgál:

$$w(\text{o. a.}) = \frac{m(\text{o. a.})}{m(\text{oldat})} (\cdot 100\%) = \frac{m(\text{o. a.})}{m(\text{o. a.}) + m(\text{oldószer})} (\cdot 100\%),$$

ahol $m(\text{o. a.})$ – az oldott anyag tömege,
 $m(\text{oldat})$ – az oldat tömege, $m(\text{oldószer})$ – az
oldószer tömege.

¹ Ha az oldószer víz, akkor a címkén szokás szerint nem írják azt, hogy „vizes oldat”.

Az oldatban levő oldott anyag tömegrészaránya egyenlő az oldott anyag és az oldat tömegének arányával.

Feladatok megoldása. Mindennapjainkban (például tartósításkor, savanyításkor) gyakran merül fel problémaként olyan vizes oldat elkészítése, amely megfelelő tömegrészarányban tartalmaz oldott anyagot. Egyes esetekben koncentrált oldatot hígítanak fel, nevezetesen ecetesszenciát. Az oldat elkészítése előtt minden esetben megfelelő számításokat végeznek.

Megvizsgáljuk, hogyan oldhatók meg a feladatok az oldott anyag tömegrészarányának meghatározására, valamint azok, amelyekben ez az érték felhasználásra kerül. A feladatok megoldásának egyik módszere az aránypárok felállításán alapszik, míg más módszerek a megfelelő matematikai képlet alkalmazását részesítik előnyben.

1. FELADAT. 144 g vízben 6 g bázist oldottak fel. Számítsátok ki a bázis tömegrészarányát az oldatban.

Adva van:

$$m(\text{víz}) = 144 \text{ g}$$

$$m(\text{bázis}) = 6 \text{ g}$$

$$w(\text{bázis}) = ?$$

Megoldás

1. módszer

1. Kiszámítjuk az oldat tömegét:

$$m(\text{oldat}) = m(\text{víz}) + m(\text{bázis}) = 144 \text{ g} + 6 \text{ g} = 150 \text{ g}.$$

2. Meghatározzuk a 100 g oldatban levő bázis tömegét. E célból aránypárt állítunk fel és elvégezzük a számításokat:

150 g oldat tartalmaz 6 g bázist,

100 g oldat – x g bázist;

$$x = m(\text{bázis}) = \frac{6 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}}{150 \text{ g}} = 4 \text{ g}.$$

Innen $w(\text{bázis}) = 4\%$, vagy $0,04$.

2. módszer

Kiszámítjuk az oldatban levő bázis tömegrészarányát a megfelelő képlet segítségével:

$$w(\text{bázis}) = \frac{m(\text{bázis})}{m(\text{bázis}) + m(\text{víz})} = \frac{6 \text{ g}}{(6 + 144) \text{ g}} = 0,04,$$

vagy $0,04 \cdot 100\% = 4\%$.

Felelet: $w(\text{bázis}) = 0,04$ vagy 4%

2. FELADAT. Milyen tömegű sót és vizet kell vennünk 400 g sóoldat elkészítéséhez, melyben a só tömegrészaránya 0,2 lesz?

Adva van:

$$m(\text{oldat}) = 400 \text{ g}$$

$$w(\text{só}) = 0,2$$

$$m(\text{só}) - ?$$

$$m(\text{víz}) - ?$$

Megoldás

1. Kiszámítjuk a só tömegét az oldott anyag tömegrészarányának meghatározására való képlet segítségével:

$$w(\text{só}) = \frac{m(\text{só})}{m(\text{oldat})};$$

$$m(\text{só}) = w(\text{só}) \cdot m(\text{oldat}) =$$

$$= 0,2 \cdot 400 \text{ g} = 80 \text{ g}.$$

2. Meghatározzuk a víz tömegét:

$$m(\text{víz}) = m(\text{oldat}) - m(\text{só}) =$$

$$= 400 \text{ g} - 80 \text{ g} = 320 \text{ g}.$$

Felelet: $m(\text{só}) = 80 \text{ g}$; $m(\text{víz}) = 320 \text{ g}$.

3. FELADAT. A cukor vizes oldatának 200 grammjához, melyben az oldott anyag tömegrészaránya 10%, 50 g vizet adunk. Számítsuk ki a keletkezett oldatban a cukor tömegrészarányát.

Adva van:

$$m(\text{oldat}) = 200 \text{ g}$$

$$w(\text{cukor}) = 10\%,$$

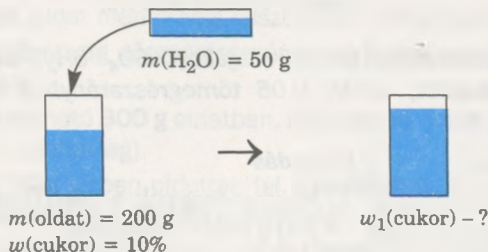
$$\text{vagy } 0,1$$

$$m(\text{víz}) = 50 \text{ g}$$

$$w_1(\text{cukor}) - ?$$

Megoldás

A feladat feltételét rajzzal illusztráljuk:



1. Kiszámítjuk a cukor tömegét 200 g oldatban:

$$m(\text{cukor}) = w(\text{cukor}) \cdot m(\text{oldat}) =$$

$$= 0,1 \cdot 200 \text{ g} = 20 \text{ g}.$$

2. Meghatározzuk a keletkezett oldat tömegét:

$$m(\text{keletkezett oldat}) = m(\text{oldat}) + m(\text{víz}) =$$

$$= 200 \text{ g} + 50 \text{ g} = 250 \text{ g}.$$

3. Kiszámítjuk a cukor tömegrészarányát a keletkezett oldatban a megfelelő képlettel:

$$w_1(\text{cukor}) = \frac{m(\text{cukor})}{m(\text{keletkezett oldat})} = \frac{20 \text{ g}}{250 \text{ g}} = 0,08$$

$$\text{vagy } 0,08 \cdot 100\% = 8\%.$$

Felelet: $w_1(\text{cukor}) = 0,08$ vagy 8%.

4. FELADAT. Milyen térfogatú vizet kell hozzáadnunk 45 g ecetesszenciához (80% tömegrészarányban tartalmaz ecetsavat), hogy 9%-os ecetsav oldatot kapjunk?

Adva van:

$$\begin{aligned} m(80\% \text{ oldat}) &= 45 \text{ g} \\ w(\text{sav}) &= 80\% \\ w_1(\text{sav}) &= 9\% \end{aligned}$$

$V(\text{víz}) - ?$

Megoldás

1. Kiszámítjuk az ecetsav tömegét 45 g ecetesszenciában:

$$m(\text{sav}) = w(\text{sav}) \cdot m(\text{oldat}) = 0,8 \cdot 45 \text{ g} = 36 \text{ g}.$$

2. Meghatározzuk annak a 9%-os oldatnak a tömegét, amely 36 g savat tartalmaz:

100 g oldatban 9 g sav van,

x g oldatban – 36 g sav;

$$x = m(9\% \text{ oldat}) = \frac{36 \text{ g} \cdot 100\%}{9\%} = 400 \text{ g}.$$

3. Kiszámítjuk annak a víznek a tömegét, amelyet az ecetesszenciához kell adnunk:

$$\begin{aligned} m(\text{víz}) &= m(9\% \text{ oldat}) - m(80\% \text{ oldat}) = \\ &= 400 \text{ g} - 45 \text{ g} = 355 \text{ g}. \end{aligned}$$

4. Meghatározzuk a víz térfogatát:

$$V(\text{víz}) = \frac{m(\text{víz})}{\rho(\text{víz})} = \frac{355 \text{ g}}{1 \text{ g/ml}} = 355 \text{ ml}.$$

Felelet: $V(\text{víz}) = 355 \text{ ml}$.

5. FELADAT. Milyen tömegű rézgálic ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) és víz szükséges 200 g oldat előállításához, amely 0,05 tömegrészarányban tartalmaz réz(II)-szulfátot (CuSO_4)?

Adva van:

$$\begin{aligned} m(\text{oldat}) &= 200 \text{ g} \\ w(\text{CuSO}_4) &= 0,05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) &- ? \\ m(\text{víz}) &- ? \end{aligned}$$

Megoldás

1. Meghatározzuk a réz(II)-szulfát tömegét, amelyet 200 g oldat tartalmaz:

$$\begin{aligned} m(\text{CuSO}_4) &= w(\text{CuSO}_4) \cdot m(\text{oldat}) = \\ &= 0,05 \cdot 200 \text{ g} = 10 \text{ g}. \end{aligned}$$

2. Kiszámítjuk a rézgálic tömegét, amelyben 10 g réz(II)-szulfát (CuSO_4) van:

$$M(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ g/mol};$$

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250 \text{ g/mol};$$

160 g CuSO_4 van 250 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ -ban,

10 g CuSO_4 – x g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ -ban;

$$x = m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{10 \text{ g} \cdot 250 \text{ g}}{160 \text{ g}} = 15,6 \text{ g}.$$

3. Meghatározzuk a víz tömegét:

$$\begin{aligned} m(\text{víz}) &= m(\text{oldat}) - m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \\ &= 200 \text{ g} - 15,6 \text{ g} = 184,4 \text{ g}. \end{aligned}$$

Felelet: $m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 15,6 \text{ g}$; $m(\text{víz}) = 184,4 \text{ g}$.

Kétféle folyadékból előállított oldat összetételét gyakran azok térfogata arányának segítségével adják meg. A kémiai laboratóriumokban a savak oldatait tartalmazó üvegeken az „1:2”, „1:4” feliratok láthatók. Ez azt jelenti, hogy az oldatok egy térfogat savat és kettő, ill. négy térfogat vizet tartalmaznak.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az oldatok mennyiségi összetételét az oldott anyag tömegrészarányával fejezik ki.

Az oldott anyag tömegrészaránya az anyag és az oldat tömegének aránya. A tömegrészarány értékét százalékban fejezik ki, amely számszerűsítve egyenlő az oldott anyag azon tömegével (grammokban kifejezve), amelyet 100 g oldat tartalmaz.

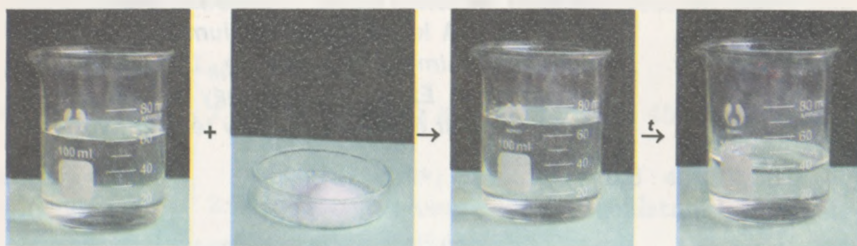
?

46. Hogyan értelmezték az „oldat mennyiségi összetétele” kifejezést?
47. Mit nevezünk az oldott anyag tömegrészarányának? Van-e mértéke ennek a mennyiségnek?
48. Milyen tömegű anyag található 300 g oldatban, melyben az oldott anyag tömegrészaránya 0,02 (szóbelileg).
49. 50 g tömegű cukrot 200 g vízben oldottak fel. Számítsátok ki a cukor tömegrészarányát a keletkezett oldatban (szóbelileg).
50. Végezzétek el (szóban) a megfelelő számításokat és töltsétek ki a táblázatot:

$m(\text{oldat}), \text{g}$	$m(\text{oldott anyag}), \text{g}$	$m(\text{víz}), \text{g}$	$w(\text{oldott anyag}), \%$
400	8		
500		460	

51. Milyen tömegű vízben kell feloldani 6 gramm kálium-nitrátot, hogy az oldott anyag tömegrészaránya a keletkezett oldatban 0,05 legyen?
52. A 0,9%-os nátrium-klorid oldatot (ún. fiziológiai oldat) a gyógyászatban használják. Milyen mennyiségű sót és desztillált vizet kell venni ahhoz, hogy 2 kg ilyen oldatot állíthassunk elő?
53. 200 g sóoldathoz, melyben a só tömegrészaránya 0,2, 30 ml vizet öntöttek, majd még 20 g sót oldottak fel benne. Számítsátok ki a só tömegrészarányát a keletkezett oldatban.

54. Határozzátok meg a feladat feltételeit az ábrák segítségével és oldjátok meg.



Víz
($V = 60 \text{ ml}$)

Nátrium-klorid
($m = 10 \text{ g}$)

Oldat 1

Oldat 2
($m = 40 \text{ g}$)

55. Milyen mennyiségű nátrium-hidroxidot tartalmaz 20 ml 32%-os oldat, ha az oldat sűrűsége $1,25 \text{ g/cm}^3$?
56. A 16 g tömegű $\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ kristályhidrátot 94 g vízben oldottak. Számítsátok ki a lítium-szulfát (Li_2SO_4) tömegrészarányát a keletkezett oldatban.
57. A réz(II)-szulfát oldhatósági görbéjének (19. ábra) segítségével határozzátok meg a vegyület tömegrészarányát annak telített oldatában 60°C hőmérsékleten.

1. GYAKORLATI MUNKA

A só vizes oldatának elkészítése meghatározott tömegrészarányú oldott anyaggal

I. VÁLTOZAT

Feladat. Készítsétek el 40 g kálium-klorid vizes oldatát, melyben a só tömegrészaránya 0,05.

II. VÁLTOZAT

Feladat. 2 gramm nátrium-nitrát felhasználásával állítsatok elő 4%-os oldatot.

A munka elvégzése előtt végezzétek el a szükséges számításokat. A számítások eredményeit a kiinduló adatokkal együtt vigyétek be a feltüntetett táblázatba.

Mérlegen mérjétek le a só szükséges mennyiségét és szórjátok kémiai üvegpohárba (lombikba).

24. ábra
A sómennyiség
lemérése
elektromos
mérlegen

A mérőhengerrel mérjétek le a kiszámított víz mennyiségét és adjátok a pohárban levő sóhoz. Keverjétek össze az elegyet a só teljes feloldódásáig. Szükség esetén az oldatot szűrjétek meg.

Változat	$m(\text{oldat}), \text{g}$	$m(\text{só}), \text{g}$	$m(\text{víz}), \text{g}$	$V(\text{víz}), \text{ml}$	$w(\text{só})$

A só vizes oldatának elkészítéséhez szükséges van:

$m(\text{só}) = \dots \text{g}, \quad V(\text{víz}) = \dots \text{ml}$

?

58. Hogyan állíthatunk elő 5 g rézgálic felhasználásával vizes oldatot, melyben a réz(II)-szulfát 8% tömegrészarányban van jelen?
59. A gyakorlati munkának I. változatát végző tanuló 40 g 0,05 tömegrészarányú kálium-klorid oldat helyett ugyanolyan tömegű 4%-os oldatot állított elő. Milyen tömegű sót kell ehhez az oldathoz hozzáadni, hogy tömegrészaránya az oldatban 0,05 legyen?
60. A II. változatot végző tanuló 2 g nátrium-nitrátból 4%-os oldat helyett 0,05 tömegrészarányú oldatot állított elő. Hogyan tudná kijavítani hibáját a kapott oldat felhasználásával?

7 Az elektrolitok és nemelektrolitok

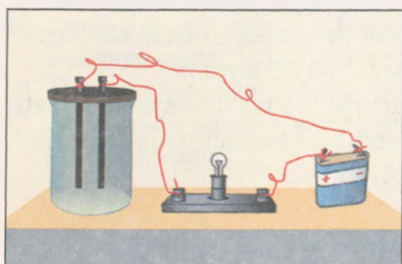
E téma anyaga segít nektek:

- megérteni, hogy az oldatok és egyes anyagok olvadáskai miért vezetnek az elektromos áramot;
- megtudni, hogyan lehet kimutatni az oldatban levő ionokat.

Köztudott, hogy a fémek vezetnek az elektromos áramot. Ez a tulajdonságuk a fémekben olyan elektronok jelenlétével magyarázható, amelyek „saját” atomjaiktól elszakadva szabadon változtatják helyüket az anyagban. Ha összekötünk egy fémdrótot vagy lemezt egy elemmel (akkumulátorral), akkor ezek az elektronok az elem pozitív pólusa felé kezdenek el mozogni. Az anyagban elektromos áram keletkezik.

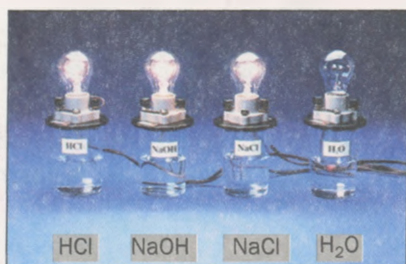
A sók, bázisok, bázisképző és amfoter oxidok más típusú töltött részecskéket tartalmaznak – ionokat. Kísérlet segítségével megnézzük, képesek-e az ionos felépítésű anyagok vezetni az elektromos áramot.

A kísérlet elvégzése előtt összeszereljük a kísérlethez szükséges eszközt, amely egy pohárból, két elektródból¹, izzóból és elemből áll (25. ábra). Az elektródokat szilárd anyagokba, olvadékaikba és vizes oldatokba fogjuk helyezni. Kimutatjuk, hogy az izzó csak akkor ég, ha az elektródok folyadékokban, ionos szerkezetű anyagok oldatában vagy olvadékában vannak (26. ábra).



25. ábra

Az anyagok, oldatok és olvadékok elektromos áramot vezető képességének vizsgálatára szolgáló eszköz



26. ábra

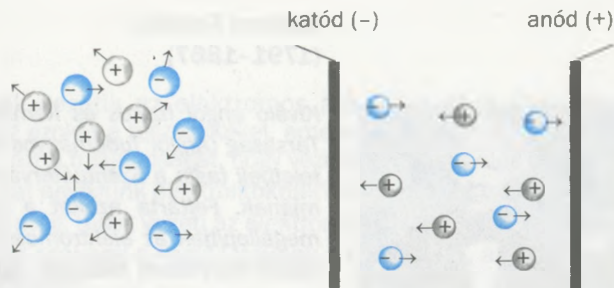
A vizes oldatok elektromos áramot vezető képességének kimutatása

Megmagyarázzuk a kísérletek eredményét.

A szilárd anyagban az ionok erős kölcsönhatásban vannak egymással. Ezért az anyag nem vezet az áramot. A folyadékban (olvadékokban, oldatokban) az ionok kaotikus mozgást végeznek (27. ábra). Ha a folyadékba folytonos áramforrással összekötött elektródokat helyezünk, a mozgás irányítottá válik. A pozitív töltésű ionok (kationok) a negatív töltéssel rendelkező elektródhoz (katódhoz) irányulnak, a negatív töltésűek (anionok) pedig a pozitív töltésű elektródhoz (anódhoz) (28. ábra).

Az elektromos áramot nemcsak olvadékok és ionos anyagok vizes oldatai vezetik, hanem egyes

¹ Elektródként szolgálhat valamilyen rúd vagy lemez, amely elektromos áramot vezető anyagból készült – fémből vagy grafitból.



27. ábra
Az ionok kaotikus mozgása az oldadékokban vagy ionos anyagok oldataiban

28. ábra
Az ionoknak az elektródok felé irányított mozgása az oldadékokban és ionos anyagok oldataiban

molekuláris felépítésű anyag vizes oldatai is, ilyenek például a savak.

Az ok abban keresendő, hogy ha a savakat vízben oldjuk, molekuláiknak egy része ionokra bomlik fel. Ezt a folyamatot a következő témában vizsgáljuk.

A vegyületeket, amelyeknek vizes oldataik és oldadékaik vezetik az elektromos áramot, *elektrolitoknak*¹ nevezzük.

Elektrolitok
(vizes oldatokban):
sók, bázisok, savak

Elektrolitok
(olvadt állapotban):
sók, bázisok, ionos oxidok

Azokat az anyagokat, oldatokat és oldadékokat, amelyek nem vezetnek az elektromos áramot, *nemelektrolitoknak* nevezzük.

Hozzájuk tartozik sok molekuláris és minden atomos felépítésű anyag.

A XIX sz. elején Michael Faraday angol tudós munkájával jelentősen hozzájárult a vizes oldatok elektromos áramvezető-képességének kutatásához.

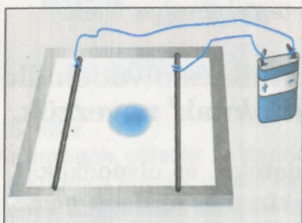
Azt, hogy az oldatokban az ionok az elemmel összekötött elektródok felé mozognak, kísérlet segítségével mutathatjuk be. Egy lap szűrőpapírt üvegre vagy műanyag lemezre helyezünk és színtelen elektrolit oldattal (például nátrium-kloriddal) megnedvesítjük. Ezután a lap közepére néhány csepp sóoldatot cseppentünk, amelyek színes kationokat (réz(II)-szulfát (CuSO_4), nikkel(II)-szulfát (NiSO_4), vas(III)-klorid (FeCl_3)) vagy anionokat

¹ A kifejezés a görög *lytos* (az, ami felbomlik) szóból ered.

Michael Faraday
(1791–1867)



Kíváló angol fizikus és kémikus, a londoni Királyi Társaság (Angol Tudományos Akadémia) tagja, tiszteletbeli tagja a Szentpétervári Tudományos Akadémiának. Feltárta azokat a törvényeket, amelyek megállapítják az elektromosság mennyisége és az elektromos áram hatására felbomlott vagy keletkezett anyagok tömege közötti összefüggést (1833–1834). Tökéletesítette a gázok cseppfolyósítását és előállította a klórt, a kén-hidrogént, az ammóniát, a szén(IV)-dioxidot, nitrogén(IV)-oxidot cseppfolyós halmazállapotban. Az elsők között volt a katalizátorok jelenlétében lejátszódó reakciók vizsgálatában. Megalapozó kutatásokat végzett az elektromosság, a mágnesesség terén és több találmánya volt a fizikában. Nem volt felsőfokú végzettsége.



29. ábra
Kísérlet annak kimutatására, hogy az oldatban levő színes ionok az elektródok felé mozognak

(kálium-permanganát (KMnO_4), káliumdikromát ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)) tartalmaznak. A szűrőpapír mindkét szélére egy-egy elektródot helyezünk és összekötjük azok vezetőiket az elemmel (akkumulátorral) (29. ábra). A színes folt elmozdul az elektródok egyikéhez.

► Melyik elektródhoz – a negatív vagy a pozitív töltéssel rendelkezőhöz – mozdu-
nak a kationok Cu^{2+} , Ni^{2+} , Fe^{3+} és anio-
nok MnO_4^- , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$?

KÖVETKEZTETÉSEK

Azokat a vegyületeket, amelyek vizes oldatait és olvadáskor vezetnek az elektromos áramot, elektrolitoknak nevezzük. Az elektrolitokhoz tartozik minden ionos vegyület – a bázisok, sók, bázisképző és amfoter oxidok, valamint a molekuláris felépítésű anyagok egy része – a savak (csak vizes oldatuk vezet az elektromos áramot). A többi anyag a nemelektrolitok csoportjába tartozik.



61. Milyen anyagok vezetik az elektromos áramot szilárd állapotban?
· Nevezzétek meg azokat a részecskéket, amelyek meghatározzák ezeknek az anyagoknak azt a tulajdonságát, hogy vezetik az elektromos áramot.
62. Milyen anyagokat nevezünk elektrolitoknak? Hozzatok fel néhány példát.
63. Magyarazzátok meg, miért vezet az elektromos áramot a nátrium-klorid.
64. Nevezzétek meg azoknak a vegyületeknek a csoportjait, amelyekhez az elektrolitok tartoznak:
 - a) csak vizes oldatokban;
 - b) vizes oldatokban és folyékony (megolvadt) állapotban.
65. A csapvíz a desztillált vízzel ellentétben vezet az elektromos áramot. Mivel magyarázható ez?
66. Melyik víz elektromos vezetőképessége magasabb – a tengervízé vagy folyóvízé? Miért?
67. A felsorolt anyagok közül nevezzétek meg azokat, amelyek folyékony (megolvadt) állapotban vezet az elektromos áramot: bárium-oxid, kén, hidrogén-klorid, magnézium-klorid, kálium-hidroxid, kén(VI)-oxid. Indokoljátok meg választásotokat.
68. Számítsátok ki az ionok összmennyiségét: a) 11,7 g nátrium-kloridban; b) 20,4 g alumínium-oxidban; c) 41 g kalcium-nitrátban.

8

Az elektrolitikus disszociáció

E téma anyaga segít nektek:

- megtanulni, milyen folyamatot nevezünk elektrolitikus disszociációnak;
- megérteni, hogyan keletkeznek a savak oldataiban az ionok;
- megismerni a savak több lépésben lejátszódó disszociációját;
- tisztázni az indikátorok színváltozásának okát a savak és bázisok vizes oldataiban.

Egyes anyagok oldatainak és olvadékainak azt a képességét, hogy vezet az elektromos áramot, a bennük jelenlevő ionokkal magyarázhatjuk.

Az anyagok szétesését ionokra oldódás vagy olvadás alatt *elektrolitikus disszociációnak* nevezzük¹.

¹ A kifejezés a latin *dissociatio* – szétválasztás szóból ered.

Az elektrolitikus disszociáció elméletét Svante August Arrhenius svéd tudós alkotta meg 1887-ben.

Azt már tudjátok, hogy azokat az anyagokat, amelyek oldatokban vagy olvadékokban ionokra esnek szét, elektrolitoknak nevezzük. Köztük vannak ionos és molekuláris felépítésű anyagok egyaránt.

Az ionos felépítésű anyagok elektrolitikus disszociációja. Az ionos anyagok vízben oldódásának folyamatáról a 4. témában volt szó. A víz molekulái és az oldandó anyag kristályának felületén levő ionok között fellépő elektrosztatikus kölcsönhatás eredményeként az ionok a kristály felületéről fokozatosan az oldatba mennek át (12. ábra). A kristály végül szétesik – az anyag feloldódik. Továbbra is kölcsönhatásban maradva a víz molekuláival, az elektrolit kationjai és anionjai oldatot alkotnak.

Az elektrolitikus disszociációt, éppúgy mint a kémiai reakciót, kémiai egyenlet segítségével ábrázolhatjuk. Felírjuk a nátrium-klorid és az alumínium-szulfát vízben végbemenő elektrolitikus disszociációjának egyenleteit:



A sók vizes oldatai a sókat felépítő ionokat tartalmazák.

A sók elektrolitok, amelyek vizes oldatokban vagy olvadékokban a fémes elemek kationjaira és a savmaradékok anionjaira disszociálnak.

A bázisok vizes oldataiban fémes elemek kationjai és hidroxid-ionok (OH^-) találhatók. A kálium-hidroxid és a bárium-hidroxid elektrolitikus disszociációjának egyenletei a következőképpen írhatók fel:



A bázisok elektrolitok, amelyek vizes oldatokban vagy olvadékokban azonos típusú anionokra – hidroxid-ionokra (OH^-) disszociálnak.

Svante August Arrhenius
(1859-1927)



Kiemelkedő svéd tudós, a Svéd Királyi Tudományos Akadémia akadémikusa, a Szentpétervári és az Orosz Tudományos Akadémia és más országok akadémiainak tiszteletbeli tagja. A fizikai kémia egyik megalapítója. Nagyban hozzájárult az oldatok és kémiai reakciók kutatásához. Az elektrolitikus disszociáció-elmélet megalkotója (1887), amiért 1903-ban neki ítelték a kémiai Nobel-díjat. Megalkotván az „aktív molekulák” fogalmát (1889), megmagyarázta a reakciók sebességének hőmérsékletfüggését. Ennek az összefüggésnek a matematikai ábrázolását Arrhenius egyenletének nevezték el. Sok tudományos munkája született kémiából, biológiából, geológiából és fizikából.

5. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

A hidroxid-ionok kimutatása a bázisok oldataiban indikátor segítségével

Két kémcsőben nátrium-hidroxid és bárium-hidroxid híg oldata található. Pipetta vagy üvegpálcika segítségével mindkét kémcsőből tegyetek egy-egy csepp oldatot univerzális indikátorpapírra¹. Mit figyeltek meg? Vonjátok le a megfelelő következtetést.

A hidroxid-ionok jelenléte a bázisok vizes oldataiban meghatározza e vegyületek közös kémiai tulajdonságait. A bázisok egyformán hatnak egyes indikátorokra: a fenolftaleint málnaszínűre festik, a metiloranzt sárgára, a lakmuszt kékre, az univerzális indikátort pedig kékeszöldre. Tehát a bázis vizes oldatában csak az OH^- ionokat lehet kimutatni indikátor segítségével, magát a bázist nem.

Nem oldott bázisok az indikátorokra nem hatnak.

A kémiában gyakran használják a „bázikus közeg” kifejezést. A kifejezés arra utal, hogy az oldatban hidroxid-ionok vannak jelen.

¹ A tanár másféle indikátort is ajánlhat.

Érdekes tudni
A hidrogénatom
töltése a HCl
molekulában
+ 0,2,
a klóratomé - 0,2

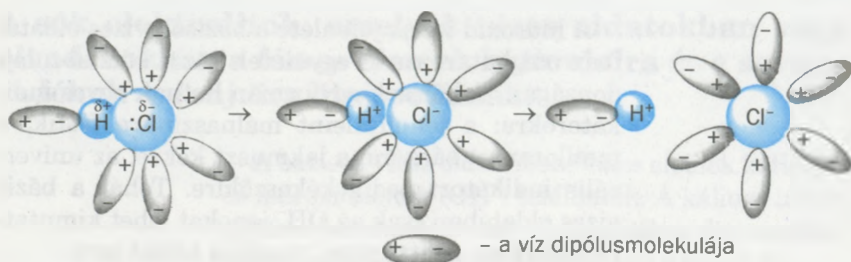
A molekuláris felépítésű anyagok elektrolitikus disszociációja. A molekuláris felépítésű elektrolitokban – a savakban – nincsenek ionok. Csak akkor keletkeznek, ha az anyagot vízben oldjuk.

Vizsgáljuk meg, hogyan megy végbe ez a folyamat a sósav, a hidrogén-klorid (HCl) vizes oldatában.

A HCl molekulában poláris kovalens kötés található. A közös elektronpár a magasabb elektronegativitású klóratom felé tolódik el (H:Cl). A klóratomon részleges negatív (δ^-), a hidrogénatomon részleges pozitív töltés (δ^+) összpontosul. Vagyis a hidrogén-klorid molekula dipólusmolekula:



A hidrogén-klorid oldódása során a HCl és a H_2O molekulák ellentétes töltésű részecskéikkel vonzódnak egymáshoz (30. ábra). Ennek eredményeként több HCl molekulában a kovalens kötések felbomlanak és a molekulák nem atomokra, hanem ionokra esnek szét. A közös elektronpár, amely a klóratomhoz volt eltolódva, a HCl molekula szétesése során a klóratom „tulajdonába” megy át, a klóratom Cl^- ionná alakul át. A hidrogénatom, elveszítve egyetlen elektronját, H^+ -ionná válik. A keletkezett ionokat vízmolekulák veszik körül, vagyis hidratálódnak.



30. ábra
Ionok keletkezése HCl molekulákból vizes oldatban

Egyes H^+ és Cl^- -ionok a közöttük fellépő elektrosztatikus kölcsönhatás eredményeként ismét molekulákká alakulnak vissza. Ezért a hidrogén-

klorid vizes oldatában lejátszódó elektrolitikus disszociáció egyenlete a következőképpen írható fel¹:



Az oda-vissza nyíl $\rightleftharpoons$ egyidejűleg lejátszódó két folyamatról tanúskodik – egyenesről (balról jobbra) és fordítottról (jobbról balra). Ezek a folyamatok, az oldat állandó koncentrációja és hőmérséklete mellett egyforma sebességgel mennek végbe. Ezért a molekulák és ionok mennyisége az idő múlásával nem változik.

A sósavban és más savak vizes oldataiban a vízmolekulákon kívül a hidrogén kationjai (H^+), a savmaradékok anionjai és savmolekulák találhatók.

A savak elektrolitok, melyek disszociációja során a vizes oldatokban azonos típusú kationok keletkeznek – hidrogén-ionok (H^+)

A H^+ -ionok jelenléte a vizes oldatokban meghatározza a savak közös kémiai tulajdonságait, például egyformán hatnak az indikátorokra.

6. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

A hidrogén-kationok kimutatása a savak oldataiban indikátor segítségével

Két kémcsőben sósav és kénsav híg oldata található. Pipetta vagy üvegpálcika segítségével mindkét kémcsőből tegyetek egy-egy csepp oldatot univerzális indikátorpapírra². Mit figyeltek meg? Vonjátok le a megfelelő következtetést.

Tehát a savak vizes oldataiban csak a H^+ -ionokat lehet kimutatni indikátor segítségével, magát a savat nem.

Nem oldott savak az indikátorokra nem hatnak.

¹ A víz részvételét az elektrolitikus disszociáció folyamatában a következő sémával illusztrálhatjuk:



² A tanár másféle indikátort is ajánlhat.

A „savas közeg” kifejezés azt jelenti, hogy az oldat hidrogén-kationokat tartalmaz.

A többértékű savak disszociációja több lépésben megy végbe. Vizsgáljuk meg ezt a folyamatot a háromértékű ortofoszforsav (H_3PO_4) példáján keresztül. Ennek a savnak a molekulája három hidrogénatomot tartalmaz. Először a molekuláról egy fog leválni és átalakulni H^+ -ionná:



ezt követően a H_2PO_4^- -ről válik le a második:



és végül a harmadik a HPO_4^{2-} ionról:



Figyeljétek meg: az ion töltése a második (vagy harmadik) egyenlet bal oldalán megegyezik az egyenletek jobb oldalán levő ionok töltésének összegével.

Minden lépésnél a molekulának vagy ionnak csak egy része disszociál. Az ortofoszforsav vizes oldata a vízmolekulákon kívül H_3PO_4 molekulákat, hidrogén-kationokat és különböző mennyiségben még háromféle típusú aniont tartalmaz.

- Hány lépésben megy végbe a kénsav disszociációjának folyamata? Írjátok fel a megfelelő egyenleteket.

A többértékű bázisok és sók a savakkal ellentétben nem több lépésben disszociálnak [$\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{BaOH}^+ + \text{OH}^-$; $\text{BaOH}^+ \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^-$], hanem egy lépésben és teljesen:



A vegyület ionjai az oldatba mennek át.

Az ionok megnevezése. Minden ion megnevezése két szóból áll.

Majdnem az összes kation egyszerű (egyatomos)¹. Ezeket a kationokat a fémek és a hidrogén alkotják. A kation megnevezésében az első szó magának az elemnek a neve, utána kötőjellel az „ion” (vagy „kation”) megnevezés.

¹ Léteznek összetett kationok is, például az ammónium-ion NH_4^+ .

Na^+ – nátrium-ion;
 H^+ – hidrogén-kation¹;
 Fe^{3+} – vas(III)-ion.

Az anionok lehetnek egyszerűek és összetettek. Egyszerű anionokat képeznek a nemfémek elemek. Megnevezésük ugyanúgy történik, mint a kationok esetében:

Cl^- – klór-ion; H^- – hidrogén-anion.

Más esetekben megnevezésük történhet úgy is, hogy az elem szótövéhez „id” végződést adunk és kötőjellel hozzákapcsoljuk az „ion” vagy „anion” szót:

Cl^- – klorid-ion; H^- – hidrid-ion;
 O^{2-} – oxid-ion; S^{2-} – szulfid-ion.

Az összetett (többatomos) anionok megnevezése a megfelelő savmaradék elnevezéséből származik:

SO_3^{2-} – szulfít-ion;
 H_2PO_4^- – dihidrogén-ortofoszfát-ion.

Az OH^- anion megnevezése: hidroxid-ion.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az anyagok felbomlását ionjaikra oldódásuk vagy olvadásuk alkalmával elektrolitikus disszociációnak nevezzük. Az ionos felépítésű anyagok (bázisok, sók) oldódása abban nyilvánul meg, hogy az anyag ionjai oldatba mennek át. A molekuláris felépítésű anyagok (savak) elektrolitikus disszociációja annak eredményeként megy végbe, hogy a molekulák ionjaikra esnek szét.

A sók a fémek elemek kationjaira és a savmaradékok anionjaira disszociálnak, a bázisok hidroxid-ionok, a savak pedig hidrogén-kationok képződésével.

Nem mindegyik sav molekulái esnek szét ionokra oldataikban. A többértékű savak elektrolitikus disszociációja több lépésben valósul meg.

Az indikátorok kimutatják az oldatokban levő OH^- és H^+ ionokat, de nem mutatják ki a konkrét bázist vagy savat.

¹ A hidrogén-ion megnevezés nem egyértelmű, mert a hidrogén az egyetlen elem, amely egyaránt képez kationt és aniont; míg a „nátrium-ion” csak kationnak felel meg, mert fémek elemek lévén, anionokat nem képez.



69. Mondjátok meg, hogyan definiálhatjuk a sókat, bázisokat és savakat mint elektrolitokat.
70. Lehetnek-e egyszerű anyagok elektrolitok? A feleletet indokoljátok meg.
71. Állítsátok össze a sók képletét és írjátok fel az elektrolitikus disszociáció egyenleteit, ha az oldat a következő ionokat tartalmazza: a) K^+ és CO_3^{2-} ; b) Fe^{3+} és NO_3^- ; c) Mg^{2+} és Cl^- .
72. Írjátok fel a következő képlettel rendelkező vegyületek vizes oldatában végbe menő elektrolitikus disszociációjának egyenleteit: $LiOH$, HNO_3 , $CuSO_4$, Na_2S , K_3PO_4 . Nevezétek meg a vegyületek disszociációjakor keletkezett ionokat.
73. A felsorolt savak közül melyik disszociál több lépésben – HBr , H_2S vagy HNO_2 ? Írjátok fel a savak elektrolitikus disszociációjának egyenleteit.
74. Meglátásotok szerint, a kalcium-klorid miért egy lépésben, de ugyanakkor teljes mértékben disszociál ($CaCl_2 = Ca^{2+} + 2Cl^-$), és nem fokozatosan két lépésben?
75. Számítsátok ki a kationok és anionok mennyiségét abban az oldatban, amely 2,9 g kálium-szulfátot tartalmaz.
76. 1 l forrásvíz 60 mg Ca^{2+} és 36 mg Mg^{2+} iont tartalmaz. Hasonlítsátok össze az ionok mennyiségét (próbáljátok szóban elvégzett számításokkal) és válasszátok ki a helyes választ:
- a) a Ca^{2+} és Mg^{2+} ion mennyisége egyforma;
 - b) a Ca^{2+} ion mennyisége több, mint a Mg^{2+} ioné;
 - c) a Mg^{2+} ion mennyisége több, mint a Ca^{2+} ioné.
77. 560 ml (n.k.) hidrogén-klorid gázt 100 ml vízben oldottak. Feltételezve, hogy a vegyület teljesen disszociál, határozzátok meg az ionok tömegrészarányát az oldatban.
78. 800 g vízben 1 mol nátrium-szulfátot és 2 mol nátrium-hidroxidot oldottak. Számítsátok ki mindegyik ion tömegrészarányát az oldatban.

9

Az elektrolitikus disszociáció foka.

A víz mint elektrolit

E téma anyaga segít nektek:

- tisztázni az elektrolitikus disszociáció fogalmát;
- megérteni, hogyan megy végbe a víz elektrolitikus disszociációja.

Az elektrolitikus disszociáció foka. Vizes oldatokban az ionvegyületek teljes mértékben disszociálnak, míg a molekuláris vegyületek disszociációja részleges. Az utóbbi esetben a disszociáció számszerű jellemzésére egy értéket vezettek be, melyet az *elektrolitikus disszociáció fokának* neveznek. (Az egyszerűség kedvéért a meghatározás második szavát a továbbiakban mellőzzük).

A disszociáció foka megmutatja, hogy az elektrolit molekuláinak hányad része van disszociált állapotban, vagyis egyenlő az ionokra szétesett molekulák mennyiségének és az elektrolit összes molekulájának arányával.

A disszociáció fokát a görög ábécé α (alfa) betűjével jelölik. Értékét egynél kisebb pozitív tizedes törttel vagy százalékban adják meg:

$$\alpha = \frac{N(\text{dissz.})}{N(\text{össz.})}, \quad \alpha = \frac{N(\text{dissz.})}{N(\text{össz.})} \cdot 100\%.$$

A feltüntetett képletekben $N(\text{dissz.})$ az ionokra szétesett elektrolit molekulák mennyisége; $N(\text{össz.})$ pedig az elektrolit molekuláinak száma a disszociáció kezdetéig.

A disszociáció fokának értékhatárai:

$$0 < \alpha < 1, \text{ vagy } 0\% < \alpha < 100\%.$$

- Mivel egyenlő a fluorsav disszociáció foka, ha az oldatban minden nyolcadik HF molekula esik szét ionokra?

A fentebbi képletekben a disszociált molekulák mennyiségét a keletkezett kationok és anionok mennyiségére cserélhetjük. Figyelembe véve például, hogy a salétromsav minden molekulájának disszociációjakor egy H^+ - és egy NO_3^- -ion keletkezik



kapjuk:

$$\alpha(\text{HNO}_3) = \frac{N(\text{disz.})}{N(\text{össz.})} = \frac{N(\text{H}^+)}{N(\text{össz.})} = \frac{N(\text{NO}_3^-)}{N(\text{össz.})}.$$

A disszociáció fokát kifejezhetjük a disszociált elektrolit mennyiségének (számlálóban) és az

összes elektrolit mennyiségének (nevezőben) hányadosával is:

$$\alpha = \frac{n(\text{dissz.})}{n(\text{össz.})} (\cdot 100\%).$$

► Bizonyítsátok e képlet helyességét.

Feladat. A HA sav oldatában minden H^+ és A^- ionpárra a vegyület négy molekulája esik. Számítsátok ki a sav disszociáció fokát.

Adva van:

$$N(H^+) = N(A^-) = 1$$

$$N(HA) = 4$$

$$\alpha(HA) = ?$$

Megoldás

Az. (H^+ és A^-) ionpár egy savmolekulából keletkezett:



Tehát a disszociációig $4 + 1 = 5$ molekula HA volt. Kiszámítjuk a sav disszociáció fokát:

$$\alpha(HA) = \frac{N(\text{dissz.})}{N(\text{össz.})} = \frac{1}{5} = 0,2,$$

$$\text{vagy } 0,2 \cdot 100\% = 20\%.$$

Felelet: $\alpha(HA) = 0,2$ vagy 20%.

Gyenge és erős elektrolitok. Abban az esetben, ha a disszociáció értéke például 0,01 vagy 0,001 (1% vagy 0,1%), akkor a vegyület elenyésző mértékben esik szét ionjaira az oldatban. Ezt a vegyületet *gyenge elektrolit*-nak nevezzük. Viszont ha az α értéke az egyhez közelít vagy 100%-hoz (például, 90% vagy 99%), akkor a vegyület majdnem teljesen disszociál. Ilyenkor a vegyületet *erős elektrolit*nak nevezzük.

Már tudjátok, hogy az ionos anyagok, mint a bázisok többsége és a sók, az oldatokban csak megfelelő ionok formájában vannak jelen. Rájuk nézve $\alpha = 1$ (100%), és ezek az erős elektrolitokhoz tartoznak.

Ami a savakat illeti (molekuláris vegyületek), egyesek közülük oldataikban majdnem teljesen ionjaikra esnek szét, de vannak köztük olyanok is, amelyek csak kis mértékben. Az előbbieket *erős savak*nak, az utóbbiakat pedig *gyenge savak*nak nevezzük. Vannak *közepes erős-ségű savak* is.

Minden típusból bemutatjuk a legfontosabb savakat; képleteik a disszociáció fokuk csökkenésének megfelelően követik egymást (lásd a könyv II. előzékén is):



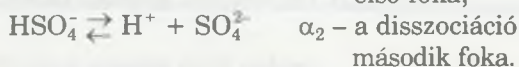
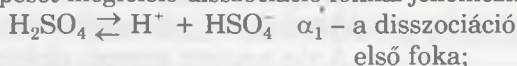
erős savak

közepes erősségű savak

gyenge savak

A 8. osztályban azokat a savakat neveztük erős savaknak, amelyek több anyaggal aktívan reagálnak. Most már tudjátok, hogy ezeknek a savaknak az oldataiban található a legnagyobb mennyiségben hidrogén-kation. Tehát, a savak *kémiai aktivitása függ az oldatukban található H^+ ionok mennyiségétől.*

Az előző témában megjegyeztük, hogy a többértékű savak több lépésben disszociálnak. Mindegyik lépését megfelelő disszociáció fokkal jellemezhetjük:



A sav disszociációja az első lépésben teljesebb mértékű, mint a másodikban: $\alpha_1 > \alpha_2$. Ennek két oka van:

- a H^+ -ionnak könnyebb elszakadnia a semleges H_2SO_4 molekulától (első lépés), mint az ellenkező töltéssel rendelkező H_2SO_4^- -iontól (második lépés);
- a kétszeres negatív töltéssel rendelkező SO_4^{2-} ion erősebben kapcsolódik a H^+ kationhoz (ez csökkenti a második lépésben lejátszódó disszociáció mértékét), mint az egyszeres töltéssel rendelkező HSO_4^- ionhoz.

A víz mint elektrolit. A kísérletek eredményei arról tanúskodnak, hogy a tiszta víz (mint például a desztillált, amelyben nincsenek oldott elektrolitok), elenyésző elektromos vezetőképességgel rendelkezik. Ez azzal magyarázható, hogy a vízben nagyon kis mennyiségben vannak jelen H^+ és OH^- ionok. Ezek az ionok a H_2O molekulában található poláris kovalens kötések egyikének felbomlása következtében keletkeznek (1. téma).

Tehát a víz nagyon gyenge elektrolit. A következő egyenletnek megfelelően disszociál:



A tudósok kimutatták, hogy 25 °C hőmérsékleten csak minden 555 milliomodik molekula esik szét ionjaira. A víz elektrolitikus disszociációja ennek megfelelően:

$$\alpha(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{555\,000\,000} \approx 1,8 \cdot 10^{-9}, \text{ vagy } 1,8 \cdot 10^{-7} \text{ \%.}$$

KÖVETKEZTETÉSEK

A disszociáció foka az ionokra bomlott molekulák mennyiségének és az elektrolit összes molekulájának aránya. A disszociáció foka százaléokban is kifejezhető.

Abban az esetben, ha az elektrolit jelentéktelen mértékben esik szét ionjaira, gyenge elektrolitnak, ha pedig teljes mértékben vagy majdnem teljesen, akkor erős elektrolitnak nevezzük. A savak között az elektrolitok minden típusa megtalálható; a sók és bázisok, ha ionos felépítésűek, az erős elektrolitokhoz tartoznak.

A víz nagyon gyenge elektrolit.



79. Mit nevezünk elektrolitikus disszociáció foknak? Értékének megfelelően az elektrolitokat milyen csoportokra osztják?
80. A megadott szó vagy szavak segítségével egészítsétek ki a következő mondatot: „Azok az anyagok, amelyek ionokból épülnek fel, elektrolitok sajátosságait mutatják”:
- a) erős;
 - b) gyenge;
 - c) mind erős, mind pedig gyenge.
81. A megadott szó vagy szavak segítségével egészítsétek ki a következő mondatot: „Azok az anyagok, amelyek vizes oldatokban erős elektrolitok sajátosságait mutatják, épülnek fel”:
- a) ionokból;
 - b) molekulákból;
 - c) ionokból és néha molekulákból;
 - d) molekulákból és néha ionokból.
82. Írjátok fel a különböző matematikai kifejezéseket a sósav disszociáció fokának meghatározására.
83. Számítsátok ki a HA sav disszociáció fokát, ha ismeretes, hogy oldatában minden 20 molekulája közül 13 nem esett szét ionjaira.
84. A salétromos sav (HNO_3) oldata annyi savmolekulát tartalmaz, amennyi iont. Milyen a vegyület disszociáció foka?
85. A ciánsav (HCN) disszociáció foka az oldatban 0,2%. Hány disszociálatlan savmolekula esik az oldatban egy H^+ és CN^- ionpárra?

86. A kénsav vizes oldatában milyen részecskékből van a legtöbb, ill. a legkevesebb: H_2SO_4 molekulából, SO_4^{2-} , HSO_4^- , H^+ -ionból? A feleletet indokoljátok meg.
87. Számítsátok ki a H^+ - és az OH^- -ionok mennyiségét egy csepp vízben, melynek térfogata 0,1 ml.
88. Számítsátok ki a H^+ - és az OH^- -ionok tömegrészarányát a vízben.

10

Ion-molekula egyenletek. Az elektrolitok között végbemenő cserebomlási reakciók az oldatokban

E téma anyaga segít nektek:

- tisztázni, milyen reakciókat nevezünk ion-molekula reakcióknak;
- az ion-molekula egyenletek összeállításában;
- előrejelezni a cserebomlási reakciók lejátszódásának lehetőségét.

Ion-molekula egyenletek. Az elektrolitok – bázisok, savak és sók – részvételével lejátszódó reakció-egyenletek, amelyeket a 8. osztályban állítottatok össze, nem érzékeltetik a kémiai átalakulások lényegét, mivel bennük az anyagok molekulaképletei, nem pedig ionképletei vannak feltüntetve.

Valójában mi történik az elektrolitok kölcsönhatásakor az oldatokban? Megválaszolhatjuk ezt a kérdést, ha megvizsgáljuk a magnézium-klorid (MgCl_2) és nátrium-hidroxid (NaOH) oldatai között lejátszódó reakciót:



A kiinduló só oldata magnézium-kationokat és klór-anionokat tartalmaz



a bázis oldata pedig nátrium-kationokat és hidroxid-anionokat:



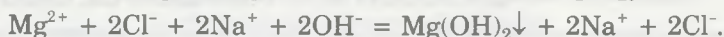
A reakció alatt a Mg^{2+} és OH^- -ionok összekapcsolódva rosszul oldódó bázis ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) csapadékát alkotják, míg a Na^+ és Cl^- -ionok az oldatban maradnak.

Megváltoztatjuk a fent leírt kémiai reakció egyenletét, figyelembe véve a reagáló anyagok és termékek állapotát (disszociált, disszociálatlan).

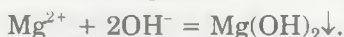
A két reagens molekulaképlete helyett a reakció kezdetén az oldatban levő ionjaik képletét írjuk fel megfelelő koefficiensekkel (figyelembe véve a magnézium sójában levő 2-es indexet és a bázis előtt levő 2-es koefficiienst):



Az egyenlet jobb oldalán meghagyjuk a $\text{Mg}(\text{OH})_2$ képletét, a nátrium-klorid képlete helyett viszont ionjai képletét írjuk fel a 2-es koefficiens meghagyásával:



Az új egyenlet mindkét oldalán egyforma ionok vannak – Na^+ és Cl^- , és pedig mindegyikből egyenlő mennyiségben. Kizárva őket az egyenletből, ion-molekula egyenletet¹ kapunk:



Az ion-molekula egyenletek olyan egyenletek, amelyek egyaránt tartalmazzák az anyagok molekula- és ionképleteit.

Az ion-molekula egyenlet megmutatja, mi történik a kémiai átalakulás alatt, milyen részecskék vannak kölcsönhatásban az oldatban és milyenek keletkeznek. Az ilyen egyenletek összeállításánál mindegyik anyagot olyan formában tüntet fel (disszociált, disszociálatlan), amely túlsúlyban van vagy egyetlen lehetséges a reakciókeverékben.

Az ion-molekula egyenlet összeállításánál a következő sorrendet követjük:

1. Felírjuk az „általános” kémiai egyenletet (molekulaegyenletnek² nevezzük).
2. Az oldhatósági táblázat segítségével meghatározzuk a reakció reagenzei és termékei közül azokat, amelyek vízben oldódnak, ill. nem oldódnak.
3. Kiválasztjuk a reakció reagenzei és termékei közül, melyek az erős, ill. gyenge elektrolitok vagy nemelektrolitok.

¹ Olykor a rövidebb kifejezést használják – „ionegyenlet”.

² Az ilyen megnevezés feltételes, mivel bázis- és sómolekulák nem léteznek, ezek ionvegyületek.

4. A molekulaegyenletben az erős oldódó elektroli-
tok képleteit a megfelelő ionok képleteire cse-
réljük, figyelembe véve az indexeket és koeffici-
enseket. Először a kationokat, majd az aniono-
kat írjuk fel.

Molekulaegyenlet:



Ionegyenlet:



5. A kapott egyenlet mindkét oldaláról a
megegyező mennyiségben levő egyfor-
ma ionokat (ha jelen vannak) elhagy-
juk.

6. Ha a koefficiensek egymásnak több-
szörösei, a megfelelő számmal oszt-
juk.

► Állítsátok össze a bárium-nitrát és nátrium-
karbonát között lejátszódó reakció ion-moleku-
la egyenletét.

Most pedig megvizsgáljuk, hogyan végzik el az
ellenkező feladatot. Ion-molekula egyenletből
kiindulva összeállítunk egy molekulaegyenletet:



Az egyenlet bal oldalán csak az ionok vannak
feltüntetve. Tehát a kölcsönható vegyületek –
ezek szerint – erős és oldható elektroli-
tok.

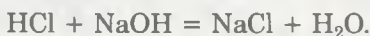
Az oldatban a H^+ -ionok az erős sav (például
 $\text{HCl} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^-$), OH^- a OH^- -ionok pedig a bázis,
(például $\text{NaOH} = \text{Na}^+ + \text{OH}^-$). disszociációjakor
keletkeznek. A sósavat és nátrium-hidroxidot rea-
gensként választva, az ion-molekula egyenlet bal
oldalához hozzáírjuk a Cl^- és Na^+ ionokat:



A H^+ - és OH^- -ionok összekapcsolódása eredmé-
nyeként gyenge elektroli-
t, vízmolekulák képzód-
nak, a Na^+ és Cl^- -ionok az oldatban maradnak. Az
utóbbi ionokat hozzáírjuk az egyenlet jobb oldalá-
hoz:



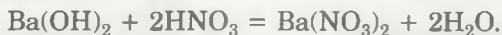
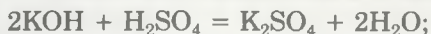
Az ionokat összekapcsolva a megfelelő vegyület
képletévé, megkapjuk a molekulaegyenletet:



*Tehát hogy adott ion-molekula egyenlet segítsé-
gével molekulaegyenletet állítsunk össze, minden*

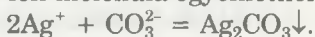
iont a megfelelő erős és oldható elektrolit képletére kell cserélnünk, majd hozzáírunk más reagensek (termékek) oldható erős elektrolitjait.

Érthető, hogy a $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ ion-molekula egyenletnek sok molekulaegyenlet felel meg, mert más-más bázisok és erős savak használhatók fel reagensként. Köztük vannak például a következők:



Megjegyezzük, hogy a $\text{Ba}(\text{OH})_2$ és H_2SO_4 reagenspár nem felel meg a feladat feltételeinek. Igaz, hogy a bárium-hidroxid és a kénsav erős és oldódó elektrolit, ugyanakkor kölcsönhatásukkor oldhatatlan só, BaSO_4 keletkezik, képletének az ion-molekula egyenlet jobb oldalán kell lennie.

- Állítsatok össze molekulaegyenletet, amely a következő ion-molekula egyenletnek felel meg:



Elektrolit cserebomlási reakció az oldatokban. A témában megvizsgált reakciók cserebomlási reakciók. E reakciókban résztvevő vegyületek kicserélik az összetevőiket, az ionjaikat.

Nem lehetséges minden cserebomlási reakció. A 8. osztályban megtanultátok, hogy az ilyen típusú reakciók akkor mennek végbe, ha termékük kevésbé oldható vagy oldhatatlan (csapadék formájában válik ki), gáz vagy gyenge sav. Most megtudjátok, hogy az ilyen típusú reakciók akkor is végbemennek, ha termékük gyenge elektrolit, többek között víz.

Tehát, hogy megvilágítsuk a cserebomlási reakciók lejátszódásának lehetőségeit, ismernünk kell az elektrolit oldhatóságát és erősségét. Megemlítjük, hogy az elektrolitok ezen tulajdonságairól a könyv II. előzékén tájékozódhattok. Elengedhetetlen tudni azt is, hogy a fluorsav (HF), a sósav (HCl), a jódhidrogénsav (HI), a hidrogén-szulfid (szulfidsav) (H_2S), a salétromsav (HNO_3) – illékony savak, a szénsav (H_2CO_3) és a kénessav (H_2SO_3) pedig bomlékonyak.

Érdekes tudni
Egyes sók megolvadt állapotban is kölcsönhatásba lépnek egymással

7. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

Csapadék kiválásával végbemenő cserebomlási reakció

Kémcsőbe öntsetek 1–2 ml vas(III)-klorid oldatot és adjatok hozzá ugyanilyen térfogatú nátrium-hidroxid oldatot. Mit figyeltek meg?

Állítsátok össze a molekula- és ion-molekula egyenleteket.

8. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

Gáz kiválásával végbemenő cserebomlási reakció

Kémcsőbe öntsetek 1–2 ml nátrium-karbonát oldatot és kis adagokban adjatok hozzá híg salétromsavat. Mi fog történni?

Állítsátok össze a molekula- és ion-molekula egyenleteket.

9. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

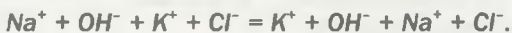
Víz képződésével végbemenő cserebomlási reakció

Kémcsőbe öntsetek 1 ml nátrium-hidroxid oldatot, adjatok hozzá 1 csepp fenoltalein oldatot és pipetta segítségével kis adagokban híg salétromsavat, amíg az indikátor színe el nem tűnik. A kémcső tartalmát időközönként üvegpálcikával kevergesseétek vagy rázzátok össze.

Megfigyeléseiteket magyarázzátok meg. Állítsátok össze a molekula- és ion-molekula egyenleteket.

Fordítsatok figyelmet a témában bemutatott és általatok – a kísérlet után – összeállított ion-molekula egyenletekre. Mindegyik azt mutatja, hogy a cserebomlási reakciók során az ionok mennyisége az oldatban csökken.

Vizsgáljuk meg azt az esetet, amikor a cserebomlási reakció az elektrolitok között nem megy végbe. Például, ha összeöntjük a nátrium-hidroxid (bázis) és a kálium-klorid (só) oldatát, semmilyen változást nem észlelünk. Az oldat szintelen marad; sem csapadék, sem pedig gáz nem válik ki. Összeállítva az ion-molekula egyenletet, kimutatjuk, hogy az egyenlet bal és jobb oldalán egyforma részecskék találhatók:



A keletkezett oldat ugyanolyan ionokat tartalmaz, mint amilyenek a nátrium-hidroxid és kálium-klorid oldataiban voltak.

A fent bemutatott tananyag azokkal a cserebomlási reakciókkal foglalkozott, amelyeknek mindkét reagens oldódik és erős elektrolit. Abban az esetben viszont, ha a kiinduló só oldhatatlan vagy a kiinduló sav gyenge, akkor a következtetést a reakció lejátékszódásának lehetőségéről, megfelelő kémiai kísérlet után vonják le.

KÖVETKEZTETÉS

Az elektrolitok között lejátészódó reakciók lényegét az ion-molekula egyenlet segítségével érthetjük meg; az egyenlet az anyagok és ionok képleteit tartalmazza.

Az ion-molekula egyenletet úgy állítjuk össze, hogy felírjuk az erős oldható elektrolitok disszociált formáját, vagyis a megfelelő ionok képletét, a többi anyagnak pedig a diszszociálatlan formáját.

A cserebomlási reakció az elektrolitok között akkor megy végbe, ha a leendő reakciótermékek között oldhatatlan vagy kevésbé oldódó vegyület, gáz vagy gyenge elektrolit van.

A cserebomlási reakciók során az ionok mennyisége az oldatban csökken.

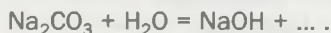


89. Miben különbözik az ion-molekula egyenlet a molekulaegyenlettől?
90. Milyen esetekben megy végbe a cserebomlási reakció?
91. Milyen ionok nem tudnak egyidejűleg jelen lenni a vizes oldatban:
- | | |
|---|--|
| a) SO_4^{2-} és Cl^- ; | d) Na^+ és Ba^{2+} ; |
| b) Ca^{2+} és PO_4^{3-} ; | e) Pb^{2+} és NO_3^- ? |
| c) Al^{3+} és OH^- ; | |
92. Válasszátok ki azokat a vegyületeket, amelyekkel a vas(II)-szulfát reagál vizes oldatban:
- | | |
|---------------------|-------------------|
| a) sósav; | d) bárium-nitrát; |
| b) kálium-hidroxid; | e) szénsav. |
| c) nátrium-szulfid; | |

93. Állítsátok fel a reakciók ion-molekula egyenleteit, amelyek a következő molekulaegyenleteknek felelnek meg:
- $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{Mn}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2;$
 - $\text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{S}\uparrow;$
 - $2\text{KOH} + \text{CO}_2 = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O};$
 - $\text{Ni}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} = \text{NiCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}.$
94. Állítsátok fel a molekulaegyenleteket, amelyek a következő ion-molekula egyenleteknek felelnek meg:
- $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}\downarrow;$
 - $3\text{Pb}^{2+} + 2\text{PO}_4^{3-} = \text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2\downarrow;$
 - $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow;$
 - $\text{H}_2\text{S} + 2\text{OH}^- = \text{S}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O};$
 - $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O};$
 - $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}.$
95. Állítsátok fel a reakciók ion-molekula egyenleteit, amelyek a következő elektrolitpárok között játszódhatnak le az oldatban:
- vas(III)-nitrát és bárium-hidroxid;
 - nátrium-fluorid és sósav;
 - lítium-hidroxid és kénsav.
96. Végbemennek-e a kémiai reakciók a következő anyagok között vizes oldatokban:
- $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ és $\text{H}_2\text{S};$
 - LiOH és $\text{HBr};$
 - HCl és $\text{KNO}_3;$
 - K_2CO_3 és $\text{Ba}(\text{OH})_2?$
- A feleleteteket támasszátok alá. Írjátok fel a molekula- és ion-molekula egyenleteit azoknak a reakcióknak, amelyek végbemennek.
97. Válasszátok ki azt a két elektrolitpárt, amelyek a feltüntetett anyagok keletkezésével reagálnak egymással az oldatban:
- alumínium-hidroxid;
 - szilíciumsav.
- FigyeljeteK arra, hogy a szilikátok között csak a nátrium- és káliumsók oldhatók. Írjátok fel a reakciók molekula- és ion-molekula egyenleteit.
98. Állítsátok fel a só- és bázisoldatok között lejátszódó reakciók molekula- és ion-molekula egyenleteit, melyek eredményeként a következő anyagok keletkeznek:
- oldhatatlan bázis és oldható só;
 - bázis és oldhatatlan só;
 - oldhatatlan bázis és oldhatatlan só.
99. Egészítsétek ki a következő reakciósémákat, és állítsátok fel a reakciók molekula- és ion-molekula egyenleteit:
- $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \dots \rightarrow \text{HNO}_3 + \dots;$
 - $\text{NiCl}_2 + \dots \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2\downarrow + \dots;$
 - $\text{K}_2\text{CO}_3 + \dots \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \dots;$
 - $\text{KAlO}_2 + \dots \rightarrow \dots + \text{AlCl}_3 + \text{H}_2\text{O}.$
100. Egészítsétek ki az ion-molekula egyenleteket és állítsátok fel a megfelelő molekulaegyenleteket:
- $\text{H}_3\text{PO}_4 + \dots = \text{PO}_4^{3-} + 3\text{H}_2\text{O};$
 - $\text{Cr}(\text{OH})_3 + \dots = \text{Cr}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}.$

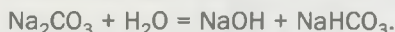
A sók hidrolízise

Abban az esetben, ha a kalcinált szódához (nátrium-karbonáthoz (Na_2CO_3)) egy csepp fenoltalein-oldatot adunk, málnaszínűvé változik. Ez az oldatban jelenlevő OH^- ionokról tanúskodik. Miután a sóban ilyen ionok nincsenek, levonjuk a következtetést: a nátrium-karbonát kölcsönhatásba lép a vízzel, és ennek a reakciónak egyik terméke a nátrium-hidroxid:

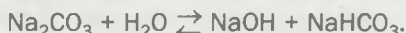


Feltételezhetjük, hogy a másik termék szénsav. Tudjátok, hogy ez a sav bomlékony és szén-dioxid keletkezésével felbomlik. Ugyanakkor a gáz kiáramlása az oldatból nem figyelhető meg. Tehát a reakció másik terméke egy másik anyag.

A két reagáló anyag és a keletkezett nátrium-hidroxid képletében levő atomok számának egyszerű összevetésével rájövünk arra, hogy a bázis mellett NaHCO_3 : savanyú só¹ keletkezett:



Ismeretes, hogy vízzel csak nagyon kevés szóda reagál. Egyidőben a fordított reakció is lejátszódik a NaOH és a NaHCO_3 vegyületek között (a termék – Na_2CO_3 és víz). Ezt figyelembe véve, a reakcióban az oda-vissza $\rightleftharpoons$ jelet tüntetjük fel:



A megvizsgált reakció a cserebomlási reakciókhoz tartozik. Az igazság az, hogy a részecskék közötti helycsere nem teljes: a kiinduló sóban a nátrium-ionoknak csak a fele cserélődik le hidrogénatomra.

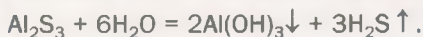
A só és víz között lejátszódó cserebomlási reakciót *hidrolízisnek*² nevezzük.

Megállapították, hogy vízzel a gyenge bázisok vagy gyenge savak által alkotott sók lépnek kölcsönhatásba (a szóda gyenge szénsavból képződik). A sóoldat kémhatását a hidrolíziskor keletkezett erős elektrolit határozza meg (ebben az esetben a nátrium-hidroxid), amelyből a só képződött. Például a K_2S , Na_2SiO_3 sóoldatok bázikus, a ZnCl_2 , CuSO_4 pedig savas kémhatásúak.

¹ Savanyú só akkor keletkezik, amikor a savban a hidrogénatomok nem teljes mértékben cserélődnek fel fémek elemek atomjaira (pontosabban – ionjaira).

² A kifejezés a görög *hydōr* – víz és *lysis* – szétesés szavakból származik.

Most már meg tudjátok magyarázni, miért van # jel az oldhatósági táblázatban egyes sókhoz tartozó négyzetekben. E sók mindegyike gyenge bázis és gyenge sav által alkotott só, ezért teljes mértékben hidrolizál:



2. GYAKORLATI MUNKA

Ioncsere reakciók elektrolit oldatokban

A következő anyagok oldatai állnak rendelkezésetekre: magnézium-nitrát, kálium-karbonát, nátrium-hidroxid és híg kénsav.

Felhasználva az oldhatósági táblázatot és a savak erősségi sorrendjét (lásd a tankönyv II. előzékén), mondjátok meg, milyen reakciók fognak végbemenni az oldatban:

- két sav között;
- só és bázis között;
- só és sav között.

Végezzétek el a reakciókat, valamint a bázis és sav közötti reakciót is. A feltüntetett táblázat négyzeteibe írátok be a reagensek és a reakciókban keletkezett termékek egyikének képletét, amely lehetővé teszi a reakció lejátszódását. A termékek képletei után tegyetek $\downarrow$ jelet (ha a reakció során a vegyület csapadék formájában válik ki), $\uparrow$ jelet (ha gáz formájában), és gy. e. rövidítést (ha az anyag – gyenge elektrolit).

Reagensek	*** (só 1)	*** (só 2)	*** (bázis)	*** (sav)
*** (só 1)	—			
*** (só 2)		—		
*** (bázis)			—	

Írátok fel a reakciók molekula- és ion-molekula egyenleteit. Magyarázzátok meg, miért nem megy végbe a cserebomlási reakció a kiosztott anyagok némelyike között.



101. A gyakorlatban nem végbemenő reakciókat milyen más feltételek mellett valósítanak meg? Soroljátok fel ezeket a feltételeket, írjátok fel a kémiai reakciók egyenleteit és nevezzétek meg a termékek nevét.
102. Milyen eredményei lettek volna a gyakorlati munkának, ha a nátrium-hidroxid helyett bárium-hidroxid állt volna rendelkezésetekre? Töltsétek be a megfelelő táblázatot és állítsátok össze a molekula- és ion-molekula egyenleteket.

3. GYAKORLATI MUNKA

A szervetlen vegyületek meghatározása

A munka elvégzéséhez nátrium-hidroxid oldatot, híg kénsavat, vízzel töltött öblítőedényt, kémcsövekkel megrakott kémcsőtartót és üvegpálcikát kaptatok.

I. VÁLTOZAT

1. Feladat. A szilárd anyagok meghatározása.

Három, tetszőlegesen megszámozott kémcsőben a kálium-nitrát, nátrium-karbonát és kalcium-karbonát fehér pora található. Határozzátok meg mindegyik kémcső tartalmát.

2. Feladat. A vegyületek oldatainak meghatározása.

Három, tetszőlegesen megszámozott kémcsőben szintelen nátrium-klorid, magnézium-klorid és cink-szulfát oldata található. Határozzátok meg mindegyik kémcső tartalmát.

II. VÁLTOZAT

1. Feladat. A szilárd anyagok meghatározása.

Három, tetszőlegesen megszámozott kémcsőben a nátrium-nitrát, magnézium-karbonát és bárium-szulfát fehér pora található. Határozzátok meg mindegyik kémcső tartalmát.

2. Feladat. A vegyületek oldatainak meghatározása.

Három, tetszőlegesen megszámozott kémcsőben szintelen kálium-nitrát, bárium-klorid és alumínium-nitrát oldata található. Határozzátok meg mindegyik kémcső tartalmát.

Az 1. feladat kísérleti eredményeit írjátok be a következő táblázatba:

A kémcső száma	Az anyag oldhatósága a vízben	A reagens képlete	Megfigyelés	Következtetés (az anyag képlete)
A reakciók egyenletei (molekula- és ion-molekula egyenletek):				

A következő táblázatba a 2. feladat eredményeit írjátok be.

A kémcső száma	Az 1. reagens képlete	Megfigyelés	A 2. vagy 1. főlegben vett reagens képlete	Megfigyelés	Következtetés (az anyag képlete)
A reakciók egyenletei (molekula- és ion-molekula egyenletek):					

?

103. Elvégezhető-e mindkét változat 1. és 2. feladata, ha híg kénsav helyett sósavat kaptok? Indokoljátok meg a feleletet.
104. Meghatározható-e hevítés segítségével a vegyületek mindkét változat 1. feladatában? Ha igen, mondjátok el, hogyan végzitek el a feladatokat. Írjátok fel a megfelelő reakciók egyenleteit.

2. fejezet

Kémiai reakciók

Ebben a fejezetben általános tudnivalókat találtok a számotokra már ismert kémiai reakciók típusairól. Olyan reakciótípusokról is szó lesz, amelyekről eddig még nem tanultatok. Felhívjuk a figyelmeteket ezek jellemzőire és lefolyásuk sajátosságaira. A gyakorlatok elvégzése segítségével új tapasztalatokra tesztek szert a kémiai egyenletek felállításában.

11

A kémiai reakciók csoportosítása

E téma anyaga segít nektek:

- megvilágítani, milyen jellemzők alapján csoportosítjuk a kémiai reakciókat;
- bővíteni a kémiai reakciókkal kapcsolatos ismereteiteket;
- felidézni, milyen esetekben mehetnek végbe a bomlási, helyettesítési és cserebomlási reakciók;
- ismereteket szerezni a megfordítható és egyirányú reakciókról.

A kémiai reakciók osztályozását meghatározó sajátosságok. Az egyes anyagok átalakulása más anyagokká a természetben állandóan lejátszódó folyamat. Nélküle az élő szervezetek fejlődése nem lehetséges. Kémiai folyamatok kutatásával, új anyagok előállításával tudósok foglalkoznak a kutató

laboratóriumokban. Sokféle reakciót valósítanak meg a mérnökök és technológusok a gyárakban, a tanulók és az egyetemi hallgatók a gyakorlati munkák során.

A kémiai reakciók végbemehetnek lassan és egy pillanat alatt, természetes körülmények között vagy hevítés hatására, katalizátor jelenlétében vagy anélkül. A reakciókat különböző külső hatások kísérhetik: csapadék vagy gáz kiválása, színváltozás, hőkiválás stb.

A kémiai reakciókat – nagy számuk miatt – különböző csoportokba sorolták. Ehhez a kémiai reakciók meghatározott sajátosságait vették alapul. Ezek közül a legfontosabbak a következők:

- a reakció reagenseinek és termékeinek mennyisége;
- a reakció lefolyásának lehetséges útjai;
- az elemek oxidációs fokának megváltozása vagy változatlansága a reakció során;
- a reakció alatt végbemenő hőjelenségek (hő- felszabadulás vagy -elnyelődés).

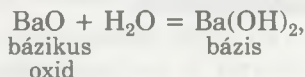
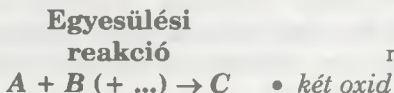
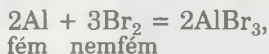
Ebben a paragrafusban tudomást szereztek az egyesülési, bomlási, helyettesítési és cserebomlási reakciókról, valamint azokról, amelyek oda-vissza játszódhatnak le. A többi reakciótípusról a későbbiekben lesz szó.

Egyesülési és bomlási reakciók. A hetedik osztályban olyan reakciókról tanultatok, amelyekben a reagensek és termékek mennyisége különböző.

Azt a reakciót, amelyben két vagy több anyagból egy anyag keletkezik, egyesülési reakciónak nevezzük.

Már ismertek olyan egyesülési reakciókat, amelyekben

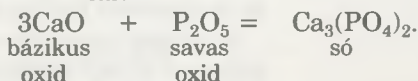
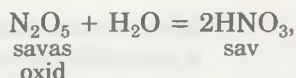
- két egyszerű anyag (31. ábra)



lép reakcióba.



31. ábra
Az alumínium és bróm reakciója



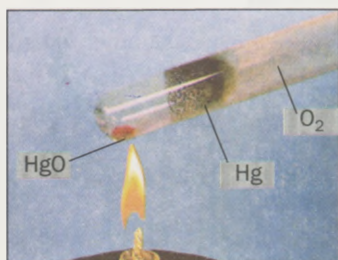
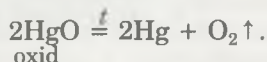
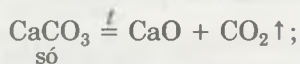
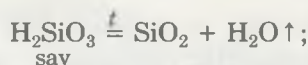
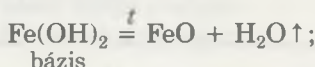
Nem minden ilyen típusú reakció lehetséges. Például az inert gázok: a hélium, a neon, az argon nem lépnek kölcsönhatásba egyik anyaggal sem. Nem mennek végbe az oxigén és a halogének közötti reakciók, a hidrogén nem reagál a bórral és a szilíciummal. Az arany csak a legaktívabb nemfémekkel – a halogénnel reagál és még néhány más anyaggal. Az oxidok egymással is reakcióba lépnek, ha kémiai tulajdonságaik különbözőek. A bázisképző oxidok kölcsönhatásba lépnek a savképző és amfoter oxidokkal.

- Állítsátok össze: a) a nátrium és hidrogén; b) a lítium-oxid és kén(VI)-oxid között lejátszódó reakciók egyenleteit.

Azt a reakciót, amelyben egy anyagból két vagy több anyag keletkezik, *bomlási reakciónak* nevezzük.

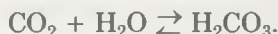
Egyértelmű, hogy csak az összetett anyagok tudnak felbomlani. Vannak közöttük bázisok, amfoter hidroxidok, oxigéntartalmú savak és azok sói, valamint egyes oxidok (32. ábra).

Bomlási reakció
 $A \rightarrow B + C (+ \dots)$



32. ábra
Higany(II)-oxid bomlása

A bomlási reakciók legtöbbször hevítés hatására mennek végbe. A szén- és kénssav természetes körülmények között bomlik fel:



A bázisok, az oxosavak és azok sóinak bomlásakor oxidok keletkeznek.

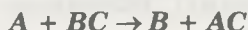
Hevítés hatására nem bomlanak fel a hidroxidok, a nátrium-, kálium-karbonátok és szulfátok, valamint molekulájukban oxigént tartalmazó sók sem, amelyek két – nem illékony – oxidból keletkeztek (foszfátok, szilikátok, cinkátok, alumínátok stb.).

► Állítsátok fel: a) cink-karbonát; b) alumínium-hidroxid bomlási reakcióegyenletét.

Helyettesítési és cserebomlási reakciók. A 8. osztályban, a szervesetlen kémiai átalakulásokkal ismerkedve, olyan kémiai reakciókról tanultatok, amelyek mindegyikében két reagens és két termék volt.

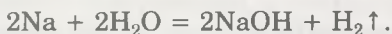
Egy egyszerű és egy összetett anyag között lejátszódó reakciót, melynek eredményeként más egyszerű és összetett anyag keletkezik, *helyettesítési reakciónak* nevezzük.

**Helyettesítési
reakció**



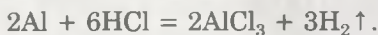
A fémek részvételével lejátszódó helyettesítési reakciókat jól ismeritek.

Az alkálifémek és alkáliföldfémek reagálnak a vízzel:



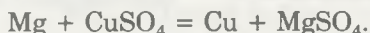
Ebben a reakcióban minden vízmolekula két hidrogénatomjának egyikét fémes elem atomja (pontosabban ionja) helyettesíti.

Majdnem minden fém reagál a savakkal. Ezeknek a reakcióknak egy része hidrogén kiválásával végbe:



Így reagál a fémekkel a sósav és a híg kénsav. A reakció akkor lehetséges, ha a reagáló fém a fémek aktivitási sorában a hidrogéntől balra helyezkedik el.

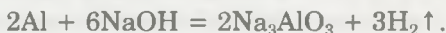
A fémek kölcsönhatásba léphetnek a sókkal. Ezeknek a reakcióknak a termékei egy másik fém és só:



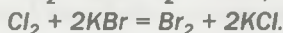
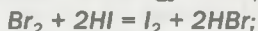
Ilyen reakciók mennek végbe, ha a reagáló fém a fémek aktivitási sorában a termék-fémtől balra helyezkedik el.

- Írjátok fel a réz és az ezüst-nitrát oldat között lejátszódó reakció egyenletét.

A cink, az alumínium (33. ábra), valamint az amfoter oxidokat, hidroxidokat alkotó aktív fémek reagálnak a bázisokkal:

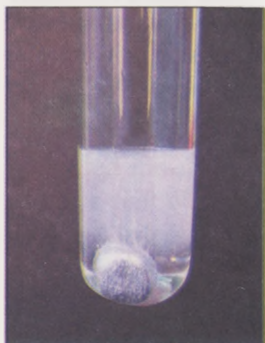
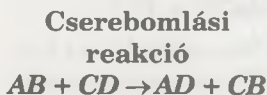


Helyettesítési reakcióba léphetnek a nemfémek is. Például az aktívabb halogén kiszorítja a kevésbé aktívát a hidrogén-halogenid vizes oldatából, vagyis oxidáns nem tartalmazó savból vagy sóból (halogenidből):



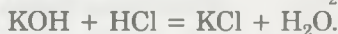
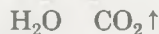
Megjegyezzük, hogy a halogének kémiai aktivitása a periódusos rendszer csoportjában alulról felfelé növekszik.

Két összetett anyag között lejátszódó olyan reakciót, melynek következtében azok kicserélik összetevőiket (atomjaikat, atomcsoportjaikat, ionjaikat), cserebomlási reakciónak nevezünk.



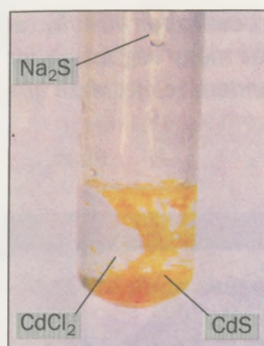
33. ábra
Az alumínium reakciója a bázis vizes oldatával

A cserebomlási reakciók többsége a bázisok, savak, sók (elektrolitok) vizes oldataiban mennek végbe. Azt már tudjátok, hogy milyen feltételek mellett játszódhatnak le ezek a reakciók. A reakciók során csapadék válik ki (34. ábra), gáz vagy gyenge elektrolit keletkezik (gyakran víz):



- Állítsátok fel ezeknek a reakcióknak az ion-molekula egyenletét.

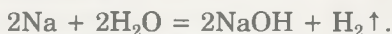
↳ Megfordítható és egyirányú reakciók. Sok kémiai reakció csak „egy irányba” megy végbe. Termékeik bármilyen hőmérsékleten és nyomá-



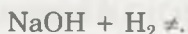
34. ábra
A kadmium-szulfid kicsapása

son sem képesek egymással kölcsönhatásba lépni és visszaalakulni a reakció kiinduló anyagaivá – reagensekké. Az ilyen reakciókat *nem megfordítható (egyirányú) reakciónak* nevezzük.

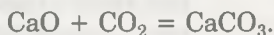
A nátrium reagál a vízzel:



Ez a reakció egyirányú, mert az átalakulás ellenkező irányba nem mehet végbe:



Ismeretesebbek más típusú reakciók is. A kalcium-oxid természetes körülmények között lassan reagál a szén-dioxiddal:



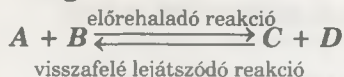
Abban az esetben, ha a reakció termékét, a kalcium-karbonátot melegítjük, kalcium-oxidra és szén-dioxidra bomlik fel, vagyis végbemegy az ellenkező reakció:



Megfelelő hőmérsékleti értékek között a kalcium-karbonát keletkezése és felbomlása egyaránt végbemehet, de a két reakció nem játszódik le teljesen. Zárt edényben végezve a reakciót, egyidőben három vegyület – kalcium-oxid, szén-dioxid és kalcium-karbonát – elegyét mutathatjuk ki.

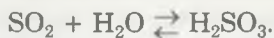
Azokat a kémiai reakciókat, amelyek ellenkező irányba is végbemehetnek, megfordítható reakcióknak nevezzük.

Megfordítható reakció



Némelyik reakció természetes körülmények között is lejátszódik visszafelé. Például a szén-dioxid és kén-dioxid vízzel lejátszódó reakciója.

Azt a reakciót, amely a kémiai egyenlet bal oldalán levő anyagok között megy végbe, *előrehaladó reakciónak*, az ellenkező irányba végbemenőt pedig *visszafelé játszódónak* nevezzük. Az ilyen reakciók egyidejű lefutását az egyenletben feltüntetett oda-vissza $\rightleftharpoons$ nyíllal jelölik:



Megfordítható jelenségek a fizikában is megfigyelhetők. Például az anyagok halmazállapotának

változása. Tegyük fel, hogy zárt edényben vizet forralunk, egyidejűleg két folyamat megy végbe – a víz gőzzé alakulása és a vízgőz kondenzációja, vízzé alakulása.

KÖVETKEZTETÉS

A kémiai reakciók osztályozása azok különböző sajátosságai alapján történik.

A reagensek és termékek mennyiségének alapján, valamint aszerint, hogy milyen anyagok vesznek részt a reakcióban – egyszerűek vagy összetettek – megkülönböztetünk egyesülési, bomlási, helyettesítési és cserebomlási reakciókat.

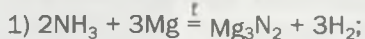
A reakció lefolyásának irányától függően megfordítható (előre és visszafelé lejátszódó reakciók) és egyirányú (csak előre lejátszódó) reakciókat megkülönböztetünk meg.



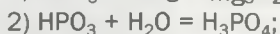
105. Nevezzétek meg azokat a sajátosságokat, amelyek alapján a kémiai reakciókat csoportosítjuk.
106. Jellemezzétek az egyesülési, bomlási, helyettesítési és cserebomlási reakciókat.
107. Keressétek meg a reakcióegyenletek megfelelő típusát:

Reakcióegyenletek

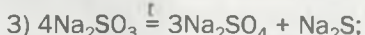
A reakció típusa



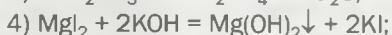
a) cserebomlási reakció;



b) bomlási reakció;



c) helyettesítési reakció;



d) egyesülési reakció.

108. Írjátok fel azoknak az egyesülési és bomlási reakcióknak az egyenleteit, amelyekben alumínium-oxid keletkezik.
109. Állítsátok fel annak a két cserebomlási reakciónak a molekulaegyenleteit, amelyek a következő molekula egyenletnek felelnek meg: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}\downarrow$.
110. Írjátok fel az ammónium (NH_3) egyszerű anyagokból való keletkezésének megfordítható reakcióját. Jelöljétek meg az előre és visszafelé lejátszódó reakciókat.
111. Milyen tömegű só képződik 25,2%-os 800 g salétromsav oldat magnézium-hidroxid oldattal történő teljes semlegesítésekor.

112. A kén(V)-oxid erős hevítéskor kén(IV)-oxidra és oxigénre bomlik. A levegőnél hányszor könnyebb, vagy nehezebb a keletkezett gázelegy?
113. A kalcium-karbonát hevítés hatására tömegének 11%-át veszítette el. Határozzátok meg a szilárd maradékban található anyagok tömegrészét.

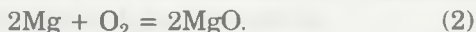
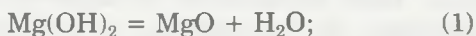
12

Az oxidációs-redukciós reakciók

E téma anyaga segít nektek:

- megérteni, mik azok az oxidációs-redukciós reakciók;
- megkülönböztetni az oxidáció és redukció folyamatát, valamint az oxidáló- és redukáló szereket;
- megérteni az oxidációs-redukciós reakciók jelentőségét.

Oxidációs-redukciós (redox) reakciók. Hasonlítsuk össze a két kémiai átalakulást:

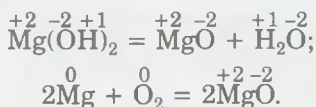


A reagensek és termékek mennyiségét megfigyelve levonhatjuk a következtetést: az (1) bomlási reakció, a (2) egyesülési reakció.

Ezek a reakciók más mutatókban is különböznek egymástól. Figyeljük meg a reagensek és termékek elemeinek oxidációs fokát.

- Mit nevezünk az elem oxidációs fokának? Határozzátok meg az elemek oxidációs fokát az (1) és (2) reakcióban felírt képletek alapján.

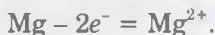
Felírjuk az elemek oxidációs fokát a vegyületek képletei fölé:



Az (1) reakció során az elemek oxidációs foka nem változott, míg a (2) reakcióban igen.

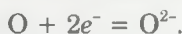
Azokat a kémiai reakciókat, amelyek az elemek oxidációs fokának változásával mennek végbe, oxidációs-redukciós reakcióknak nevezzük.

Az oxidáció és redukció folyamata. Magyarázzuk az „oxidációs-redukciós reakció” kifejezés eredetét. A 7. osztályban, jellemezve az oxigén részvételével lejátszódó reakciókat, azt állítottuk, hogy az a vegyület, amely oxigénnel lép reakcióba, oxidálódik. Ilyen elem a (2) reakcióban a magnézium. Két elektront veszítve, minden atomja kationná alakul:



A magnézium oxidációs foka 0-ról +2-re nő; a magnézium *oxidálódik*.

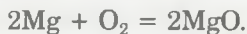
A magnézium oxigénnel lép kölcsönhatásba. Az oxigénmolekula mindegyik atomja – két elektron felvétele után – anionná alakul át.



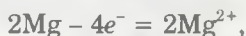
Az oxigén oxidációs foka 0-ról –2-re csökken; az oxigén *redukálódik*.

Ennek megfelelően: az oxidáció – elektronok leadása az anyag részecskéje által, a redukció – elektronok felvétele az anyag részecskéi által.

Az oxidáció mindig redukcióval jár együtt. Elektronok a semmiből nem keletkeznek és nem halmozódnak fel. Amennyi elektront lead az egyik részecske, annyit vesz fel a másik. Győződünk meg erről reakciók segítségével:



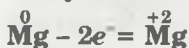
Két magnéziumatom 4 elektront ad le:



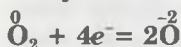
míg az oxigénmolekula két oxigénatomja 4 elektront vesz fel:



**Az oxidáció
folyamata**



**A redukció
folyamata**



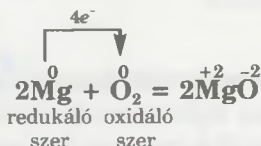
Lev Volodimirovics Piszarzsevszkij
(1874–1938)



Ukrán kémikus, az Orosz és az Ukrán Tudományos Akadémia akadémikusa. Kidolgozta az oxidációs-redukációs reakciók elméletét, melynek alapjául az az elképzelése szolgált, hogy az elektronok az egyik részecskétől a másikhoz mennek át (1914). A katalizátorok elektronelméletének megalapozója. A Kijevi Politechnikai Főiskola (1908–1911), valamint katerinoszlavszki (ma Dnyipropetrivszki) felsőfokú oktatási intézmények, főiskolák, egyetemek professzora. 1927-től az ő kezdeményezésére létrehozott Ukrán Fiziko-kémiai Főiskola (később róla nevezték el) igazgatója.

Az oxidációs-redukációs reakciók elméletét, amelyet elektron-ionos elméletnek neveztek, 1914-ben egy kiváló ukrán tudós, L. V. Piszarzsevszkij alkotta meg.

Oxidációs-redukációs reakció



Oxidáló- és redukáló szerek. Az oxidációs-redukációs reakciókban részt vevő anyagokra az „oxidálószer” és „redukáló szer” kifejezéseket használjuk.

Jegyezzétek meg: az oxidálószer redukálódik, (a $2\text{Mg} + \text{O}_2 = 2\text{MgO}$ reakcióban az oxigén oxidálószer) azaz elektront vesz fel. A redukáló szer (a magnézium) oxidálódik, azaz elektront ad le.

10. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

A cink reakciója jóddal

Öntsetek egy kémcsőbe 1 ml vizet és adjatok hozzá néhány csepp alkoholos jóddoldatot. Keverjétek össze és tegyetek bele kevés cinkport. A kémcső tartalmát időnként rázzátok össze.

Megváltozik-e az oldat színe? Miért?

Írjátok fel a megfelelő kémiai reakció egyenletét. A reakcióban melyik anyag lesz az oxidáló-, és melyik a redukáló szer?

Nemcsak egyszerű anyagok lehetnek oxidáló- és redukáló szerek, hanem összetettek is.

► Nevezzétek meg az oxidáló- és redukáló szert a következő reakcióban:



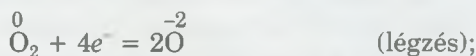
Az elmondottak alapján levonjuk a következtetést: ha a reakcióban egyszerű anyag vesz részt, akkor az ilyen reakció mindig oxidációs-redukciós. Az egyszerű anyagban az elem oxidációs foka nullával egyenlő, a vegyületben (a reakció során keletkezik) pedig pozitív vagy negatív szám.

Az oldhatósági táblázatban a FeI_3 és a CuI_2 sóknak megfelelő négyzetekben vonalak találhatók, ami arról tanúskodik, hogy ezek a sók nem léteznek. A Fe^{3+} és a I^- , valamint a Cu^{2+} és I^- ionok egymással oxidációs-redukciós reakcióba lépnek. Szemléltetve a megfelelő ion-molekula egyenletekkel:



A fémes elemek kationjai oxidálószer, a jód-anion pedig redukáló szer.

Az oxidációs-redukciós reakciók jelentősége. A természetben állandóan végbemennek oxidációs-redukciós reakciók. Alapját képezik a két legfontosabb folyamatnak: a légzésnek és fotoszintézisnek. Azon elemek közül, amelyeknek oxidációs foka ezekben a folyamatokban megváltozik, az egyik elem az oxigén. A légzésben az oxigénmolekula atomjai redukálódnak, a fotoszintézisben (az oxigénatomokat az oxigén tartalmú vegyületek tartalmazzák) pedig oxidálódnak:



Az oxidációs-redukciós reakciókat széleskörűen alkalmazzák különböző iparágakban. Az ilyen típusú kémiai átalakulások során nyerik ki a fém-



35. ábra
A hajótest
rozsdásodása

ket különböző ércekből. A hőerőműveken különböző fűtőanyag, az autók motorjában benzin, dízelolaj és földgáz ég el.

Egyes oxidációs-redukációs reakciók negatív folyamatokat is kiválthatnak, például tüzet, a vas rozsdásodását (35. ábra), ételek megromlását stb.

KÖVETKEZTETÉSEK

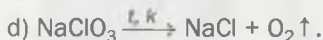
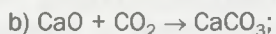
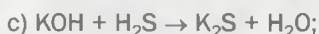
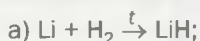
Azokat a kémiai reakciókat, amelyek az elemek oxidációs fokának változásával mennek végbe, oxidációs-redukációs reakciónak nevezik. Az oxidáció – elektronok leadása az anyag részecskéje által, a redukció – elektronok felvétele az anyag részecskéi által. Azt az anyagot, amely oxidálódik, redukáló szernek, azt pedig, amely redukálódik, oxidálószernek nevezzük. Az oxidálószer annyi elektront vesz fel, amennyit a redukáló szer lead.

Az oxidációs-redukációs reakciók gyakoriak a természetben; jelen vannak különböző iparágakban, hőenergetikai állomásokon és közlekedési eszközökben.



114. Milyen reakciókat nevezünk oxidációs-redukációs reakciónak?
115. Találjátok meg a képletben levő klór megfelelő oxidációs fokát:
Az anyag képlete: A klór oxidációs foka
- | | |
|----------------------------|--------|
| 1) Cl_2O ; | a) 0; |
| 2) FeCl_2 ; | b) +2; |
| 3) HClO_4 ; | c) +1; |
| 4) Cl_2 ; | d) -1; |
| | e) +7. |
116. Mi az oxidáció, redukció, oxidálószer és redukáló szer? Felhasználva ezeket a kifejezéseket, kommentáljátok a nátrium és klór között lejátszódó reakciót.
117. Miért tartoznak az oxidációs-redukációs reakciókhoz azok a reakciók, amelyek segítségével a fémércekből fémet állítanak elő?
118. Határozzátok meg a következő anyagok elemeinek oxidációs fokát: AlCl_3 , Br_2 , KClO , B_2S_3 , $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$, Ca_3N_2 , I_2O_5 , $\text{Ti}(\text{OH})_4$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$.

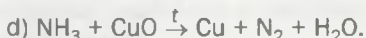
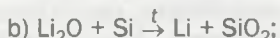
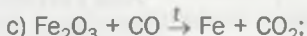
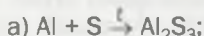
119. Válasszátok ki a megadott sémák közül azokat, amelyek oxidációs-redukációs reakciónak felelnek meg és magyarázzátok meg választásotokat:



120. Írjátok be a táblázatba a megadott kémiai reakciótípusnak megfelelő egyenleteket (ne használjátok fel a paragrafusban és az előzőleg bemutatott reakciókat):

A reakció típusa	Az elemek oxidációs foka	
	változik	nem változik
Egyesülési reakció		
Bomlási reakció		

121. Határozzátok meg a következő reakciókban az oxidáló- és redukáló szereket:



122. A felsorolt részecskék közül: K-atom, N^{3-} -ion, C-atom, Ca^{2+} -ion, Fe^{2+} -ion, Fe-atom, F-atom, a kémiai reakciókban melyek lehetnek:

a) csak oxidálószer;

b) csak redukáló szer;

c) oxidáló és redukáló szerek egyaránt?

A feleletet támasszátok alá.

123. Rakjátok sorrendbe kémiai aktivitásuk növekedése alapján az egyszerű anyagokat mint oxidáló szereket:

a) kén;

b) fluor;

c) foszfor;

d) klór.

124. Írjátok a pontok helyére, mennyi elektront vesznek fel vagy adnak le az ionok, és mutassátok meg az oxidáció és redukció folyamatait:



125. Mennyi elektront vesz fel vagy ad le a kénatom a következő átalakulások során:

a) szulfát-ion $\rightarrow$ szulfit-ion;

b) kénsav-molekula $\rightarrow$ kénhidrogén-molekula;

c) kén(IV)-oxid molekula $\rightarrow$ szulfát-ion?

126. Milyen térfogatú hidrogént (n. k. k.) nyerhetünk 10 g lítium és elegendő mennyiségű víz reakciója során?

13

Az oxidációs-redukciós reakcióegyenletek felállítása

E téma anyaga segít nektek:

- a koefficiensek meghatározásában az oxidációs-redukciós reakcióegyenletek felállításánál.

Mielőtt felállítanánk az oxidációs-redukciós reakcióegyenletet, fel kell írunk a reakciósémát az összes reagens és termék képletével.

- Fejezzétek be a reakciósémát: a) $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \dots$;
b) $\text{Al} + \text{HCl} \rightarrow \dots$. Határozzátok meg mindegyik reakcióban az oxidáló- és redukáló szert.

Bízunk abban, hogy megbirkóztatok ezzel a feladattal. Ugyanakkor az ilyen típusú feladatok megoldásánál felléphetnek némi nehézségek. Sok oxidációs-redukciós reakcióban a termék előrejelzése nem lehetséges az elemek jellemző oxidációs fokának, vegyületeik kémiai tulajdonságainak és még más fontos információ ismerete nélkül.

Ebben a paragrafusban megismerkedünk az oxidációs-redukciós reakciók „kész” sémáinak kémiai egyenletekké való átalakításával.

A reakciók sémáiban a koefficienseket egyszerű módszerrel határozhatjuk meg.

- Két általatos összeállított reakciósémát alakítsatok át kémiai egyenletté.

Sok esetben (például amikor három anyag lép kölcsönhatásba vagy keletkezik) a koefficiensek hagyományos meghatározása sok időt vesz igénybe. Győződjetek meg erről a következő reakcióséma kémiai egyenletté átalakítása révén:

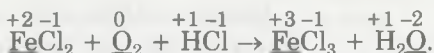


Létezik egy univerzális és hatékony módszer a koefficiensek meghatározására az oxidációs-redukciós reakciók sémáiban. A módszer az elektronok

kiegyenlítésén alapszik, vagyis azon a tényen, hogy a részecskék által kicserélt elektronok száma mindig megegyezik. Tehát ahány elektront ad le az egyik részecske, ugyanannyit vesz fel a másik.

Figyelembe véve az elmondottakat, az utóbbi reakciósémában meghatározzuk a koefficienseket.

Először megállapítjuk a reagensek és a termékek minden elemének oxidációs fokát, amely a reakció során megváltozott:



Mint látjuk, a vas oxidációs foka +2-ről +3-ra nőtt, miközben oxidálódott, maga is redukáló szerként lépett fel. Az oxigén oxidációs foka 0-ról -2-re csökkent, az oxidálószer szerepét töltötte be, miközben redukálódott.

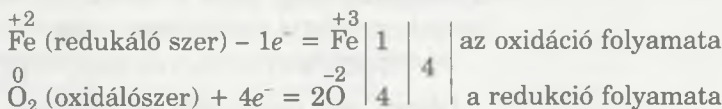
a vas oxidációjának
sémája

az oxigén redukciójának
sémája



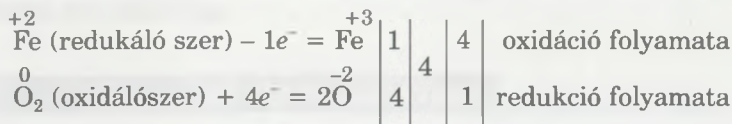
Figyeljétek meg: a sémában az oxigénatom előtt egy 2-es koefficiens van, mert egy molekula oxigénből két atom keletkezett. Látható, hogy az oxigénmolekula 4 elektront vesz fel, ugyanis minden oxigénatom kettőt. Megkeressük az oxidáló- és redukáló szerek részecskéinek arányát, amelynek megfelelően az általuk leadott, illetőleg felvett elektronok mennyisége egyenlő lesz. Ehhez meghatározzuk az 1 és 4 legkisebb közös többszörösét (egy elektront veszít a +2 Fe-atom, négy elektront vesz fel az O_2 -molekula), ami 4 lesz.

Egymás alá írjuk az oxidáció és redukció sémáját, majd a jobb oldalon levő első függőleges vonal mögé a leadott, illetőleg felvett elektronok számát, a második mögé pedig a legkisebb közös többszöröst:



Elosztva a négyet a leadott (1) és felvett (4) elektronok számával, megkapjuk a 4 és 1 számokat.

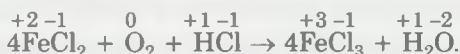
A kapott számokat a harmadik függőleges vonal mögé írjuk:



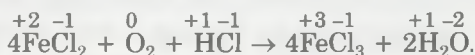
Az utolsó oszlop számai – a 4 és az 1 – az egyenlet koefficiensei.

Négy $\overset{+2}{\text{Fe}}$ -atom $1 \cdot 4 = 4$ elektront ad le, és ugyanennyi elektront vesz fel mindegyik $\overset{0}{\text{O}_2}$ -molekula.

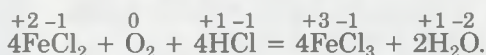
Felírjuk a 4-es koefficiienst a vasvegyületek képletei elé, az 1-es koefficiienst az oxigén képlete előtt nem tüntetjük fel:



A következőkben a víz képlete elé 2-es koefficiienst írunk:



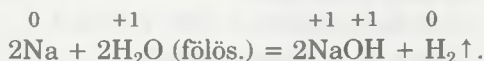
Végül kitesszük a koefficiienst a hidrogén-klorid elé, amelyben az elemek oxidációs száma nem változott, és a nyilat egyenlőségjelre cseréljük:



► Ellenőrizték, egyforma mennyiségben vannak-e jelen az elemek atomjai a kapott egyenlet bal és jobb oldalán.

Fogadjátok meg a következő tanácsokat:

1. A fenti módszerrel kiszámított koefficiensek értékeit az oxidáló- és redukáló szer képletei előtt nem érdemes megváltoztatni, mert ezek véglegesek.
2. Vannak esetek, amikor egy meghatározott elem atomjainak csak egy része oxidálódik vagy redukálódik, mert a reagensek egyike fölöslegben van jelen:



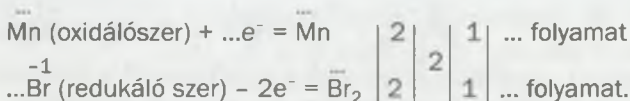
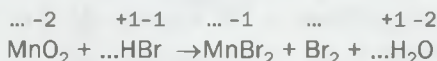
E vegyület elé legutoljára tesszük ki a koefficienst.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az oxidációs-redukciós reakcióegyenletek felállítása az elektronok kiegyenlítésén alapul, vagyis azon a tényen, hogy a redukáló szer részecskéi által leadott, valamint az oxidálószer részecskéi által felvett elektronok száma azonos.



127. A pontok helyére írjátok a megfelelő számokat és szavakat:



128. Állítsátok fel az oxidációs-redukciós reakciók egyenleteit a következő sémák szerint az elektronok kiegyenlítésén alapuló módszer segítségével:
- $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HBr};$
 - $\text{Al} + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_3\text{AlO}_3 + \text{H}_2 \uparrow;$
 - $\text{H}_2\text{S} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{S} \downarrow + \text{NO} \uparrow + \text{H}_2\text{O};$
 - $\text{NO}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3.$
129. Fejezzétek be a reakciósémákat és alakítsátok át kémiai egyenletekké:
- $\text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S} \downarrow + \text{FeCl}_2 + \dots;$
 - $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \dots;$
 - $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \dots;$
 - $\text{FeO} + \text{Al} \rightarrow \dots + \dots.$
130. A vas(III)-oxid és szén(II)-oxid között a reakció két másik oxid keletkezésével mehet vége. Jelöljétek meg a reakció típusát és állítsátok fel a megfelelő kémiai egyenletet.
131. A kalcium és oxigén között lejátszódó reakció során milyen mennyiségű elektront
- a) ad le 1 mol fém;
 - b) ad le 1 g fém;
 - c) vesz fel 1 l oxigén (n.k.k.)?

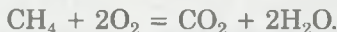
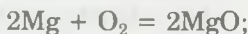
132. Számítsátok ki a cink szükséges tömegét, amely fölöslegben vett sósavval reagálva annyi hidrogént fejleszt, amennyi elegendő 2 g réz(II)-oxid redukálásához.

14 A kémiai reakciókat kísérő hőváltozások

E téma anyaga segít nektek:

- csoportosítani a kémiai reakciókat az őket kísérő hőjelenségek szerint;
- megérteni ezeket a jelenségeket;
- a termokémiai reakciók felállításában;
- elvégezni egyszerű termokémiai számításokat.

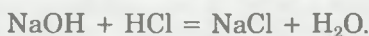
Exotermikus és endotermikus reakciók.
Ismertek olyan reakciókat, amelyeket jelentős hőfejlődés kísér. Ezek a reakciók az égés reakciói:



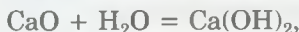
36. ábra
Ünnepi tűzijáték

Az emberek már ősidőktől kezdve fűtötték házukat, ételt készítettek, fát, szemet és növényi maradványokat égettek. Napjainkban az égési reakciók felhasználási területe jelentősen bővült. Égési reakciókat használnak a hőenergetikai és fémiparban, a belső égésű motorokban, rakéták és űrhajók felfűtésre, valamint tűzijátékok bemutatásakor (36. ábra) és sok más esetben.

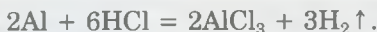
Hő nemcsak az anyagok égésekor keletkezik. Kémcsőben keverjetek össze kis mennyiségű bázisoldatot és erős savoldatot. A kémcső alját megérintve érzitek, hogy meleg. A hőfejlődés a semlegesítési reakció eredménye:



Ugyanilyen jelenség figyelhető meg a mész oltásakor:

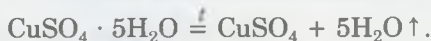


fémek kölcsönhatásakor savakkal:



A hőfejlődéssel járó reakciók többsége spontánul megy végbe. Igaz, hogy egyes esetekben a reakció kiváltására van szükség (például meggyújtjuk az anyagokat).

Vannak olyan reakciók, amelyek hő felhasználásával (hőelnyeléssel) mennek végbe. Ilyenek az anyagok (oxidok, hidroxidok, oxosavak, sók, kristályhidrátok) bomlási reakciói is:



Ahhoz, hogy az ilyen reakciók végbemenjenek, az anyagokat hevítik. Abban az esetben, ha abbahagyjuk a hevítést, a kémiai átalakulás is leáll.

Azokat a reakciókat, amelyek lejátszódása során hő keletkezik, *exotermikus*¹ reakcióknak nevezzük, azokat pedig, amelyek során a hő elnyelődik – *endotermikus*² reakcióknak.

A reakciót kísérő hőváltozások. A kémiai reakció alatt megfigyelhető hőfejlődést vagy hőelnyelést a reakció hőeffektusának vagy hőhatásának nevezzük. Megmagyarázzuk a jelenség okát.

Minden anyagnak van saját belső energiája (jelölése U). Ez az energia az anyag összes részecskéinek (atomok, molekulák, ionok) és a közöttük levő kémiai kötéseknek³ az energiájából tevődik össze. Az anyag belső energiáját megmérni nem lehet.

¹ A kifejezés a görög *exo* – külső szóból ered.

² A kifejezés a görög *endon* – középen szóból ered.

³ A kémiai kötések felbomlása energiabefektetést igényel (az anyag ezt az energiát elnyeli); képződésük pedig energiafelszabadulással jár.

Tegyük fel, hogy a reakció alatt a reagensek belső energiája nagyobb a termékek belső energiájánál:

$$U(\text{reagensek}) > U(\text{termékek}).$$

Ekkor a reakció során az anyagok „átadják” energiájuk egy részét; hőfelszabadulás következik be. Tehát ez a reakció exotermikus reakció.

Az anyag belső energiájának változását matematikailag is felírhatjuk, ehhez a ΔH jelet (olv. delta-há) használjuk:

$$\Delta H = U(\text{termékek}) - U(\text{reagensek}) < 0.$$

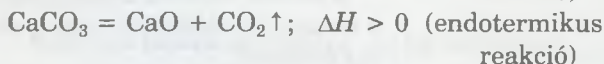
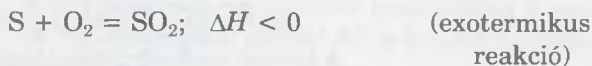
Abban az esetben, ha a reagensek belső energiája kisebb a termékek belső energiájánál, azaz

$$U(\text{reagensek}) < U(\text{termékek}),$$

akkor a reakció alatt az anyagok „elfogyasztják” az energiát és a hő elnyelődik. Az ilyen reakció endotermikus reakció. Megfelelő matematikai kifejezése:

$$\Delta H = U(\text{termékek}) - U(\text{reagensek}) > 0.$$

Szükség esetén a hőváltozást a kémiai reakció-egyenlettel együtt tüntetik fel:



► A paragrafus elején feltüntetett reakciók közül jelöljétek meg az exotermikus és endotermikus reakciókat. A füzetetekbe írjátok be ezek kémiai egyenleteit a végbemenő hőjelenségek megjelölésével.

Exotermikus reakció



Endotermikus reakció

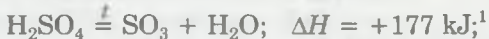


A reakció során a hőfejlődés (elnyelés) jelensége megegyezik az energiamegmaradás elvével: *az energia nem képződik a semmiből és nem tűnik el nyomtalanul, hanem csak átalakul egyik fajtából a másikba.*

Termokémiai egyenletek. Azt a hőmennyiséget, amely felszabadul vagy elnyelődik a reakció során, kimutathatjuk kísérleti úton, például kaloriméter segítségével, amelyet a 8. osztályos fizika órákról már ismertek.

Azt a kémiai reakcióegyenletet, amelyben a hőhatás számértéke is fel van tüntetve, *termodinamikai egyenletnek* nevezzük.

Néhány példa a termodinamikai egyenletekre:



Az első egyenlet arról tanúskodik, hogy 1 mol kénsav felbomlásakor 1 mol kén(VI)-oxid és 1 mol víz keletkezik, miközben 177 kJ hőmennyiség nyelődik el.

► Kommentáljátok a második termokémiai egyenletet.

Sok reakció megfordítható. Hevítéskor a kalcium-karbonát megfelelő oxidokra esik szét (endotermikus reakció):



de természetes körülmények között oxidokból keletkezik (exotermikus reakció):



A kémiai reakciót kísérő hőeffektus értéke egyenlő a visszafelé lejátszódó reakció ellentétes jelű hőeffektus értékével.

Több kémiai reakció esetében a reakciót kísérő hőhatás értéke megtalálható tájékoztatókban és kézikönyvekben.

Termokémiai számítások. Megvizsgáljuk, hogyan oldjuk meg a termokémiai egyenletek felállításával és felhasználásával kapcsolatos feladatokat.

1. FELADAT. Oxigénfólség mellett 0,5 mol foszfor elégetése során 373 kJ hő szabadult fel. Állítsátok fel a termokémiai egyenletet.

Adva van:

$$n(\text{P}) = 0,5 \text{ mol}$$

$$\Delta H_1 = -373 \text{ kJ}$$

Termokémiai
egyenlet – ?

Megoldás

1. Felállítjuk a kémiai egyenletet:



2. Kiszámítjuk a reakciót kísérő hőhatás értékét:

A feladat feltételének megfelelően

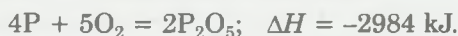
0,5 mol foszfor elégetése során 373 kJ hő,

¹ A hőhatás értéke előtt a „plusz” jelet nem hagyjuk el.

a kémiai egyenletnek megfelelően
4 mol foszfor elégése során $-x$ kJ hő szabadul fel;

$$x = \frac{4 \text{ mol} \cdot 373 \text{ kJ}}{0,5 \text{ mol}} = 2984 \text{ kJ.}$$

3. Felírjuk a termokémiai egyenletet:



Felelet: $4\text{P} + 5\text{O}_2 = 2\text{P}_2\text{O}_5; \Delta H = -2984 \text{ kJ.}$

2. FELADAT. A megadott termokémiai egyenlet alapján: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}; \Delta H = -802 \text{ kJ}$ határozzátok meg, milyen mennyiségű hő keletkezik 5,6 l metán (a térfogat normális körülményeknek megfelelő) elégeésekor.

Adva van:

$\Delta H = -802 \text{ kJ}$
 $V(\text{CH}_4) = 5,6 \text{ l}$
(n. k. k.)

$\Delta H_1 = ?$

Megoldás

1. Meghatározzuk a metán anyagmennyiségét:

$$n(\text{CH}_4) = \frac{V(\text{CH}_4)}{V_m} = \frac{5,6 \text{ l}}{22,4 \text{ mol/l}} = 0,25 \text{ mol.}$$

2. Kiszámítjuk a ΔH_1 hőmennyiséget.

A termokémiai egyenletnek megfelelően 1 mol metán elégeésekor 802 kJ hő, a feladat feltétele szerint

0,25 mol metán elégeésekor $-x$ kJ hő fejlődik:

$$x = \frac{0,25 \text{ mol} \cdot 802 \text{ kJ}}{1 \text{ mol}} = 200,5 \text{ kJ};$$

$$\Delta H_1 = -200,5 \text{ kJ.}$$

Felelet: 5,6 l metán elégeésekor 200,5 kJ hő keletkezik ($\Delta H_1 = -200,5 \text{ kJ}$).

KÖVETKEZTETÉSEK

Minden kémiai reakciót meghatározott mértékű hőeffektus kísér. Azokat a reakciókat, amelyek lejátszódása során hő keletkezik, *exotermikus reakcióknak* nevezzük, amelyek során hő elnyelődik – *endotermikus reakcióknak* nevezzük.

Azt a kémiai reakcióegyenletet, amelyben a hőeffektus számértéke is fel van tüntetve, termodinamikai egyenletnek nevezzük.

?

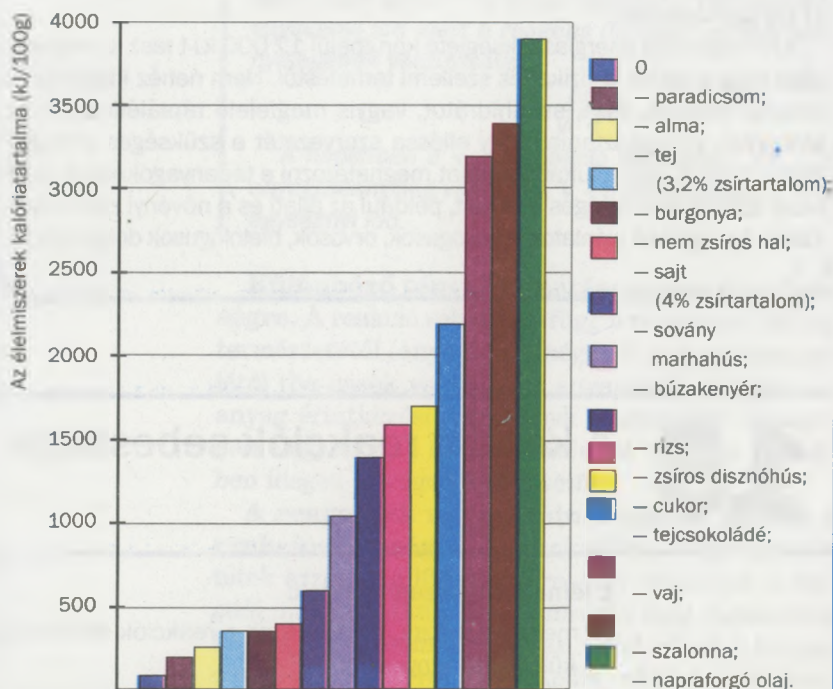
133. Mit értetek a kémiai reakció hőeffektusán?
134. Hogyan csoportosítjuk a kémiai reakciókat a bennük lejátszódó hőeffektustól függően?
135. 1 mol hidrogén-kloridnak egyszerű anyagokból történő keletkezése során 92,2 kJ hő szabadul fel. Írjátok fel a megfelelő termokémiai egyenletet.
136. Felhasználva a következő termokémiai egyenletet $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$; $\Delta H = -92,4$ kJ, írjátok fel az ammóniának egyszerű anyagokra történő bomlási reakciójának termokémiai egyenletét.
137. Mennyi hő nyelődik el 4,2 g nitrogén átalakulásakor nitrogén(II)-oxidá, ha a reakció a feltüntetett termokémiai egyenletnek megfelelően megy végbe: $N_2 + O_2 = 2NO$; $\Delta H = +180$ kJ?
138. Milyen térfogatú N_2O (n.k.k.) gáz bomlott el oxigénre és nitrogénre, ha a folyamat során 32,8 kJ hő szabadult fel? A nitrogén(I)-oxid egyszerű anyagokból keletkezik; reakciójának termodinamikai egyenlete: $2N_2 + O_2 = 2N_2O$; $\Delta H = +164$ kJ.
139. Milyen tömegű kénnek kell reagálnia az oxigénnel, hogy annyi hő fejlődjön, mint amikor 24 g szén ég el? A lejátszódó reakciók termokémiai egyenletei: $S + O_2 = SO_2$; $\Delta H = -297$ kJ; $C + O_2 = CO_2$; $\Delta H = -393$ kJ.

ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA

Az élelmiszerek kalóriatartalma

Közismert, hogy az élelem az állatok és emberek életéhez nélkülözhetetlen anyagok és elemek forrása. Ezenkívül az élő szervezetek energiaforrása. A táplálékkal bevitt anyagok részvételével a szervezetben lejátszódó reakciók többsége exotermikus, vagyis hőfejlődéssel jár. Ezeknek az átalakulásoknak a többsége bizonyos fokig az égési reakciókra emlékeztet. (Egyes esetekben például a „zsírok égéséről” beszélünk). Az energia mennyisége, amely a táplálék teljes oxidációja során keletkezik (feltételelesen a táplálék reakciója az oxigénnel, melynek során szén-dioxid, víz, nitrogén és más anyagok kelet-

keznek), az élelmiszer *kalóriatartalmát*¹ mutatja (37. ábra). A keletkeztetett energia az élő szervezetben hő felhasználásával lejátszódó reakciók megvalósításához szükséges, valamint az állandó hőmérséklet fenntartásához.



37. ábra
Az élelmiszerek kalóriatartalmának átlagértékei

Az élelmiszerek három alapvető tápanyagot tartalmaznak: *fehérjéket*, *zsírokat* és *szénhidrátokat*.

A legfontosabb zsírok a napraforgó- és kukoricaolaj (növényi zsírok), a szalonna, a vaj (állati zsírok), a szénhidrátok közül – a cukor és a keményítő. A legtöbb hő a zsírok oxidációja során keletkezik – átlagosan 3900 kJ/100 g zsír. A fehérjéknek és szénhidrátoknak közel azonos, de jelentősen

¹ A szó a hőmennyiség régi mértékegységének megnevezéséből, a kalóriából származik (1 kal = 4,18 J).

alacsonyabb a kalóriatartalmuk – körülbelül 1700 kJ/100g anyag. Amíg az étolaj majdnem teljesen zsírokból áll, a cukor pedig tiszta szénhidrát, addig 100%-os fehérjetartalmú étel nem létezik. A legtöbb a fehérje a húspan, halban, tojásban, sajtban, dióban (10–25 tömeg %). A fehérjék a legértékesebb „építőanyagai”, a szénhidrátok és főleg a zsírok pedig fontos energiaforrások az élő szervezetnek.

Az ember napi energiaszükséglete körülbelül 12 000 kJ-t tesz ki, mennyisége függ a kortól, a fizikai és szellemi terheléstől. Nem nehéz kiszámolni, mennyi fehérjét, zsírt, szénhidrátot, vagyis megfelelő táplálékot kell az embernek elfogyasztania, hogy ellássa szervezetét a szükséges energiamennyiséggel. Bonyolultabb feladat meghatározni e tápanyagoknak a szervezet számára szükséges arányait, például az állati és a növényi zsírok esetében. A megfelelő ajánlatokat biológusok, orvosok, dietológusok dolgozzák ki.

15

A kémiai reakciók sebessége

E téma anyaga segít nektek:

- megmagyarázni, hogyan függ a reakciók sebessége különböző tényezőktől;
- megérteni, milyen szerepe van a katalizátoroknak a kémiai reakciókban.

A kémiai reakciók sebessége. Sok laboratóriumi kísérletet elvégezve meggyőződtek arról, hogy egyes kémiai reakciók pillanatok alatt mennek végbe (pl. csapadék kiválásával végbemenő cserebomlási reakciók), vannak, amelyek eléggé gyorsan (az anyagok égése), és némelyikük lassan (bomlási reakciók). Az ásványok kémiai átalakulása természetes körülmények között általában nem vehető észre még akkor sem, ha hosszú éveken át figyeljük meg őket.

Minden kémiai reakció meghatározott sebességgel megy végbe. A reakció sebességének, valamint azoknak a tényezőknek az ismerete, amelyekről a sebesség függ, előrelátása és kiszámítása elengedhetetlen a mér-

nőköknek, technológusoknak ahhoz, hogy szabályozzák a reakciók lefolyását, lelassítsák a nem kívántakat és felgyorsítsák a szükségeseket.

A homogén elegyben végbemenő kémiai reakció sebessége egyenlő az elegy egységnyi térfogatában egységnyi idő alatt a reagens (termék) anyagmennyiségének változásával:

$$v = \frac{\Delta n}{V \cdot \tau}$$

A képletben a v – a reakció sebessége, Δn – az anyagmennyiség változása, V – a reakcióelegy, τ – az egységnyi idő.

Különböző tényezők hatása a reakciósebességre. A reakció sebessége függ a reagensek kémiai természetétől (anyagi minőségétől), a koncentrációjától (ha gázok vagy oldott anyagok reagálnak), az anyag érintkezési felületének nagyságától (heterogén elegyekben), a hőmérséklettől és egyes esetekben idegen anyagok jelenlététől.

A reagensek anyagi minőségének hatása a reakciósebességre. Bízunk abban, hogy egyetértetek ezzel az állítással: *a reakció sebességét a reagáló anyagok aktivitása határozza meg.* Ismeretes, hogy a fémek nem egyformán viselkednek a kémiai reakciókban. Erről tanúskodik aktivitásuk sora. Így, az alkáli fémeknek vízzel lejátszódó reakciói elég gyorsan mennek végbe, egyes esetekben robbanásszerűen, az alkáliföldfémek reakciói viszont lassabban.

► Megegyezik-e a savak kémiai aktivitása vagy sem? A feleletet indokoljátok meg.

A reagenskoncentrációk hatása a reakciósebességre. Az anyag koncentrációja¹ alatt az oldatban található mennyiségét értik. A koncentráció kifejezésének egyik módját már ismeritek; ez az oldott anyag tömegrésze.

¹ A „koncentráció” szó a latin *con* és *centrum* szavakból tevődik össze, jelentése – összpontosulás, felhalmozódás.

Ahhoz, hogy meghatározzuk a reagenskoncentráció hatását a reakciósebességre, elvégezzünk egy kísérletet.

11. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

A reakciósebesség függése a reagenskoncentrációtól

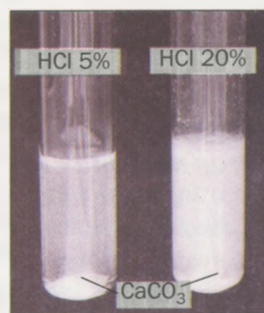
Két kémcsőbe helyeztetek egyforma mennyiségű cink granulátumot. Az egyikbe öntsetek 2 ml 5 tömeg %-os sósavat (HCl), a másikba ugyanilyen térfogatú 20 tömeg %-os sósavat.

Mit figyeltek meg? Melyik kémcsőben játszódik le gyorsabban a fém és a sav közötti reakció?

A kisebb koncentrációjú savoldatot és granulált cinket tartalmazó kémcsövet tegyétek félre a következő kísérlet eredményeivel való összehasonlítás céljából.

A reakciósebesség a reagens koncentrációjának növelésével nő.

Ezt az összefüggést a következőképpen magyarázzuk. A reagáló anyag koncentrációjának növelésével a reakcióelegyben nő a reagens részecskéinek (atomok, molekulák, ionok) mennyisége. A reagáló anyagok részecskéi között nő az ütközések száma, minek következtében nő a reakció sebessége (38. ábra).



38. ábra
A kalcium-karbonát (márvány)
reakciója sósavval

A kémiai reakció előrehaladtával a kiinduló anyagok felhasználódnak: koncentrációjuk csökken. Ezért idővel a reakció lelassul.

A reagensok érintkezési felületnagyságának (aktív felületének) hatása a reakciósebességre. Ennek a tényezőnek akkor van jelentősége, ha az anyagok kölcsönhatása heterogén elegyben történik.

12. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

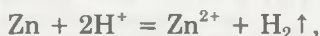
A reakciósebesség függése a reagensek érintkezési felületének méretétől heterogén elegyekben

A kémcsőbe szórjatok egy kevés cinkport és öntsetek hozzá 2 ml 5 tömeg %-os sósavat. Mit figyeltek meg?

Hasonlítsátok össze a sav reakciójának sebességét cinkporral és cink granulátumokkal (az előző kísérletben félretett kémcsőben).

Vonjátok le a következtetést a reagensek érintkezési felülete nagyságának a reakciósebességre gyakorolt hatásáról.

Láttátok, hogy a sav és a cinkpor között lejátszódó reakció nagy sebességgel megy végbe. Megmagyarázzuk a kísérlet eredményét. Az ion-molekula egyenletnek megfelelően



A reakcióban a cink atomjai és a hidrogén kationjai vesznek részt. A H^+ -ionokkal csak azok a cinkatomok tudnak kölcsönhatásba lépni, amelyek a fém felületén helyezkednek el. A cinkpor részecskéi érintkezési felületének mérete jelentősen meghaladja a cink granulátumok felülete nagyságát. Ezért a cinkpor gyorsabban reagál a sával.

A reakciósebesség a reagensek érintkezési felületének növelésével nő.

A hőmérséklet hatása a reakciósebességre.

Ahhoz, hogy meggyorsítsátok az egyes reakciók lefolyását, az anyagokat hevítettétek. Elvégezve még egy kísérletet, támasszátok alá a hőmérséklet ilyen hatását a kémiai átalakulásokra.

13. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

A reakciósebesség függése a hőmérséklettől

Két kémcső mindegyikébe szórjatok 0,5 g réz(II)-oxid port és öntsetek hozzá 2–3 ml 5 tömeg %-os sósavat. A kémcsővek tartalmát óvatosan keverjétek össze. Az egyik kémcsövet tegyétek kémcsőtár-

tőba, a másikat hevítétek, de ne forraljátok fel. Miután a maradék oxid leülepszik, hasonlítsátok össze az oldatok színét. Mi határozza meg az oldat színét?

Melyik kémcsőben megy végbe nagyobb sebességgel a reakció?

A reakciósebesség a hőmérséklet növelésével nő.

A hőmérséklet hatását a reakció lefolyására a következőképpen magyarázhatjuk. A folyadék vagy gáz hevítésekor nő a molekulák mozgásának sebessége, a szilárd anyagok esetében a molekulák rezgésének intenzitása. Ennek eredményeként a reagens részecskék ütközésének száma nő, ami a reakciósebesség növekedését vonja maga után.

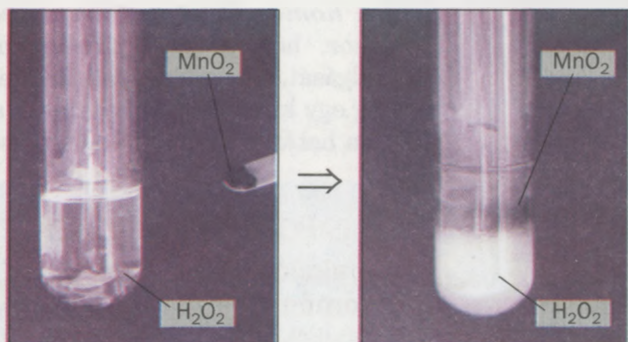
Az idegen anyagok hatása a reakciósebességre. Egyes esetekben a reakció sebessége vagy lefolyásának lehetősége függ az idegen anyagok jelenlététől.

Ismeretes, hogy a hidrogén-peroxid (H_2O_2) nagyon lassan és észrevétlenül bomlik fel a vízben¹ a következő reakciónak megfelelően:



Egyes anyagok meggyorsítják ezt a reakciót. Abban az esetben, ha a hidrogén-peroxid oldathoz mangán(IV)-oxid port adunk, nyomban gyors oxigénkiválást figyelhetünk meg (39. ábra).

39. ábra
A hidrogén-peroxid bomlása oldatban

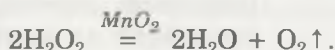


¹ A hidrogén-peroxid oldat patikában beszerezhető; fertőtlenítésre használják.

Megnöveli a hidrogén-peroxid bomlásának sebességét a réz(II)-szulfát is. Erről meggyőződhetünk, ha a só kék oldatának néhány cseppjét hozzáadjuk a hidrogén-peroxid oldathoz. Megfigyelhetitek, hogy az oxigén intenzív kiválása közben a folyadék színe nem változik. Tehát, a só nem használdik fel (ahogyan a mangán(IV)-oxid sem).

Azt az anyagot, amely megnöveli a reakció sebességét anélkül, hogy ő maga megváltozna, katalizátornak nevezzük¹.

A kémiai egyenletben a katalizátor képletét az egyenlőség jel fölé írjuk:



Érdekes tudni
Vannak anyagok, amelyek lassítják a kémiai reakciókat. Ezeket inhibitoroknak nevezzük.

Úgy tűnhet, hogy a MnO_2 és CuSO_4 vegyületek varázspálcaként működnek: meggyorsítják a hidrogén-peroxid bomlását. Az igazság az, hogy a katalizátor mint reagens vesz részt a reakcióban, de egy másik reakció során visszaalakul.

A kémiakönyvekben ilyen kifejezést találhatunk:



A kifejezés megmutatja, hogy az A és B anyagok kölcsönhatásakor AB vegyület keletkezik a K katalizátor jelenlétében.

A katalizátoroknak nagy jelentőségük van a modern iparban és technikában. Részvételükkel valósul meg a kémiai átalakulások majdnem 90%-a. Katalizátorokat használnak a belső égésű motorokkal felszerelt közlekedési eszközökben. Hála ezeknek az anyagoknak, a szén-monoxid gáz (a benzin tökéletlen égése során keletkezik), reagálva az oxigénnel, szén-dioxid gázzá alakul.

Katalizátorok részvételével mennek végbe az élő szervezetekben lejátszódó reakciók. Ezeket a katalizátorokat *enzimeknek* nevezzük; az enzimek élő sejtek termékei. Valamelyik enzim hiánya vagy

Érdekes tudni
Azokat az anyagokat, amelyek megakadályozzák az élelmiszerek romlását, tartósítószernek nevezzük.

¹ A kifejezés a görög *katalysis* – bontás, rombolás szóból ered.

főlslege betegséget okoz, egyes esetekben elég súlyosat. Az enzimekről részletesebben a felső osztályokban fogtok tanulni.

KÖVETKEZTETÉSEK

Minden kémiai reakció meghatározott sebességgel megy végbe.

A reakciósebesség függ a reagáló anyagok kémiai természetétől, növekszik a reagens-koncentráció, a reagens érintkezési felület-nagysága és a hőmérséklet növelésével.

Azt az anyagot, amely növeli a reakció sebességét anélkül, hogy ő maga megváltozna, katalizátornak nevezzük. A katalizátorokat felhasználják az iparban és a közlekedésben. A természetes katalizátorok az élő szervezetekben lezajló kémiai átalakulásokat irányítják.



140. Hozzatok fel példákat kémiai reakciókra, amelyek a természetben:
 - a) nagyon lassan;
 - b) észrevehető sebességgel játszódnak le.
141. Milyen – különböző sebességgel lejátszódó – reakciókkal találkoztok mindennapjaitokban?
142. Milyen tényezőktől függ a kémiai reakció sebessége:
 - a) homogén elegyben (folyadék-, gázelegy);
 - b) heterogén elegyben?
143. Nevezzétek meg azokat a tényezőket, amelyekről függ a következő reakciók sebessége:
 - a) $S + O_2 = SO_2$;
 - b) $2NO + O_2 = 2NO_2$;
 - c) $Cu(OH)_2 + H_2SO_4 = CuSO_4 + 2H_2O$.
144. Meghatározott mennyiségű krétát melegítéssel kell felbontani. Írjátok fel a megfelelő kémiai egyenletet. Milyen feltételeket kell biztosítani, hogy a reakció sebessége maximális legyen?
145. Milyen elegyben függ a reakció sebessége a reagáló anyagok érintkező felületének méretétől: a homogén vagy a heterogén elegyben? A feleletet indokoljátok meg.
146. Milyen anyagokat nevezünk katalizátoroknak?

147. A zsírok oxidációja laboratóriumi körülmények között 450 °C hőmérsékleten megy végbe, az ember szervezetében testhőmérsékleten. Mivel magyarázható ez?
148. Ismeretes, hogy a szén-monoxid és az oxigén között magas hőmérsékleten lejátszódó reakció katalizátora a vízgőz. Állítsátok fel a gázok között lejátszódó reakció egyenletét, és még két másikat katalizátor részvételével és keletkezésével.

ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA

Az élelmiszerek eltarthatóságának feltételeiről

Tudjátok, hogy majdnem minden élelmiszer, különösen az, amelyet természetes körülmények között levegőn tartunk, rövid idő alatt megromlik.

Ennek oka az élelmiszer anyagainak kölcsönhatása egymással és a környezet anyagaival – oxigénnel, vízzel stb. Az ilyen reakciókat kívánatos megelőzni vagy legalább lelassítani.

Ennek legegyszerűbb módja elszigetelni az élelmiszereket környezetüktől. Ebből a célból papírba, műanyag- vagy alumínium fóliába csomagolják őket, hermetikusan lezárják, egyes esetekben csomagoláskor eltávolítják a levegőt (40. a ábra).

Tudjátok, hogy a kémiai reakció sebessége függ a hőmérséklettől. Forróságban az étel két-három óra múlva fogyasztásra alkalmatlanná válik. Az élelmiszerek sokkal tovább tarthatók el alacsony hőmérsékleten, ezért lehűtik vagy fagyasztják. Az utóbbi módszert leggyakrabban a húsok, halak (40. b ábra) és némely gyümölcs esetében használják.

Mivel a reakció sebessége nő az anyag érintkezési felületének növelésével, több élelmiszert sajtolnak (briketteznek) (40. c ábra).

A reakciók többsége lassabban megy végbe a heterogén elegyekben, mint a homogénekben, vagyis az oldatokban. Ezért a száraz tejtermékek és különböző koncentrátumok eltarthatósága tízszer-százszor hosszabb, mint a friss tejé vagy a leveseké. A liszt és a különböző darák annál hosszabb ideig tarthatók el, minél alacsonyabb a nedvességtartalmuk.

40. ábra
Az élelmiszerek
eltartásának
módszerei
a – vákuumcsomagolásban;
b – fagyasztva;
c – tömörítve



3. fejezet

A legfontosabb szerves vegyületek

Az emberiség fejlődése elválaszthatatlan kapcsolatban van a szerves vegyületekkel, azok előállításával és felhasználásával. Már régen is ki tudták nyerni a napraforgó magjából az olajat, később megtanulták a cukor kinyerését cukornádból és cukorrépából, a keményítőét burgonyából.

Ebben a fejezetben megismerkedtek a legfontosabb és legelterjedtebb szerves vegyületekkel, megtudjátok, milyen feladatok megoldásán dolgoznak a tudós kémikusok, meggyőződtek arról, hogy sok szerves vegyület nélkül, amelyeket vegyigyáarak állítanak elő, a mai ember élete elképzelhetetlen lenne.

16

Szerves vegyületek. Szerves kémia

E téma anyaga segít nektek:

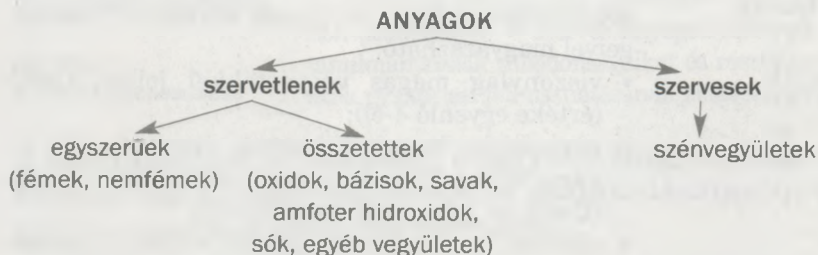
- tisztázni a szerves és szervetlen anyagok közötti különbségeket;

- megérteni a szerves anyagok sokféleségének és nagy számának okát;
- megtudni, milyen gyakorlati jelentőségük van a szerves kémia területén elért vívmányoknak.

Szerves anyagok. A 7. osztályos kémia tananyagából tudjátok, hogy az anyagokat szerves és szervetlen anyagokra osztjuk (1. séma).

1. séma

Az anyagok típusai



A szervetlen vegyületek nagyon gyakoriak a természetben. Különböző ásványok, ércek, kőzetek összetevői, megtalálhatók a levegőben, a folyókban, tengerekben és óceánokban. Közülük sokat laboratóriumban állítottak elő. Képződésükben majdnem az összes kémiai elem részt vesz.

Az anyagok másik nagyszámú csoportja növényekben, az állatok és emberek szervezetében, valamint élettevékenységük termékeiben található. Az ilyen anyagokat nevezték el szerveseknek. Közöttük találhatók a fehérjék, zsírok, cukrok, keményítő, vitaminok, illóolajok, festékanyagok (41. ábra).



41. ábra
Növényekből
kinyert
szerves
anyagok

Ma már tudjuk, hogy szerves anyagok nemcsak a természetben találhatók. Ezek képezik az

éghető ásványok – kőolaj, földgáz, szén nagy részét.

A szerves anyagok a szén vegyületei (szénvegyületek)¹.

A szerves anyagok molekulái a szénen kívül hidrogént, gyakran oxigént, nitrogént, egyes esetekben ként és foszfort tartalmaznak. Ezeket az elemeket *organogén elemeknek* nevezzük.

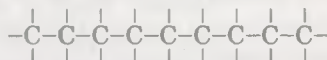
Organogén elemek

C
H
O
N
S
P

Sokkal több szerves vegyület ismeretes, mint szervetlen: 20 milliónál is több. Nagy számuk és sokféleségük a szén atomjainak következő képességeivel magyarázható:

- viszonylag magas vegyértékkel jellemezhető (értéke egyenlő 4-el);
- egymáshoz kapcsolódhatnak egyszeres (C–C) vagy többszörös kovalens kötésekkel: kettős (C=C) és hármas kötéssel (C≡C);
- egyenes, szerteágazó és gyűrűs (ciklikus) szerkezetű szénláncokat alakíthatnak ki.

Egyenes szénlánc példája, melyben a szénatomok egyszeres kovalens kötésekkel kapcsolódnak egymáshoz:



42. ábra
Az olaj vízben
nem oldódik

Csaknem minden szerves vegyület molekuláris felépítésű, ezért alacsony az olvadási és forráspontjuk, némelyikük illékony. Nem véletlenül van a virágoknak, gyümölcsöknek, zöldségeknek, élelmiszereknek különböző illata.

A szerves anyagok jelentős része oldódik alkoholban, acetonban, petróleumban, benzinben, de nem oldódik vízben (42. ábra). Ez a molekulákban található poláris vagy apoláris kovalens kötésekkel magyarázható.

Hevítéskor sok szerves vegyület égni kezd vagy felbomlik, némelyik közülük elszenesedik² (43. ábra).

¹ A szén-monoxid, a szén-dioxid, a szénsav és sói a szervetlen vegyületekhez tartoznak.

² A szén, mint ismeretes, túlnyomórészt szénatomokból áll.



43. ábra
A vatta elszenesedése

A szerves kémia. Hosszú időn keresztül azt hitték, hogy szerves anyagot kémiai reakciók segítségével, laboratóriumban előállítani nem lehet. Ugyanakkor 1828-ban F. Wöhler német kémikus bebizonyította, hogy ez nem így van. Neki sikerült elsőnek előállítani szervesetlen vegyületből szerveset – karbamidot (ureát). Felfedezése a kémia fejlődésében egy új szakasz kezdetét jelentette. A kémikusoknak már nem az volt a fő céljuk, hogy természetes nyersanyagokból szerves anyagokat nyerjenek ki. A tudósok napjainkban egyre több – a természetben „ismeretlen” – szerves anyagot állítanak elő, tanulmányozzák tulajdonságaikat és részt vesznek azok gyakorlati felhasználásának előkészítésében.

A kémiának azt a területét, amelynek tárgya a szerves vegyületek tulajdonságainak és átalakulásainak vizsgálata, szerves kémiának nevezzük.

Hála a szerves kémia vívmányainak, a modern ipar új anyagokat, különböző polimereket és műanyagokat, lakkokat, növényvédő szereket állít elő, amelyeket mindennapi életünkben gyakran használunk (2. séma).

2. séma

A szerves kémia az emberek szolgálatában



EZEK SZERVES ANYAGOKBÓL VANNAK ELŐÁLLÍTVA



A szerves kémia területén végzett kutatások segítik a vegyi technológia, az élelmiszer- és könnyűipar, valamint az orvostudomány fejlődését. Ismerve a szerves anyagok egymásba alakulásának lehetőségeit, feltárhatjuk bolygónkon az élet keletkezésével és létezésével kapcsolatos titkokat.

A kutatók előtt a szerves kémia területén sok megoldásra váró feladat áll. Többek között a szerves anyagok előállítási módszereinek előrejelzése, ezek alapján hasznos tulajdonságokkal rendelkező, szintetikus anyagok és festékek, hatékony gyógyszerek, ételadalékok előállítása, különböző technológiai folyamatok kidolgozása stb.

A szerves kémia vívmányait olyan fontos ökológiai problémák megoldására használják, mint például a víztisztítók vizének tisztítása (44. ábra), az ipari vállalatok és a közlekedési eszközök által kibocsátott légszennyezők csökkentése, a vegyi fegyverek és a hulladékszennyezők újrahasznosítása, feldolgozása.



44. ábra
A víz kőolajszenyyezett-
ségének nyomai

KÖVETKEZTETÉSEK

A szerves anyagok a szén vegyületei (szénvegyületek). A szerves anyagok molekulái a szénen kívül hidrogént, oxigént, nitrogént, ként és foszfort tartalmaznak. Ezeket az elemeket *organogén elemeknek* nevezzük.

A szerves vegyületeknek alacsony az olvadás- és forráspontjuk, szerves oldószerekben oldódnak. Sok közülük gyúlékony.

A kémiának azt a területét, amely a szerves vegyületek tulajdonságait és átalakulásait vizsgálja, *szerves kémiának* nevezzük. Nagymértékben hozzájárul a civilizáció fejlődéséhez, segít a környezetvédelmi intézkedések megvalósításában.



149. Milyen vegyületeket nevezünk szerves vegyületeknek? Nevezzétek meg az organogén elemeket.
150. A szerves vegyületek száma miért nagyobb, mint a szervetleneké?
151. A felsorolt képletek közül válasszátok ki azokat, amelyek a szerves vegyületek képletei: C , CH_3NH_2 , Na_2CO_3 , HCl , C_2H_5OH , CO_2 , C_2H_6 , CH_3Cl .
152. Hasonlítsátok össze a szerves és szervetlen anyagokat; jellegzetes tulajdonságaikat írjátok be a táblázatba:

		Szerves anyagok	Szervetlen anyagok
1.	Minőségi összetétel		
2.	Felépítés		
3.	Fizikai tulajdonságok		

153. Szemléltessétek a felsorolt szerves anyagok molekuláinak szerkezeti képleteit¹ a megadott molekulaképletek alapján: CH_4 , $CHCl_3$, C_2H_4 , CH_3NH_2 , $(CH_3)_2O$.
154. Nevezzétek meg azokat az új anyagokat, amelyek szerintetek a szerves kémia létrejöttének köszönhetők.
155. Számítsátok ki az elemek tömegrészt: a) a hangyasavban ($HCOOH$); b) a metilalkoholban (CH_3OH).
156. Határozzátok meg a halogéntartalmú szerves vegyület kémiai képletét, melynek relatív molekulatömege 121, és molekulája két atom klórt, valamint két atom másféle halogént tartalmaz. Szemléltessétek a vegyület molekulájának szerkezeti képletét.

A szénhidrogének

A szénhidrogének olyan vegyületek, amelyekből az összes többi szerves vegyület származik. Nagyon elterjedtek a természetben; majdnem teljes mértékben ezekből a vegyületekből épül fel a kőolaj és a földgáz. Ezeket a hasznos ásványokat és a feldolgozásukkor keletkezett termékeket üzem- és fűtőanyagként, valamint polimerrek, növényvédő szerek, háztartási vegyi cikkek és gyógyszerek nyersanyagaként alkalmazzák stb.

¹ A szerves kémiában így nevezik a molekulák grafikonos ábrázolását.

A „szénhidrogén” kifejezés a vegyületet alkotó elemek – a „szén” és a „hidrogén” – már régtől ismert nevéből származik. Ugyanilyen az őket alkotó egyszerű anyagok megnevezése is.

A szénhidrogének a szén és a hidrogén vegyületei.

Szénhidrogének



A szénhidrogének általános képlete: C_nH_m .

A 9. osztályban megismeritek a telített és a telítetlen szénhidrogének tulajdonságait és egyes képviselőiket.

Azokat a szénhidrogéneket, amelyeknek molekuláiban a szénatomok egyszeres kovelens kötésekkel kapcsolódnak egymáshoz, *telített* szénhidrogéneknek, amelyekben az egyszeres kötésekön kívül kétszeres és/vagy háromszoros kötések is megtalálhatók, *telítetlen* szénhidrogéneknek nevezzük.

A telített szénhidrogének azért kapták ezt az elnevezést, mert molekuláikban mindegyik szénatom teljes mértékben kihasználja vegyértékkötési lehetőségeit azáltal, hogy mindegyik vegyértékével más atomhoz vagy atomcsoporthoz kapcsolódik.

17

A metán

E téma anyaga segít nektek:

- megérteni a metánmolekula felépítését;
- tisztázni a metán tulajdonságait;
- megismerni a metán felhasználási területeit.

Érdekes tudni

A tudósok állítása szerint a metán a Jupiter és a Szaturnusz gázfelhőinek egyik összetevője

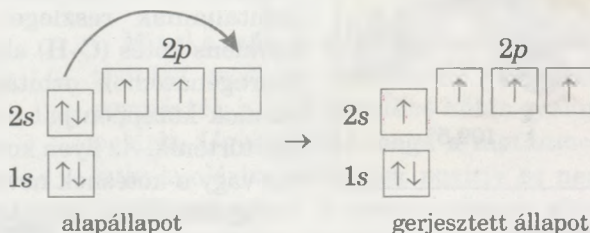
A legegyszerűbb telített szénhidrogén a metán. Molekulaképlete: CH_4 .

Elterjedése a természetben. A metán a földgáz fő alkotója. A lelőhelytől függően térfogatrésze 85–99%. Jelen van a kőolajban és szénlerakódásokban is. Ukrajnának vannak földgázlelőhelyei; évente kb. 20 milliárd m^3 gázt termelnek ki.

A természetben a metán levegőtől elzárt növényi és állati maradványok bomlásakor képződik.

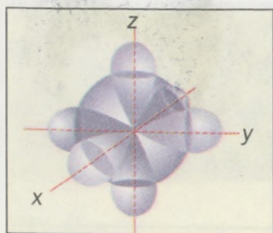
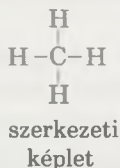
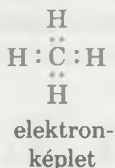
Gyakran mocsarakból tör elő, ezért mocsárgáznak is nevezik.

Molekulájának felépítése. A metánmolekulában, mint a többi szerves vegyület molekulájában, a szénatom négy vegyértékű. Ahhoz, hogy ezt a négy vegyértéket létrehozza, négy párosítatlan elektronnal kell rendelkeznie. Ez az atom gerjesztésének eredményeként jön létre, minek következtében a 2s-atomorbitálról egy elektron egy szabad 2p-atomorbitálra kerül át.



A gerjesztett szénatom minden külső orbitálja egy-egy elektront tartalmaz.

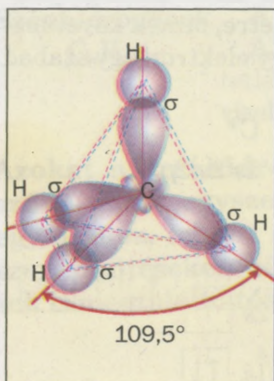
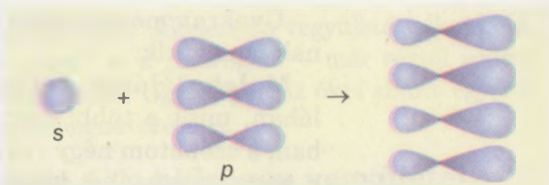
A szénatom négy párosítatlan elektronja és a négy hidrogénatom egy-egy elektronja négy közös elektrópárt hoz létre:



45. ábra
A szénatom egy 2s-
és három
2p-orbitálja

A feltüntetett képletek nem mutatják a metánmolekula térbeli felépítését. A képleteknek megfelelően a molekula minden atomja egy síkban helyezkedne el, és a kötések közötti szögek 90° -t zárnának be. Ugyanakkor a valóságban ez nem így van.

A metánmolekula keletkezése során a szénatom 2s- és három 2p-orbitáljából négy egyforma orbitál jön létre (45. ábra), melyek mindegyike aszimmetrikus súlyzó alakú.



46. ábra
Az orbitálok
elhelyezkedése
a metánmolekulában

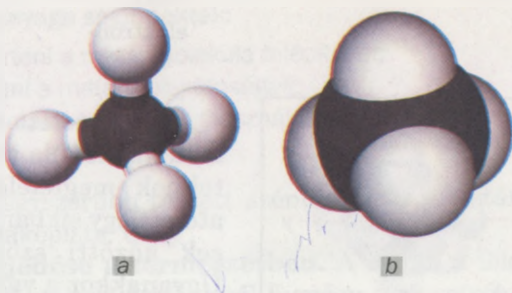
A keletkezett orbitálok háromdimenziós térben egymástól egyforma távolságra helyezkednek el, hajlásszögük $109,5^\circ$ (46. ábra).

Minden új súlyzó alakú orbitál nagyobbik végének és a hidrogénatomok gömb alakú orbitáljainak részleges átfedésével négy kovalens kötés (C-H) alakul ki. A szén- és a hidrogénatomok orbitáljainak átfedése az atomok középpontjait összekötő vonal mentén történik. Az ilyen kovalens kötést egyszeres vagy σ -kötésnek nevezzük.

Egyenesekkel összekötve a hidrogénatomok középpontjait, egy geometriai alakzatot, tetraédert¹ kapunk – (46. ábra). Ezért mondják azt, hogy a metánmolekula tetraéderes felépítésű.

A metánmolekula modelljei a 47. ábrán láthatók². (A gömb-pálcika és a méretarányos gömbmodellek sajátosságait az 1. témában olvashatjátok).

47. ábra
A metánmolekula modell-
jei:
a – gömb-pálcika modell;
b – méretarányos gömb-
modell.
A fehér gömbök hidro-
génatomok;
a feketék – szénatomok



¹ A szó a görög tetra – négy és hedra – felület szóból ered. A tetraédernek négy egyforma oldala van, amelynek mindegyike szabályos háromszög.

² Vannak számítógépes programok, amelyek segítségével mindenféle molekulának a modelljét elő lehet állítani.

14. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

A metánmolekula gömb-pálcika modelljének elkészítése

Megkaptátok a szerves anyagok molekulamodell-készletét. Keressetek benne négy egyforma gömböt (ezek lesznek a hidrogénatomok) és egy más színű, nagyobb méretűt (ez lesz a szénatom), valamint négy rudat (pálcikát) vagy csövet. Mindegyik gömbben találtok nyílást vagy kiugrást, amelyek a pálcákkal vagy csövekkel való összeillesztésre szolgálnak.

Szedjétek össze a metánmolekula gömb-pálcika modelljét.

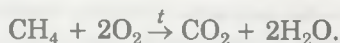
Mivel a szén és a hidrogén elektronegativitása csak kis mértékben különbözik egymástól, a C–H kovalens kötés gyengén poláris. Ugyanakkor maga a metánmolekula apoláris; nincsenek pozitív és negatív töltésű végei. A metánmolekula ebben különbözik a poláris vízmolekulától (1. téma).

Fizikai tulajdonságai. A metán szintelen gáz, nincs szaga. -162°C -ra hűtve (normális nyomás mellett) cseppfolyóssá válik. Könnyebb a levegőnél, szinte egyáltalán nem oldódik a vízben.

Kémiai tulajdonságai. A metán (CH_4) kémiaiilag passzív. Például nem mutat savas tulajdonságokat, mint a sósav (HCl) vagy a kénhidrogén (H_2S) vizes oldatokban. Ennek oka a C–H kötések gyenge polaritása.

A metán nem lép kölcsönhatásba a vízzel (természetes körülmények között), a fémekkel, oxidokkal, bázisokkal, sókkal. Reagál viszont az oxigénnel és a halogénekkal: fluorral, klórral, brómmal.

Égési reakció. A metán, mint a legtöbb szerves vegyület, gyúlékony. A levegőn kék lánggal ég (48. ábra):

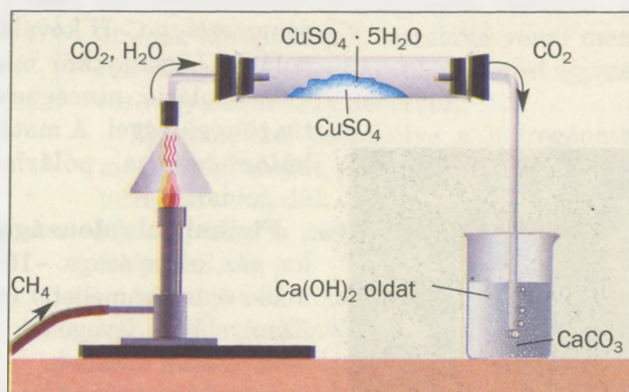


48. ábra
A metán égése:
a – gázégőben;
b – háztartási
gáztűzhelyen

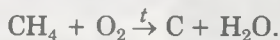
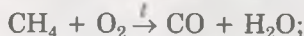
Fordítsatok figyelmet arra, hogy a szerves vegyületek közreműködésével lejátszódó reakcióegyenletekben az egyenlőség jele helyén nyíl található.

A metán égési reakciójának termékeit a 49. ábrán feltüntetett kísérlettel lehet kimutatni. A vízmentes réz(II)-szulfát fehér színének kékre változása arról tanúskodik, hogy a metán égésekor keletkezett vízgőz kölcsönhatásba lépett a sóval (a reakció terméke rézgálic). A meszes víz megzavarosodását a kalcium-karbonát okozza, ami a szén-dioxid és a kalcium-hidroxid oldatának reakciójakor keletkezett.

49. ábra
A metán
égéstermékei-
nek kimutatása



Abban az esetben, ha a levegő (oxigén) mennyisége nem elegendő a teljes égéshez, szén-monoxid vagy akár szén keletkezhet:



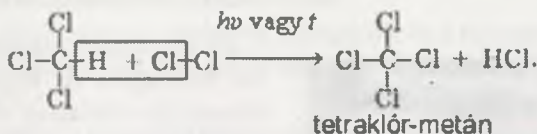
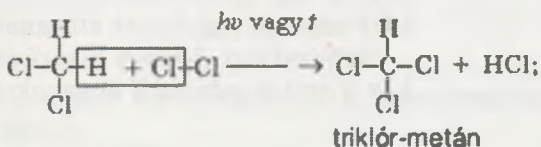
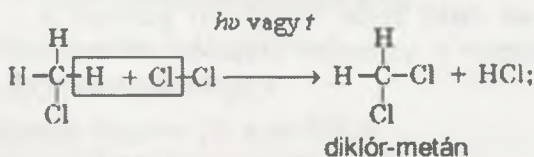
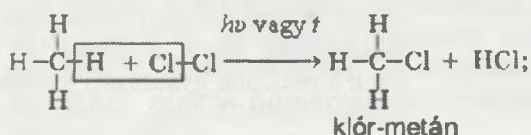
A metán égése során fellépő oxigénhiányról tanúskodik a láng élénksége (sárga színű lesz a felhevített apró szénrészecskék jelenléte miatt) vagy korom¹ megjelenése a lángban és a tárgyak felületén (fazekakon, teafőzőn).

¹ A korom olyan anyag, amely nagyjából szénatomokból áll.

► Alakítsátok át a metán égési reakciósémáit kémiai egyenletekké.

A metán és a levegő (vagy oxigén) elegye robbanásveszélyes. Elég egy szikra, hogy a robbanás bekövetkezzék. Ezért nagyon elővigyázatosnak kell lennünk. Szénbányákban a metán-levegő elegyek robbanásai, a megelőző intézkedések ellenére, időről-időre bekövetkeznek. Állandó veszélyt jelentenek a bányászok számára.

Reakciói halogénekkal. Fény vagy magas hőmérséklet hatására a metán reakcióba lép a klórral. Ez a reakció helyettesítési reakció¹. Azon alapul, hogy a metánmolekulában a hidrogénatomok mindegyikét fokozatosan klóratomok helyettesítik:



A szerves anyag és a klór között lejátszódó reakciót *klórozási reakciónak* nevezzük, termékeit pedig az adott vegyület *klórszármazékainak*.

A metán klórozását a következő sémával illusztrálhatjuk:

¹ A szerves kémiában a helyettesítési reakciók terméke két összetett vegyület, a szervetlenben pedig egy összetett és egy egyszerű.

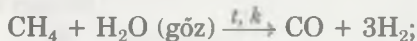


A sémában a nyíl fölött a reagens képletét tüntetik fel, a nyíl alatt a reakció „másodrangú” termékét (adott esetben ez a hidrogén-klorid). A szerves kémiában az egymást követő reakció szakaszok ilyen felírási módját elég gyakran használják.

A metán és a klór között lejátszódó reakciónak csak egyetlen szakaszát (lépését) nem lehet megvalósítani; a metánnak mindig több klórszármazéka fog keletkezni.

A metán és a bróm reakciója hasonló módon fog lejátszódni. A fluorral a metán robban, a jódal közönséges körülmények között nem reagál.

Reakciói vízgőzzel és szén-dioxid gázzal. A metán magas hőfokon katalizátor jelenlétében kölcsönhatásba lép a vízgőzzel és a szén-dioxiddal. Ezek a reakciók gyakorlati jelentőséggel bírnak. Az iparban szén(II)-oxid, hidrogén és éghető gázelemek előállítására használják:



A CO és a H₂ elegyét *szintézisgáznak* nevezzük. A vegyigyárakban folyékony fűtőanyagot és több szerves vegyületet állítanak elő belőle.

Hőbomlása. Levegő kizárásával, magas hőfokon a metán egyszerű anyagokra bomlik fel:



Az iparban e reakció felhasználásával hidrogént és kormot (a gumihoz adagolják) állítanak elő.

Felhasználása. A metánt (földgáz) fűtőanyagként használják a hőenergetikában, az iparban, valamint a háztartásokban. Egyes esetekben a gépkocsik üzemanyagaként szolgál. A közlekedési eszközökre gázpalackokat szerelnek, melyben a gáz magas nyomás alatt van (50. ábra). A metán fontos szerves anyagok nyersanyaga is.



50. ábra
Autóbusz, melynek motorja földgázzal működik

Fiziológiai hatása. A metán huzamosabb ideig tartó belélegzése mérgezést okoz, amely esetenként halálhoz vezet. Abból a célból, hogy könnyebb legyen meghatározni a gázvezeték, gáztűzhely vagy gázpalack szivárgását, a gázelosztó állomásokon a földgázhoz kellemetlen szagú anyagot kevernek. Földgázt felhasználó háztartásokban a helyiségek gyakori szellőztetésére van szükség.

KÖVETKEZTETÉSEK

A metán (CH_4) a legegyszerűbb telített szénhidrogén. A földgáz legfőbb összetevője. Molekulája tetraéderes felépítésű.

A metán szintelen gáz, nincs szaga, vízben nem oldódik. Kémiaileg passzív vegyület, amely kölcsönhatásba lép az oxigénnel, halogénnel, magas hőmérsékleten vízgőzzel és szén-dioxiddal.

A metánt (földgázt) mint fűtő- és üzemanyagot használják, valamint a vegyiparban nyersanyagként.

?

157. Miért nevezik a metánt szénhidrogénnek? A szénhidrogének melyik csoportjához tartozik?
158. Jellemezzétek a metánmolekula felépítését.
159. Meg lehet-e különböztetni a metánt a hidrogéntől és a hidrogén-kloridtól: a) fizikai tulajdonságai alapján; b) indikátor segítségével? Ha igen, akkor hogyan?
160. A metánnak milyen reakciója kapta megnevezését a reakció másik reagenséről? Tüntessétek fel a megfelelő kémiai egyenletet.
161. Fejezzétek be a metán több lépésben végbemenő bromozását: $\text{CH}_4 \xrightarrow[+\text{HBr}]{+\text{Br}_2} \dots$
Mit jelentenek a nyilak fölött és alatt levő feliratok?
162. Az alumínium-karbid (az alumínium és szén vegyülete) és víz kölcsönhatásakor metán és alumínium-hidroxid keletkezik. Írjátok fel a megfelelő kémiai egyenletet.
163. Határozzátok meg az elemek tömegrészét a metánban. (Szóbelileg.)

164. Könnyebb-e vagy nehezebb a metán: a) a hidrogénnél; b) a levegőnél? Hányszor?
165. Milyen térfogatú klór (normális körülményekre átszámolva) használódik fel 1,5 mol metán teljes klórozására?
166. Elegendő-e 20 l levegő 1 l metán elégetéséhez?

ÓRÁK UTÁN

A metánmolekula méretarányos gömbmodelljének elkészítése¹

Készítsetek gyurmából négy egyforma nagyságú és színű gömböt (hidrogénatomok), majd egy nagyobbát más színűből (szénatom). Gyufából készítenek négy pálcikát, ezzel fogjátok összekapcsolni a gömböket.

A „szén” gömbjén készítenek egymástól egyforma távolságra jelzéseket, majd szúrjátok ezekre a helyekre a pálcikákat. A pálcikák másik végére húzzátok rá a „hidrogén” gömböket úgy, hogy a pálcikákat teljesen eltakarja. A „hidrogén” gömböket szorosan nyomjátok, kissé összelapítva a „szén” gömbjéhez, imitálva ezzel a hidrogén- és a szénatom orbitáljainak átfedését.

18 A metán homológjai (alkánok)

E téma anyaga segít nektek:

- megtudni, mit nevezünk a vegyületek homológ sorának és milyen szénhidrogének a metán homológjai;
- megnevezni a metán homológjait (alkánokat);
- felírni az alkánok képleteit.

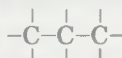
A vegyületek képletei. Az előző témában szó volt a legegyszerűbb telített szénhidrogénről, a metánról. Levezetjük a telített szénhidrogének képleteit, melyek molekuláiban két és három szénatom van. Először vonalakkal összekötjük a szénatomo-

¹ Abban az esetben, ha az iskolai kémia teremben van modellkészlet a molekulák méretarányos modelljének elkészítéséhez, a tanár kémiaórán is javasolhatja annak elkészítését.

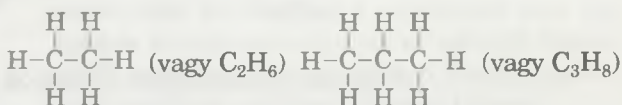
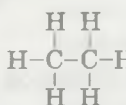
kat (ismeretes, hogy vonallal jelölik az egyszeres kovalens kötést):



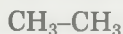
Ezt követően minden szénatomtól még annyi vonalat húzunk, hogy mindegyiknél négy legyen (a szén négyvegyértékű):



Ezután mindegyik vonalhoz egy hidrogénatomot írunk, és megkapjuk a megfelelő szénhidrogén képletét:



A molekulák teljes szerkezeti képleteit rövidített formában is fel lehet írni úgy, hogy csak a szénatomok között levő vonalakat hagyjuk meg:



Ilyen módon a többi – nem szerteágazó (egyenes) nyílt szénláncú, egyszeres kovalens kötésekkel tartalmazó – szénhidrogénmolekulák szerkezeti képletei is levezethetők.

A CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 szénhidrogének a metán homológ-sorához tartoznak.

Homológ-sornak nevezzük a hasonló molekulafelépítésű és összetételükben egy vagy több CH_2 atomcsoporttal egymástól különböző szerves vegyületek sorát.

A C_2H_6 , C_3H_8 és még sok más, egymástól CH_2 csoporttal különböző vegyület a metán homológ-jai.

A nyílt szénláncú telített szénhidrogéneket *alkánok*-nak nevezzük.

Ahhoz, hogy felállítsuk a négyszénatomos alkán kémiai képletét, elég a C_3H_8 vegyület képletéhez hozzáadni a CH_2 csoportot. Kapjuk: $\text{C}_3\text{H}_8\text{CH}_2 \rightarrow \text{C}_4\text{H}_{10}$. Ezt a képletet a metán képletéből is levezethetjük: $\text{CH}_4(\text{CH}_2)_3 \rightarrow \text{C}_4\text{H}_{10}$.

Alkánok



Abban az esetben, ha az alkán molekulájában n szénatom van, képlete: $CH_4(CH_2)_{n-1}$, vagy C_nH_{2n+2} . Az utóbbi az alkánok általános képlete.

Megnevezésük. Az első négy legegyszerűbb felépítésű alkánnak hagyományos a megnevezése: metán, etán, propán, bután. A többi alkán neve a számnevek idegen nyelvű megnevezéséből származik (14. old), amely megfelel a vegyület molekulájában található szénatomok számának (1. táblázat). Mindegyik megnevezés végződése *-án*, mint az általános megnevezése.

1. táblázat

A metán homológjai (alkánok)

Megnevezés	Képlet	
	kémiai	szerkezeti (rövidített)
Metán	CH_4	CH_4
Etán	C_2H_6	CH_3-CH_3
Propán	C_3H_8	$CH_3-CH_2-CH_3$
Bután	C_4H_{10}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$
Pentán	C_5H_{12}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
Hexán	C_6H_{14}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
Heptán	C_7H_{16}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
Oktán	C_8H_{18}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
Nonán	C_9H_{20}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
Dekán	$C_{10}H_{22}$	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

A molekula felépítése. Már tudjátok, hogy a metánmolekula tetraéder alakú. Vizsgáljuk meg más alkánok molekuláinak térbeli felépítését.

15. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

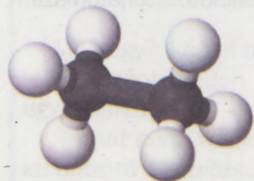
Az etán- és propánmolekula gömb-pálcika modelljének elkészítése

A molekulamodell-készletben keressetek nyílással vagy kiugrással ellátott egyforma gömböket (hidrogénatomok) és néhány nagyobb méretűt és más színűt, melyek mindegyikén négy nyí-

lás vagy kiugrás található (szénatomok), valamint pálcikákat vagy csöveket.

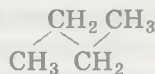
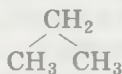
Szereljétek össze az etán- és propánmolekula modelljeit.

Milyen alakja van a szénláncnak az elkészített propánmolekula modelljében?



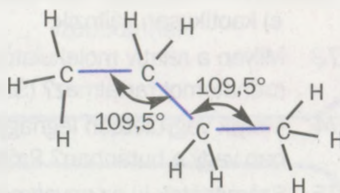
51. ábra
Az etánmolekula gömb-
pálcika modellje

Az etánmolekula (51. ábra) és a propánmolekula modelljével megegyezően atomjaik nem egy síkban, hanem háromdimenziós térben helyezkednek el. A propán- és butánmolekulában (52. ábra), valamint a metán többi homológjánál a szénatomok nem egy egyenes mentén helyezkednek el: atomjuk közép-pontja a vonalak törésénél található. Ennek megfelelően molekuláik rövidített szerkezeti képlete:



Az iskolai kémia tananyaga az egyszerűség kedvéért nem a cikcakkos ábrázolást alkalmazza, hanem a szénhidrogénmolekulák lineáris szerkezeti képleteit.

52. ábra
A butánmolekula
cikcakkos szén-
lánc



KÖVETKEZTETÉSEK

A nyílt láncú telített szénhidrogéneket alkánoknak nevezzük. Általános képletük $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$.

A hasonló molekulafelépítésű és összetételükben egy vagy több CH_2 atomcsoporttal egymástól különböző szerves vegyületek sorát homológoknak nevezzük.

A legtöbb alkán megnevezése a vegyületben található szénatomszámnak megfelelő számjegy idegen elnevezéséből és -án végződésből áll.

A propánmolekula és a többi metánhomológ molekuláinak szénlánc cikcakkos alakú.

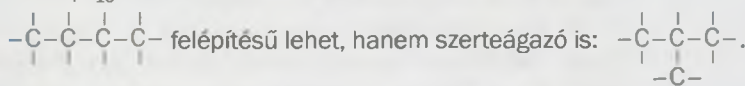


167. Mit nevezünk homológ sornak? Milyen vegyületeket nevezünk homológ vegyületeknek?
168. A megadott képletek közül mutassátok meg azokat, amelyek a metán homológ sorát alkotó vegyületekhez tartoznak: C_3H_6 , C_5H_{12} , C_6H_{12} , C_7H_{16} .
169. Állítsátok sorba az alkánokat a molekulájukban található szénatomszám csökkenésének megfelelően:
- a) heptán;
 - b) bután;
 - c) hexán;
 - d) pentán;
 - e) propán.
170. Ábrázoljátok a következő molekulák elektronszerkezetét: a) etán; b) propán.
171. Írjátok fel annak az alkánnak a képletét, amely molekulájában kétszer több hidrogént tartalmaz, mint a bután.
172. Fejezzétek be helyesen a mondatot: „A hidrogénatomok és a szénatomok mennyiségének aránya az alkánok molekuláiban a vegyület molekulatömegével...”:
- a) csökken;
 - b) növekszik;
 - c) kaotikusan változik.
173. Milyen a relatív molekulatömege a metán homológjának, ha molekulája 4 szénatomot tartalmaz? (Szóbelileg.)
174. Melyik vegyületben legnagyobb a szén tömegrésze: az etánban, a propánban vagy a butánban? Próbáljátok megadni a választ számítások nélkül.
175. Számítsátok ki az anyagmennyiséget: a) 15 g etánban; b) 4,48 l butánban (n. k. k.). (Szóbelileg.)
176. Vezessétek le a metán homológ sorába tartozó szénhidrogén képletét, ha benne a szén tömegrésze 80%.

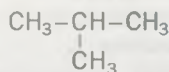
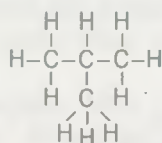
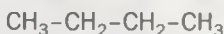
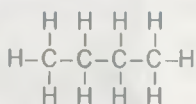
ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA

Az izoméria

A C_4H_{10} molekulának a szénlánc nemcsak lineáris



A megfelelő szerkezeti képletek és azok rövidített változatai így alakulnak:



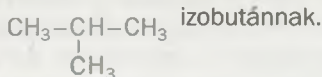
Mindegyik képlet meghatározott molekulának felel meg. Tehát létezik két telített szénhidrogén teljesen megegyező kémiai (összeg) képlettel (C_4H_{10}), ugyanakkor eltérő – egyenes és szerteágazó – molekulaszervezettel.

Azokat a vegyületeket, amelyek molekulái egyforma összetételűek, de különböző felépítésűek, izomereknek, a vegyületek meglétének jelenségét pedig izomériának nevezzük.

A szénhidrogének molekuláiban található szénatomszám növekedésével az izomerek száma ugrásszerűen megnő. A CH_4 , C_2H_6 vegyületeknek nincsenek izomerjei. Ugyanolyan, vagyis C_4H_{10} molekulaképlete két szénhidrogénnek van, C_5H_{12} – háromnak, C_6H_{14} – ötnek, C_7H_{16} – kilencnek stb.

Az izoméria jelensége az egyik oka a szerves vegyületek sokféleségének és nagy számának.

Abban az esetben, ha a szénhidrogén-molekula nem szerteágazó (normális) felépítésű, a megnevezés felírásakor előtte kis „n” és kötőjel szerepel. Például a $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ képletű és normális felépítésű vegyületet n-butánnak nevezik. A bután izomerét pedig



ÓRÁK UTÁN

Az etán- és propánmolekula méretarányos modelljeinek elkészítése¹

Készítsetek gyurmából egyforma nagyságú és színű gömböket (hidrogénatomok), majd nagyobbakat más színű gyurmából (szénatomok). Gyufából készítsetek pálcikákat a gömbök összekapcsolásához.

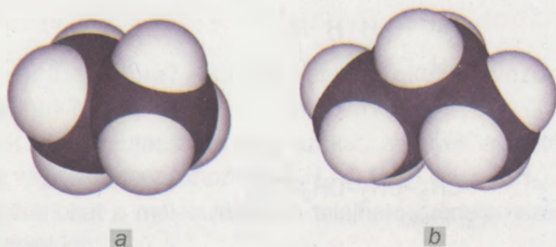
Készítsetek el az etán- és propánmolekula méretarányos modelljeit (53. ábra) a következő ötletek felhasználásával:

1) az etánmolekula méretarányos modelljét könnyebb elkészíteni, ha először elkészítjük két CH_3 atomcsoport méretarányos modelljeit és utána összekötjük őket pálcikákkal, egymáshoz nyomva (lapítva) a hidrogén és a szén „atomjait”;

¹ A tanár javasolhatja nektek a modellek összeszerelését órán molekulamodell-készlet felhasználásával.

53. ábra

Az etán- (a) és a propánmolekula (b) méretarányos modelljei



2) a propánmolekula méretarányos modelljét egyszerűbb összeszerelni két CH_3 és egy CH_2 atomcsoport méretarányos modelljéből.

19

Az alkánok tulajdonságai és felhasználásuk

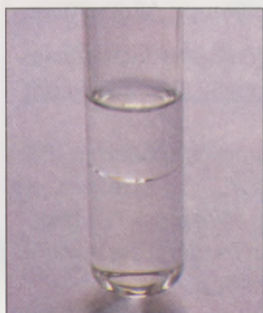
E téma anyaga segít nektek:

- tisztázni a metán homológjainak tulajdonságait;
- megismerni az alkánok felhasználásának területeit.

Fizikai tulajdonságaik. Az etán, propán és bután normális körülmények között (20°C hőmérsékleten) gáz, a többi tizenkét metánhomológ folyékony (jellegzetes benzinszaguk van), a többi szénhidrogén szilárd halmazállapotú. Az alkánok olvadás- és forráspontja a molekulában levő szénatomok számával nő.

A metán homológjai szintelen anyagok. Mivel molekuláik gyakorlatilag teljesen apolárisak, vegyületeik vízben nem oldódnak (54. ábra), de jól oldódnak (sok esetben korlátlanul) szerves oldószerekben és egymásban.

Elterjedésük a természetben. Kis mennyiségű etán, propán és bután található a földgázban, a kőolaj kísérgázzaiban (a kőolajjal együtt van jelen a lelőhelyeken), és a szénbányákban keletkező gázokban. A



54. ábra

A hexán elegye (felső réteg) vízzel



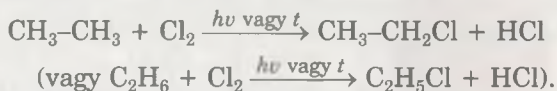
55. ábra
A kőolaj a metán
homológok
természetes forrása

kőolaj túlnyomórészt (55. ábra) folyékony telített szénhidrogénekből áll, a méhviasz és az ozokerit (földviasz) pedig főleg szilárdakból.

Kémiai tulajdonságaik. Mint a metán, így összes homológja kémiailag passzív. Kölcsönhatásba lépnek a halogénnel, égnak.

Reakcióik halogénnel. Fény vagy hevítés hatására több lépésben reagálnak a klórral és a brómmal. Ezek helyettesítési reakciók.

E reakciók következtében sokféle klór- és brómszármazék keletkezik. Például az első lépése egy ilyen reakciónak így zajlik le:



Az anyagok további kölcsönhatásakor a többi hidrogénatomot is klóratom helyettesíti.

Az alkánoknak a fluorral lejátszódó reakciójakor a C–C kötések felbomlanak és szén-fluorid (CF_4), valamint hidrogén-fluorid (HF) keletkezik.

Reakciójuk oxigénnel. A metán összes homológja, mint a többi szénhidrogén is, ha meggyújtjuk, vízgőz és szén-dioxid keletkezésével ég el. A szénhidrogén molekulatömegének növekedésével a láng élénkebbé válik. A paraffin gyertya¹, a földgázzal ellentétben, élénksárga lánggal ég (56. a ábra). A sárga szín oka a felizzított koromrészecskék (a korom a szénhidrogén hőbomlásának egyik terméke) jelenléte és világítása a lángban. Ezek a részecskék hamar elégnak.

Elégtelen levegő (oxigén) ellátás mellett, a szénatomok egy része nem ég el teljesen és szén-monoxid vagy szén keletkezik. Ilyen feltételt hozunk létre, ha gyertyalángba porceláncsészét tartunk. Felületén korom jelenik meg: a szén apró részecskéi (56. b ábra).

¹ A paraffin szénhidrogének keveréke, amelyek molekuláiban a szénatomok száma 18-tól 35-ig terjed.

56. ábra

A paraffin gyertya
égése:

a – normális körülmények között;
b – levegőhiány esetén



57. ábra

Propán-bután keveré-
rékkel
töltött gázpalack

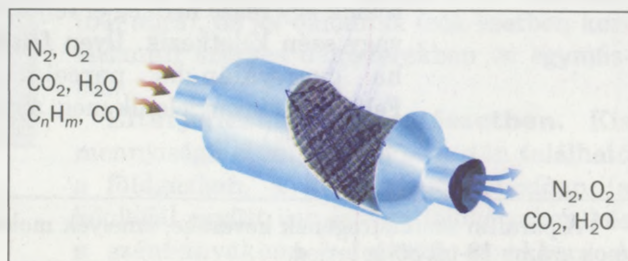
Felhasználásuk. Etánból, propánból és butánból lényegesen kevesebbet használnak fel, mint metánból. Folyékony propán-bután keverékekkel különböző térfogatú palackokat töltenek meg (57. ábra), amit háztartási gáztűzhelyek működtetésére használnak. Amikor a gázpalack csapját kinyitjuk, gáz jön belőle, nem pedig folyadék. A propán-bután keverék a belső égésű motorok üzemanyagainak egyike.

A metán homológjai közül azok a szénhidrogének, amelyeknek molekulái 6-tól 20-ig tartalmazznak szénatomokat, a benzin és a petróleum összetevői.

A gépkocsik üzemanyagának tökéletlen égése és a motorból kiáramló szén-monoxid nagy mértékben hozzájárulnak a városok és autópályák légszennyezéséhez. A káros anyagok kibocsátásának csökkentésére az autók kipufogócsövéhez katalizátorral ellátott szűrőbetétet erősítenek (58. ábra), amelynek segítségével a szén-monoxid és az üzemanyag-részecskék szén-dioxidá és vízgőzzé alakulnak át.

58. ábra

Katalizátorral ellátott
szűrőbetét kereszt-
metszete



A folyékony szénhidrogének elegyét lakkok és festékek oldására használják. Széleskörűen alkalmazzák a vazelint (folyékony és szilárd szénhidrogének elegye) és a paraffint.

A metánhomológok fontos szerves anyagok nyersanyagai. Például butánból jelentős mennyiségű ecetsavat állítanak elő.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az etán, propán és bután normális körülmények között gázhalmazállapotú, a magasabb relatív molekulatömegű szénhidrogének folyékonyak, illetőleg szilárdak.

A metán homológjai színtelen anyagok, nem oldódnak vízben, de jól oldódnak szerves oldószerekben és egymásban.

Az etán, propán és bután földgázban és a kőolaj kísérőgázaiban (kőolajgázban) egyaránt megtalálható.

A metán homológjai kémiailag passzív anyagok. Helyettesítési reakcióba lépnek a halogénnel és égnak.

Az alkánokat fűtő- és üzemanyagként használják, valamint szerves anyagok fontos nyersanyagai.

?

177. Hogyan változnak az alkánok fizikai tulajdonságai relatív molekulatömegük növekedésével?
178. Fejezzétek be a reakciósémákat és alakítsátok át kémiai egyenletekké:
- a) $C_3H_8 + \dots O_2$ (főlegben) $\rightarrow \dots$;
 - b) $\dots$ (alkán) $+ \dots O_2 \rightarrow 5CO_2 + \dots H_2O$;
 - c) $C_3H_8 + Cl_2 \rightarrow \dots$ (első lépés).
179. Számítsátok ki a sűrűségét (n.k.k.) és a hidrogénhez viszonyított relatív sűrűségét:
- a) az etánnak;
 - b) a propánnak.
180. Milyen térfogatú levegő használódik fel 1 l etán elégetésére normális körülmények között, ha az oxigén térfogatrésze a levegőben 20%?

181. A gázpalackban 20 kg propán-bután elegy van, melyben a propán tömegrésze 22%. Számítsátok ki, milyen a gázok térfogatrésze a palackból kiáramló gázelegyen.
182. Határozzátok meg az alkán képletét, melyben a szén tömegrésze 84%.

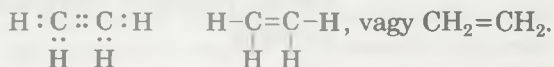
20 Az etilén

E téma anyaga segít nektek:

- megérteni az etilénmolekula felépítését;
- megérteni az etilén tulajdonságait;
- megismerni az etilén előállítási módszereit és felhasználási területeit.

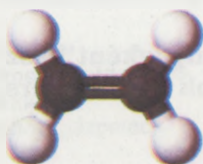
Tudjátok, hogy a telített szénhidrogének kivül léteznek telítetlen szénhidrogének is. Ezek molekuláiban a szénatomok nemcsak egyszeres kötéssel kapcsolódnak egymáshoz, hanem többszörös, kettős és hármas kötésekkel is.

A legegyszerűbb szénhidrogén, melynek molekulájában kettős kötés található, az *etilén*. Kémiai (molekula-) képlete: C_2H_4 , elektron- és szerkezeti képlete pedig:



Az etilén másik megnevezése: *etén*. Az etán – a telített szénhidrogén – nevétől abban különbözik, hogy végződése *-én*.

Az etilénmolekula felépítése. A kutatók eredményei szerint az etilénmolekula (C_2H_4) mindegyik atomja egy síkban helyezkedik el, és az atomok középpontját összekötő egyenesek 120° -os szöget zárnak be egymással (59. ábra).



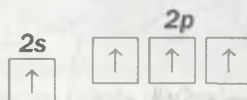
a



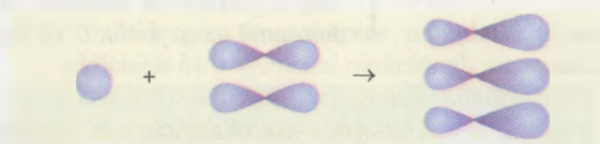
b

59. ábra
Az etilénmolekula modelljei:
a – gömb-pálcika modell;
b – méretarányos modell

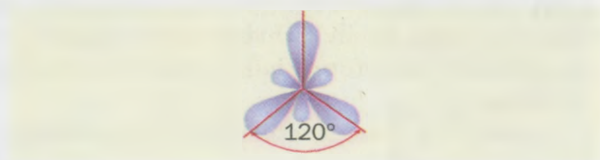
Mint ismeretes, a szén a második energiaszinten elhelyezkedő négy párosítatlan elektronjának köszönhetően kovalens kötések alakít ki:



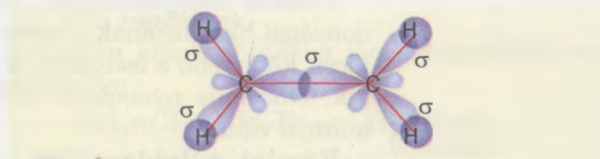
Az etilénmolekulában az egyik szénatom egy másik szénatommal és két hidrogénatommal van kölcsönhatásban. Három s -kötést hoz létre, melyek kialakításában egy s - és két p -elektron vesz részt. Az orbitálok, amelyeken ezek az elektronok tartózkodnak, megváltoztatják alakjukat, és három egyforma orbitál keletkezik:



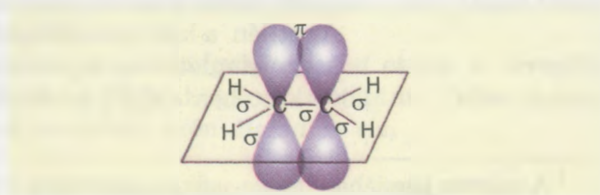
Az új orbitálok tengelyei egy síkban helyezkednek el, és 120° -os szöget zárnak be egymással:

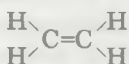


Minden szénatom ilyen orbitálja átfedésbe kerül a másik szénatom azonos és a két hidrogénatom gömb alakú orbitáljával:



A szénatom negyedik, párosítatlan p -elektronja a másik szénatom ugyancsak p -elektronjával úgynevezett π -kötést hoz létre. Ezeknek az elektronoknak az orbitáljai merőlegesek arra a síkra, ahol a molekula összes atomjának középpontja található. Két helyen átfedésbe kerülnek – a sík alatt és fölött:





Tehát az etilénmolekulában a szénatomok között kétszeres kötés található: egy σ - és egy π -kötés.

A π -kötés jelenléte jelentősen befolyásolja az etilénmolekula sajátosságait. Neki köszönhetően a két szénatom középpontja (magja) közötti távolság 0,134 nm-re csökken (az egyszeres kovalens kötésnél ez az érték 0,154 nm).

16. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

Az etilénmolekula gömb-pálcika modelljének elkészítése

A molekulamodell-készletből keressetek ki négy egyszínű és egyforma méretű gömböt (hidrogénatomoknak), majd két más színű nagyobb (szénatomoknak), valamint rudakat (pálcikákat) vagy csöveket.

Szereljétek össze az etilénmolekula modelljét. A „szénatomokat” kössétek össze pálcikával (vagy ami rendelkezésetekre áll). Vegyék figyelembe, hogy a molekulában az atomok középpontjait összekötő egyenesek mindegyike egymással 120°-os szöget zár be.

Fizikai tulajdonságai. Az etilén fizikai tulajdonságai hasonlítanak a metánéhoz. Színtelen gáz, kicsit könnyebb a levegőnél, a vízben gyengén oldódik. Normális nyomáson -104°C -ra hűtve folyékonyvá válik.

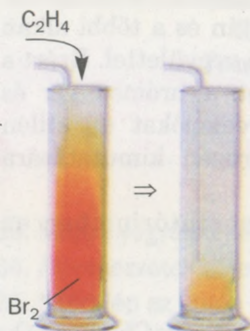
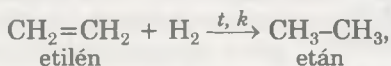
Kémiai tulajdonságai. Az etilén kémiailag aktívabb a metánnál. Ez annak eredménye, hogy a szénatomok között lévő kettős kötés könnyen felbomlik és egyszeres kötéssé alakul át.

Összeépülési (addíciós) reakciói¹. Az etilén egyaránt kölcsönhatásba lép egyszerű anyagokkal – hidrogénnel, halogénnel, és összetettekkel – halogénhidrogénnel, vízzel. Ezeknek a reakcióknak a termékei telített szerves vegyületek.

Az etilén a hidrogénnel hevítés hatására és katalizátor jelenlétében lép kölcsönhatásba. Ennek következtében a C_2H_4 molekulában a kettős köté-

¹ A szerves kémiában így nevezik az egyesülési reakciókat.

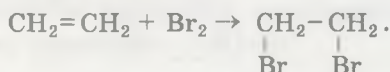
sek felbomlanak, egyszeres kötésekkel alakulnak át, miközben minden szénatomhoz egy-egy hidrogénatom kapcsolódik:



60. ábra
Az etilén kölcsönhatása
a bróm gőzével

A hidrogén és a szerves vegyületek ilyen addícióját *hidrogénezési reakciónak* nevezzük.

Az etilén és a halogének között lejátszódó reakciókat különböző külső változások kísérik. A fluorral reagálva az etilén lánggra lobban, a klór-etilén elegy fény hatására felrobban. Az etilén kölcsönhatásba lép a brómmal (60. ábra) és a bróm vizes oldatával, az ún. brómos vízzel (barna színű folyadék):

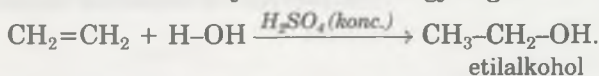


Ha az etiléngázt brómos vízbe vezetjük, az oldat elszíntelenedik, ez lehetőséget nyújt számunkra, hogy ily módon megkülönböztessük az etilént a metántól és a többi alkántól, amelyek a bróm oldatával nem reagálnak.

Az etilén kölcsönhatásba lép a halogénhidrogénnel is:



Az etilén addíciója a vízzel (*hidratációs reakció*) koncentrált kénsav jelenlétében megy végbe:



Az etilénmolekulák egymással is egyesülhetnek; ennek eredményeképpen számotokra ismert anyag keletkezik – a polietilén. Ezt a reakciót és a reakciótermék tulajdonságait a következő téma tárgyalja.

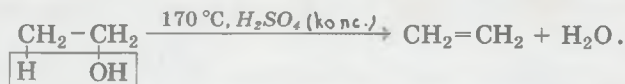
Reakciója oxigénnel. Az etilén a levegőn élénkebb lánggal ég, mint a metán. Teljes égésének termékei: szén-dioxid és víz.

► Írjátok fel az etilén égési reakcióját.

Érdekes tudni
A KMnO_4 vizes oldata idővel megromlik és MnO_2 csapadék válik ki.

A kutatók a szerves anyagok vizsgálatához gyakran használják a kálium-permanganát szervesetlen vegyületet, melynek képlete KMnO_4 . A kálium-permanganát só, és erős oxidálószer. Oldatával reagálva az etilén redukálószerként lép fel. Az oxidációs-redukciós reakció eredményeként (a kémiai egyenletet nem tüntetjük fel) a kálium-permanganát oldat lilás színe eltűnik. A metán és a többi alkán nem lép kölcsönhatásba ezzel a vegyülettel. Ezért a kálium-permanganát, valamint a brómos víz és etilén között lejátszódó színreakciókat az etilén és a többi telítetlen szénhidrogén kimutatására használják.

Az etilén előállítása. Laboratóriumban az etilént etilalkoholból állítják elő:



A reakciót, miközben a vegyülettől vizet vonunk el, *dehidratációs reakciónak* nevezzük.

Felhasználása. Az etilént nagy mennyiségben polietilén gyártására használják, valamint etilalkohol, szerves oldószerek és más fontos vegyületek előállítására. Az üvegházak levegőjébe juttatva, az etilén felgyorsítja a zöltségek és gyümölcsök érési folyamatát.

Fiziológiai hatása. Az etilént tartalmazó levegő tartós belélegzése negatívan hat az idegrendszerre, vérkeringési zavarokat okoz.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az etilén (etén) (C_2H_4) a legegyszerűbb, molekulájában kettős kötést tartalmazó telítetlen szénhidrogén. A C_2H_4 molekula mindegyik atomja egy síkban helyezkedik el.

Az etilén szintelen gáz, kissé könnyebb a levegőnél, vízben szinte oldhatatlan.

A molekulában található kettős kötésnek köszönhetően az etilén addíciós reakcióba lép a hidrogénnel, a halogénnel, halogénhidrogénnel, a vízzel, valamint kálium-permanganáttal oxidálódik.

Az etilén laboratóriumban etilalkoholból állítják elő.

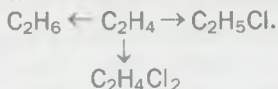
Etilénből állítanak elő polietilént és más fontos szerves vegyületeket.

?

183. Milyen vegyületeket nevezünk telítetlen szénhidrogéneknek?
184. Jellemezzétek az etilénmolekula felépítését.
185. Miért lép az etilén addíciós reakcióba?
186. Vessétek össze az etánt az etilénnel összetételük, molekulafelépítésük, tulajdonságaik alapján, és töltsétek ki a táblázatot:

	Etán	Etilén
Molekulaképletek: kémiai elektron szerkezeti		
Fizikai tulajdonságok		
Kémiai tulajdonságok (reakcióegyenletek)		

187. Írjátok fel a kémiai reakciók egyenleteit, amelyek a következő átalakulásoknak felelnek meg, és tüntessétek fel a reakció lefolyásának feltételeit:



188. Számítsátok ki az etilén sűrűségét (n.k.k.), valamint a héliumhoz viszonyított relatív sűrűségét.
189. 1 mol gázhalmazállapotú szénhidrogén teljes égése során 2–2 mol szén-dioxid gáz és vízgőz keletkezett. Vezessétek le a szénhidrogén képletét.
190. Miután 1,12 l metán-etán-etilén elegyét megfelelő mennyiségben vett brómos vízen engedték át, 0,448 l gázelegy maradt. A visszamaradt gázelegy elégetéséhez 1,232 l oxigén kellett. A részt vevő anyagok térfogatai egyforma feltételeknek felelnek meg. Határozzátok meg a kiinduló elegyben lévő gázok térfogatát.

Az etilénmolekula méretarányos modelljének elkészítése¹

Készítsetek gyurmából négy egyforma nagyságú és egyforma színű gömböt (hidrogénatomoknak), majd két nagyobbát más színű gyurmából (szénatomoknak). Gyufából készítsetek pálcikákat a gömbök összekapcsolásához.

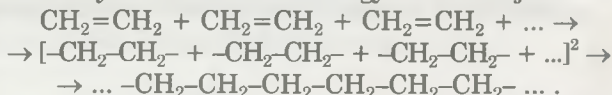
Készítsétek el az etilénmolekula méretarányos modelljét. Ajánljuk, hogy először két CH_2 -atomcsoport méretarányos modelljét készítsétek el, majd pálcikával kapcsoljátok össze a két „szénatomot” és kissé összelapítva nyomjátok őket egymáshoz.

21 A polietilén

E téma anyaga segít nektek:

- megérteni, mik a polimerek és mi a polimerizációs reakció;
- megismerni a polietilén tulajdonságait;
- megismerni a polietilén felhasználási területeit.

Az etilén polimerizációja. Meghatározott feltételek mellett a szénatomok között lévő kettős kötések felbomlanak és egyszeres kötésekkel alakulnak át, minek következtében az etilénmolekulák egyesülnek egymással. A folyamatot sematikusan így ábrázolhatjuk:



Több száz és ezer etilénmolekula kölcsönhatása lehetséges. A reakció terméke a *polietilén*. A polietilén nagyon hosszú molekulái a $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ atomcsoportok egymáshoz kapcsolódásának eredménye (61. ábra).

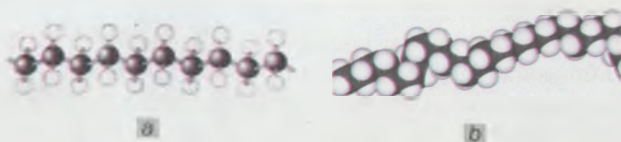
Nagyszámú egyforma molekula egyesülési reakcióját, amely a többszörös kötések felbomlásával megy végbe,

¹ A tanár javasolhatja nektek a modellek összeszerelését az órán molekulamodell-készlet felhasználásával.

² A szögletes zárójelben azok a molekulák vannak feltüntetve, amelyeknek kettős kötései felbomlottak.

A polietilénmolekula egy részének modellje:

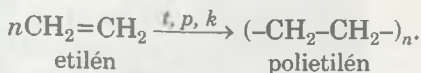
a - gömb-pálcika modell:

b – méretarányos modell

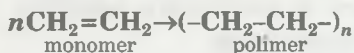
polimerizációs reakciónak nevezzük; a kiinduló anyagot *monomernek*, a reakcióterméket pedig *polimernek*¹.

A polimer olyan vegyület, melynek molekulái nagyszámú egyforma atomcsoportból épülnek fel.

Az etilén polimerizációs reakciójának rövidített felírása:



Polimerizációs reakció



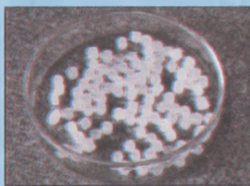
reakció
 $\text{H}_2\text{--CH}_2\text{--})_n$
 polimer

Az n értéknek megfelelően a polietilénmolekulák különböző hosszúságúak, vagyis az n értéke mindig más. Az adott polimerre nézve függ a polimerizációs reakció feltételeitől: a hőmérséklettől, a nyomástól és a katalizátor tulajdonságaitól.

A polietilén tulajdonságai. Kísérlet segítségével meghatározzuk a polietilén néhány tulajdonságát.

17. LABORTÓRIUMI KÍSÉRLET

A polietilén tulajdonságai



62. ábra
Polietilén
granulák

Néhány polietilén granulát kaptatok² (62. ábra). Jellemezzétek a granulák külső alakját.

A granulákat tegyék vizet tartalmazó kémcsőbe. Könnyebb vagy nehezebb a polimer a víznél?

Tegyetek 2-3 polietilén granulát egy kis porcelán csészébe, helyezték a csészét a laboratóriumi fémállvány gyűrűjébe, és óvatosan hevítették. Mit figyeltek meg? Olvad-e a polietilén?

¹ A kifejezések a görög *poly* – sok és *monosz* – egy, egyetlen, merosz – részecske, rész szavakból erednek.

² Granulák helyett vehettek egy darabka polietilén fóliát.

Tegyetek három kémcsőbe egy-egy polietilén granulát. Az egyik kémcsőbe öntsetek 1 ml nátrium-hidroxid oldatot, a másodikba ugyanannyi híg kénsavat, a harmadikba kálium-permanganát oldatot. Végbemennek-e valamilyen változások a kémcsővekben?

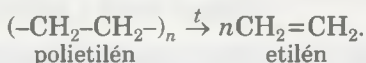
Írjátok le megfigyeléseiteket és következtetéseiteket.

Elvégezve a kísérletet, megtapasztaltátok, hogy a polietilén könnyebb a víznél (nem merül el) és nem oldódik benne. Hevítéskor a vegyület felolvad és átlátszó folyadékká alakul¹.

A polietilén kémiailag inert, nem reagál sem bázissal, sem savval, a kálium-permanganát oldatot nem színteleníti el és ebből kifolyólag a brómos vizet sem. Ahogyan sok más szerves anyag, a levegőn ez a vegyület is ég.

A polietilén nem oldódik szerves oldószerekben, ezért ezek raktározására és szállítására polietilén edényeket, tartályokat használnak.

A polietilén termékek fagyállóak, ugyanakkor nem bírják a 60–100 °C-nál magasabb hőmérsékletet. Magas hőmérsékleten a vegyület etilén képződésével felbomlik:

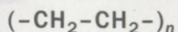
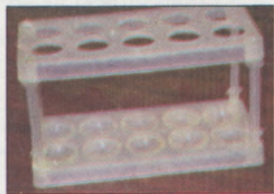


A polietilén felhasználása. A polietilén a legfontosabb polimer anyag. A belőle készült termékeket mindennapjainkban általánosan használjuk. Ezek különböző tasakok, étkezési csomagoló fóliák, különböző edények, játékok stb. (3. séma). Mivel a polietilén fólia jól áteresztja a fényt, vele fedik be a melegházak tetejét korai zöldségek, virágok, trópusi növények termesztésénél. Használják még többek között göngyölegek, csövek, szerkezeti elemek, orvosi felszerelések stb. gyártására, valamint elektromos szigetelőanyagként és rozsdá elleni bevonatként.

A polietilén nem mérgező anyag.

¹ A polietilénnek nincs meghatározott olvadáspontja. Előállításának feltételeitől függően 103–110 °C vagy 124–137 °C hőmérséklet-intervallumokban olvad.

A polietilén felhasználása



KÖVETKEZTETÉSEK

Az etilén molekulái meghatározott körülmények között egyesülni tudnak egymással. Az ilyen kölcsönhatás terméke a polietilén. Az etilén átalakítása polietilénné a polimerizáció egyik példája. A polimerizációs reakció a szénatomok között levő kettős kötések felbomlásának eredményeként megy végbe.

Az olyan vegyületeket, amelyek molekulái nagyszámú egyforma atomcsoportból épülnek fel, polimereknek nevezzük.

A polietilén az egyik legfontosabb polimer. Vízben nem oldódik, kémiaiilag inert. A polietilénből fóliát, göngyölegeket és különböző termékeket állítanak elő.

?

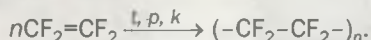
191. Mit nevezünk polimernek és polimerizációs reakciónak?
192. Egészítsétek ki a mondatot: „A polietilénmolekula végén..... atomcsoportok helyezkednek el”:
 - a) CH_3 ;
 - b) CH_2 ;
 - c) CH_3 .

193. Magyarazzátok meg, miért inert a polietilén, ellentétben az etilénnel?
194. A polietilén mintának egyik molekulája 700-szor nehezebb a vízmolekulánál. Számítsátok ki az adott molekula képletében szereplő n értéket.
195. Milyen térfogatú etilén keletkezik (normális körülményekre átszámítva) 3,5 g polietilén termikus bomlásakor.

ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA

A teflon

Az utóbbi időben széleskörűen használják a polietilén származékokat; az egyik ilyen polimer molekuláiban hidrogénatomok helyett fluoratomokat tartalmaz. Ez a polimer a teflon, melynek képlete: $(-\text{CF}_2-\text{CF}_2-)_n$. Ez a vegyület polimerizációs reakció során jön létre:



63. ábra
Teflonbevonatos
edények

A teflon külsőleg a polietilénre emlékeztet. Kémiaileg ellenálló és magas a hőállóképessége, nem ég, koncentrált savak sem bontják, nem oldódik és nem duzzad egy oldószerben sem. A teflontermékeket $-260 - +260\text{ }^\circ\text{C}$ hőmérséklet-intervallumon belül lehet használni.

A teflon vegyi és hőálló műanyagok alapanyaga. Hőálló edények bevonására használják (63. ábra). Teflonból különböző elemeket, felszereléseket készítenek a vegyipar számára.

A műanyagok

A műanyagok alapanyagát sok esetben polimerek képezik. A műanyagok hőmérséklet és nyomás hatására megfelelő alakúra formálhatók, melyet meg tudnak tartani (alaktartók).

A műanyagok a polimereken kívül különböző adalékanyagokat tartalmaznak, amelyekkel feljavítják tulajdonságaikat, megfelelő szint kölcsönöznek nekik, növelik ellenállóságukat a kémiaileg agresszív anyagokkal és a külső feltételek változásaival szemben. Adalékanyagként szolgál a faforgács, a kréta, a grafit, a papír, különböző rostok. Az ilyen műanyagokban a polimerek kötőanyag-komponensek. Némelyik adalékanyag a műanyagot rugal-



masszá teszi. Abban az esetben, ha a monomerhez olyan vegyületet adunk, amely hevítéskor gázok kiválásával felbomlik, akkor a polimerizációs reakció eredményeként szilárd habszerű anyagot kapunk, amit habszivacsnak nevezünk (64. ábra).

64. ábra
Habszivacs

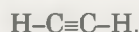
22 Az acetilén

E téma anyaga segít nektek:

- megérteni az acetilén molekulájának felépítését;
- megismerni az acetilén tulajdonságait;
- megismerni az acetilén felhasználási területeit.

A molekulájában hármas kötést tartalmazó legegyszerűbb szénhidrogén az *acetilén*: C_2H_2 .

Az acetilén elektron- és szerkezeti képlete a következő:



Ennek a szénhidrogénnek van még egy megnevezése: *etin*. Neve a CH_3-CH_3 (etán) és $CH_2=CH_2$ (etén) szénhidrogének megnevezésétől abban különbözik, hogy végződése *-in*.

Molekulájának felépítése. Az acetilén molekula modelljei a 65. ábrán láthatók. Ezeknek megfelelően a molekula mindegyik atomjának középpontja egy egyenes mentén található.



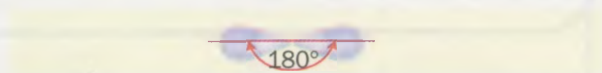
65. ábra
Az acetilén- molekula modellje:
a – gömb-pálcika modell;
b – méretarányos modell

Az acetilénmolekulában minden szénatom két másikkal van kötésben, és pedig egy szén- és egy hidrogénatommal. Ennek megfelelően a négy párosítatlan elektronjából csak kettő (az s- és p-elektron) képez s-kötést. Az orbitálok, amelyeken

ezek az elektronok tartózkodnak, megváltoztatják alakjukat és két egyforma orbitál jön létre:



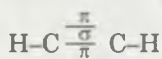
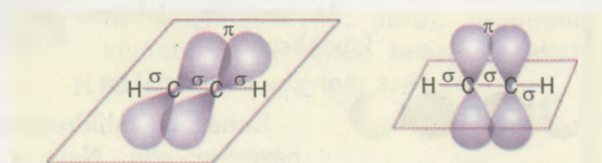
A keletkezett orbitálok tengelyei egy egyenes mentén helyezkednek el, a közöttük lévő szög 180° :



Mindegyik szénatom megváltozott orbitáljainak egyike egy másik szénatom ugyanilyen orbitáljával kerül átfedésbe, a másik pedig a hidrogénatom gömb alakú orbitáljával. A C_2H_2 molekula mindegyik atomjának középpontja egy egyenes mentén helyezkedik el:



Mindegyik szénatom két maradék p-elektronja két π -kötés kialakításában vesz részt. Ezeknek az elektronoknak az orbitáljai párhuzamosan helyezkednek el és átfedik egymást:



Tehát az acetilénmolekulában hármaskötés jött létre, amelyből az egyik σ -kötés, a másik kettő π -kötés.

A szénatomokat összekötő két π -kötés az atomok középpontja közötti távolság csökkenéséhez vezet. Az acetilénmolekulában ($CH \equiv CH$) ez a távolság $0,122$ nm. Ezért a molekula méretarányos modelljén a szénatomok jobban egymáshoz „lapulnak” (65. b ábra), mint az etilénmolekula hasonló modelljén (59. b ábra).

18. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

Az acetilénmolekula gömb-pálcika modelljének elkészítése

Keressetek a molekulamodell-készletben két egyforma méretű és egyforma színű gömböt a hidrogénatomok számára, és két nagyobb, más színben, a szénatomok számára, valamint rudakat (pálcikákat) vagy csöveket.

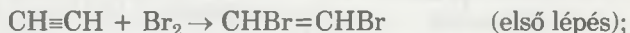
Szereljétek össze az acetilénmolekula gömb-pálcika modelljét.

Fizikai tulajdonságai. A tiszta acetilén természetes körülmények között színtelen, majdnem szagtalan gáz. A fémek hegesztésére használt technikai acetilén kellemetlen szaga az adalékanyagoknak köszönhető. Az acetilén kissé könnyebb a levegőnél, vízben alig oldódik. Normális nyomás mellett $-84\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten cseppfolyós halmazállapotba megy át.

Kémiai tulajdonságai. Az acetilén mint telítetlen szénhidrogén addíciós reakcióba lép a halogénnel, a hidrogénnel és némely összetett anyaggal.

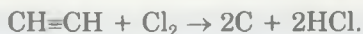
Addíciós reakciói. Az acetilénmolekulában található hármaskötés miatt az addíciós reakciók két lépésben mennek végbe. Az acetilénmolekula először egy reagens molekulát addíciónál (a hármaskötés a szénatomok között kettőskötéssé alakul), majd egy másikat (a kettőskötés egyszeres kötéssé alakul).

Az acetilén éppúgy, mint az etilén, elszínteleníti a brómos vizet:

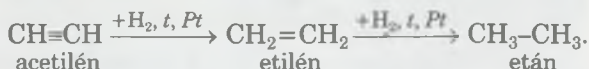


(második lépés).

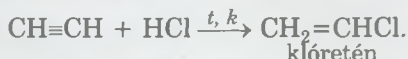
Alacsony hőmérsékleten hasonlóan lép kölcsönhatásba a klórral. Természetes körülmények között a két gáz elegye belobban és felrobban, fekete füst keletkezik, mely apró koromrészecskékből áll:



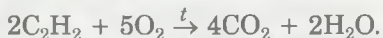
Az acetilén kölcsönhatása a hidrogénnel két lépésben megy végbe, úgy mint a halogénekkal:



Az acetilén halogénhidrogéneket is addicionál. A reakció első lépése:



Oxidációs reakciói. Az acetilén, mint a többi szénhidrogén, oxigén vagy levegő fölőslégben széndioxid és vízgőz keletkezésével ég el:



Az acetilén lángja nagyon élénk (66. ábra), ami a lángban lévő nagy mennyiségű izzó szénrészecskének köszönhető. Ennek az egyszerű anyagnak a megjelenése azzal magyarázható, hogy a szénatomok némelyike nem érkezik teljes mértékben oxidálódni és CO_2 molekulává alakulni.

Levegőhiány esetében az acetilén füstölgő lánggal ég a keletkezett korom miatt:

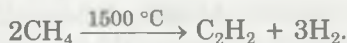


Ha az acetilént tiszta oxigénben égetjük, közvetlen környezetének hőmérséklete 3000°C -ra emelkedik. Ezt a tulajdonságát fémek hegesztésére és vágására használják fel.

Az acetilénnel végzett munka során feltétlenül tudni kell, hogy elegye a levegővel és oxigénnel robbanásveszélyes.

Az acetilén éppúgy, mint az etilén, káliumpermanganáttal (KMnO_4) oxidálódik, elszíntelenítve annak vizes oldatát.

Előállítás. Az iparban az acetilént a földgáz (metán) termikus bontásával állítják elő:



Ahhoz, hogy az acetilénnek ne legyen ideje elbomlani egyszerű anyagokra: szénre és hidrogénre, a reakciótermékek elegyét gyorsan lehűtik.

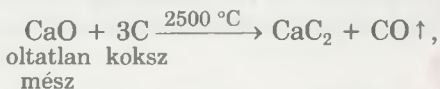


66. ábra
A kalcium-karbid (CaC_2) és a víz reakciója során keletkezett acetilén égése

Az acetilénnek egy másik előállítási módszerét *technikai célokra és kémiai laborokban* használják. A módszer a kalcium-karbidnak (CaC_2) vízzel lejátszódó reakcióján alapszik (66. ábra):



Mivel a vegyület előállítására felhasznált kalcium-oxid számára nagyon magas hőmérsékletet kell biztosítani:



ezért az ilyen módon előállított acetilén meglehetősen drága.

Felhasználása. A legtöbb acetilént etilalkohol, ecetsav, polimerek, szerves oldószerek gyártására, valamint fémek hegesztésére és vágására használják. Az acetilént és az oxigént speciális lánghegesztőbe vezetik és a lángot a fémre irányítják (67. ábra).

Fiziológiai hatása. A tiszta acetilén enyhén toxikus hatású. Jelentősen nagyobb veszélyt jelentenek a technikai acetilénben levő adalékanyagok.



67. ábra
A fém vágása acetilén
lánghegesztővel

KÖVETKEZTETÉSEK

Az acetilén (etin) (C_2H_2) molekulájában hármass kötést tartalmazó legegyszerűbb telítetlen szénhidrogén. Színtelen gáz, alig érezhető illattal, a levegőnél kissé könnyebb, a vízben kis mértékben oldódik.

Az acetilén gyúlékony vegyület. Addíciós reakcióba lép a halogénnel, a hidrogénnel és némely összetett anyaggal. Ezek a reakciók két lépésben mennek végbe. Az acetilén-molekula először az egyik, majd a másik reagensemolekulát addicionálja.

Az acetilént a földgáz (metán) termikus bontásával vagy kalcium-karbid és víz reakciójával állítják elő.

Az acetilént nyersanyagként használják különböző szerves anyagok gyártásánál, valamint fémek hegesztésére és vágására.



196. Jellemezzétek az acetilénmolekula felépítését.
197. Hasonlítsátok össze az etilént az acetilénnel kémiai tulajdonságaik alapján.
198. Az acetilént sósav és kalcium-karbid (CaC_2) kölcsönhatásával lehet előállítani. Írjátok fel a megfelelő kémiai egyenletet.
199. Írjátok fel a kémiai egyenleteket, amelyek megfelelnek a feltüntetett átalakulásoknak:
 - a) $\text{CaC}_2 \rightarrow \text{CH}\equiv\text{CH} \rightarrow \text{CHCl}=\text{CHCl} \rightarrow \text{CHCl}_2-\text{CHCl}_2$;
 - b) $\text{CH}\equiv\text{CH} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHBr} \rightarrow \text{CH}_2\text{Br}-\text{CHBr}_2$.
200. Határozzátok meg a szén tömegrészét az acetilénben.
201. Számítsátok ki 1 l acetilén tömegét normális feltételekkel számolva.
202. Milyen térfogatú hidrogén-klorid (n.k.k) reagál az acetilénnel, ha eredményképpen 1 kg klóretén keletkezik?
203. Milyen tömegű 80 tömeg %-os technikai kalcium-karbidot (CaC_2) kell venni 2,8 m³ acetilén (n.k.k.) előállításához?
204. 0,1 mol szénhidrogén elégetésekor 0,2 mol szén-dioxid és 1,8 g víz keletkezett. Milyen a szénhidrogén képlete? (Próbáljátok megoldani a feladatot szóbelileg).

ÓRÁK UTÁN

Az acetilénmolekula méretarányos modelljének elkészítése¹

Készítsetek gyurmából két egyforma nagyságú és színű gömböt (hidrogénatomok), majd két nagyobbát más színű gyurmából (szénatomok). Gyufából készítsetek pálcikákat a gömbök összekapcsolásához.

Készítsétek el az acetilénmolekula méretarányos modelljét.

¹ A tanár javasolhatja nektek a modellek összeszerelését órán molekulamodell-készlet felhasználásával.

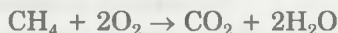
E téma anyaga segít nektek:

- tisztázni, hogy a reakcióban részt vevő gázok térfogatai miért aránylanak egymáshoz mint kis egész számok;
- meghatározni a gázok térfogatarányait kémiai egyenletek alapján.

A térfogatarányok törvénye. A legfontosabb szénhidrogének – a metán, etán, etilén, acetilén stb. – természetes körülmények között gázhalmazállapotúak. A gázok abban különböznek a folyadékoktól és a szilárd anyagoktól, hogy részecskéik (molekuláik, az inert gázok esetében atomjaik) közötti távolság nagyon nagy, ezért a közöttük lévő kölcsönhatás elhanyagolható. Ennek eredményeképpen az azonos számú molekulát tartalmazó különböző gázadagok térfogata egyforma (azonos hőmérsékleten és nyomáson). Erről tanúskodik Avogadro törvénye, amellyel a 8. osztályban ismerkedtetek meg. Ennek megfelelően 1 l metán (CH_4) annyi molekulát tartalmaz, mint 1 l etilén (C_2H_4) vagy 1 l acetilén (C_2H_2). 2 l metánban (etilénben, acetilénben) a molekulák száma kétszer, 3 literben pedig háromszor nagyobb stb.

Vizsgáljunk meg néhány gázreakciót.

Égéskor



a metán minden molekulája két molekula oxigénnel lép kölcsönhatásba. Avogadro törvénye alapján állíthatjuk, hogy meghatározott térfogatú metánnak kétszer olyan térfogatú oxigénnel kell reagálnia (például 1 l CH_4 – 2 l O_2 -vel).

A metán magas hőfokon acetilénre és hidrogénre bomlik fel:



A kémiai egyenletnek megfelelően két molekula metánból egy molekula acetilén és három molekula

hidrogén keletkezik. Következésképp a gázok térfogatainak aránya a következő:

$$V(\text{CH}_4) : V(\text{C}_2\text{H}_2) : V(\text{H}_2) = 2 : 1 : 3.$$

Analizálva a gázokkal elvégzett kísérletek eredményeit, J. L. Gay-Lussac francia tudós 1808-ban megfogalmazta a *gázok térfogatarányainak törvényét*:

A reakcióba lépő és a reakció eredményeként keletkezett gázok térfogatai úgy aránylanak egymáshoz, mint kis egész számok.

Idővel világossá vált, hogy *ezek a számok a kémiai egyenlet megfelelő koefficiensei (együtthatói).*

Gay-Lussac törvénye minden gázhalmazállapotú anyagra kiterjed – szervesetlenre és szervesre egyaránt.

► Állítsátok fel a hidrogén és a nitrogén között lejátszódó reakció egyenletét, melynek eredményeként ammóniagáz (NH_3) keletkezik, és írjátok fel a reagensek és termékek térfogatarányait.

Felhívjuk figyelmeteket azokra a gázreakciókra, melyek során víz keletkezik. Ez az anyag például bármely szénhidrogén égésének egyik terméke. Vízgőz keletkezésekor a térfogatarányok törvénye rá is kiterjed. Abban az esetben, ha a vízgőz kondenzációja megy végbe, az anyagok térfogata körülbelül ezerszeresére csökken. Ebben az esetben Gay-Lussac törvénye nem érvényes (mint a többi folyékony és szilárd anyag esetében).

Feladatok megoldása. Vizsgáljuk meg, hogyan oldják meg a feladatokat a térfogatarányok törvényének felhasználásával.

1. FELADAT. Milyen térfogatú hidrogén szükséges ahhoz, hogy 0,8 l acetilént etilénné alakítsunk?

Adva van:

$$V(\text{C}_2\text{H}_2) = 0,8 \text{ l}$$

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

Megoldás

1. Felállítjuk a reakció egyenletét:



2. Kiszámítjuk a reakcióba lépő hidrogén térfogatát.

A kémiai egyenletnek és Gay-Lussac törvényének megfelelően az acetilén bármilyen térfogata kétszer nagyobb térfogatú hidrogénnel reagál.

Ebből a megfontolásból:

1 l acetilén reagál 2 l hidrogénnel,
0,8 l acetilén pedig x l hidrogénnel.

Innen

$$x = V(\text{H}_2) = 1,6 \text{ (l)}.$$

Felelet: $V(\text{H}_2) = 1,6 \text{ l}$.

2. FELADAT. 100 ml acetilént 400 ml oxigénnel elegyítettek. A gázelegyet meggyújtották. A reakció után maradt-e valamelyik reagensből? Pozitív válasz esetén számítsátok ki a visszamaradt anyag térfogatát, figyelembe véve, hogy a hőmérséklet és a nyomás értéke a reakció előtt és után egyforma volt.

Adva van:

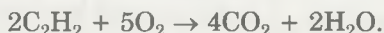
$$\begin{aligned} V(\text{C}_2\text{H}_2) &= 100 \text{ ml} \\ V(\text{O}_2) &= 400 \text{ ml} \end{aligned}$$

Reagens-
maradék – ?

$V(\text{maradék}) - ?$

Megoldás

1. Felállítjuk a reakció egyenletét:



2. Gay-Lussac törvényének megfelelően a reagáló gázok aránya ilyen:

$$V(\text{C}_2\text{H}_2) : V(\text{O}_2) = 2 : 5 = 1 : 2,5.$$

A feladat feltétele szerint a reagáló gázok aránya más:

$$V(\text{C}_2\text{H}_2) : V(\text{O}_2) = 100 : 400 = 1 : 4.$$

Innen kiderül, hogy az oxigén fölöslegben volt, ezért egy része a reakció után megmarad.

3. Meghatározzuk, milyen térfogatú oxigén reagál 100 ml acetilénnel. A térfogatarányok törvényének megfelelően,

$$\begin{aligned} 2 \text{ ml } \text{C}_2\text{H}_2 \text{ -vel} & \quad - 5 \text{ ml } \text{O}_2, \\ 100 \text{ ml } \text{C}_2\text{H}_2 \text{ -vel} & \quad - x \text{ ml } \text{O}_2 \text{ reagál.} \\ x = V(\text{O}_2, \text{ reagált}) & = 250 \text{ ml.} \end{aligned}$$

4. Kiszámítjuk a reakció után megmaradt oxigén térfogatát:

$$\begin{aligned} V(\text{O}_2, \text{ maradék}) &= V(\text{O}_2, \text{ kezdetben}) - \\ & - V(\text{O}_2, \text{ reagált}) = 400 - 250 = 150 \text{ (ml)}. \end{aligned}$$

Felelet: $V(\text{O}_2, \text{ maradék}) = 150 \text{ ml}$.

3. FELADAT. Határozzátok meg annak a gázhalmazállapotú szénhidrogénnek a képletét, amelynek teljes elégésekor 300 ml szén-dioxid gáz

és 400 ml vízgőz keletkezik (a térfogatok egyforma feltételeknek felelnek meg).

Adva van:

$$V(C_xH_y) = 100 \text{ ml}$$

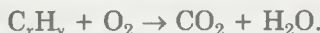
$$V(CO_2) = 300 \text{ ml}$$

$$V(H_2O, \text{gőz}) = 400 \text{ ml}$$

$$C_xH_y - ?$$

Megoldás

1. Felírjuk a kémiai reakció sémáját:



Látjuk, hogy a C_xH_y szénhidrogén elégeésekor mindegyik szénatom a szén-dioxid gáz molekuláiba „megy át”, a hidrogénatomok pedig a víz molekuláiba.

2. Megkeressük a szénhidrogén, a szén-dioxid és a vízgőz térfogatarányait a feladat feltételei alapján:

$$\begin{aligned} V(C_xH_y) : V(CO_2) : V(H_2O, \text{gőz}) &= \\ &= 100 : 300 : 400 = 1 : 3 : 4. \end{aligned}$$

Az 1, 3 és 4 számok a kémiai egyenlet megfelelő koefficiensei.

Felírjuk ezeket a számokat (az egyes kivételével) az anyagok képletei elé:



Innen: $x = 3$; $y = 8$, a szénhidrogén képlete: C_3H_8 .

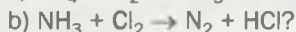
Felelet: a szénhidrogén képlete: C_3H_8 .

KÖVETKEZTETÉS

A reakcióba lépő és a reakció eredményeként keletkezett gázok térfogatai úgy aránylanak egymáshoz, mint a kis egész számok (a Gay-Lussac gáztérfogat-arányok törvénye). Ezek a számok a kémiai egyenlet megfelelő koefficiensei.

?

205. A következő átalakulások eredményeként vajon nő vagy csökken, esetleg állandó marad az anyagok össztérfogata (mindegyik reagens és termék gáz):



206. Milyen térfogatú oxigén használódik el 2 l etilén elégeésénél?

207. Elegendő-e 2 l klór 0,6 l metán teljes klórozására?

208. Normális feltételek mellett 1 l etánt és 5 l oxigént elegyítettek. A gázelegyet meggyújtották. Milyen gázok voltak kimutathatók a kiinduló feltételek biztosítása mellett a reakció után? Számítsátok ki mindegyik gáz térfogatát.
209. A reakció után 40 ml oxigén-hidrogén elegyben 10 ml oxigén maradt. Milyen térfogatú oxigén és hidrogén lépett reakcióba?
210. Milyen térfogatarányban kell elegyíteni a kénhidrogént és a levegőt, hogy mindegyikből elegendő legyen a $\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ reakció lefolyásához?
211. Egy térfogat szénhidrogén oxigénben történő elégetésekor két térfogat szén-dioxid gáz és egy térfogat vízgőz keletkezik. Határozzátok meg a szénhidrogén képletét. (Szóbelileg.)
212. 10 ml gázhalmazállapotú szénhidrogén teljes égésekor 40 ml szén-dioxid és 50 ml vízgőz keletkezett. A gázok térfogatai egyforma feltételeknek felelnek meg. Vezessétek le a szénhidrogén képletét. (Szóbelileg.)
213. Mi a képlete annak a gázhalmazállapotú szénhidrogénnek, amelynek elégetése eredményeként kétszer több szén-dioxid keletkezik és sűrűsége normális feltételek mellett 1,34 g/l?

Az oxigéntartalmú szerves (szén-) vegyületek

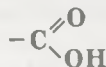
Sok olyan szerves vegyület van, amely molekulájában – szén- és hidrogénatomokon kívül – oxigénatomokat is tartalmaz. Ilyen például az etilalkohol, a cukor, a keményítő, az ecet- és a citromsav, a zsírok többsége, egyes vitaminok. Az oxigéntartalmú szerves vegyületeket csoportokra osztják: alkoholok csoportja, karbonsavak csoportja stb. Egyazon csoportba tartozó vegyületek közös sajátossága a molekulájukban található meghatározott atomcsoport.

Azt az atomcsoportot, amely meghatározza az egyazon csoportba tartozó vegyületek kémiai tulajdonságait, funkciós csoportnak nevezzük.

A funkciós csoport néhány példája és megnevezése:



hidroxil-csoport



karboxil-csoport

A kémiai (molekula-) képletben a funkciós csoportot külön írjuk a molekula „szénhidrogén részé-

től”: CH_3OH , CH_3COOH (a képletek ilyen felírását nem alkalmazzák: CH_4O , $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$).

A molekulának azt a részét (hidrogén- és szénatomok csoportját), amelyhez a funkciós csoport kapcsolódik, *szénhidrogén maradéknak* nevezzük. A fent feltüntetett mindkét képletben a szénhidrogén maradék a CH_3 -atomcsoport lesz. A 9. osztályban a következő oxigéntartalmú szerves vegyületekkel ismerkedtek meg: a legfontosabb alkoholokkal, karbonsavakkal, zsírokkal és szénhidrátokkal.

24

Az alkoholok. A metanol és az etanol

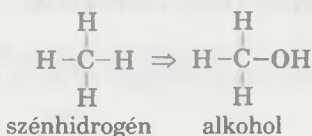
E téma anyaga segít nektek:

- megtudni, milyen vegyületeket nevezünk alkoholoknak;
- megérteni az alkoholmolekula felépítésének sajátosságait;
- megismerni a metanol és az etanol tulajdonságait;
- megismerni a metanol és az etanol felhasználási területeit;
- belátni, hogy milyen káros hatásai vannak az alkoholnak a szervezetre.

Az alkoholok. A hagyomány szerint az oxigéntartalmú vegyületek ismertetését az alkoholokkal kezdik.

Az alkoholok olyan szénhidrogén-származékok, amelyek molekuláiban egy vagy több hidrogénatomot hidroxilcsoport helyettesít.

A hidrogénatom helyettesítését OH-csoporttal – az alkoholok funkciós csoportjával – a példa mutatja:



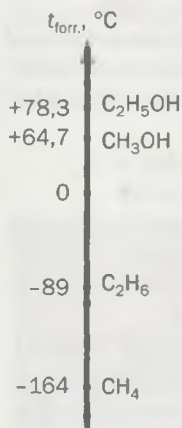
**Egyértékű
alkoholok
R-OH**

Abban az esetben, ha az alkoholmolekula egy hidroxilcsoportot tartalmaz, az ilyen alkoholt *egyatomos (egyértékű) alkoholnak* nevezzük. A kétértékű



68. ábra
a – metanolmolekula;
b – etanolmolekula
méretarányos
modelljei.

A fehér gömbök
hidrogénatomok,
a fekete gömbök
szénatomok, a
piros gömbök oxigénatomok



69. ábra
Némely alkohol és
alkán
forráspontja¹

alkohol molekulájában két OH-csoport, a háromértékűben – három található és így tovább.

Attól függően, hogy tartalmaz-e az alkohol szénlánc többszörös kötést vagy sem, megkülönböztetünk *telített és telítetlen alkoholokat*.

A szénhidrogén maradékot *R*-el jelölve, felírjuk az egyértékű alkoholok általános képletét: *R-OH*.

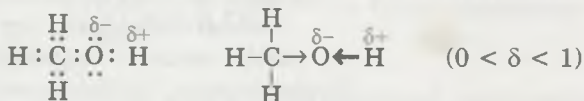
A szénhidrogének általános képletében az egyik hidrogénatomot OH-csoportra cserélve, megkapjuk a telített egyértékű alkoholok általános képletét: $C_nH_{2n+1}OH$ ($n = 1, 2, \dots$).

A metanol és az etanol. A legegyszerűbb telített egyértékű alkohol a metanol vagy más néven metilalkohol: CH₃OH (68. a ábra). A molekulájában két szénatomot és egy OH-csoportot tartalmazó alkohol képlete: C₂H₅OH, megnevezése etanol vagy etilalkohol (68. b ábra).

Az alkoholmolekula felépítése. Az egyértékű alkohol molekulája két részből áll – szénhidrogén maradékból és hidroxilcsoportból.

Az oxigénatom mint az alkoholmolekula legnagyobb elektronegativitású atomja, magához vonzza a közös elektronegativitást a két szomszédos atomtól (C→O←H), és pedig a hidrogénatomtól jobban. Ennek eredményeképpen az oxigénatomon részleges negatív, a hidrogénatomon részleges pozitív töltés jelenik meg. Az O-H-csoport eléggé polárisává válik.

Feltüntetjük a metanol elektron- és szerkezeti képletét, melyben látható a közös elektronegativitások elmozdulása az oxigénatom felé:



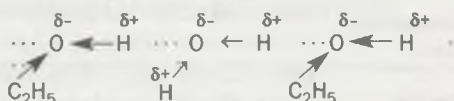
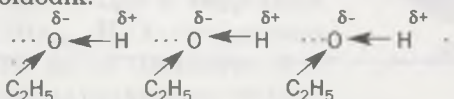
Fizikai tulajdonságaik. Természetes körülmények között a metanol és az etanol jellegzetes „alkohol” illatú színtelen folyadékok. Forráspontjuk jóval magasabb, mint a megfelelő alkánoké (69. ábra).

¹ Normális nyomáson.

A szénhidrogén és az alkohol forráspontja közötti nagy különbség azzal magyarázható, hogy az alkoholban hidrogénkötések¹ vannak. (70. a ábra). Az alkoholmolekulákban a kötések eléggé polárisak

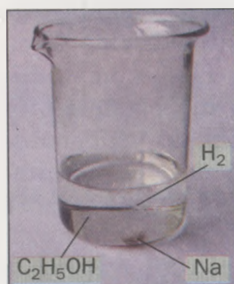
$\overset{\delta-}{\text{O}} \leftarrow \overset{\delta+}{\text{H}}$, vonzzák egymást, és pedig az egyik molekula $\delta+$ H-atomját a másik molekula $\delta-$ O-atomja.

Hidrogénkötések az alkoholmolekulák és vízmolekulák között is létrejönnek (70. b ábra). Ennek köszönhetően a metanol és az etanol vízben korlátlanul oldódik.



70. ábra

Molekulák közötti hidrogénkötések:
a – etanolmolekulák,
b – etanol- és vízmolekulák

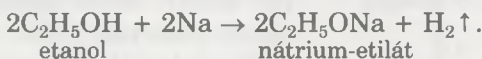


71. ábra

Az etanol reakciója nátriummal

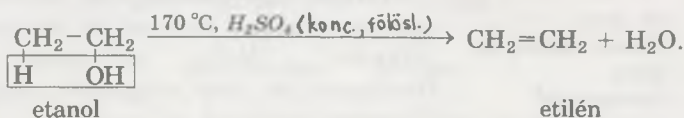
Kémiai tulajdonságaik. Az alkoholok legfontosabb reakciói a molekulájukban található hidroxilcsoport részvételével megy végbe.

Reakcióik fémekkel. Az etanol és a metanol hidrogén kiválásával és sószerű anyagok keletkezésével kölcsönhatásba lép az alkálifémekkel (71. ábra):



A reakcióban az alkohol savas sajátosságokat mutat. Ugyanakkor molekulái nem disszociálnak hidrogén-kationok keletkezésével, és vizes oldatuk sem hat az indikátorokra.

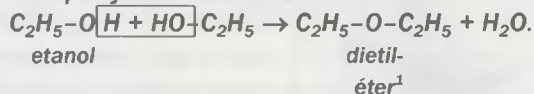
Dehidratációjuk. Így nevezik azt a reakciót, amely során a vegyületből elvonják a vizet. Meghatározott feltételek mellett mindegyik etilalkohol-molekula etilénre és vízre esik szét:



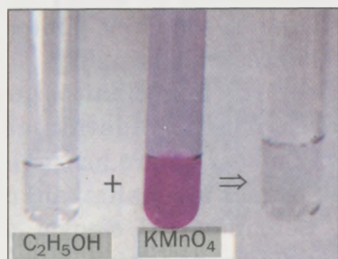
¹ A kémiai kötés e típusáról az 1. témában volt szó.

A metilalkohollal a fenti reakció nem játszódik le.

Van egy másik módja az alkohol dehidratációjának, amikor a vízelvonás két alkoholmolekula hidroxilcsoportjából történik:



A reakció 140–160 °C hőmérsékleten megy végbe kis mennyiségű koncentrált kénsav jelenlétében.



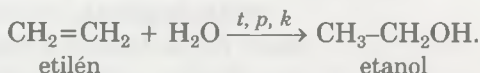
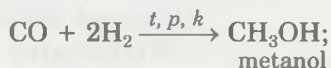
72. ábra
Etanol oxidációja
kálium-permanganáttal
(kénsav jelenlétében)

Oxidációjuk. Ibolyaszínű, kénsavval kissé megsavasított kálium-permanganát oldathoz alkoholt öntünk, az oldat színe fokozatosan eltűnik (72. ábra). Ebben a reakcióban az alkohol redukálószer, de ő maga oxidálódik.

Az alkohol teljes oxidációja akkor megy végbe, ha levegőn meggyújtjuk. Reakciótermékei szén-dioxid és vízgőz (73. ábra).

► Írjátok fel az etanol égési reakcióját.

Alkoholok előállítása. Az iparban a metanolt és az etanolt nagy mennyiségben a következő reakció megvalósításával állítják elő:



73. ábra
Az etanol égése

Az etanol előállítására biokémiai módszert is alkalmaznak, amely a glükóz, a cukor vagy a keményítő kémiai átalakulásán alapszik élesztő-enzimek jelenlétében. A folyamatot erjedésnek nevezzük (29. téma). Így már a régi időkben készítették szőlő levéből bort.

¹ Régebben az ilyen vegyületeket egyszerű étereknek nevezték.



74. ábra
Patikai üvegcsé
etilalkohollal



75. ábra
Személygépkocsi
feltöltése „alkoholos”
üzemanyaggal

Az ipar által előállított etilalkohol kis mennyiségű vizet is tartalmaz ($w(\text{H}_2\text{O}) = 4\%$). Az ilyen alkohol elnevezése: rektifikált alkohol.

Az alkoholban a víz jelenlétét úgy mutatjuk ki, hogy pár cseppjét vízmentes réz(II)-szulfáthoz (CuSO_4) adjuk. A só és a víz reakciójának eredményeként kristályhidrát ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) keletkezik és kék szín jelenik meg.

Felhasználásuk. A metanolt és az etanolt többek között oldószerként, valamint fontos szerves vegyületek előállítására használják.

Az etilalkohol ismert fertőtlenítőszer (74. ábra). Gyógyszerkészítmény-oldatok és gyógynövény tinktúrák elkészítésére használják. Az etanol likőrök és más alkoholtartalmú italok nyersanyaga. Benzin-etanol elegyet a közúti közlekedésben üzemanyaggként használnak (például Brazíliában). Az ilyen üzemanyaggal működő motorok (75. ábra) sokkal kevesebb káros anyagot bocsátanak ki a levegőbe, mint a benzinmotorok. Üzemanyagnak való alkoholt növényi masszából is elő lehet állítani, ez lehetőséget ad arra, hogy csökkentsék a kőolaj felhasználását benzin előállítására, és inkább értékes szerves anyagokat állítsanak elő belőle.

Fiziológiai hatásuk. Az etilalkohol kis mennyiségének szervezetbe jutása részegséget okoz. Ez az állapot a beszélőképesség és mozgáskoordináció csökkenéséhez, eszmélet- és cselekedeteink feletti kontrollvesztéshez vezet. Jelentős mennyiségű alkohol mérgezést okoz. Azoknál az embereknél, akik folyamatosan fogyasztanak alkoholt, krónikus betegség alakul ki – az alkoholizmus. Következményei: magas vérnyomás, ideg- és szívérrendszer-károsodás, máj- és hasnyálmirigy-károsodás. (Ugyanígy hat az alkohol az állatok szervezetére).

A metanol mérgező vegyület. 25 ml-e az emberi szervezetbe kerülve halált okoz, kevesebb mennyisége pedig vakságot.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az alkoholok olyan szénhidrogén-származékok, amelyek molekuláiban egy vagy több hidrogénatomot hidroxilcsoport helyettesít. A hidroxilcsoportok számának megfelelően megkülönböztetünk egyértékű, kétértékű, háromértékű és többértékű alkoholokat.

A telített egyértékű alkoholok általános képlete: $C_nH_{2n+1}OH$.

Legfontosabb alkoholok a metanol (CH_3OH) és az etanol (C_2H_5OH). Ezek színtelen folyadékok, jellegzetes illattal.

A metanol és az etanol gyúlékony anyagok. Reagálnak az alkálifémekkel, hevítés hatására dehidratálódhatnak.

Az ipar nagy mennyiségű metanolt és etanolt állít elő. Ezeket a vegyületeket a vegyipar mint oldószert alkalmazza; az etanolt a gyógyászatban, likőrök és más alkoholtartalmú italok, egyes esetekben belső égésű motorok üzemanyag-komponenseként használják.

Az etanol a szervezetbe jutva részegséget okoz. Állandó alkoholfogyasztás esetén az embernél alkoholfüggőség alakul ki.

A metanol erősen mérgező anyag.



214. Milyen szerves vegyületeket nevezünk alkoholnak? Milyen a molekula összetétele a telített egyértékű alkoholoknak?
215. Írjátok fel az elektron- és szerkezeti képletét az etanolmolekulának, feltüntetve az utóbbi képletben a közös elektronpárok eltolódását és a hidroxilcsoport oxigén- és hidrogénatomjának részleges töltéseit.
216. Hogyan és miért hat a hidrogénkötés az alkoholok fizikai tulajdonságaira?

217. Fejezzétek be a reakciósémákat és alakítsátok át kémiai egyenletté:
 a) $\text{CH}_3\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$; b) $\text{CH}_3\text{OH} + \text{Li} \rightarrow \dots$.
218. Írjátok fel az egyértékű telített alkoholok égési reakcióegyenletét az általános képlet alapján.
219. Miért nem mutat a metanol és az etanol bázikus tulajdonságokat, mint például a nátrium-hidroxid, annak ellenére, hogy molekuláik tartalmaznak hidroxilcsoportot?
220. Milyen tömegű etanol és nátrium reagált egymással, ha a reakció során 224 ml hidrogén keletkezett (n.k.k.)?
221. Vezessétek le az egyértékű telített alkohol képletét, ha az oxigén tömegrésze benne: a) 50%; b) 26,7%.
222. Egyforma anyagmennyiségű etanolt és metanolt elegyítettek. Számítsátok ki az alkoholok tömegrészét az elegyben.
223. Állítsátok fel az etanol égésének termokémiai reakcióegyenletét, ha 9,2 g elégetése során 27,42 kJ hő fejlődött.

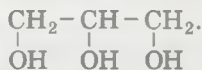
25 A glicerín

E téma anyaga segít nektek:

- megismerni a glicerín tulajdonságait;
- megismerni a glicerín felhasználási területeit.

A legegyszerűbb háromértékű alkohol a *glicerín*¹: $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ (76. ábra). A vegyület másik neve *glicerol*. A természetben ez az alkohol nem található, de származékai – a zsírok – széleskörűen elterjedtek a növény- és állatvilágban.

A glicerín szerkezeti képlete:



Fizikai tulajdonságai. A glicerín színtelen, szagtalan, sűrű, édeskes ízű folyadék.

Kissé nehezebb a víznél, bármilyen arányban elegyedik vele, oldatot képezve. A glicerín kör-

76. ábra
A glicerínmolekula
méretarányos modellje

¹ Az elnevezés a görög *glükerosz* – édes szóból ered.

nyezetéből vizet tud felvenni (saját tömegének 40 %-át). Az anyagoknak ezt a tulajdonságát *higroszkopikuságnak*¹ (nedvszívóképességnek) nevezzük.

19. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

A glicerín oldódása vízben

Kémcsőbe öntsetek 0,5 ml glicerint és adjatok hozzá ugyanilyen térfogatú vizet. Keverjétek össze üvegpálcikával. Feloldódik-e a glicerín a vízben?

A kémcső tartalmát tegyétek félre a következő kísérlethez.

A glicerín $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ + 290 °C-on forr, miközben elbomlik, vagyis magasabb hőmérsékleten, mint a három szénatomos egyértékű propilalkohol ($\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$, forrpontja +97 °C). Ez érthető, mert a háromértékű alkoholban a hidrogénkötések száma több: mindegyik molekulája három OH-csoportot tartalmaz.

Kémiai tulajdonságai. A glicerín nemcsak az aktív fémekkel reagál, hanem egyes oldhatatlan bázissokkal is. Tehát jobban hasonlít a savakhoz, mint a metanol vagy az etanol. Ugyanakkor a glicerín vizes oldata szintén nem változtatja meg az indikátorok színét.

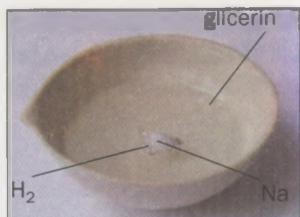
20. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

A glicerín vizes oldatának indikátoros vizsgálata

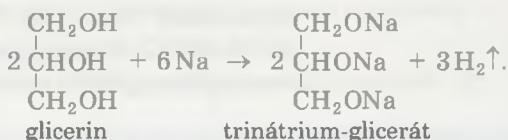
Az előző kísérletben elkészített glicerínoldatból üvegpálcika segítségével tegyünk egy cseppet indikátorpapírra. Mit figyeltek meg? Találhatók-e H^+ - és OH^- -ionok a glicerín vizes oldatában?

Reakciói fémekkel. A glicerín kölcsönhatásba lép az alkálifémekkel (77. ábra):

¹ A kifejezés a görög *hügroosz* – nedves, *szkopeō* – megfigyelek szavakból ered.



77. ábra
A glicerín reakciója
nátriummal



Az adott kísérlet megvalósítása előtt a glicerint fel kell melegíteni.

Reakciói oldhatatlan bázisokkal.
Az egyértékű alkoholokkal ellentétben a glicerín reakcióba lép egyes oldhatatlan bázisokkal.

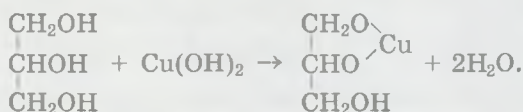
21. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

A glicerín reakciója réz(II)-hidroxiddal

Kémcsőbe öntsetek 2 ml lúgot, adjatok hozzá pár csepp réz(II)-szulfát oldatot és keverjétek meg az elegyet üvegpálcikával. Melyik vegyület csapadékát keletkezett?

Az előállított elegyet a csapadékkal együtt öntsétek át a glicerín-oldatot tartalmazó kémcsőbe (az előző kísérletből maradt). A kémcső tartalmát keverjétek meg. Mit figyeltek meg?

A réz(II)-hidroxid bázikus közegben kölcsönhatásba lép a glicerinnel, feloldódik, miközben sószerű vegyület (réz-glicerát) sötétkék oldata keletkezik. A játszódó kémiai reakció egyenletének egyszerűsített változata:



Égése. Levegőn a meggyújtott glicerín ég, miközben szén-dioxid és vízgőz keletkezik.

► Írjátok fel a megfelelő reakció egyenletét.

Előállítása. Az iparban a glicerint főleg zsírokból állítják elő (28. téma). Először 1779-ben állították elő.

Felhasználása. A glicerín a szappan, a fogkrém, a kozmetikumok és gyógyszerkészítmények komponense (78. ábra). Erős higroszkopikusságának köszönhetően megelőzi a bőr kiszáradását. A glicerint egyes élelmiszerekbe is adagolják édesítőszerként.

78. ábra
A glicerín felhasználása:
a – kozmetikumok és
b – gyógyszerkészítmények előállításához



Jelentős mennyiségben használják a glicerint az egyik legerősebb robbanóanyag – a nitroglicerín, valamint lőpor és dinamit előállítására. A nitroglicerín nagy mennyiségben mérgező. Ugyanakkor 1%-os alkoholos oldatát értágító szerként használják (79. ábra).

79. ábra
Nitroglicerín kapszulák



KÖVETKEZTETÉS

A glicerín: $C_3H_5(OH)_3$ a legegyszerűbb háromértékű alkohol. Színtelen, sűrű, édes ízű, szagtalan folyadék.

A glicerín kölcsönhatásba lép az alkálifémekekkel és egyes oldhatatlan bázisokkal, a levegőn ég.

A glicerint főleg zsírokból állítják elő. Kozmetikumok és gyógyszerkészítmények, valamint nitroglicerín előállítására használják, egyes esetekben az élelmiszeriparban is.



224. Az alkoholok mely csoportjába tartozik a glicerín?
225. Mivel magyarázható a glicerín nagy sűrűsége?
226. Miért oldódik a glicerín korlátlan mennyiségben a vízben?
227. Hogyan lehet megkülönböztetni a glicerint az etalontól?
228. Milyen tömegű nátrium reagált a glicerinnel, ha 280 ml hidrogén vált ki (n.k.k.)?
229. Egy adott alkohol elégése során 3 mol szén-dioxid gáz és 4 mol víz keletkezett. Nevezzétek meg ezt az alkoholt, ha tudjuk, hogy moláris tömege 92 g/mol.
230. Számítsátok ki a glicerín tömegrészét vizes oldatában, ha az oldatban a vízmolekulák száma 8-szor több a glicerínmolekuláénál.

26

A karbonsavak

E téma anyaga segít nektek:

- megkülönböztetni a karbonsavakat a többi szerves vegyülettől;
- megismerni a karbonsavak elterjedésével a természetben.

Itt és még néhány ezt követő téma tananyagában a *karbonsavak* csoportjáról lesz szó. Ezek a vegyületek molekulájukban funkciós csoportként *karboxil-csoportot* tartalmaznak:



A szénhidrogének olyan származékait, amelyeknek molekulái egy vagy több karboxil-csoportot tartalmaznak, karbonsavaknak nevezzük.

A molekulájukban egy karboxil-csoportot tartalmazó karbonsavak általános képlete:



Elterjedése a természetben. A növényvilágban különböző karbonsavak fordulnak elő. Triviális elnevezésüket legtöbb esetben az őket tartalmazó növényekről kapták (2. táblázat, 80. *a* ábra). Karbonsavak egyaránt találhatók szúnyogok, emlősök, emberek szervezetében (2. táblázat, 80. *b* ábra).

80. ábra
Karbonsavak
kimutatása
univerzális indiká-
torral:
a – citromlével;
b – hangyák vála-
dékával (hangya-
savval).



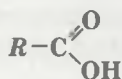
2. táblázat

Karbonsavak a természetben

Sav	Fellelhetőség
Hangyasav	Hangyák mirigyei, méhméreg, csáln
Ecetsav	Vizelet, izzadság, savanyú tej, egyes növények
Vajsav	Avas vaj
Valeriánsav	Valerián (macskagyökér)
Kaprónsav	Kecskezsír
Oleinsav	Olívaolaj
Sóska	Sóska, rebarbara
Borostyánkősav	Borostyán, barnaszén, egyes növények
Tejsav	Savanyú tej, túró, savanyú káposzta, siló; izmokban (fizikai munkavégzés során halmozódik fel)
Almasav	Alma, berkenye, szőlő
Citromsav	Citrusfélék

Csoportosításuk. A karbonsavakat molekuláik összetételének és felépítésének sajátosságai alapján csoportosítják.

Monokarbon- savak



A molekulájukban található karboxil-csoportok számának megfelelően e savakat *monokarbonsavakra* (molekulájuk egy $-COOH$ -csoportot tartalmaz), *dikarbonsavakra* (két $-COOH$ -csoportot) stb. osztják.

Attól függően, hogy tartalmaz-e a savban lévő szén-hidrogén maradék többszörös kötések vagy sem, megkülönböztetünk *telített* és *telítetlen* karbonsavakat.

Ezenkívül a karbonsavakat *alacsony* (molekuláik 10-nél kevesebb szénatomot tartalmaznak) és *magas szénatomszámú* savakra osztják.

A telített monokarbonsavak általános képlete:
 $C_nH_{2n+1}COOH$.

► Állítsátok fel az egy, két és három szénatomot tartalmazó telített monokarbonsavak molekuláinak szerkezeti képletét.



81. ábra
A hangyasav-
molekula
méretarányos
modellje

A legegyszerűbb felépítésű savaknak – a hangyasavnak ($HCOOH$) (81. ábra) és a sóskasavnak ($HOOC-COOH$) – nincsenek szénhidrogén maradvékaik.

Megnevezésük. A karbonsavak esetében leggyakrabban a triviális megnevezést alkalmazzák:

$HCOOH$ – hangyasav;

CH_3COOH – ecetsav¹;

CH_3CH_2COOH – propionsav;

$CH_3CH_2CH_2COOH$ – vajsav.

A magas szénatomszámú savak közül legfontosabbak a telített palmitinsav ($C_{15}H_{31}COOH$) és a sztearinsav ($C_{17}H_{35}COOH$) (82. ábra), valamint a telítetlen oleinsav ($C_{17}H_{33}COOH$) vagy rövidített szerkezeti képlettel felírva $CH_3-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$. Régen ezeket a savakat csak növényi és állati eredetű zsírokból állították elő, ezért még zsírsavaknak is nevezik őket.

82. ábra
Magas szénatomszámú
savmolekula méretará-
nyos modellje
(sztearinsav)



KÖVETKEZTETÉSEK

A karbonsavak olyan szénhidrogén-származékok, amelyek molekulái egy vagy több karboxil-csoportot ($-COOH$) tartalmaznak. A molekulájukban találha-

¹ A legegyszerűbb karbonsavaknak latin megnevezésük is van: $HCOOH$ – formiátsav, CH_3COOH – acetátsav.

tó karboxil-csoportok száma alapján monokarbonsavakat, dikarbonsavakat stb. különböztetünk meg. Azokat a karbonsavakat, amelyek telített szénhidrogének származékai, telítetteknek, azokat pedig, amelyek molekulájukban 10-nél több szénatomot tartalmaznak, magas szénatomszámú karbonsavaknak nevezzük.

A telített monokarbonsavak általános képlete:
 $C_nH_{2n+1}COOH$.

A karbonsavak gyakoriak a természetben.

Gyakrabban használják a triviális megnevezéseket, amelyek természetes forrásukkal függnek össze.



231. Milyen vegyületeket nevezünk karbonsavaknak? Milyen típusokra osztják őket és milyen sajátosságok alapján?
232. Írjátok ki a téma anyagából a hangya- és ecetsavval kapcsolatos információkat és írjátok be a táblázatba:

Képlet	Megnevezés	Típus	Előfordulás

233. Keressétek meg az általános képletnek megfelelő vegyület típusát:

Általános képlet

A vegyület típusa

1) $C_nH_{2n+1}OH$;

a) monokarbonsav;

2) $C_nH_{2n-1}(OH)_3$;

b) egyértékű alkohol;

3) $C_nH_{2n+1}COOH$;

c) háromértékű alkohol.

Mindegyik általános képlet esetében nevezzétek meg az n index legkisebb lehetséges értékét.

234. Keressétek meg a savak megfelelő típusait:

A sav megnevezése

A sav típusa

1) hangyasav;

a) monokarbonsav;

2) ecetsav;

b) telített;

3) vajsav;

c) telítetlen;

4) oleinsav;

d) magas szénatomszámú.

5) sztearinsav;

235. Határozzátok meg a telített monokarbonsav képletét, melynek moláris tömege 60 g/mol.
236. Vezessétek le a telített monokarbonsav képletét, ha benne az oxigén tömegrésze : a) 69,6 %; b) 0,432.

237. Egyforma anyagmennyiségű hangyasavat, ecetsavat és vizet kevertek össze. Határozzátok meg a savak tömegrészét a keletkezett oldatban.

27 Az ecetsav

E téma anyaga segít nektek:

- megérteni az ecetsav-molekula felépítését;
- megismerni az ecetsav tulajdonságait;
- megismerkedni az ecetsav előállítási módszereivel és felhasználási területeivel.



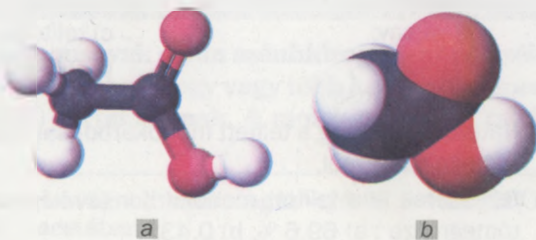
83. ábra
Ecet

Ecetsavoldatot, mely „ecet” néven ismert, az emberek már ősidők óta állítanak elő. Napjainkban az ipar étkezési (asztali) ecetet állít elő, amely 9 tömeg %-os (83. ábra). Felhasználása sokrétű, mindenhol más-más célra használják. Az ecetsav megnevezésén kívül a vegyészek etánsavnak is nevezik. Ez a név arra utal, hogy molekulájában, mint az etánéban, két szénatom van.

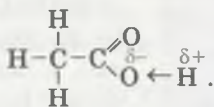
A molekula felépítése. Az ecetsav kémiai képlete: CH_3COOH , a szerkezeti képlete (84. ábra):



84. ábra
Az ecetsav-molekula modelljei:
a – gömb-pálcika modell;
b – méretarányos modell



Az ecetsav-molekulában $-\text{CH}_3$ szénhidrogén maradék és $-\text{COOH}$ karboxil-csoport található. A szénatomhoz kettős kötéssel kapcsolódó oxigénatom erős hatást gyakorol a közös elektrónpár eltolódására a hidroxil-csoportban:



85. ábra
Jégecetet
tartalmazó flakó
(hűvös helyen tartandó)

Az O-H-kötés az ecetsav-molekulában polárisabb, mint az alkoholmolekulákban. Ezzel magyarázható a vegyület savas tulajdonsága vizes oldatokban.

Fizikai tulajdonságai. Természetes körülmények között az ecetsav színtelen, szúrós szagú folyadék. $+16,7\text{ }^\circ\text{C}$ -on kristályosodik, olyan, mintha befagyott volna (85. ábra), ezért a tiszta, lehűtött ecetsavat jégecetnek nevezik. Az ecetsav forráspontja $+118,1\text{ }^\circ\text{C}$, magasabb, mint az etanolé ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, $+78,3\text{ }^\circ\text{C}$). Ez azzal magyarázható, hogy az ecetsavban több hidrogénkötés keletkezik (molekulájában két oxigénatom van, míg az alkoholéban csak egy).

Az ecetsav bármilyen arányban képes elegyedni a vízzel oldatot képezve.

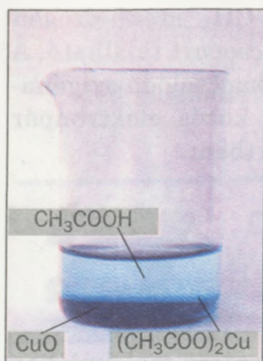
Kémiai tulajdonságai. Vizes oldatban az ecetsav, mint a szervetlen savak, hidrogénkationokra és savmaradék anionokra disszociál:



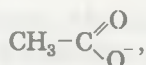
A folyamat az O-H poláris kovalens kötések felbomlásának következményeként megy végbe. A keletkezett hidrogén-kationok megváltoztatják az indikátor színét.

Az ecetsav gyenge sav: oldatában lényegesen több disszociálatlan molekula van jelen, mint ion.

Az ecetsav-anion szerkezeti képlete:



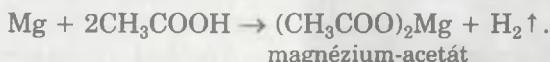
86. ábra
Az ecetsav reakciója
réz(II)-oxiddal



megnevezése: acetát-ion. Az ecetsav sóit acetátoknak nevezzük.

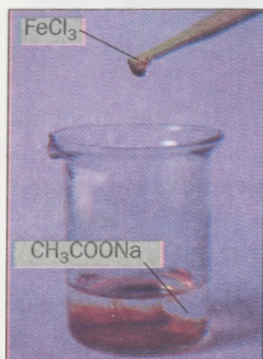
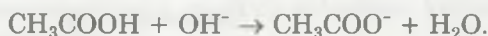
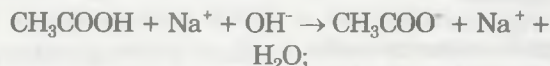
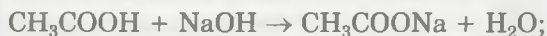
Reakciói fémekkel, oxidokkal, hidroxidokkal, sókkal. Az ecetsav kölcsönhatásba lép az aktív fémekkel (hidrogén kiválásával), a bázisképző és amfoter oxidokkal (86. ábra), bázisokkal, amfoter hidroxidokkal, némelyik gyenge sav sójával (például karbonátokkal).

Felírjuk a sav és fém között lejátszódó reakció egyenletét:



Figyeljétek meg: a szerves savak sóinak képleteiben először az anionokat tüntetik fel, majd a kationokat.

Az ion-molekula egyenletekben a gyenge savakat, így az ecetsavat is, disszociálatlan formában tüntetik fel:



87. ábra
A vas(III) sójának
reakciója nátrium-
acetáttal

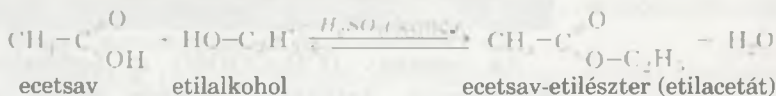
► Írjátok fel az ecetsav és a kálium-karbonát oldat reakciójának molekula- és ion-molekula egyenletét.

Az acetát-ionokat az oldatban Fe^{3+} -kationokat tartalmazó oldat néhány cseppjével mutathatjuk ki. A lejátszódó reakció következtében a folyadék sötétvörös színűvé változik (87. ábra).

Reakciói az alkoholokkal. Az észterek.

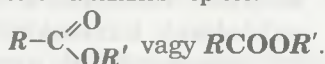
Az ecetsav koncentrált kénsav jelenlétében etilalkohollal reagál. A reakció során keletkezett szerves vegyület az észterek¹ csoportjába tartozik:

¹ Ezeket a vegyületeket régebben összetett étereknek nevezték.



88. ábra
Az észterek
forrásai
a természetben

Az észterek a karbonsavak olyan származékai, amelyeknek molekulájában a karboxil-csoport hidrogénatomját szénhidrogén maradék helyettesíti. Az észterek általános képlete:

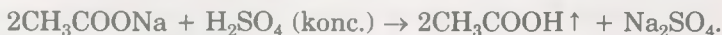


Az alkoholok és savak között lejátszódó reakciókat *észteresítési reakciónak* nevezzük. Ezek a reakciók megfordíthatók (11. téma). Ahhoz, hogy segítsük az előrehaladó reakció lefolyását, vagyis az észter keletkezésének irányába toljuk el a reakciót, az észtert vagy a vizet el kell távolítani a reakcióelegyből (például lepárlással).

A kis molekulatömegű észterek szintelen folyadékok, legtöbbjük kellemes illatú. Vízben nem, de szerves oldószerekben oldódnak.

Az észterek határozzák meg sok virág, gyümölcs és más növények illatát (88. ábra). Több észter parfümök, kozmetikai szerek komponense, egyesek édességekben és italokban találhatók.

Előállítás. Laboratóriumban az ecetsavat szilárd sójának és koncentrált kénsavnak cserebomlási reakciójával állítják elő. A vegyületek kölcsönhatását hevítéssel segítik, az ecetsav gázhalmazállapotban válik ki:



Ecetsav az etilalkohol oxidációja során keletkezik vizes oldatban, a levegő oxigénjének felhasználásával, sajátos baktériumok jelenlétében. A reakció akkor megy végbe, ha az alkohol tömegrésze az oldatban nem haladja meg a 10%-ot. Ezt a folyamatot ecetsavas erjedésnek nevezzük. Ilyen módszerrel (a bor megsavanyodásával) állították elő a régi időkben az ecetet.

Felhasználása. A karbonsavak közül az emberi ség először az ecetsavat ismerte meg. Széleskörűen alkalmazzák a vegyi- és az élelmiszeriparban, valamint a háztartásban.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az ecetsav (CH_3COOH) a legfontosabb karbonsav. Színtelen, szúrós szagú folyadék, a vízzel bármilyen arányban elegyedik.

Az ecetsav gyenge sav. Kölcsönhatásba lép az aktív fémekkel hidrogén kiválása mellett, valamint a bázisképző és amfoter oxidokkal, bázisokkal, amfoter hidroxidokkal, egyes sókkal. Az ecetsav reagál az alkoholokkal, miközben észterek keletkeznek, melyeknek általános képlete: RCOOR' .

Az ecetsavat széleskörűen alkalmazzák különböző gazdasági területeken és a háztartásban.



238. Magyarázzátok meg, miért disszociál vizes oldatban az ecetsav.
239. Írjátok fel a reakciók egyenleteit és nevezzétek meg termékeit:
- a) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Li} \rightarrow \dots$ b) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \dots$
 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{ZnO} \rightarrow \dots$ $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{FeCO}_3 \rightarrow \dots$
240. Írjátok fel két-két molekulaegyenletet, amelyek a következő ion-molekula egyenletnek felelnek meg:
a) $\text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^- = \text{CH}_3\text{COOH}$; b) $\text{S}^{2-} + 2\text{CH}_3\text{COOH} = \text{H}_2\text{S} + 2\text{CH}_3\text{COO}^-$.
241. Hasonlítsátok össze az etilalkoholt az ecetsavval molekuláik összetétele és felépítése, valamint tulajdonságaik alapján, és töltsétek ki a táblázatot:

	Etilalkohol	Ecetsav
Kémiai (molekula-) képlet		
A molekula szerkezeti képlete		
Fizikai tulajdonságok		
Kémiai tulajdonságok (a reakciók egyenletei)		

242. Mit nevezünk észtereknek? Hogyan állíthatjuk elő ezeket a vegyületeket?
243. Írjátok fel az ecetsav és a metilalkohol reakciójának egyenletét és kommentáljátok a reakciót.

244. Az ecetsav sójának relatív molekulatömege 142. Határozzátok meg ennek a sónak a képletét és nevezzétek meg.
245. Számítsátok ki a 32 tömeg%-os kálium-hidroxid oldat tömegét, amelynek semlegesítésére 12 tömeg%-os 50 g ecetsav oldatot használtak fel.
246. Milyen tömegű eceteszeneciát és vizet kell venni 400 g 9 tömeg%-os étkezési ecet előállításához? Vegyétek figyelembe, hogy az eceteszenecia 80 tömeg%-os oldat.
247. 35 g hangya- és ecetsav elegyének megfelelő mennyiségű nátrium-karbonáttal történő kölcsönhatásakor 7,84 l gáz fejlődött (n.k.k.). Határozzátok meg a savak tömegrészét az elegyen.

4. GYAKORLATI MUNKA

Az ecetsav tulajdonságai

1. KÍSÉRLET

Az ecetsav hatása az indikátorra

Ecetsav oldatot tartalmazó kémcsőből vegyetek ki üvegpálcikával egy cseppet és vigyétek át univerzális indikátorpapírra¹. Mit figyeltek meg? Írjátok fel az ecetsav elektrolitikus disszociációjának egyenletét.

2. KÍSÉRLET

Az ecetsav reakciója fémmel

Kémcsőbe óvatosan tegyetek egy granula cinket, és öntsetek hozzá 1–2 ml ecetsav oldatot. Mit figyeltek meg? Abban az esetben, ha a reakció jelét nem látjátok, a kémcső tartalmát melegítsetek fel, de ne forraljátok.

3. KÍSÉRLET

Az ecetsav reakciója bázisképző (amfoter) oxiddal

Kémcsőbe tegyetek kevés réz(II)-oxid port, és öntsetek hozzá 1–2 ml ecetsav oldatot. Mit figyeltek meg? Melegítsetek a kémcső tartalmát, de ne forraljátok fel.

¹ A tanár másféle indikátort is ajánlhat.

4. KÍSÉRLET

Az ecetsav reakciója lúggal

Kémcsőbe öntsetek 1 ml ecetsav oldatot, és adjatok hozzá egy csepp fenoltalein oldatot. Cseppenként adagoljatok a kémcsőbe nátrium-hidroxid oldatot. Jegyezzétek fel a látott jelenséget, amely arról tanúskodik, hogy a sav teljes mértékben reagált a lúggal.

5. KÍSÉRLET

Az ecetsav reakciója oldhatatlan bázissal (vagy amfoter hidroxiddal)

Kémcsőbe öntsetek 1–2 ml lúgoldatot, és adjatok hozzá egy kevés réz(II)-szulfát oldatot.

Mit figyeltek meg?

Öntsetek a csapadékot tartalmazó elegyhez 2 ml ecetsav oldatot. Mi történik a kémcsőben?

6. KÍSÉRLET

Az ecetsav reakciója sóval

A kémcsőbe szórjatok kevés kalcium-karbonátot és öntsetek hozzá 1–2 ml ecetsav oldatot. Mit figyeltek meg?

A kísérletek során tett megfigyeléseiteket írástok be az alábbi táblázatba. A munka végeztével írástok be következtetéseiteket is és a megfelelő reakciók molekula- és ion-molekula egyenleteit.

A kísérletek sorrendje	Megfigyelések	Következtetés
1. kísérlet. Az ecetsav hatása...		
...	...	...
A reakció(k) egyenlete(i):		

?

248. Magyarazzátok meg, hogy a 4. kísérletben miért használtatok indikátort.
249. Mi lesz az eredménye a 6. kísérletnek, ha a kalcium-karbonátot: a) nátrium-karbonátra; b) kalcium-szulfátra cseréljük? A feleleteket indokoljátok meg.

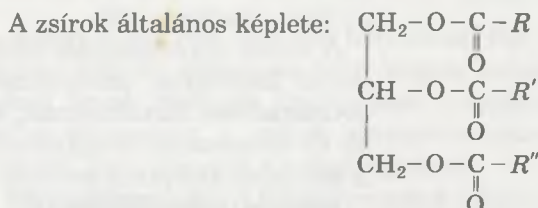
28 A zsírok

E téma anyaga segít nektek:

- jellemezni a zsírok összetételét és tulajdonságait;
- megismerni a szilárd és folyékony zsírok előállításának módszereit;
- megérteni a zsírok biológiai szerepét a szervezetben.

A természetben széleskörűen elterjedtek azok a vegyületek, amelyek általános megnevezése – zsírok. Ezek az anyagok ismerősek számotokra mindennapjaitokból (89. ábra).

A zsírok a glicerinnel magas szénatomszámú karbonsavakkal képzett észterei.



ahol: R, R', R'' – szénhidrogén maradékok (több esetben különböznek, de lehetnek egyformák).

A leggyakoribb zsírsavak a telített palmitin- ($\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$) és sztearinsav ($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$), valamint a telítetlen oleinsav ($\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$) (26. téma). Abban az esetben, ha a zsírmolekula három sztearinsav maradékot tartalmaz – *trisztearin*, ha három oleinsav maradékot – *triolein* a neve.

A természetes zsírok mindig tartalmaznak idegen anyagokat, például zsírsavakat, vitaminokat és más, biológiailag fontos vegyületeket, vizet.

Csoportosításuk. Eredetük szerint a zsírokat állati és növényi zsírookra osztják.

Az állati zsírok (marha-, disznózsír, vaj) túlnyomórészt a glicerinnel telített savakkal (szte-



89. ábra
Étkezési zsírok

arin- és palmitinsavval) képzett észtereit tartalmazzák. A tengeri emlősök és halak zsírja abban különbözik, hogy magas a – molekulájukban négy-nél több kettős kötést tartalmazó – telítetlen savakból képzett észtertartalma.

A *növényi zsírokat* olajoknak nevezik. A legfontosabb közülük a napraforgó-, az oliva-, a kukorica- és a lenolaj. Az olajok túlnyomórészt olein- és más telítetlen savak észtereit tartalmazzák. A kókusz- és pálmazsírban viszont túlnyomórészt telített savak származékai találhatók.

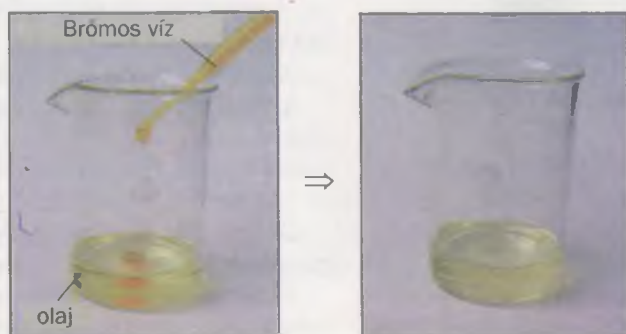
Fizikai tulajdonságaik. Az állati zsírok, a halzsír kivételével, szilárd anyagok, a növényi zsírok – folyadékok (kivételt a kókusz- és pálmazsír képez).

A zsírok szaga és színe különböző idegen anyagok jelenlététől függ.

A zsírok vízben nem oldódnak, de jól oldhatók benzinnel, petróleummal és más szerves oldószerrel. Vízrel összerázva emulziók képződnek (például ilyen emulzió a tej).

A zsírok olvadáspontja attól függ, hogy milyen savból képződtek: amelyeknek molekulái telített savmaradékot tartalmaznak, magas olvadáspontúak és természetes körülmények között szilárdak. A telítetlen zsírsavak észterei folyadékok.

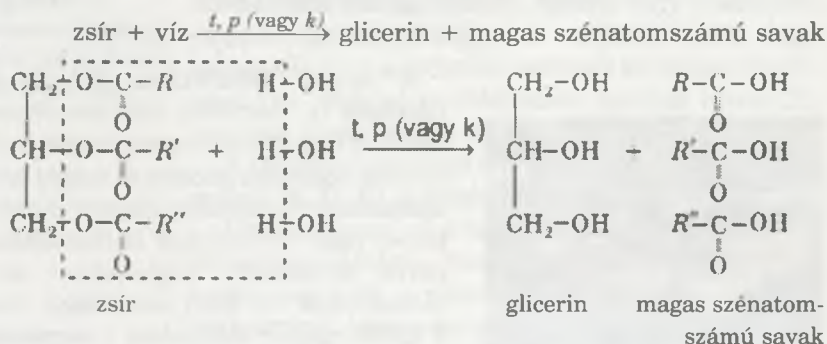
Kémiai tulajdonságaik. A zsírok, mint más észterek is, meghatározott körülmények között reagálnak a vízzel; a telítetlen savak észterei hidrogént, halogéneket kötnek meg (90. ábra), kálium-permanganáttal oxidálódnak.



90. ábra
Olaj kölcsönhatása
brómos vízzel

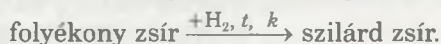
Hidrolízisük¹. Hidrolízisnek nevezik a zsír reakcióját vízzel, melynek eredményeként glicerín és megfelelő savak keletkeznek. A zsír nem lép kölcsönhatásba még a forrásban lévő vízzel sem. Ahhoz, hogy a reakció végbemenjen, a zsír-víz elegyet 200–250 °C-ra kell hevíteni és megfelelő nyomást biztosítani, vagy katalizátort alkalmazni (az élő szervezetekben a zsír hidrolízise enzimek hatására megy végbe).

A zsír hidrolízisének sémája:



Abban az esetben, ha a zsír hidrolízisét lúg jelenlétében végzik, glicerinen kívül magas szénatomszámú savak sóelegyei keletkeznek – szappanok. Ezt a folyamatot a *zsírok elszappanosításának* nevezik. Ezen alapszik a szappangyártás.

Hidrogénezésük. A folyékony zsírok (olajok) hidrogént tudnak megkötni (addicionálni), miközben szilárd zsírokká alakulnak. Az ilyen reakció megvalósításához az olajat 160–240 °C-ra hevítik és hidrogént bocsátanak át rajta katalizátor jelenlétében:



A reakciótermékhez tejet, vaját, A- és D-vitamint adva vajszerű anyagot – margarint kapunk.

A zsírok hidrogénezése fontos a minőségi szappanok előállításának szempontjából is.

Termikus bomlásuk. 250–300 °C-on a zsírok felbomlanak, különböző vegyületek elegyét képezve.

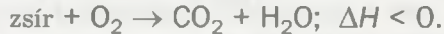
Oxidációjuk. Nedves levegőn a zsírok hidrolízisen esnek át (hidrolizálnak) és oxidálódnak.

¹ A kifejezés a görög *hüdör* – víz és *lüzisz* – bomlás, szétesés szavakból ered.

Ezeknek az átalakulásoknak a termékei molekuláikban kevesebb szénatomot tartalmazó szerves vegyületek. A keletkezett vegyületek nagy része kellemetlen illatú és keserű ízű (idéztek fel az avas vaj szagát és illatát).

A telítetlen zsírok kálium-permanganáttal és más oxidálószerekkel oxidálódnak.

A zsírok égése során teljes oxidációjuk megy végbe és szén-dioxid gáz, valamint víz keletkezik nagy mennyiségű hő kíséretével:



A zsírok előállítása. Először M. Berthelot (e.: bert(ö)lo) 1854-ben francia kémikus hajtott végre zsírszintézist, behegesztett edényben glicerint és magas szénatomszámú karbonsav elegyet hevítve. Idővel más módszereket is feltaláltak a zsírok szintézisére. Ugyanakkor egyik módszer sem lett ipari jelentőségű, mivel a zsírok nagyon elterjedtek a természetben, és előállításuk természetes nyersanyagból történik (91. ábra).



91. ábra
Az olajgyár egyik
részlege

Az olaj előállítását kétféle módszerrel valósítják meg. Az első módszerrel történő előállítása során a kiszáritott és idegen anyagoktól megtisztított napraforgó- vagy más növény magvait felaprítják, pörkölik és préselik. A kipréselt olajat összegyűjtik és tisztítják. A hevítésre azért van szükség, hogy csökkentsék az olaj sűrűségét, így préseléskor könnyebben kinyerhető a magvakból. Ezenkívül a magas hőmérséklet leállítja az enzimek működését, amelyek bontják a zsírokat és előidézik keseredésüket.

A másik módszer a magok meleg illékony oldószerrel (hexánnal, etanollal) történő átmosásán alapszik, amellyel az olaj kioldódik. Ezután az oldószert lepárlással eltávolítják.

A szilárd zsírok előállításának fő módszere a kiolvastás. A folyamat során a zsír kiolvad és elkülönül a visszamaradt hústól, víztől és más anyagoktól. Tisztítás után formákba öntik, ahol megszilárdul.

Felhasználásuk. A zsírokat az élelmiszeriparban, kozmetikai szerek előállításánál, gyógyászatban használják, valamint a technikában a termékek

Érdekes tudni
A növényekben
a zsírok a
magvakban
halmozódnak fel
(ezzel táplálko-
znak a csírák).

és fémek bevonására korrózió megelőzése céljából. Zsírok feldolgozásával állítanak elő glicerint, szappant és más anyagokat. Régebben a zsírok némelyikét mint gyúlékony anyagot helyiségek megvilágítására használták.

A zsírok biológiai szerepe. A zsírok a legfontosabb tápanyagaink közé tartoznak. A szervezet fő energiaforrásai. 1 g zsír teljes oxidációja során a szervezetben körülbelül 39 kJ hő fejlődik, ami kétszer több annál, ami ugyanennyi fehérje vagy szénhidrát elégetésekor termelődik. Az oxidáció során nagy mennyiségű víz keletkezik, melynek kivételes jelentősége van azoknál az állatoknál (például tevéknél), amelyek hosszú ideig víz nélkül kénytelenek élni.

A zsírok magas tápértékét a bennük oldható vitaminok (A, D, E) is meghatározzák.

Fontos szerep jut a zsíroknak az élő szervezetek hőszabályozásában. Rossz a hővezető-képességük, ezért megóvják a pingvineket, bálnákat, fókákat, rozmárokat, jegesmedvéket és más állatokat a megfagyástól.

KÖVETKEZTETÉSEK

A zsírok a glicerin és magas szénatomszámú karbonsavak (zsírsavak) észterei.

Növényi- és állati zsírokat különböztetünk meg. Az állati zsírok többsége szilárd, ezek telített savak észterei. A növényi zsírok többsége folyadék (olajoknak nevezik); ezek telítetlen savak származékai.

A zsírok vízben nem oldódnak, de megfelelő körülmények között kölcsönhatásba lépnek vele, vagyis hidrolizálnak. A hidrolízis termékei a glicerin és magas szénatomszámú karbonsavak. A telítetlen zsírok reagálnak a hidrogénnel és a halogénnel. A levegőn lassan oxidálódnak, melegítésnél elbomlanak.

A zsíroknak magas az energiaértéke, ennek megfelelően elválaszthatatlan részei táplálékainknak. Felhasználják őket az élelmiszeriparban és a gazdaság más területein.



250. Nevezzétek meg azokat a zsírokat, amelyeket táplálkozásunkban felhasználunk.
251. Milyen részekből épül fel a zsírmolekula?
252. Milyen összefüggés van a zsír összetétele és halmazállapota között?
253. Tüntessétek fel a zsírmolekula rövidített szerkezeti képletét, ha:
- a) három palmitinsav-maradékot tartalmaz;
 - b) három oleinsav-maradékot tartalmaz;
 - c) egy-egy palmitin-, olein- és vajsav-maradékot tartalmaz.
254. Nevezzétek meg a zsírok részvételével lejátszódó reakciótípusokat.
255. Állítsátok fel a triolein hidrogénezési reakciójának egyenletét, ha a reakció terméke trisztearin.
256. Számítsátok ki a glicerín tömegét, amely szükséges mennyiségű kálium-hidroxid és 9,8 kg triolein kölcsönhatásakor keletkezik.
257. Milyen térfogatú hidrogén (n.k.k.) szükséges 55 kg triolein trisztearin-ná való átalakításához?
258. Állítsátok fel a trisztearin teljes oxidációjának termokémiai egyenletét, azzal a feltevéssel, hogy az adott zsír 1 grammjának elégetésekor 40 kJ hő keletkezik.

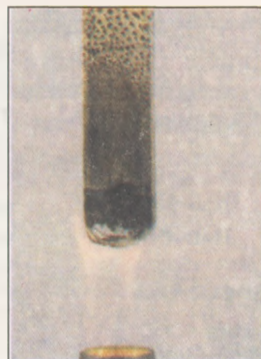
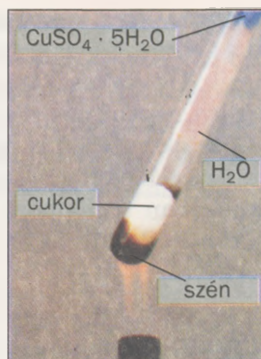
29 A szénhidrátok. A glükóz

E téma anyaga segít nektek:

- elképzelést nyerni a szénhidrátok összetételéről;
- megvilágítani a glükóz tulajdonságait;
- megismerni a glükóz felhasználásának területeit.

A szénhidrátok. Minden növényben megtalálható szerves anyag a cellulóz. Éppúgy, mint a keményítő, a cukor, a glükóz, a cellulóz is *szénhidrát* (a kifejezés a „szén” és „víz” szavakból ered). A csoporthoz tartozó vegyületek általános képlete: $C_n(H_2O)_m$ vagy $C_nH_{2m}O_m$ (az n és m értékei 3 vagy ennél nagyobb szám). Erős hevítés hatására, légmentes térben a szénhidrátok szénre és vízre esnek szét (92. ábra).

92. ábra
A szénhidrátok
termikus bontása



Egyes szénhidrátok viszonylag kis molekulákból épülnek fel, míg mások akár több ezer atomot tartalmazó molekulákból.

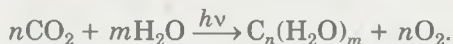
A szénhidrátok a legelterjedtebb szerves vegyületek a természetben, ugyanis minden élő szervezetben megtalálhatók.

A zöld növényekben és egyes baktériumokban a szénhidrátok a *fotoszintézis* eredményeként keletkeznek. A fotoszintézis összetett folyamat, amely során szerves anyagok szintetizálódnak szervesanyagokból (szén-dioxidból, vízből és oldott sókból) fényenergia felhasználásával (93. ábra). A növények fotoszintézisét oxigénkiválás kíséri.

A szénhidrátok fotoszintézisének sémája:

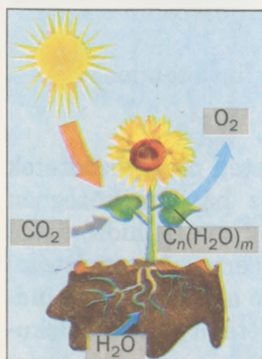
szén-dioxid gáz + víz $\xrightarrow{h\nu}$ szénhidrátok + oxigén,

összevont kémiai egyenlete:

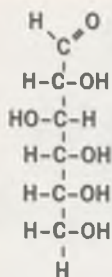


Az emberek és az állatok a szénhidrátokat a növényekből kapják (táplálékkal, takarmánnyal). Ezek az anyagok a szervezet energiaforrásaihoz tartoznak. Az energia a részvételükkel lejátszódó reakciók során szabadul fel.

A szénhidrátokat *monoszacharidokra* (hozájuk tartozik a glükóz, fruktóz), *diszacharidokra* (például a szacharóz, hétköznapi nevén cukor) és *poliszacharidokra* (keményítő, cellulóz) osztják. A di- és poliszacharidok megfelelő körülmények között képesek kölcsönhatásba lépni a vízzel (hidrolizálnak) és visszaalakulni monoszacharidokká.



93. ábra
Fotoszintézis

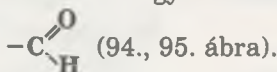


94. ábra
A glükózmolekula
szerkezeti képlete

Glükóz
 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

A glükóz. Az egyik legfontosabb monosza-
charid a glükóz. Egyes esetekben szőlőcukornak
is nevezik. Gyümölcsökben (legtöbb a szőlőben),
mézben és nagyon kis mennyiségben az embe-
rek és állatok vérében is megtalálható.

A glükóz molekulaképlete: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. A glükóz
molekulájában különböző funkciós csoportok
vannak: öt hidroxil- és egy aldehid-csoport



A $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ képlete azonos egy másik szén-
hidrát képletével, melynek neve fruktóz. Az
utóbbi vegyület a glükóztól molekulaszerve-
zetében különbözik.

Fizikai tulajdonságai. A glükóz fehér por
vagy színtelen kristályos anyag. A vízben jól oldó-
dik, édes ízű. A glükóz kevésbé édes, mint a cukor
(szacharóz).

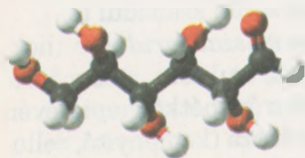
Kémiai tulajdonságai. A glükózban jelenlé-
vő különböző funkciós csoportok lehetővé teszik,
hogy a vegyület a rájuk jellemző reakciókba lép-
hessen.

22. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

A glükóz kölcsönhatása réz(II)-hidroxiddal

Kémcsőbe öntsetek 1 ml nátrium-hidroxid oldatot és adjatok
hozzá 3–4 csepp réz(II)-szulfát oldatot. A keletkezett réz(II)-hidro-
xidhoz adjatok 1 ml glükózoldatot és keverjétek össze az elegyet.
Milyen lett az oldat színe? Miről tanúskodik?

Ovatosan hevítsetek a kémcső tartalmát. Mit figyeltek meg?

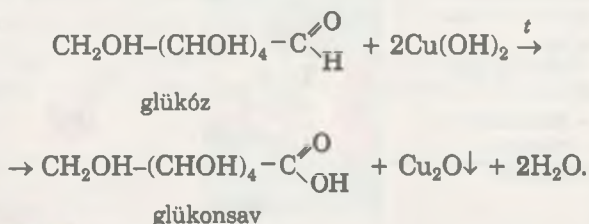


95. ábra
A glükózmolekula gömb-
pálcika modellje

Elvégezve a kísérletet, meggyőződtek
arról, hogy a glükóz bázikus közegben
kölcsönhatásba lép a réz(II)-hidroxiddal
éppúgy, mint a glicerín (háromértékű
alkohol). Ez a reakció alátámasztja a hid-
roxil-csoportok jelenlétét a glükózmoleku-
lában.

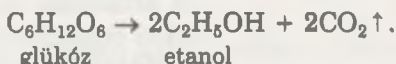
A glükózoldatnak a réz(II)-hidroxidhoz
történő hozzáadásával és hevítésével az

aldehid-csoport ($-\text{CHO}$) oxidációja megy végbe, miközbeni karboxil-csoporttá ($-\text{COOH}$) alakul. A glükóz oxidációjának terméke a glükonsav, a réz(II)-hidroxid pedig réz(I)-oxidá redukálódik (a kémiai egyenletekben a glükóz rövidített szerkezeti képletét használjuk):



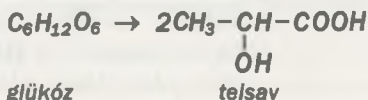
96. ábra
A szőlőle erjedése

A glükóz erjedési reakciókba is lép, amelyek mikroorganizmusok részvételével mennek végbe. Az élesztőenzimek hatására vizes oldatban a glükóz etilalkohollá alakul át:



Ezt a folyamatot *alkoholos erjedés*nek nevezzük, amelyet a borászatban (96. ábra) és a sörfőzésnél használnak.

A tejsavképző baktériumok enzimjei a glükózt tejsavvá alakítják át (ez a folyamat a tejsavas erjedés):

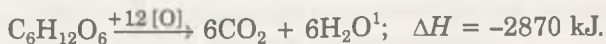


Ez a reakció játszódik le a zöldségek savanyítása-kor és a tej savanyodásakor is.

Előállítás. Az iparban a glükózt a keményítő és cukor (szacharóz) hidrolízisével állítják elő megfelelő feltételek mellett.

Felhasználása. A glükóz a cukrászipar egyik nyersanyaga. (97. a ábra). Belőle állítják elő az aszkorbinsavat (C-vitamint), a kalcium-glükonátot és más vegyületeket. A glükózt a gyógyászatban a túlterhelt embereknek ajánlják mint könnyen emészthető és magas kalóriatartalmú terméket (97. b ábra).

Ez a vegyület megtalálható a vérpótló folyadékok összetételében (97. c ábra). A glükóz oxidációja során a szervezet számára szükséges energia fejlődik:



97. ábra

A glükóz felhasználása:

- a – glükóztartalmú keksz;
- b – glükózszirup;
- c – injekciós glükózoldat



KÖVETKEZTETÉSEK

A szénhidrátok olyan vegyületek, amelyeknek általános képlete: $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_m$. A szervezet fontos energiaforrásai közé tartoznak. Ezek a vegyületek zöld növényekben és egyes baktériumokban képződnek fotoszintézis során.

A szénhidrátokat mono-, di- és poliszacharidokra osztják.

A glükóz a legfontosabb monoszacharid, képlete: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. A glükózmolekulában különböző funkciós csoportok találhatók, amelyek meghatározzák a vegyület kémiai tulajdonságait. A glükózt a cukrásziparban és a gyógyászatban alkalmazzák.

?

259. Milyen vegyületeket nevezünk szénhidrátoknak? Magyarázzátok meg a megnevezés eredetét.
260. Támasszátok alá, hogy az ecetsav molekulaösszetétele megfelel a szénhidrátok általános képletének: $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_m$. Tekinthető-e ez a vegyület szénhidrátnak? Miért?

¹ Az [O] egyezményes felirattal gyakran helyettesítik az oxidálószer képletét a szerves kémiában.

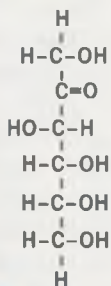
261. Hogyan lehet kísérlettel kimutatni a glükózmolekulában jelenlévő:
 a) hidroxil-csoportokat;
 b) aldehid-csoportot?
262. Számítsátok ki az elemek tömegrészét a glükózban.
263. Milyen tömegű vízben kell feloldani 50 g glükózt, hogy 25 tömeg%-os oldatot kapjunk?
264. Milyen térfogatú szén-dioxid gáz (n.k.k.) keletkezik az erjedés során 90 g glükóz teljes átalakulásakor etilalkohollá?
265. Számítsátok ki a glükóz oldhatóságát 20 °C-on (grammokban/100 g víz), ha 80 g telített oldata a megadott hőmérsékleten 43,7 g vizet tartalmaz.

ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA

A fruktóz

A fruktóz vagy gyümölcscukor sok gyümölcs és termés összetételében, valamint a mézben is megtalálható. Molekulaképlete megegyezik a glükózé-

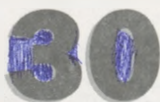
vel: $C_6H_{12}O_6$, de a fruktózmolekula aldehid-csoport helyett ketoncsoportot tartalmaz $>C=O$ (98. ábra). A glükóz és a fruktóz - izomerek.



A fruktóz színtelen kristályos anyag, a vízben jól oldódik. Háromszor édesebb a glükóznál és 1,5-szer a közönséges cukornál (szacharóznál). A fruktózt és származékait a gyógyászatban, különösen a cukorbetegség táplálékkiegészítőinek előállításánál használják.

98. ábra

A fruktózmolekula szerkezeti képlete



A szacharóz

E téma anyaga segít nektek:

- megismerni a szacharóz (közönséges cukor) tulajdonságait;
- megismerni a szacharóz előállításának módszereit.

A szacharóz közismert vegyület – ez a közönséges cukor. Fontos tápanyag. Legtöbb a cukorrépában és

a cukornádban található (99. ábra); a cukor tömegrésze bennük elérheti a 27%-ot. Ez a vegyület megtalálható a levelek és fák nedveiben, gyümölcsökben és zöldségekben egyaránt. A növényekben a fotoszintézis során keletkezik.

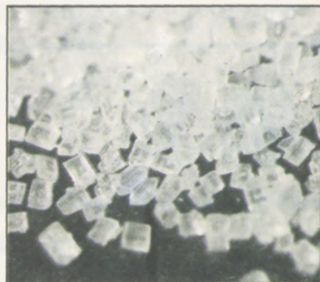
99. ábra
Magas
szacharóztartal-
mú növények:
a - cukorrépa;
b - cukornád



A szacharóz képlete: $C_{12}H_{22}O_{11}$. Ez a szénhidrát a diszacharidok csoportjába tartozik. Molekulája két monoszacharid maradékból tevődik össze: glükózból és fruktózból.

Szacharóz $C_{12}H_{22}O_{11}$

Fizikai tulajdonságai. A szacharóz fehér kristályos anyag (100. ábra), édes ízű, a vízben nagyon jól oldódik (20 °C-on 203 g/100 g vízben, 100 °C-on – 487 g). Telített oldata magas sűrűségű, ezt szirupnak nevezzük.



100. ábra
A szacharóz
mikrofelvétele

184 °C hőmérsékleten a szacharóz megolvad, további melegítésnél elbomlik. Olvadéka barna színű és égetett cukor illatú. A cukor ilyen átalaku-

lását karamellizációnak (a kifejezés a „karamella” szóból ered) nevezzük.

Kémiai tulajdonságai. A szacharóz megfelelő feltételek mellett kölcsönhatásba lép a vízzel. Jellemzők rá mindazok a reakciók, amelyek a többértékű alkoholokra.

Hidrolízise. Az enzimek hatására vagy melegítéskor erős szervesen savak jelenlétében a szacharóz hidrolizál. Az ilyen reakció eredményeként a vegyület mindegyik molekulájából két molekula megfelelő monoszacharid keletkezik:

szacharóz + víz $\xrightarrow{k \text{ vagy } t, H_2SO_4}$ glükóz + fruktóz.

Reakciója réz(II)-hidroxiddal. A szacharóz-molekulában néhány hidroxil-csoport található. Ezért a vegyület, mint a glicerín és a glükóz, kölcsönhatásba lép a réz(II)-hidroxiddal.

23. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

A szacharóz reakciója réz(II)-hidroxiddal

Kémcsőbe öntsetek 1 ml nátrium-hidroxid oldatot és 3–4 csepp réz(II)-szulfát oldatot. Figyeljétek meg a réz(II)-hidroxid csapadék kiválását. Öntsetek a kémcsőbe 1–2 ml szacharóz (cukor) oldatot és keverjétek meg az elegyet. Mit figyeltek meg?

A kémcső tartalmát melegítétek, de ne forraljátok fel. Keletkezik-e réz(I)-oxid, mint a glükóz esetében (172. old.)?

Amikor hozzáadjuk a szacharóz oldatot a réz(II)-hidroxid csapadékhhoz, az feloldódik és a folyadék kék színű lesz. Ugyanakkor, a glükózzal ellentétben, a szacharóz nem redukálja a réz(II)-hidroxidot réz(I)-oxidá.

Dehidratációja. Abban az esetben, ha a szacharózra koncentrált kénsavval hatunk, a szacharóz elkezd bomlani, ugyanis a sav „elvonja” molekuláiból a vízmolekulákat. Az átalakulás egyszerűsített sémája:



Ezt a reakciót gyakran mutatják be érdekes kísérletként, a neve „fekete ujj”. Egy közepes méretű főzőpohárba finomra tört porcukrot szórunk (az edény 1/3–1/4 térfogatáig) és hozzáöntünk egy kevés vizet. A pohár tartalmát üvegpálcikával jól összekeverjük, majd koncentrált kénsavat adunk hozzá (a pohár feléig) és gyorsan összekeverjük. Az elegy melegszik és elkezd sötétedni, térfogata nő (101. ábra). Vízgőz válik ki, a cukor szénné alakul (szilárd, fekete színű maradék).



101. ábra
A cukor bontása
koncentrált kénsavval

Oxidációja. A laboratóriumi kísérletet elvégezve meggyőződtek arról, hogy a szacharóz nem redukálja a réz(II) vegyületét, vagyis nem képes „enyhén” oxidálódni és más szerves vegyületté átalakulni.

Az anyag teljes oxidációja égése során megy végbe. Próbáljátok meggyújtani a cukrot. Ez nem fog nektek sikerülni, de ha egy kockacukorra kevés cigarettahamut szórunk, a cukor meggyullad (102. ábra). A hamu a reakcióban a katalizátor szerepét tölti be.

Előállítás. Szacharózt nagy mennyiségben állítanak elő. A cukorgyárakban (103. ábra) a cukorrépat megmossák, felaprítják és forró vízzel teljesen kivonják belőle a cukrot. A szacharózzal együtt más, vízben jól oldódó anyagok is az oldatba kerülnek. Azok, amelyek kolloid oldatot alkotnak (fehérjék, keményítő), a növényi sejtekben maradnak. Azután az oldathoz mész szuszpenziót adnak. A kalcium-hidroxid reagál a szerves savakkal és más jelenlévő szerves anyagokkal, rosszul oldódó vegyületeket alkotva. A szacharóz viszont a kölcsönhatás során oldható kalcium-szacharáttá alakul. A keletkezett oldatot leszűrjük és szén-dioxid gázt áramoltatnak át rajta. A kalcium-szacharát és a visszamaradt mész reagál a szén-dioxiddal, miközben szacharóz és kalcium-karbonát-csapadék képződik. A szacharóz oldatot leszűrjük, tisztítják



102. ábra
A cukor égése



103. ábra
A cukorgyár egy részlege



104. ábra
Cukor

és lepárolják. Ebből kristályosodik ki a cukor.

Ukrajna a világ egyik legnagyobb cukor-termelő országa. Hazánkban több mint 100 cukorgyár működik. Évente 1,5–2 millió tonna cukrot állítanak elő.

Felhasználása. A szacharóz fontos tápanyag (104. ábra). A cukrot közvetlenül különböző cukrászati termékekhez adják. A gyümölcsök jó tartósítószerre, ezért befőttek, dzsemek stb. előállításánál használják (ennél az eljárásnál a cukor és a gyümölcs aránya nem lehet kevesebb, mint 1:1).

A szacharóz az alkohol és némely más szerves vegyület előállításának a nyersanyaga.

KÖVETKEZTETÉSEK

A szacharóz (közönséges cukor) ($C_{12}H_{22}O_{11}$) közismert vegyület. Fontos része táplálkozásunknak. Megtalálható a cukorrépában és a cukornádban.

A szacharóz fehér kristályos anyag, édes ízű, a vízben jól oldódik. A szacharóz megfelelő feltételek mellett hidrolizál, miközben glükózzá és fruktózzá alakul. Kölcsönhatásba lép a réz(II)-hidroxiddal, melegítés hatására elbomlik.

A cukrot természetes nyersanyagból állítják elő nagy mennyiségben. Elemszerek összetevőjeként és cukrászkészítmények édesítésére használják. Cukorból állítják elő az etilalkohol egy részét.

?

266. Miért tartozik a szacharóz a diszacharidokhoz?

267. Hogyan lehet megkülönböztetni a szacharózt a glükóztól?

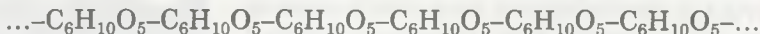
268. Hogyan állíthatunk elő szacharózból etanolt? Írjátok fel a megfelelő kémiai egyenleteket, és tüntessétek fel a reakciók lefolyásának feltételeit.
269. Nevezzétek meg a cukorgyártás kémiai folyamatait.
270. Számítsátok ki az elemek tömegrészét a szacharózban.
271. Határozzátok meg a szacharóz anyagmennyiségét a szénhidrát 0,5 kg-jában.
272. Milyen tömegű szacharózt kell vennünk 500 g 10 tömeg%-os oldat elkészítéséhez? (Szóbelileg.)
273. 200 g 5 tömeg%-os és 300 g 20 tömeg%-os szacharózoldatot elegyítetek. Számítsátok ki a szacharóz tömegrészét a keletkezett oldatban.
274. Milyen térfogatú 4 tömeg%-os és $0,79 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű etilalkoholt lehet előállítani 50 kg cukorból? Vegyétek figyelembe, hogy a reakció teljesen végbemegy és nincs veszteség.

31 A keményítő. A cellulóz

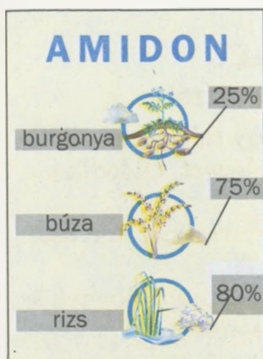
E téma anyaga segít nektek:

- felismerni a keményítő és a cellulóz összetételében lévő különbségeket;
- megtudni, hol található a keményítő és a cellulóz a természetben;
- összehasonlítani a keményítő és a cellulóz tulajdonságait;
- megismerni a keményítő és a cellulóz felhasználási területeit.

A keményítő és a cellulóz poliszacharidok. Ezek a szénhidrátok növényekben találhatók éppúgy, mint a glükóz és a szacharóz. A keményítő és a cellulóz természetes polimerek. Molekuláik több száz és ezer $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ atomcsoportból – glükóz-maradékból épülnek fel:



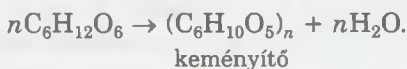
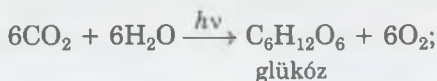
A keményítőnek és a cellulóznak egyforma az általános képlete $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$, de az n értéke különbözik; a cellulóz molekulái sokkal hosszabbak, mint a keményítőéi.



105. ábra
A növények keményítő-
tartalma
(tömeg%-ban)

A keményítő. A keményítő éppúgy, mint a cukor, nagyon fontos az ember számára és nagyon sok élelmiszerben megtalálható.

A keményítő a növények egyedülálló energiaforrása, elsősorban a csírázáshoz szükséges. A levelekben és a szárban képződik a fotoszintézis és a szénhidrátok kölcsönös átalakulása következtében:



A keményítő felhalmozódik a magvakban, a burgonyában, különböző gyümölcsökben és más termésekben, a növények gyökereiben (105. ábra).

Fizikai tulajdonságai. A keményítő fehér szemcsés anyag, nincs se illata, se íze, hideg vízben nem oldódik, meleg vízben kolloid oldatot képez. A keményítő sűrű oldatát ragasztóként (a neve keményítőcsiriz) használják.

A burgonyakeményítő ránézésre búzaliszthez hasonló. Megkülönböztetni a lisztől a következőképpen lehet: ha kevés keményítőt ujjunk között dörzsölünk, hallatszik a keményítőszemcsék recsege.

Hevítéskor a keményítő nem olvad, hanem felbomlik.

Felépítése. A keményítő nem tiszta anyag, hanem két polimer elegye: az amilózé és az amilopektin. Mindkét vegyületnek ugyanolyan a képlete, mint a keményítőé: $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$.

Az amilóz nem szerteágazó molekulákból, az amilopektin szertágazó molekulákból áll. A burgonyakeményítőben kevesebb amilóz van, mint amilopektin. Az amilóz a keményítőszemcsék közepében található, az amilopektin a szemcse külső burkában. Amikor a keményítőhöz meleg vizet adunk, a burok szétesik, az amilóz feloldódik, az amilopektin viszont csak megduzzad.

Keményítő ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)_n

Érdekes tudni
A burgonyából nyert keményítőt burgonyalisztnek nevezik.

24. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

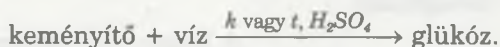
A keményítő kölcsönhatása vízzel

Kémcsőbe szórjatok kevés keményítőt (épphogy takarja az alját), adjatok hozzá 4 ml vizet és keverjétek meg az elegyet. Oldódik-e a keményítő hideg vízben?

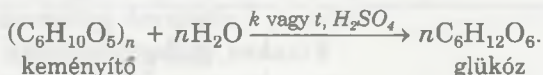
Állandó rázás mellett hevítétek a kémcső tartalmát forrásig. Figyeljétek meg a kolloid oldat keletkezését.

Hideg vizet tartalmazó pohárba helyezve a kémcsövet hűtsétek le a kapott oldatot és hagyjátok ott a következő kísérletig.

Kémiai tulajdonságai. Enzimek hatására vagy melegítésre szervesen savak jelenlétében a keményítő hidrolizál:



A folyamat egyszerűsített kémiai egyenlete:



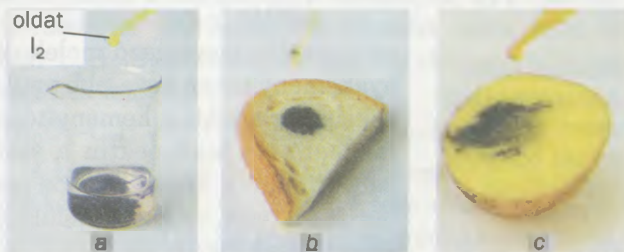
A keményítő hidrolízise lépcsőzetesen megy végbe:
keményítő $\rightarrow$ dextrinek $\rightarrow$ glükóz.

A dextrinek olyan vegyületek, amelyeknek molekulaképlete megegyezik a keményítőével, de kisebb a molekulatömegük. Jól oldódnak a vízben, ezért jobban hasznosulnak a szervezetben. Dextrinek keletkeznek burgonya- és kenyérsütéskor.

A keményítő hidrolízise termékeinek elegyét melasznak nevezik és a cukrásziparban használják.

Reakciója jóddal. A jóddoldat a keményítővel jellegzetes kékes színeződéssel lép kölcsönhatásba

106. ábra
A keményítő
kimutatása:
a – vizes oldatá-
ban;
b – kenyérben;
c – burgonyában



(106. ábra), amely 100 °C-on eltűnik, hűtéskor megint megjelenik. Ezzel a módszerrel lehet megkülönböztetni a keményítőt más szerves anyagoktól.

25. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

A keményítő kölcsönhatása jóddal

A keményítőoldathoz, amely az előző kísérlethől maradt, adjatok egy csepp jódtinktúrát és jegyezzétek fel a jellegzetes szín megjelenését.

Hevítsétek a folyadékot forrásig. Megváltozik-e az oldat színe?

Hűtsétek le a kémcső tartalmát. Mit figyeltek meg?

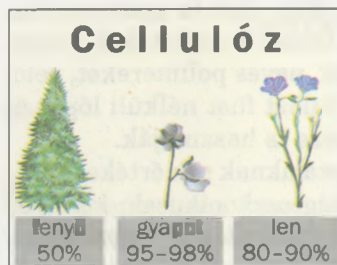
A keményítő abban különbözik a glükóztól és a szacharóztól, hogy oldatában nem oldódik fel a réz(II)-hidroxid csapadéka. Ahogy a szacharóz, úgy a keményítő sem redukálja a réz(II) vegyületeit. Ebben különbözik a keményítő a glükóztól.

Előállítás. Az iparban a keményítőt túlnyomórészt burgonyából és kukoricából állítják elő. A nyersanyagot felaprítják, hideg vizes atmosférával kivonják a keményítőszemcséket, majd ülepítéssel vagy centrifugálással kiválasztják.

Felhasználása. A keményítő fontos tápanyag. Nyersanyaga a glükóznak, az etilalkoholnak, az acetonnak, a glicerinnak és a citromsavnak. Felhasználják papír, textil, egyes polimerek, ragasztók, vitaminok előállításánál, valamint a háztartásban. Egyes élelmiszerekhez, többek között kolbászfélekhez adagolják.

A cellulóz. A legelterjedtebb szénhidrát a növényvilágban. A cellulóz a növényekben az „építőanyag” szerepét tölti be, a növényi sejtfal szilárdító anyaga. Ezzel magyarázható a másik megnevezése: rost.

Megtalálható a gyapotban, lenben (107. ábra), nádban és más növényekben, valamint a gyümölcsökben és



107. ábra
A cellulóz tömegrésze
a növényekben

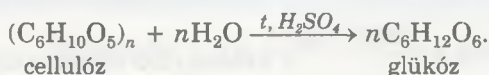
Cellulóz
(C₆H₁₀O₅)_n

zölkségekbén. Cellulóz van a lisztben, lisztke-szítményekben és darákban.

A cellulózmolekulák nem szerteágazó felépíté-sűek.

Tulajdonságai. A tiszta cellulóz fehér színű kemény, rostos anyag, vízben és szerves oldósze-rekben nem oldódik. A keményítővel ellentétben nem változtatja meg a jóddoldat színét.

Hidrolízise. A cellulóz ugyanolyan feltételek mellett lép kölcsönhatásba a vízzel, mint a kemé-nyítő – hevítéskor szervesetlen savak jelenlétében. A folyamat lépcsőzetesen megy végbe, végtermé-ke a glükóz. A cellulóz hidrolízisének egyszerűsí-tett kémiai egyenlete:



Természetes környezetben a cellulóz fokozato-san bomlik el. A folyamat mikroorganizmusok közreműködésével történik. A cellulóz átalakulá-sának végterméke szén-dioxid és víz, de levegőtől elzárt környezetben (például a vízforrások alján) széndioxid helyett metán keletkezik.

Előállítás. A cellulóz előállítására fát és más növényeket használnak. A nyersanyagot fel-aprítják, melegítés és nem nagy nyomás mellett különböző reagensek oldataival átdolgozzák az idegen anyagok eltávolítása céljából. A visszama-radt anyagot, ami már tiszta cellulóz, megszárit-ják.

Felhasználása. A cellulózból és származékai-ból papírt, kartont, különböző szöveteket, rosto-kat, lakkokat, festékeket, egyes polimereket, celo-fánt állítanak elő. A cellulózt füst nélküli lőpor és acetát-selyem előállítására is használják.

A cellulózból készült szálaknak sok értékes tulaj-donságuk van: erősek, higroszkopikusak, könnyen festhetők. Ugyanakkor nem eléggé rugalmasak, nehezen formatartók, gyúlékonyak és a mikroorga-nizmusokkal szemben nem ellenállók. Ezeket a hát-rányokat úgy küszöbölik ki, hogy a szöveteket különböző anyagokkal kezelik.

Érdekes tudni
A savval
átítatott és
megszáritott
cellulóz
könnyen porrá
hullik szét.

A papír az egyik legfontosabb cellulózszármazék. Nélküle nem tudjuk elképzelni életünket. A papírt i.e. a II. században találták fel Kínában. Először gyapotból és bambuszból, majd a középkorban rongyból állították elő. A XVIII. században kezdték el papírgyártásra használni a fát.

Napjainkban az ipar sokféle papírt állít elő: újság-, nyomda-, levél- és csomagolópapírt stb. A szűrőpapír majdnem tiszta cellulóz.

KÖVETKEZTETÉSEK

A keményítő és a cellulóz poliszacharidok. Ezek természetes polimerek. Egyforma az általános képletük $(C_6H_{10}O_5)_n$, de benne az n értékek különbözőek (a cellulóznál ezek az értékek nagyobbak).

A keményítő két vegyület elegye – az amilózé és az amilopektiné. Felhalmozódik a burgonyában, a kalászosok magvaiban és más növényekben. A vízzel kolloid oldatot képez és megfelelő körülmények között hidrolizál. A keményítőt az élelmiszeriparban, valamint alkohol és glükóz nyersanyagaként használják.

A cellulóz a növények fő alkotója. Fehér színű rostos anyag, vízben nem oldódik. Savak jelenlétében a cellulóz hidrolízist szenved. A cellulózt papír, karton, rostos anyagok, természetes szövetek gyártására használják.

?

275. Szerintetek a keményítőt és a cellulózt miért nevezik poliszacharidnak?
276. Állítsátok fel a poliszacharid égési reakciójának egyenletét.
277. Hogyan lehet megvalósítani a következő átalakulásokat:
cellulóz $\rightarrow$ glükóz $\rightarrow$ etanol? Írjátok fel a megfelelő kémiai egyenleteket és tüntessétek fel a reakció feltételeit.

278. Milyen tömegű 20 tömeg%-os keményítőt tartalmazó burgonyát kell vennünk ahhoz, hogy 100 kg etanolt állítsunk elő, ha az összes gyártási veszteség 15%?
279. Számítsátok ki a fotoszintézis során keletkezett keményítő tömegét, ha a növények ezalatt 8 tonna oxigént választottak ki.

KÍSÉRLETEZZÜNK OTTHON

A keményítő kimutatása élelmiszerekben

Mutassátok ki a keményítő jelenlétét vagy hiányát élelmiszerekben (vagy oldataikban) a jó d alkoholos oldatával.

A kísérlet eredményét írjátok be a táblázatba:

A kísérlet száma	Az élelmiszer megnevezése	A jó d oldat színe, amely kölcsönhatásba lép az élelmiszertermékkel	Következtetés
1.	Búzaliszt		

A keményítő kivonása burgonyából

Finom reszelőn reszeljétek le a meghámozott nyers burgonyát, majd gézdarabon keresztül nyomjátok ki a levét egy pohárba és hagyjátok állni egy ideig. A keményítőszemcsék leülepsznek az edény aljára. Óvatosan öntsétek le a folyadékot a keményítőről. Adjátok a keményítőhöz hideg vizet és az elegyet hagyjátok kicsit állni, majd ismét öntsétek le a folyadékot. A kinyert keményítőt szárítsátok meg.

5. GYAKORLATI MUNKA

Az oxigéntartalmú szerves vegyületek felismerése

Minden oxigéntartalmú szerves vegyület három elemből épül fel: szénből, hidrogénből és oxigénből. A gyakorlati munkában fel kell ismernetek néhány anyagot funkciós csoportjaik és egyes tulajdonságaik (például a vízben való oldhatóságuk) alapján.

A kísérletekhez ne használjatok túl nagy mennyiségű anyagot vagy oldatot. Ugyanakkor jó lenne, ha bizonyos adagjuk megmaradna a gyakorlat végén (igény szerint a kísérletek megismételhetők lennének).

A feladat elvégzése előtt határozzátok meg:

- milyen kémiai reakciókat kell megvalósítani;
- milyen reagensekre van szükségetek;
- mit kell venni a reakció megvalósításához – tiszta anyagot vagy annak oldatát;
- a főlegben vett anyagok felhasználódnak-e;
- szükség lesz-e hevítésre a reakciók során.

A kísérlethez rendelkezésekre áll univerzális indikátorpapír, víz, lúg- és réz(II)-sóoldat, szeségő.

1. Feladat. Szilárd anyagok – keményítő, citromsav, cukor és glükóz – felismerése.

2. Feladat. Ecetsav, etanol, glicerin és glükóz oldatok felismerése.

Gondoljátok át mindegyik feladat elvégzésének sorrendjét és állítsatok össze tervet.

Tevékenységeket, megfigyeléseiteket, a megfelelő kémiai egyenleteket és a következtetéseiteket írjátok be a táblázatba:

A tevékenység sorrendje	Megfigyelések	Következtetések
1. feladat. Szilárd anyagok...		
...	...	...
Reakcióegyenlet(ek):		

A nitrogéntartalmú szerves vegyületek

Azok a szerves vegyületek, amelyeknek molekulájában nitrogénatom található, nagyon fontosak. A legfőbb helyet közöttük a *fehérjék* foglalják el. Nekik köszönhetően van élet bolygónkon. Az élő szervezetekben végbemenő fehérjeszintézisben a *nukleinsavak* vesznek részt. A nukleinsavak tárolják és repro-

dukálják a genetikai információt. Sok *fiziológiailag aktív* vegyület tartalmaz nitrogént, amelyek serken-
tik vagy gátolják a különböző biológiai folyamatokat
a szervezetben. Ilyenek a vitaminok, az antibiotiku-
mok, a kábítószer.

A nitrogéntartalmú szerves vegyületek ismerteté-
sét hagyományosan az *aminokkal* kezdik.

32 Az aminok. A metil-amin¹

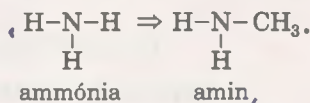
E téma anyaga segít nektek:

- megkülönböztetni az aminokat más szerves vegyületektől;
- megismerni a metil-amin molekula felépítését;
- megmagyarázni a metil-amin bázikus tulajdonságait.

Az aminok. Az aminok csoportjába sok vegyület
tartozik. Molekuláik három elemből épülnek fel:
szénből, hidrogénből és nitrogénből.

**Az aminok az ammónia (NH₃) hidrogénatomjainak szénhidrogén-
maradékkal történő helyettesítése eredményeként jönnek létre.**

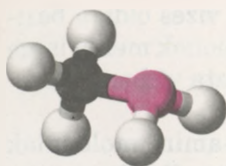
Feltüntetjük az ammóniamolekula hidrogénatomjának
metil-csoporttal (–CH₃) történő helyettesítésének sémáját:



Az –NH₂-csoportot *amino-csoportnak* nevezzük.
Az aminok általános képlete, amelyben ez a csoport
megtalálható: **R–NH₂**.

Különböző összetételű és felépítésű aminok ter-
jedtek el a természetben. Ezeket a vegyületeket
polimerek, szintetikus anyagok, festékek és egyes
gyógyszerek előállítására használják.

¹ A témát nem kötelező megtanulni. A benne feltüntetett tananyag segít
megmagyarázni az aminosavak bázikus tulajdonságait.



a



b

108. ábra

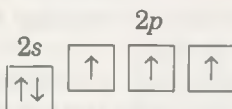
A metil-amin molekula

modelljel:

a – gömb-pálcika
modell;

b – méretarányos
modell.

A fehér gömbök – hidrogénatomok, a feketék – szénatomok, a kékek – nitrogénatomok



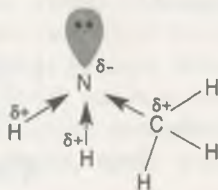
A metil-amin. Az aminok csoportjába tartozó vegyületek között legegyszerűbb a metil-amin (CH_3NH_2).

Molekulafelépítése. A metil-amin molekulája két részből áll: szénhidrogén maradékból ($-\text{CH}_3$) és amino-csoportból ($-\text{NH}_2$).

A nitrogénatom a metil-amin molekulában (108. ábra) három egyszeres kovalens kötést alkot a szénatommal és két hidrogénatommal. A kötések kialakításában az atom második energiaszintjén elhelyezkedő három párosítatlan elektron vesz részt:

Rajtuk kívül ezen az energiaszinten található egy pár 2s elektron.

Mivel a nitrogén elektronegatívabb, mint a szén és a hidrogén, a velük alkotott kovalens kötések polárisak (109. ábra). Poláris maga a CH_3NH_2 molekula is.



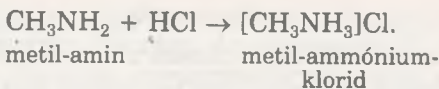
109. ábra

A közös elektronpárok eltolódása a metil-amin molekulában

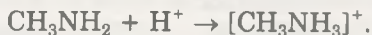
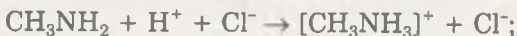
Fizikai tulajdonágai. Természetes körülmények között a metil-amin szúrós, kellemetlen szagú gáz. Jól oldódik a vízben (mit gondoltok, miért?), alkoholban, acetonban.

A metil-amin forráspontja $-6,3^\circ\text{C}$, magasabb, mint a megfelelő szénhidrogéné – a metáné (CH_4 , $-161,5^\circ\text{C}$). Ez a metil-amin molekulák között jelenlévő hidrogénkötésekkel magyarázható.

Kémiai tulajdonságai. A metil-aminnak azt a képességét, hogy a lejjebb tárgyalt reakciókban részt vesz, a nitrogénatomban található „nem megosztott” 2s elektronpárral magyarázhatjuk.



A molekula egyenletet átalakítjuk ion-molekula egyenletté:



Égési reakció. A metil-amin ég a levegőn:



Levegővel alkotott elegyei robbanásveszélyesek.

Felhasználása. A metil-amint lakkok, festékek, oldószerek, növényvédő szerek (növényi betegségek és kártevők ellen) előállítására használják.

Fiziológiai hatása. A metil-amin toxikus vegyület. Irritálja a nyálkahártyát, légzési zavarokat okoz, negatívan hat az idegrendszerre és a belső szervekre.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az aminosavak az ammónia (NH_3) hidrogénatomjainak szénhidrogén maradékkal történő helyettesítése eredményeként jönnek létre.

A legegyszerűbb összetételű a metil-amin (CH_3NH_2). A metil-amin molekulája -NH_2 -atomcsoportot tartalmaz, amit aminoscsoportnak nevezünk.

A metil-amin toxikus, szúrós szagú gáz, amely oldódik a vízben. A vegyület vizes oldata OH^- -ionokat tartalmaz. Ennek megfelelően a metil-amin szerves bázis. Kölcsönhatásba lép a savakkal sókat képezve, amelyek CH_3NH_3^+ -kationokat tartalmaznak.

?

280. Milyen vegyületeket nevezünk aminoknak?
281. Jellemezzétek a metil-amin molekula felépítését.
282. Magyarázzátok meg, miért szerves bázis a metil-amin.

283. Hogyan lehet előrelátni a vegyület összetétele és felépítése alapján annak lehetséges bázisos tulajdonságait?
284. Írjátok fel a metil-amin brómsavval és salétromsavval lejártszódó reakcióinak molekula és ion-molekula egyenleteit.
285. Számítsátok ki a nitrogén tömegrészét a metil-aminban.
286. Határozzátok meg a metil-amin sűrűségét normális körülmények között, valamint a hidrogénhez viszonyított sűrűségét.
287. Milyen térfogatú levegő elegendő 200 ml metil-amin eléégéséhez?
288. A technikai metil-amin mintában a nitrogén tömegrésze 42%. Számítsátok ki az anyagban található adalékanyagok tömegrészét.

33

Az aminosavak. Az amino-ecetsav

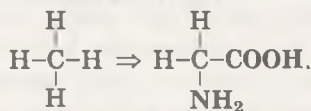
E téma anyaga segít nektek:

- megkülönböztetni az aminosavakat más szerves savaktól;
- tisztázni az amino-ecetsav molekula felépítését;
- megmagyarázni az amino-ecetsav amfoter tulajdonságait;
- megérteni az aminosavak kölcsönhatásának lényegét.

Az aminosavak. Vannak olyan szerves vegyületek, amelyek nagyon fontos szerepet töltenek be a természetben – ezek az *aminosavak*.

Az aminosavak a szénhidrogének olyan származékai, amelyek molekuláiban amino- és karboxil-csoport található.

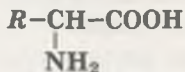
A lenti példában egy szénhidrogén két hidrogénatomja van helyettesítve a megfelelő funkciós csoportokkal:



szénhidrogén aminosav

Azokat az aminosavakat, amelyekben az amino-csoport ugyanahhoz a szénatomhoz kapcsolódik, amelyikhez a karboxil-csoport, *α-aminosavaknak* nevezzük.

α -aminosavak



A fehérjék felépítésében mindössze húsz meghatározott α -aminosav vesz részt. Az aminosavak egy része a sejtekben képződik anyagcsere-termékekből; ezeket *helyettesíthető* aminosavaknak nevezzük. A többi α -aminosav *nem helyettesíthető* (esszenciális), kb. tíz van belőlük, ezek táplálékkal jutnak be az emberi és állati szervezetbe. Egyes α -aminosavak antibiotikumok, vitaminok.

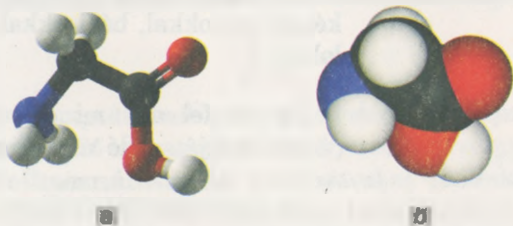
Az α -aminosavaknak gyakrabban használják triviális megnevezésüket. Ezenkívül az aminosavak mindegyikének megfelelő betűjelzése van. Mindegyik jelzés a megfelelő aminosav triviális megnevezésének első három betűjét tartalmazza.

Amino-ecetsav. A legegyszerűbb α -aminosav az amino-ecetsav, melynek képlete:

NH_2CH_2COOH (110. ábra) és triviális megnevezése: glicin¹. Rövidített megjelölése (jelzése) – Gly.

110. ábra

Az amino-ecetsav molekula modellje: a – gömb-pálcika modell; b – méretarányos modell



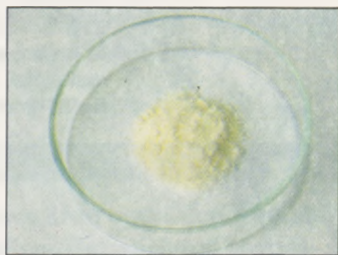
Fizikai tulajdonságai. Az amino-ecetsav (glicin) kristályos, édes ízű anyag (111. ábra), vízben oldódik, de szerves oldószerekben nem.

Az amino-ecetsav



111. ábra

Amino-ecetsav (glicin)

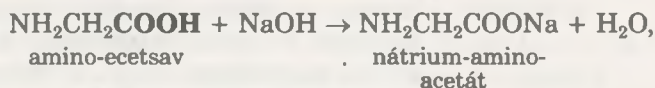


Kémiai tulajdonságai. Az amino-ecetsav molekuláiban két funkciós csoport található: karboxil-

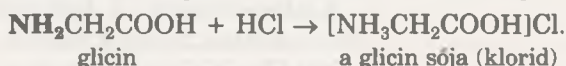
¹ Nevét, amely a görög *glükusz* – édes szóból ered, édes íze miatt kapta a vegyület.

(-COOH) és amino-csoport (-NH₂). Az első a vegyület savas, a második pedig bázikus tulajdonságait határozza meg. Ebből kifolyólag az amino-ecetsav amfoter vegyület. Egyaránt reagál bázisokkal és savakkal. Ezeknek a reakcióknak a termékei sók.

Az amino-ecetsavnak (glicinnek) bázissal lejátszódó reakciójában a molekula karboxil-csoportja vesz részt



az erős savakkal pedig a molekula amino-csoportja:

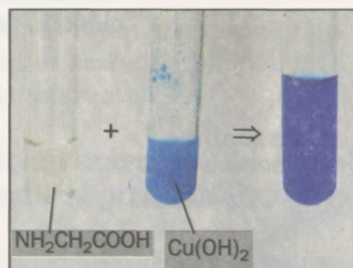


Az amino-ecetsav (oldatban), mint ahogy a karbonsavak, reakcióba lép az aktív fémekkel, bázis-képző oxidokkal, bázisokkal, némely sóval, alkohollokkal.

► Írjátok fel az amino-ecetsav és a magnézium között lejátszódó reakció egyenletét.

Az aminosavak kölcsönhatásba lép a réz(II)-hidroxiddal, miközben kék színű oldat keletkezik (112. ábra).

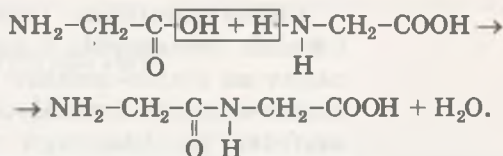
112. ábra
Az amino-ecetsav
reakciója
réz(II)-hidroxiddal



Az aminosavak közötti reakció. Megfelelő feltételek mellett az amino-ecetsav és más aminosavak kölcsönhatásba léphetnek egymással. Az ilyen reakciók termékei a *peptidek*¹.

Alább a dipeptid keletkezésének sémáját tüntetjük fel két molekula amino-ecetsavból:

¹ A kifejezés a görög *peptosz* – megemésztett szóból ered.



Ez a reakció megfordítható. Az ellenkező irányba történő átalakulás – a dipeptid hidrolízise – hevítés hatására megy végbe erős savak vagy lúgok jelenlétében.

A dipeptid molekulák éppúgy, mint az amino-ecetsav molekulák, tartalmaznak amino- és karboxil-csoportot. A csoportok bármelyike reagálhat egy másik aminosav molekula megfelelő csoportjával, miközben egy tripeptid molekula képződik. Több aminosav molekula összekapcsolódásakor polipeptidek keletkeznek.

A peptidmolekulák egyforma atomcsoportokat tartalmaznak. Egy ilyen atomcsoport neve: *peptid-csoport*:



A polipeptideknek a-aminosavakból való képződése képezi az élő szervezetben a fehérjeszintézis alapját.

Felhasználása. Az aminosavakat széleskörűen alkalmazzák a vérrendszer, máj, hasnyálmirigy, idegrendszeri károsodás és anyagcserezavarok gyógyítására. Egyes aminosavak megsemmisítik a toxikus anyagokat a szervezetben, míg mások táplálék kiegészítőként szolgálnak állati takarmányokban, szintetikus textíliák, műanyagok alapanyagai.

Az amino-ecetsavat (glicint) szerves vegyületek alapanyagaként használják, valamint a gyógyászatban, egyes esetekben film- és fotóanyagok kidolgozására.

Érdekes tudni
A glutaminsav nátriumsója a hús ízére emlékeztet, ezért használják ízesítőként.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az aminosavak a szénhidrogének olyan származékai, amelyeknek molekuláiban amino- és karboxil-csoport található.

Abban az esetben, ha az aminosavban az amino-csoport ugyanahhoz a szénatomhoz kapcsolódik, mint amelyikhez a karboxil-csoport, akkor ezeket α -aminosavaknak nevezzük.

A hús α -aminosav (maradék) a fehérjemolekulák összetevői. A legegyszerűbb α -aminosav az amino-ecetsav ($\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$). Az amino-ecetsav kristályos, édes ízű anyag; amfoter tulajdonságú vegyület: egyaránt reagál bázisokkal és erős savakkal.

Az amino-ecetsav és más aminosavak molekulái kölcsönhatásba léphetnek egymással. Ennek eredményeként peptidek keletkeznek, olyan vegyületek, melyeknek molekulái aminosavak maradékaiból épülnek fel. Az aminosav maradékok egymáshoz $-\text{CO}-\text{NH}-$ peptidcsoporttal kapcsolódnak.

Az aminosavakat a gyógyászatban, polimerek gyártásában és a mezőgazdaságban állati takarmányok adalékanyagaként használják.



289. Milyen vegyületeket nevezünk aminosavaknak?
290. Miért amfoter vegyületek az aminosavak?
291. Állítsátok fel a reakcióegyenleteket:
 - a) $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH} + \text{MgO} \rightarrow \dots$;
 - b) $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH} + \text{KOH} \rightarrow \dots$;
 - c) $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH} + \text{HBr} \rightarrow \dots$;
 - d) $\text{CH}_2 + \dots \rightarrow \text{NH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{COOH} + \dots$
292. Írjátok fel az amino-ecetsav és az etanol észterifikációjának reakcióegyenletét.
293. Számítsátok ki az elemek anyagmennyiségét az amino-ecetsavban.
294. 15 g amino-ecetsav oldathoz szükséges mennyiségű bárium-hidroxidot adtak. Írjátok fel a keletkezett só képletét és számítsátok ki a tömegét.
295. Milyen térfogatú gáz (n.k.k.) fejlődik az amino-ecetsav oldata és:
 - a) 1,2 g magnézium;
 - b) 0,03 mol nátrium-karbonát reakciója során?

E téma segít nektek:

- megismerni a fehérjék összetételét;
- megérteni a fehérjemolekulák felépítését;
- megismerkedni a fehérjék tulajdonságaival;
- megtudni, milyen jelentőségük van a fehérjéknek az élő szervezetek számára.

Bolygónk természetvilágában vannak anyagok, amelyek nélkül az élő szervezetek nem léteznének, ezek a *fehérjék*.

A fehérjék polipeptidek, amelyek különleges biológiai funkciókat töltenek be az élő szervezetekben.

Nagyon sokféle fehérjét ismerünk. A fehérjék végzik a sejtek anyagcsere-folyamatainak szabályozását és egyidejűleg „építőanyagként” szolgálnak. Reagálnak a külső környezet változásaira, megváltoznak és alkalmazkodnak az új feltételekhez. Szerepük van a mozgásban, és közülük némelyik (az ún. antitest fehérjék) megvédi a szervezetet az idegen testektől (anyagoktól). A sejtreakciók mindegyike enzimfehérjék közvetlen jelenlétében zajlik, amelyek katalizátor szerepét töltik be. Tehát a fehérjék a szervezetben különböző funkciót látnak el: energetikai, építő, jelző, mozgási, védő és katalitikus funkciót.

A fehérjék az őket felépítő aminosav maradványokban, azok szigorúan meghatározott sorrendjében, a molekula térbeli felépítésében és funkcióikban különböznek egymástól.

Az emberi és állati szervezetekben több fehérje található, mint a növényi szervezetekben. Jelen vannak az izmok és az idegrendszer anyagainak összetételében, valamint a bőrben, a hajban és a körömben.

Közvetlenül szervetlen anyagokból csak a növények és egyes baktériumok képesek fehérjéket szintetizálni. A szintézis alapját a fotoszintézis képezi:

szén-dioxid gáz + víz + egyes sók oldatai $\xrightarrow{h\nu}$ fehérjék + oxigén.

Az emberek és az állatok táplálék által jutnak a szükséges fehérjékhez. Ezek enzimek hatására aminosavakra bomlanak, amelyekből a szervezet felépíti saját fehérjéit.

Minden fehérje öt fő elemet tartalmaz: szenet (tömegrésze a fehérjében 50–55 %), oxigént (21,5–23,5 %), nitrogént (15–17 %), hidrogént (6,5–7,3 %), kén (0,3–2,5 %), valamint kevés fosfort, jódot, vasat és más elemeket.

A fehérjéknek nagy a molekulatömegük. Értékük tízezertől néhány millióig terjedhet. Kémiai képleteik nagyon bonyolultak.

Csoportosításuk. Megkülönböztetünk egyszerű és összetett fehérjéket. Az egyszerű fehérjék molekulái¹ csak aminosav maradékokból állnak, az összetett fehérjék² ezenkívül nem fehérje természetű vegyületek molekuláit is tartalmazzák (ortofoszforsav: H_3PO_4 , nukleinsavak stb.).

Molekulájuk felépítése. A fehérjék egyedisége felépítésükkel magyarázható: az eddig tanult vegyületek közül egyiknek sincs a fehérjékhez hasonló felépítése. Hermann Emil Fischer német tudós munkáival elsőként járult hozzá a fehérjék kutatásához. Kimutatta, hogy a fehérjék molekulái aminosav maradékokból épülnek fel, amelyek peptid-csoportokkal kapcsolódnak egymáshoz.

A fehérjék szerkezetének négy típusát különböztetjük meg.

A fehérje elsődleges szerkezete egy polipeptidlánc, melyben az aminosav maradékok sorrendje szigorúan meghatározott (113. ábra).

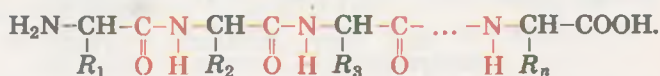
¹ Proteineknek nevezik ezeket a görög *prótosz* – első kifejezésnek megfelelően.

² Proteidoknak nevezik ezeket a görög *prótosz* – első és az *eidosz* – kül(ső) szavaknak megfelelően.

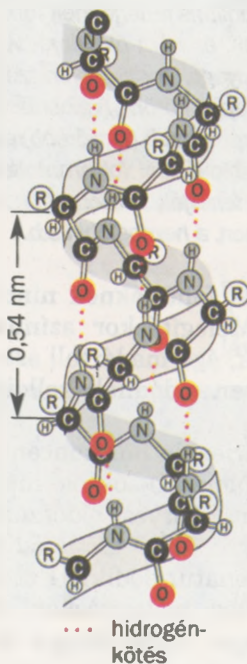
Hermann Emil Fischer
(1852–1919)



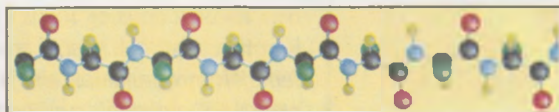
Német kémikus és biokémikus, a Berlieni Tudományos Akadémia akadémikusa. A fehérjék és bomlástermékeik kutatásával foglalkozott. Kimutatta, hogy az aminosavak kölcsönhatásakor polipeptidek keletkeznek. Kutatta az enzimek különböző vegyületekre gyakorolt hatását. Kidolgozta a szénhidrátok csoportosításának elvét és szintézisük módszereit. Hozzájárult a sztereokémia fejlődéséhez. 1902-ben Nobel-díjjal tüntették ki.



A feltüntetett képletben a különböző indexű *R* jelzések szénhidrogén és más maradékokat jelentenek.



114. ábra
A fehérje másodlagos szerkezete



113. ábra

Elsődleges szerkezetű fehérjerészlet gömb-pálcika modellje.

A fekete gömbök szénatomok, a sárgák hidrogénatomok, a kékék nitrogénatomok, a pirosak oxigénatomok. A zöld gömbök a szénhidrogén maradékokat imitálják.

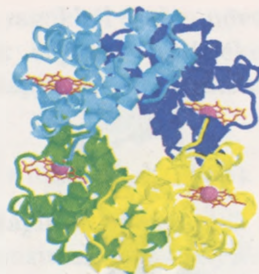
A fehérje másodlagos szerkezete a fehérjelánc meghatározott térbeli alakja (a legtöbb esetben spirál alak) (114. ábra).

A fehérje harmadlagos szerkezete akkor jön létre, amikor a fehérjelánc spirálja egy tömörebb gombolyag (globuláris) alakba tekeredik fel (115. ábra).

A fehérje negyedleges szerkezete nagyon bonyolult felépítésű rendszer, amely két vagy több globuláris szerkezetet foglal magába. Egy egységes komplexum alakul ki, amely az élő szervezetben meghatározott funkciót tölt be.



115. ábra
A fehérje harmadlagos szerkezete



116. ábra
A fehérje negyedleges szerkezete

Negyedleges szerkezettel csak némely fehérje rendelkezik, mint például a hemoglobin; molekulája négy globuláris szerkezetet foglal magába (116. ábra).

A fehérjéket molekulájuk alakja alapján fibrilláris és globuláris fehérjékre osztjuk. A fibrilláris fehérjéknek fonalszerű szerkezetű molekuláik vannak, és nem oldódnak vízben. Belőlük épülnek fel az élő anyagok rostjai, ilyen szerkezetű a selyem, a gyapjú, a haj, szarv, köröm. A globuláris fehérjék molekuláinak alakja kompaktabb (tömörebb) és eléggé jól oldódnak a vízben. A biokémiai folyamatokat szabályozzák a szervezetben. A fehérjék e csoportjához tartoznak az enzimek, több hormon, a hemoglobin stb.

Fizikai tulajdonságaik. A fehérjéknek nincs olvadási- és forráspontjuk. Melegítéskor színük sötétedik és bomlani kezdenek, égő madártoll szaguk van. Egyes fehérjék vízben oldódnak kolloid oldatokat képezve.

Abban az esetben, ha a fehérjeoldathoz koncentrált sav-, lúg-, réz(II)-só-, ólom(II)-só- és más nehézfém sóoldatát, valamint szerves oldószert (például alkoholt) adunk, a fehérje kicsapódik (denaturáció¹ megy végbe, denaturálódik). Ezzel analóg jelenség figyelhető meg melegítéskor. A jelenséget a fehérje negyedleges, harmadlagos és másodlagos szerkezetének meg bomlása okozza.

Érdekes tudni
1 g fehérje teljes elbomlásakor 17 kJ energia keletkezik.

¹ A kifejezés a görög *de* – előtagból, melynek jelentése megsemmisítés és *natura* – természetes (tulajdonságok) szóból származik.

Ennek eredményeként a fehérje elveszti azt a képességét, hogy betöltse biológiai funkcióját. Ugyanakkor az élelmiszereket denaturációjuk után könnyebben emészt meg a szervezet: a sült- vagy főtt tojást könnyebben, mint a nyersét, az aludttejet könnyebben, mint a frisset.

Kémiai tulajdonságaik. A fehérjék, akárcsak az aminosavak, amfoter vegyületek, gyengén savas és bázikus tulajdonságokat mutatnak. Savak vagy enzimek jelenlétében a fehérjék hidrolízist szenvednek, melynek végtermékei az őket felépítő aminosavak. A hidrolízis több fokozatban valósul meg: fehérje → polipeptid → dipeptid → aminosavak.

A fehérjék részvételével lejátszódó reakciók némelyikét színváltozás kíséri, ezért ezeket *színreakcióknak* nevezzük. Ezek közé tartoznak a biuret¹-, a xantoprotein² és más reakciók.

26. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

A biuret-reakció

Kémcsőbe öntsetek 1 ml lúgoldatot és néhány csepp réz(II)-szulfát oldatot. A keletkezett csapadékhoz adjatok tojásfehérje-oldatot (tyúktojás fehérjét 20-szorosára hígítunk desztillált vízzel) és jól keverjétek össze a kémcső tartalmát. Mit figyeltek meg?

A fehérjék és a réz(II)-só oldat kölcsönhatásakor bázikus közegben kékeslila elszíneződés jelenik meg. A biuret-reakció lehetőséget nyújt a molekulában lévő peptid-csoportok kimutatására.

27. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

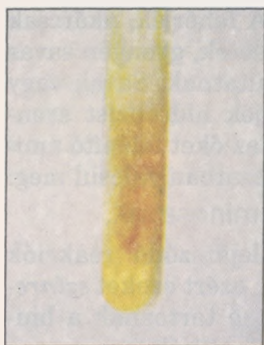
A xantoprotein-reakció

Kémcsőbe öntsetek 1 ml tyúktojásfehérje oldatot és adjatok hozzá 0,5 ml 20 %-os salétromsav oldatot. Milyen színű csapadék vált ki?

¹ A nitrogéntartalmú biuret analóg reakciója után kapta a nevét.

² Az elnevezés a görög *xanthosz* – sárga és *prótosz* – első szavakból származik.

Melegítsétek fel a kémcső tartalmát. Megváltozik-e a csapadék színe? Majd hűtsétek le és adjatok a csapadékhoz egy kevés lúgoldatot. Mit figyeltek meg?



117. ábra
A fehérje reakciója
koncentrált
salétromsavval

Érdekes tudni
Egy felnőtt napi
fehérjeadagja
átlagosan
100–110 g.

Abban az esetben, ha a fehérjét koncentrált salétromsav oldattal melegítjük, a reakció során sárga színű nitrogéntartalmú vegyületek keletkeznek (117. ábra). A salétromsav bőrre kerülve sárga foltot hagy, ami vízzel nem mosható le.

Gyakorlati jelentőségük. A fehérjék az emberek és az állatok táplálkozásában a legfontosabb szerepet töltik be. Értéküket a molekuláikat felépítő nem helyettesíthető (esszenciális) aminosavak határozzák meg. A fehérjék hiánya a táplálékban negatívan hat a szervezetre és különböző betegségeket idéz elő. Az állat- és baromfitenyésztésben a takarmányokat tápértékük növelése céljából mesterséges fehérjékkel dúsítják, amelyeket mikrobiológiai szintézis segítségével állítanak elő.

A fehérje alapanyagú anyagoknak széleskörű a felhasználásuk, például olyanoknak, mint a gyapjú, selyem, bőr, prémek, ragasztók, zselatin stb. A mosóporokba napjainkban bioadalékokat – enzimeket tesznek, amelyek katalizálják a fehérje eredetű szennyeződések felbomlását a ruhaneműn. A fehérjét a gyógyszerészetben is alkalmazzák.

A fehérjék szintézise. Az élő szervezetekben a fehérjék szintézise a nukleinsavak részvételével történik. Ezeket a vegyületeket a következő témában fogjuk megvizsgálni.

KÖVETKEZTETÉSEK

A fehérjék polipeptidek, melyek α -amino-sav maradékokból épülnek fel és az élő szervezetekben különleges biológiai funkciókat látnak el. Ezek a vegyületek valósítják meg és szabályozzák a sejtek anyagcseréjét, valamint azok „építőanyagául” szolgálnak. Az

emberek és az állatok szervezetébe táplálékkal jutnak be. Enzimek hatására aminosavakra bomlanak, amelyekből az adott szervezetre jellemző fehérjék keletkeznek.

A fehérjék tartalmazzák szén, oxigén, nitrogén, hidrogén, ként, néha más elemeket is.

Megkülönböztetünk elsődleges, másodlagos, harmadlagos és negyedleges fehérjeszerkezetet.

Melegítéskor vagy savak, bázisok és egyes sók hatására a fehérjék denaturálódnak, vagyis a fehérje térbeli szerkezete megváltozik, ezáltal elveszti biológiai funkcióit. Savak, lúgok vagy enzimek jelenlétében a fehérje hidrolizál.



296. Milyen vegyületeket nevezünk fehérjéknek? Milyen funkciókat töltenek be az élő szervezetben?
297. Mennyire igazak a következő állítások:
 - a) minden fehérje polipeptid;
 - b) minden polipeptid fehérje?
298. Jellemezzétek a fehérjék elsődleges, másodlagos, harmadlagos és negyedleges szerkezetét.
299. Mi a fehérje denaturációja? Mi okozhatja?
300. Milyen kémiai tulajdonságaik vannak a fehérjéknek?
301. Miért nem lehet a fehérjetartalmú ételeket olyanokkal helyettesíteni, amelyekben a zsírok és szénhidrátok vannak túlsúlyban?
302. A spenótlevélben a fehérjék tömegrésze 2,3 %, a nitrogén tömegrésze a fehérjékben átlagosan 16 %. Milyen tömegű nitrogén található 1 kg spenótban?

KÍSÉRLETEZZÜNK OTTHON

Fehérjeoldat készítése

Válasszátok szét a tyúktojásfehérjét a sárgájától. Tegyetek egy evőkanál fehérjét egy pohárba és öntsetek hozzá kb. 1/3 pohárnyi kihűtött felforralt vizet. Keverjétek össze az elegyet és szűrjétek át tölcsérbe helyezett vattán vagy összehajtogatott gézdarabon.

A fehérjék tulajdonságainak megismerése

Négy patikai üvegcsébe öntsetek kevés fehérjeoldatot. Az első üvegcsé tartalmazóhoz adjatok kis mennyiségű szalmiákszeszt vagy etilalkoholt, a másodikba ugyanannyi ecetet, a harmadikba konyhasó oldatot, a negyedikbe pedig forralásig melegített vizet (az utóbbi helyett felmelegíthetjük a fehérjeoldatot hőálló edényben). A változásokat jegyezzétek fel.

A harmadik üvegcsébe szórjatok még annyi konyhasót, hogy telített oldatot kapjatok. Néhány perc elteltével figyeljétek meg az üvegcsé tartalmát, és öntsetek hozzá egy kevés vizet. Mit figyeltek meg?

Megfigyeléseiteket és következtetéseiteket azzal kapcsolatban, hogyan hatnak a fehérjékre a különböző anyagok oldatai és a melegítés, írjátok be a táblázatba.

	Szalmiák-szesz vagy etilalkohol	Ecetsav	Konyhasó	Melegítés
Megfigyelés				
Következtetés				

35

A nukleinsavak

E téma anyaga segít nektek:

- elképzelést nyerni a nukleinsavakról és szerepükről az élő szervezetekben;
- megismerni a nukleinsav molekulák felépítését;
- megérteni, mik is azok a génmódosított szervezetek.

A szervezeteknek azt a képességét, hogy tulajdonságaikat és anyagcsere típusukat utódaiknak át tudják adni, *örökítésnek* nevezzük. A kutatók kimutatták, hogy az örökítésért nagyon bonyo-

lult felépítésű vegyületek „felelősek”: a *nukleinsavak*¹.

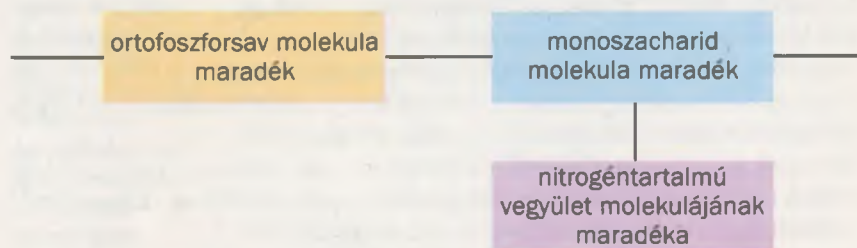
A nukleinsavak olyan makromolekulájú² természetes vegyületek, amelyek tárolják és reprodukálják a szervezetekben a genetikai információt, valamint részt vesznek a fehérjék szintézisében.

Kétféle nukleinsav van: ribonukleinsav (röviden RNS) és dezoxiribonukleinsav (DNS). Megnevezésüket a molekuláikban található monoszacharid maradványokról kapták: a ribóizról ($C_5H_{10}O_5$) és a dezoxiribóizról ($C_5H_{10}O_4$). Az élő szervezetek sejtjeiben az RNS-molekulák mennyisége meghaladja a DNS-molekulák mennyiségét.

A DNS- molekula relatív molekulatömegének értéke több tíz millió, az RNS-é – 20 000-től néhány millióig terjed.

A nukleinsav molekulák felépítése. A nukleinsavak, akár a fehérjék – természetes polimerek. Azzal a különbséggel, hogy a fehérjemolekulák aminosav maradványokból épülnek fel, a nukleinsavak pedig ortofoszforsav (H_3PO_4), monoszacharid és különböző nitrogéntartalmú vegyületek maradványaiból. A három összekapcsolt vegyület-maradékot *nukleotid*nak nevezik.

A nukleotid egyszerűsített ábrázolása:

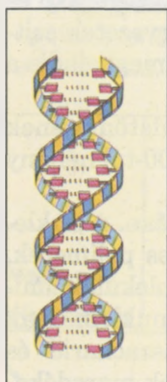


A nukleinsavláncot polinukleotidláncnak (a fehérjeláncot polipeptidláncnak) nevezzük.

¹ A kifejezés a latin *nucleus* – mag (a nukleinsavakat először a sejtmagban mutatták ki) kifejezésből ered.

² Így nevezik azokat a vegyületeket, amelyek molekulái nagyszámú atomból épülnek fel.

A polinukleotidlánc felépítésének sémája:



118. ábra
A DNS-molekula leegyszerűsített modellje

A nukleinsav molekulák térszerkezete hasonlít a fehérjemolekulák szerkezetéhez. A DNS-molekula elsődleges, másodlagos és harmadlagos szerkezettel, az RNS-molekula csak elsődleges szerkezettel rendelkezik, de egyes részei a hidrogénkötés kialakulása miatt „összecsavarodnak”, ezáltal másodlagos vagy akár harmadlagos szerkezetet is kialakítva.

A DNS-molekula két polinukleotidláncból áll (118. ábra), amelyek spirálszerűen egy közös (képzelt) tengely köré tekerednek fel. A nitrogéntartalmú vegyületek molekula-maradékjai a spirál közepén helyezkednek el és a tengelyre merőlegesek, az ortofoszforsav és a monoszacharid molekulák maradékai a DNS külső vázát alkotják. A DNS-molekula két láncát hidrogénkötések kapcsolják össze és stabilizálják a térben, amelyek a különböző nitrogéntartalmú molekulák maradékai között alakulnak ki.

A nukleinsavak funkciói. *A szervezetben a DNS biológiai funkciója a genetikai információ megőrzésében nyilvánul meg.* Az adott biológiai fajra jellemző információt a DNS-molekulában pontosan meghatározott sorrendben található nukleotidok kódolják. Ennek az információnak az alapján történik a fehérje- és ribonukleinsav szintézis. A genetikai információ (az öröklődés) egysége a gén, amely a DNS-molekula egy szakasza és a fehérjék előállításához szükséges információkat tartalmazza,

Az RNS biológiai szerepe a szervezetben a fehérjeszintézis megvalósítása (a DNS-ek közvetlenül ebben nem vesznek részt),

Az élő sejtben háromféle ribonukleinsav található: hírvivő (mRNS), szállító vagy transzport (tRNS) és riboszomális (rRNS). A hírvivő RNS „lemásolja” a DNS-molekula egy meghatározott szakaszát és a fehérjeszintézis alapjául (mintaként, templaként) szolgál. Az átírt szakasz nukleotid sorrendje a fehérjemolekula aminosavai sorrendjének felel meg. (Ezért a DNS az adott szervezet fehérjéinek szerkezetéért

felel). Ezt a sorrendet (kódot) a transzport-RNS kikódolja és átszállítja a megfelelő aminosavakat a szintézis színhelyére. Minden aminosavnak megfelelő transzport RNS-e van. A riboszomális RNS a riboszómák felépítésében és a fehérjeszintézis szervezésében vesz részt.

Minden DNS megújulása (reprodukcója) és átörökítése nemzedékről-nemzedékre egyazon fehérjének a szintézisét biztosítja. Ezzel magyarázható a sajátos tulajdonságok fenntartása az adott faj szervezeteiben.

Tulajdonságai. A DNS és az RNS vízben oldódik kolloid oldatokat képezve, melyek melegítésekor a nukleinsavak kicsapódnak, elveszítve biológiai funkcióikat.

A radioaktív sugárzás és egyes anyagok megváltoztatják a nukleotidok sorrendjét a DNS-molekulában. Ez hibás genetikai információ-átadáshoz, következtésképp hibás fehérje szintézishez vezethet, aminek következményeként a szervezet megbetegedhet vagy akár el is pusztulhat.

A géntechnológia. A nukleinsavak kutatása a biológiai tudományokban egy új irányzatot nyitott – a *géntechnológiát*. Lehetőség nyílt a sejten belüli lejátszódó folyamatok irányítására és „beprogramozott” fehérje szintézisére. Új perspektívák nyíltak az olyan globális problémák megoldása terén, mint a népesség élelmezése és a gyógyíthatatlan betegségek kezelése. A kutatóknak sikerült génmódosított burgonya, kukorica, szója, cukorrépa és más mezőgazdasági kultúrák fajtáit előállítani. Az új növényfajták a betegségekkel és kártevőkkel szemben ellenállóak. Az adott fajtaéhoz tartozók együtt érnek be, magas a termés hozamuk, jól tárolhatók és szállíthatók. Lehet, hogy idővel olyan állatokat és növényeket fognak ilyen módon előállítani, amelyek a természetben nem találhatók.

A géntechnológia eredményei alkalmazásának szigorú ellenőrzés alatt kell lennie. Az ember számára az „idegen” fehérjét tartalmazó élelmiszerek toxikusak lehetnek, allergiát válthatnak ki. Mielőtt a génmódosított növényeket termesztésbe vonnák, elengedhetetlen a sokoldalú, komplex kivizsgálásuk, hogy ne okozzanak komoly kárt az őket fogyasztó szervezetekben.

Érdekes tudni
A transzgén technológia alkalmazása az állatoknál lehetőséget ad a tej fehérjetartalmának növelésére.

A kutató genetikusok nem léphetik túl azt a határt, amelyen túl munkáik negatívan hatnának az emberek és a környezet egészségére.

KÖVETKEZTETÉSEK

A nukleinsavak makromolekulájú természetes vegyületek, amelyek tárolják és reprodukálják a szervezetben a genetikai információt és részt vesznek a fehérjék szintézisében.

A nukleinsavak molekulái nagyszámú nukleotidból állnak, melyek mindegyike ortofoszforsav (H_3PO_4), monoszacharid és különböző nitrogéntartalmú vegyületek maradékait tartalmazták.

Kétféle nukleinsav van: ribonukleinsav (RNS) és dezoxiribonukleinsav (DNS). A DNS biológiai funkciója az, hogy tárolja a szervezet genetikai információit, és az RNS pedig részt vesz a fehérjeszintézisben.

A géntechnológiában dolgozó kutatók a DNS-molekula átalakítására különböző módszereket dolgoznak ki. Ez új távlatokat nyit a mezőgazdaság és az egészségvédelem problémáinak megoldása terén. Ugyanakkor meg kell vizsgálni azt is, hogy a génmódosított komponenseket tartalmazó élelmiszerek nem ártalmasak-e az emberi szervezetre.



303. Milyen vegyületeket nevezünk nukleinsavaknak? Nevezzétek meg a vegyületek két típusát. Miben különböznek egymástól?
304. Jellemezzétek a nukleinsavak molekuláinak összetételét. Mit nevezünk nukleotidnak?
305. Milyen sajátosságai vannak a nukleinsavak térszerkezetének?
306. Milyen funkciókat töltenek be az élő sejtben a DNS-molekulák és az RNS-ek?
307. Jellemezzétek a nukleinsavak tulajdonságait.
308. Internetes vagy más források felhasználásával készítsetek rövid beszámolót a géntechnológia új vívmányairól.
309. A nitrogén tömegrésze valamelyik nukleinsavban 5,6% . A nukleotid két atom nitrogént tartalmaz. Számítsátok ki a foszfor tömegrészét a nukleotidban.

36

A fiziológiailag aktív anyagok¹

E téma anyaga segít nektek:

- megtudni, milyen anyagokat nevezünk fiziológiailag aktívnak;
- megtudni, miért fontosak a vitaminok a szervezet számára;
- megérteni a kávé, tea, csokoládé stimuláló hatását;
- megismerni a dohányzás és kábítószer-fogyasztás ártalmas következményeit.

Van a szerves anyagoknak egy olyan csoportja, amelyeket a szervezetre gyakorolt sajátos hatásuk miatt *fiziológiailag aktív anyagok*nak neveztek el.

A fiziológiailag aktív anyagok olyan szerves vegyületek, amelyek az élő szervezetekben aktívan hatnak a különböző biológiai és biokémiai folyamatokra.

Ezeket az anyagokat először gombákban, növényekben, állatokban mutatták ki, később a kémikusok megtanulták laboratóriumban is szintetizálni őket.

A fiziológiailag aktív anyagokhoz tartoznak a *vitaminok, alkaloidák, antibiotikumok, hormonok* és más vegyületek. Antibiotikumoknak azokat a szerves anyagokat nevezték el, amelyek képesek voltak megakadályozni a mikrobák, baktériumok növekedését és szaporodását. A természetben ezeket az anyagokat némely mikroorganizmus (például a penészgomba), növény és állat állítja elő. A hormonok a szervezetben a kémiai reakciók lefolyását szabályozzák.

Ebben a témában a vitaminokat és az alkaloidákat mutatjuk be.

A vitaminok. Az embernek a normális élettevékenységéhez vízben, fehérjében, zsírokban, szénhidrátokban és sókban kívül vitaminokra² van szüksége.

¹ A témát nem kötelező megtanulni.

² A kifejezés a latin *vita* – élet szóból és a vegyületcsoportot megnevező – aminok szavakból ered (a vitaminok egy része az aminok származékai).

A vitaminok fő forrása a növények (119. ábra), de némelyikük emberi és állati szervezetben is képződik.

A vitaminok szerves vegyületek, amelyekre a szervezetnek kis mennyiségekben, de elengedhetetlenül szüksége van a fontos biokémiai folyamatok megvalósításához.



119. ábra
Néhány természetes
vitaminforrás

Közel 20 vitamint ismerünk. Képletük és kémiai megnevezésük bonyolult. Az egyszerűség kedvéért ezeket a vegyületeket a latin ábécé nagybetűivel jelölik (A, B, C stb.). Azonos betűvel jelölik a vitaminokat, ha azok a szervezetben hasonló funkciókat töltenek be. Megkülönböztetésükre alsó számindexet használnak (például B₁, B₂).

A vitaminokat két csoportra osztjuk: *vízben oldódó (vízoldható)* és *zsírban oldódó (zsírolldható)* vitaminokra.

A vízoldható vitaminok. Vízben oldódik a C-vitamin, a B-vitamin családhhoz tartozók (B₁, B₂, B₆, B₁₂) és még néhány más.

A C-vitamin (aszcorbinsav) az egyik legfontosabb vitamin. A fehérjék és epesavak képződésében van szerepe, valamint a szervezet ellenálló képességét növeli a fertőző betegségekkel szemben, javítja a bőr állapotát, meggyorsítja hegedését. A C-vitamin hiánya az embernél skorbutot okoz, vérzik az innye, gyengülnek az ízületei, valamint ideg- és vérrendszeri elváltozások következnek be.

A C-vitamin molekulaképlete: C₆H₈O₆. Fehér, kristályos anyag. A C-vitamin vizes oldata savas tulajdonságú: hat az indikátorokra, reagál a bázisokkal, egyes savakkal és oxidációs-redukációs reakcióba lép (120. ábra). Vizes oldatban a C-vitamin fény vagy melegítés hatására elbomlik.

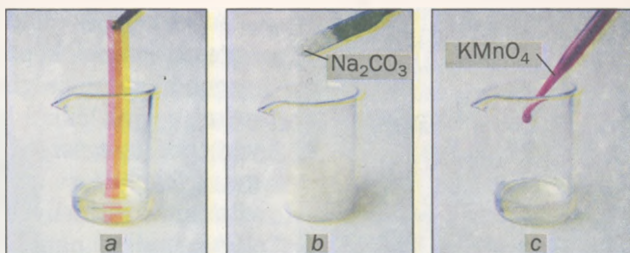
C-vitamin található a csipkebogyóban (hecsedli), a dióban, a fekete ribizskében, az édes paprikában, a tormában, a citrusfélékben stb.

Érdekes tudni
A C-vitamint alkoholmentes italokhoz, édességekhez és gyermektápszerrekhez adagolják.

120. ábra

A C-vitaminnal
végzett kísérletek:

- a – hatása az univerzális indikátorra;
- b – kölcsönhatása nátrium-karbónáttal;
- c – reakciója kálium-permanganát oldattal



A B-vitamin csoportba tartozó vitaminok enzimalkotók és azok katalitikus aktivitásáért felelnek.

A B₁-vitamin az anyagcserében vesz részt. Hiánya a szervezetben idegrendszeri megbetegedést és szív működési zavart okoz. A B₂-vitamin a fehérjék, zsírok és szénhidrátok oxidációs folyamataiban vesz részt. Szükség van rá a szem és bőr betegségeinél.

A B-vitamin csoport tagjai megtalálhatók a növényi és állati eredetű élelmiszerekben, ezenkívül a búzacsírában, az élesztőben, a tejben, a tojássárgájában, a májban.

A zsírolható vitaminok. A vitaminoknak ebbe a csoportjába tartozik az A- és D-vitamin és még néhány.

Az A-vitamint (retinol) a növekedés vitaminjának nevezik. Elengedhetetlen a szervezet, különösen a fiatal szervezet normális növekedéséhez, növeli a fertőzésekkel szembeni ellenálló képességet. Hiánya „farkasvakságot” okoz, vagyis rossz megvilágításnál gyenge látást.

Az A-vitamin világossárga anyag, amely savas közegben elbomlik és a levegőn oxidálódik (napfényen gyorsabban).

A-vitamin csak állati eredetű élelmiszerekben található – halzsírban, májban (különösen sok a tőkehal májában), tojássárgájában, tejben.

Létezik egy vegyület, amely egyes esetekben helyettesítheti az A-vitamint – a β -karotin. A β -karotin molekulája a szervezetben két A-vitamin molekulára bomlik. Azokat a szerves vegyületeket, amelyek a szervezetben vitaminná alakulnak át, provitaminoknak nevezzük. A karotin provitamin, amely megtalálható a sárgarépában, a dinnyében, a paradicsomban és némely más gyümölcsben, amely a karotinnak köszönheti narancssárga vagy piros színét.



121. ábra
Vitaminkészítmények

Érdekes tudni

Az állattenyésztésben gyakran adnak a takarmányhoz A-, B₁₂-, D- és E-vitaminokat, mivel a növényekben ezekből nincs elegendő.

Az emberi és állati szervezetben csak egyes vitaminok képződnek, de ezek sem elegendő mennyiségben. Ezért a vitaminokat a táplálékkal kell bevinni a szervezetbe. Az egészség fenntartására és a gyors felépülésre az orvosok különböző vitaminkészítményeket ajánlanak.

Az ember napi vitaminszükséglete néhány mikrogrammtól¹ néhány milligrammig terjed. Napi C-vitamin igénye 50–60 mg. Zsíroltható vitaminokból a szervezet kevesebbet igényel, mint a vízben oldódókból.

Sok olyan gyógyszerkészítmény van, amelyek közös neve: *polivitaminok*. A vitaminokon kívül a polivitaminok glükózt, szacharózt, keményítőt, étkezési festékeket tartalmaznak. Jól ismert hazai készítményű polivitaminok a Revit, Hexavit, Dekamevit (121. ábra).

A vitaminok lényeges hiánya táplálékunkban vagy azok rossz elsajátítása a szervezet által *avitaminózis*-hoz² vezet. A mértéktelen vitaminfogyasztás, különösen az A- és D- vitaminoké, (nagy mennyiségekben toxikusan hatnak) *hipervitaminózishoz*³ vezet.

Az alkaloidák. Az emberek réges-régen észrevetkék, hogy egyes növények levéneke vagy főzeteinek fogyasztásakor élénkség, energiatöbblet jelenik meg, csillapodik a fájdalom, megszűnik a fáradtság. A levekben és főzetekben található fiziológiailag aktív anyagokat a tudósok elnevezték *alkaloidáknak*.

Az alkaloidák nitrogéntartalmú szerves vegyületek, amelyek erős fiziológiai hatást fejtenek ki az emberek és állatok szervezetére.

Több ezer alkaloidát ismerünk. Megtalálhatók a mák magvaiban és szárában, a kakaóbabban, a kávécsérje termésében, a tea levelében (122. ábra) és a dohányban, valamint a kininfa kérgében, némely gombában és vízinövényben. Némely alka-

¹ 1 mikrogramm (1 μg) 10^{-6} gramm.

² A görög *a* – előtag ellentétes jelentést fejez ki.

³ A görög *hyper* szó jelentése: azon túl.



122. ábra
Az alkaloidák
természeti forrásai

Érdekes tudni
A kinin alkaloida volt az első hatékony malária elleni gyógyszer. A kininfá kérgében található.

loldaláról a növényről kapta a nevét, amelyben megtalálható.

Az alkaloidák molekulái szén-, hidrogén- és nitrogénatomokból tevődnek össze, egyesek közülük oxigént is tartalmaznak. Mindegyik alkaloida, mint az aminok is, bázikus tulajdonsággal rendelkezik (az „alkaloida” jelentése a „lúghoz hasonló”). Ennek megfelelően savakkal reagálva megfelelő sókat képeznek.

A *koffein* (kávészemekben és tealevélben található) és a *teobromin* (kakaóbabban, csokoládében, tealevélben) alkaloidák kis mennyiségben kedvezően hatnak az ember szervezetére. Egy csésze kávé vagy erős tea után a fáradtságunk megszűnik, szellemi és fizikai aktivitásunk növekszik.

A *nikotin* (a dohányban¹ található) erős mérgező, halálos adagja 40 mg. Az idegrendszerre hat és szűkíti a vérereket.

A nikotin függőséget okoz, ezért a dohányzás legtöbbször káros szenvedéllyé válik.

A dohányzás káros hatásai. Az emberek nagy része dohányzik, pedig tudják, hogy a dohányfüstben különösen káros anyagok vannak, mint például a nikotin és a szén(II)-monoxid (fojtógáz). A tüdőbe kerülve a szén-monoxid blokkolja a hemoglobin oxigénszállítását a szervezet sejtjeihez. Ezenkívül a cigaretta égése során, különböző reakciók eredményeként több mint 3600 különböző vegyület keletkezik, közöttük nagyon károsak is. A cigarettafüst rákkeltő anyagokat is tartalmaz (rosszindulatú daganatok képződését idézi elő). Ilyen a kátrány, amely a cigarettafüsttel a tüdőbe kerülve ott felhalmozódik. A statisztikai adatok alapján a dohányosok körében a tüdőrák kialakulása 10-szer gyakoribb, mint a nemdohányzóknál.

A cigarettafüst nemcsak a dohányosoknak árt, hanem a környezetükben lévőeknek is, akik szintén kénytelenek belélegezni azt. Az ilyen embereket „passzív dohányosoknak” nevezik. A dohányzás különös képp a fiatalok és a nők szervezetére káros.

A nikotin a kábítószerekhez tartozik.

¹ A valóságban a növény a nikotin sóit tartalmazza, amelyekkel ecet-, citrom- és almasavval alkot.

Érdekes tudni
Léteznek olyan
kábitószeresek,
amelyeknek már
egy- vagy
kétszeri fogyasztása
függőséget
okoz.

Kábitószer a *morfin* (morfium) is – az első alkaloida, amelyet a kémikusok növényekből vontak ki. A mák beszáradt tejnedvében, vagyis az ópiumban található. Fehér, kristályos anyag, alkoholban és vízben rosszul oldódik. Fájdalomcsillapító, nyugtató hatása van és eufóriás állapotot idéz elő.

A kábitószeresek veszélyei az emberi szervezetre.

A narkotikumok erősen hatnak a központi idegrendszerre. Az ember könnyen rászokik fogyasztásukra, pszichikai és fizikai függőség alakul ki, fokozatosan degradálódik, leépül a személyisége és végül meg is hal. Ez nagy tragédia mind a kábitószerfüggő, mind pedig családja és barátai számára.

Napjainkban az orvostudomány fejlettsége már lehetővé teszi, hogy az emberek megszabaduljanak ettől a káros szenvedélyüktől. Ugyanakkor nagyon fontos az ember erős akarata, hogy visszatérjen az egészséges életmódhoz.

KÖVETKEZTETÉSEK

A fiziológiailag aktív anyagok olyan vegyületek, amelyek aktívan hatnak az élő szervezetekben lezajló biológiai és biokémiai folyamatokra. Némelyikük megtalálható a növényekben, állati szervezetekben, de laboratóriumban is előállítanak már többet közülük.

A fiziológiailag aktív anyagokhoz tartoznak a vitaminok, az alkaloidák, az antibiotikumok, a hormonok.

A vitaminok szerves vegyületek, amelyek kis mennyiségekben, de elengedhetetlenül szükségesek a szervezetnek a fontos biológiai folyamatok megvalósításához. A vitaminokat víz- és zsírolldható vitaminokra osztjuk.

Az alkaloidák nitrogéntartalmú szerves vegyületek, amelyek erős hatást fejtenek ki az emberek és állatok szervezetére. Teában, kávéban, kakaóban és dohányban találhatók. Némely alkaloida kábitószer hatású anyag. Az ember könnyen rászokik fogyasztására, ezzel komoly kárt okozva szervezetének.



310. Milyen jelentősége van szervezetünkre nézve a vitaminoknak?
311. Nevezzétek meg a vízben és zsírban oldódó legfontosabb vitaminokat.
312. Internetes vagy más források felhasználásával készítsetek rövid beszámolót azokról a vitaminokról, amelyekről nem volt szó a témában.
313. Milyen anyagokat nevezünk alkaloidáknak? Miben nyilvánul meg az alkaloidák hatása a szervezetre?
314. Mit gondoltok, miért hatékony módszer az alkaloidák savakkal történő kinyerése a növényekből?
315. Miért veszélyes a szervezetre a dohányzás és a kábítószeres fogyasztása?
316. Határozzátok meg a C-vitaminban az elemek tömegarányát.
317. Számítsátok ki a B₂-vitamin relatív molekulatömegét, ha molekulája négy nitrogénatomot tartalmaz és tömegrésze a vitaminban 14,9%.

37

A kémia és az emberiség fejlődése

E téma anyaga segít nektek:

- megismerni az új anyagok jelentőségét a korszerű életvitelben;
- megismerni a korszerű kémiai technológia fejlődésének irányzatait;
- megérteni, miért nő a kémiai tudomány és kémiai ismeretek szerepe.

Új anyagok. A kémikusok sok új vegyületet állítanak elő. Meghatározzák azok összetételét, felépítését, megvizsgálják tulajdonságaikat. Ugyanakkor nem érik be ennyivel. Gyakorlati felhasználásukra is tesznek javaslatot.

Nő a gyógyszerkészítmények száma is. Az új készítmények olyan anyagokat tartalmaznak, amelyek a forgalomban levőknél nagyobb gyógyhatással rendelkeznek, erősítik egészségünket. A korszerű gyógyszereknek köszönhetően sikerült leküzdeni egyes, régebben gyógyíthatatlan betegségeket.

A mezőgazdaságnak nagy választékban állnak rendelkezésére a növényi betegségek és kártevők elleni növényvédő vegyszerek. Ezeket az anyagokat azok is használják, akik háztáji kertekben természetnek zöldseget és gyümölcsöt.

Nehéz felbecsülni a kozmetikai szerek számát. A krémek, gélek, arcvizek, amelyek pozitív hatást gyakorolnak a bőrre, hajra, gyógyító s megújító hatásuk van, sok laboratóriumban előállított anyagot tartalmaznak.

Az építkezéseknél is új anyagokat használnak: szép és időálló festékeket, lakkokat, cementet helyettesítő anyagokat stb. Az utóbbi időben a háztartásban használt hatékony vegyi anyagok – mosóporok, ragasztók, tisztító és fertőtlenítő folyadékok és paszták skálája is bővült.

Új polimerek és műanyagok. Napjainkban az emberek nehezen tudnának megenni polimerek és műanyagok nélkül. Ezek az anyagok jelen vannak a munkahelyen, az oktatásban, a mindennapokban, pihenéskor (4. séma). A XX. század a mesterségesen előállított anyagok kora, amelyek gyorsan terjednek mindennapi életünkben.

4. séma

A polimerek és műanyagok felhasználása



A korszerű építkezésben gyakran használnak különböző műanyag bevonatokat, csempéket, fémplasztik ablakokat és ajtókat, polimer tömítőket és szigetelőket. Ez lehetőséget nyújt csökkenteni a fafelhasználást, ezáltal megóvni erdeinket. A kaucsukból, a legelterjedtebb polimerből gumiabroncsot gyártanak. A közlekedési eszközökben egyre több fémalkatrészt

Érdekes tudni

A gyémántporral dúsított műanyagok jó csiszolóanyagok.

és – szerkezetet cserélnek le műanyagra. Műanyagból gyártják a korszerű bútorokat, használati cikkeket és háztartási technikát. Ennek köszönhetően ezek a termékek szép formájúak, könnyűek és tartósak, használatuk kényelmes. Mindnyájan használunk szintetikus anyagból készült írókészletet, mappákat, különböző föliákat, tasakokat.

Az utóbbi tíz évben a polimerek bevezetésével jelentősen megváltoztak és tökéletesedtek a sportfelszerelések.

A szintetikus textíliák tartósabbak és erősebbek a természeteseknél. A mű- és természetes anyagok közös felhasználásával egyre több ruházati cikket és lábbelít állítanak elő.

Az új anyagokat a gyógyászat területén is használják. A kémiai ellenálló, erős és a szervezettel jól összeegyeztethető anyagokat a fogászatban, az ortopédiában és sebészeti beavatkozások alkalmával, protézisek készítésére használják.

Az úrhajózási technika szigorú követelményeket támaszt az új anyagokkal szemben. Fontos a magas hő- és vákuumállóság, valamint a különböző sugárzásokkal szembeni ellenállóság. Az úrkutatás sikereit az emberiség részben a kémia vívmányainak köszönheti.

Új kémiai technológiák. Ukrajna fejlett iparral rendelkező ország. Több gyár állít elő műtrágyát, polimereket és műanyagokat, cementet, üveget és kőolajtermékeket. Minden technológiai folyamat kémiai reakciókon alapszik. A tudományos kutatás eredményeinek figyelembevételével dolgozzák ki és vezetik be azokat a technológiákat, amelyek komplex módon használják fel a természeti nyersanyagokat, optimalizálják az ipari és háztartási melléktermékek feldolgozásának és újrahasznosításának módszereit.

A kémiai technológiákkal elválaszthatatlanul összefüggnek a környezetvédelmi módszerek rendszerei. A kémikusok részvételével realizálódnak a hatékony víz-tisztítási módszerek, valamint az ipari vállalatok és a közlekedés által kibocsátott gázok megtisztítása a káros anyagoktól.

Nemzedékünk tanúja lett egy új tudományterület kialakulásának – a nanotechnológiának, melynek kutatási tárgyát olyan részecskék képezik, amelyek mérete nanométerekben ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) mérhető. Ezek a részecskék tulajdonságaikban eltérnek az ato-

moktól és molekuláktól, valamint a nagyobb részecskéktől – a kristályoktól és cseppektől. A nanorészecskékből álló katalizátorok a hagyományosaknál sokkal hatékonyabbaknak bizonyultak; a gyógyszerek molekulái, amelyek ilyen méretű részecskébe vannak „elrejtve”, a megbetegedett belső szerv gyógyítására vagy a rosszindulatú daganatok megsemmisítésére képesek. A nanoanyagok felhasználásának az emberi tevékenység más területein is nagy távlatai vannak.

A kémiai ismeretek. A kémia mint tantárgy kimagasló helyen szerepel minden ország általános közoktatásában. A kémiai ismeretek, amelyeket a tanulók tanáraiktól kapnak, tankönyveikből sajátítanak el, segítik őket a vegyi anyagok, polimerek, műanyagok helyes felhasználásában; az egészséges életmód szükségességének a megértésében, a természet megóvásában az utánunk következő nemzedékek számára.

A kémia vívmányait a gyakorlatban alkalmazzák. Kétségtelen, hogy erre a tudományra sikeres fejlődés vár és új távlatok állnak előtte.

KÖVETKEZTETÉSEK

A kémia tudományának köszönhetően az ember sok új vegyi- és műanyagot használ fel.

A kémikusok egyre inkább tökéletesítik a technológiai folyamatokat. Az a céljuk, hogy a nyersanyagok feldolgozásánál minél kevesebb melléktermék keletkezzék, és ezzel csökkentsék a környezetszennyezést.

Az embereknek szükségük van a kémiai ismeretekre, hogy tudatosan használhassák a vegyi és műanyagokat, egészséges életmódot folytathassanak, kialakítsák tudatos ökológiai szemléletüket.

?

318. Miért részesítik gyakran előnyben a műanyagokat a természetes anyagokkal szemben?
319. Nevezetek meg néhány mesterségesen előállított anyagot, amelyből ruhaneműt gyártanak.
320. A kémia tananyagának mely része keltette fel leginkább érdeklődésedet az iskolában?
321. Milyen kémiai ismeretekre volt szükségetek az életben?

A feladatok és a példák megoldásai

1. fejezet. A víz. Az oldatok

7. $N(\text{H}) = 6,7 \cdot 10^{19}$. 9. $m(\text{vízmolekula } \text{H}_2\text{O}) = 3 \cdot 10^{-23} \text{ g}$.
15. $V(\text{H}_2) = 1244 \text{ l}$. 16. Igen. 20. $m(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 3,42 \text{ g}$. 21. $m(\text{H}_2\text{O}) : m(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = 0,76 : 1 \approx 3 : 4$. 22. $m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 14,3 \text{ g}$.
23. $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. 24. M-Li . 41. $V(\text{N}_2) = 22,4 \text{ ml}$. 42. A keletkezett oldatban még fel lehet oldani $6 \text{ g } \text{K}_2\text{CO}_3$. 43. a) $m(\text{H}_2\text{O}) = 14,3 \text{ g}$;
b) $m(\text{KNO}_3) = 72 \text{ g}$. 44. $m(\text{NaI}) = 29 \text{ g}$. 51. $m(\text{H}_2\text{O}) = 114 \text{ g}$.
52. $m(\text{só}) = 18 \text{ g}$; $V(\text{H}_2\text{O}) = 1982 \text{ ml}$. 53. $w(\text{só}) = 0,24$.
55. $m(\text{NaOH}) = 8 \text{ g}$. 56. $w(\text{Li}_2\text{SO}_4) = 12,5\%$. 57. $w(\text{CuSO}_4) = 28,6\%$.
59. Az oldatban még $0,42 \text{ g}$ kálium-kloridot kell feloldani.
60. Az oldathoz még 10 ml vizet kell adni. 68. b) $N(\text{ionok}) = 6 \cdot 10^{23}$.
75. $N(\text{K}^+) = 2 \cdot 10^{22}$; $N(\text{SO}_4^{2-}) = 1 \cdot 10^{22}$. 76. a. 77. $w(\text{Cl}^-) = 0,88\%$.
78. $w(\text{Na}^+) = 0,09$; $w(\text{SO}_4^{2-}) = 0,094$; $w(\text{OH}^-) = 0,033$. 80. a; gyakorlatilag oldhatatlan ion-vegyületek (BaSO_4 , CaCO_3 stb.) szintén erős elektrolitok. 81. c. 83. $\alpha(\text{HA}) = 0,35$. 84. $\alpha(\text{HNO}_2) = 0,33$.
85. $N(\text{HCN}) = 499$. 87. $N(\text{H}^+) = 6 \cdot 10^{12}$. 88. $w(\text{H}^+) = 1 \cdot 10^{-10}$ vagy $1 \cdot 10^{-8} \%$. 91. b, c. 94. d) $\text{H}_2\text{S} + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$;
e) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (más válaszok is lehetségesek). 95. a) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$; b) $\text{H}^+ + \text{F}^- = \text{HF}$.
96. Lejátszódó reakciók: b és d. 97. b) Na_2SiO_3 és HCl ; K_2SiO_3 és H_2SO_4 (más válaszok is lehetségesek). 98. c) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{FeSO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$ (más válaszok is lehetségesek).
99. a) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{HNO}_3$; c) $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{FeSO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{FeCO}_3 \downarrow$ (más válaszok is lehetségesek).

2. fejezet. Kémiai reakciók

111. $m(\text{só}) = 236,8 \text{ g}$. 112. Az elegy $1,84$ -szer nehezebb a levegőnél.
113. $w(\text{CaCO}_3) = 84,3\%$; $w(\text{CaO}) = 15,7\%$. 122. c) C-atom, Fe^{2+} -ion.
125. a) A kénatom két elektront vesz fel. 126. $V(\text{H}_2) = 16 \text{ l}$.
128. c) $3\text{H}_2\text{S} + 2\text{HNO}_3 = 3\text{S} \downarrow + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$. 129. a) $2\text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{S} = 2\text{FeCl}_2 + \text{S} \downarrow + 2\text{HCl}$. 131. c) $N(e^-) = 1,07 \cdot 10^{23}$. 137. $\Delta H_1 = +27 \text{ kJ}$. 138. $V(\text{N}_2\text{O}) = 8,96 \text{ l}$. 139. $m(\text{S}) = 84,7 \text{ g}$.
148. A kémiai egyenletek egyike $-\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$.

3. fejezet. A legfontosabb szerves vegyületek

A szénhidrogének

176. Használjátok az alkánok általános képletét.

178. c) A reakciótermékek egyike – $\text{C}_3\text{H}_7\text{Cl}$. **181.** $\varphi(\text{C}_3\text{H}_8) = 27,1\%$;
 $\varphi(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 72,9\%$. **190.** $V(\text{CH}_4) = V(\text{C}_2\text{H}_6) = 0,224 \text{ l}$; $V(\text{C}_2\text{H}_4) = 0,672 \text{ l}$.

194. $n = 450$. **195.** $V(\text{C}_2\text{H}_4) = 2,8 \text{ l}$. **202.** $V(\text{HCl}) = 358,4 \text{ l}$.

206. $m(\text{kalcium-karbid}) = 10 \text{ kg}$. **208.** $V(\text{CO}_2) = 2 \text{ l}$; $V(\text{O}_2) = 1,5 \text{ l}$.

209. $V(\text{O}_2) = V(\text{H}_2) = 20 \text{ ml}$. **210.** $V(\text{H}_2\text{S}) : V(\text{lev.}) = 2 : 15$,
ha az oxigén tömegrészét a levegőben 20%-nak vesszük.

211. C_2H_2 . **212.** C_4H_{10} . **213.** C_2H_6 .

Az oxigéntartalmú vegyületek

219. Hozzátok összefüggésbe az alkoholban lévő kémiai kötés típusával.

221. a) CH_3OH ; **b)** $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ (a megoldáshoz használjátok az adott típusú alkoholok általános képletét). **222.** $w(\text{CH}_3\text{OH}) = 41\%$;

$w(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 59\%$. **223.** $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$;

$\Delta H = -137,1 \text{ kJ}$. **230.** $w(\text{glicerín}) = 39\%$. **235.** CH_3COOH .

236. a) HCOOH ; **b)** $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$. **237.** $w(\text{HCOOH}) = 37,1\%$;

$w(\text{CH}_3\text{COOH}) = 48,4\%$. **244.** $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Mg}$.

245. $m(\text{old. KOH}) = 17,5 \text{ g}$.

246. $m(\text{ec.essz.}) = 45 \text{ g}$; $m(\text{víz}) = 355 \text{ g}$. **247.** $w(\text{HCOOH}) = 65,7\%$;

$w(\text{CH}_3\text{COOH}) = 34,3\%$. **256.** $m(\text{glicerín}) = 1,02 \text{ kg}$.

257. $V(\text{H}_2) = 4,18 \text{ m}^3$.

258. $2\text{C}_3\text{H}_5(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_3 + 157\text{O}_2 = 108\text{CO}_2 + 110\text{H}_2\text{O}$;

$\Delta H = -71\,200 \text{ kJ}$. **264.** $V(\text{CO}_2) = 22,4 \text{ l}$.

265. $m(\text{glükóz}) = 83,1 \text{ g}$. **273.** $w(\text{szacharóz}) = 14\%$.

274. $V(\text{alkohol}) = 35,5 \text{ l}$. **278.** $m(\text{burgonya}) = 1036 \text{ kg}$.

279. $m(\text{keményítő}) = 6,75 \text{ t}$.

A nitrogéntartalmú vegyületek

283. Hozzátok összefüggésbe a vegyület elektrolitikus disszociációs képességével, vegyének figyelembe a folyamat sajátosságait, a vegyület részecskéinek lehetőségét egyesülni a H^+ -ionokkal. **287.** $V(\text{lev.}) = 2,25 \text{ l}$.

288. $w(\text{adalék.}) = 7\%$. **294.** $m((\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO})_2\text{Ba}) = 28,5 \text{ g}$.

295. a) $V(\text{H}_2) = 1,12 \text{ l}$; **b)** $V(\text{CO}_2) = 672 \text{ ml}$. **302.** $m(\text{N}) = 3,68 \text{ g}$.

309. $w(\text{P}) = 6,2\%$. **314.** Hasonlítsátok össze az alkaloidák, a keményítő és a cellulóz viselkedését a savakkal szemben. **316.** $m(\text{C}) : m(\text{H}) : m(\text{O}) = 9 : 1 : 12$. **317.** $M_r(\text{B}_2\text{-vit.}) = 376$.

Szakkifejezések szótára

addíciós reakció – az egyesülési reakció megnevezése a szerves kémiában

aldehid-csoport – a $\text{-C}\begin{smallmatrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{smallmatrix}$ -atomcsoport

alkaloidák – nitrogéntartalmú szerves vegyületek, amelyek erős fiziológiai hatást gyakorolnak az emberek és állatok szervezetére

alkánok – telített szénhidrogének, amelyeknek molekulái nyílt szénláncúak és csak egyszeres kötéseket tartalmaznak

alkoholok – szénhidrogén származékok, amelyek molekuláiban egy vagy több hidrogénatomot hidroxil-csoport helyettesít

amino-csoport – NH_2 -atomcsoport

aminok – az ammónia hidrogénatomjainak szénhidrogén maradékkal történő helyettesítése eredményeként jönnek létre

aminosavak – szénhidrogén származékok, amelyek molekuláiban amino- és karboxil-csoportok találhatók

az anyag belső energiája – az anyag részecskéinek és a közöttük lévő kémiai kötések energiájának összege

bázisok – elektrolitok, amelyek disszociációjakor OH^- -anionok jelennek meg a vizes oldatban vagy olvadékokban

bomlási reakció – olyan reakció, amely során egy anyagból két vagy több új anyag keletkezik

cserebomlási reakció – két összetett anyag között lejátszódó olyan reakció, amelynek során a reagáló anyagok kicserélik alkotóikat (atomjaikat, atomcsoportjaikat, ionjaikat)

dehidratációs reakció – a reakció során a vegyületből víz lép ki

dipólus – ellentétes töltésű pólusokkal rendelkező részecske (molekula)

egyesülési reakció – a reakció során két vagy több anyagból egy anyag keletkezik

egyirányú reakció – olyan reakció, amely csak egy irányba játszódik le (termékei nem lépnek kölcsönhatásba a kiinduló reagensek keletkezésével)

elektromos áram – töltött részecskék irányított mozgása

elektrolitikus disszociáció – az anyagnak (semleges molekulának) elektromosan töltött ionokra való szétesése oldódáskor vagy olvadáskor

elektrolitikus disszociációfok – egyenlő az ionokra szétesett molekulák mennyiségének és az elektrolit összes molekulájának arányával

elektrolitok – vegyületek, melyeknek vizes oldatai és olvadáskai vezetik az elektromos áramot.

emulzió – két egymásban nem oldódó folyadék összerázott elegye

endotermikus reakció – hőelnyeléssel járó reakció

erős elektrolit – elektrolit, amely az oldatban teljesen vagy majdnem teljesen ionjaira esik szét (disszociál)

észterek – karbonsav származékok, melyeknek molekuláiban a karboxil-csoport hidrogénatomját szénhidrogén maradék helyettesíti

észterifikációs reakció – alkohol és sav között lejátszódó reakció, amelynek eredményeként észter és víz képződik

exotermikus reakció – hőfejlődéssel járó reakció

fehérjék – aminosavakból felépülő vegyületek (polipeptidek), amelyek az élő szervezetekben különleges biológiai funkciókat töltenek be

fiziológiailag aktív anyagok – szerves vegyületek, amelyek aktívan hatnak az élő szervezetben végbemenő biológiai folyamatokra

fotoszintézis – a növényekben fényenergia felhasználásával történő szerves anyagok szintézise szervetlen anyagokból (szén-dioxidból, vízből, oldott sókból)

funkciós csoport – olyan atomcsoport, amely meghatározza a szerves vegyület kémiai tulajdonságait

gyenge elektrolit – elektrolit, amely az oldatban csak részben disszociál ionjaira

hab – folyadék és gáz heterogén elegye

helyettesítési reakció (a szervetlen kémiában) – egyszerű és összetett anyag közötti reakció, aminek következtében egy új egyszerű és egy új összetett anyag keletkezik

hidratációs reakció – a reakció során a vegyület vizet addicionál

hidratált ion – vízmolekulákkal körülvett ion

hidrogénezési reakció – a reakció során a szerves vegyület hidrogént addicionál

hidrogénkötés – a hidrogénatom közreműködésével kialakuló molekulák közötti kölcsönhatás

hidrolízis – az anyag cserebomlási reakciója vízzel

hidroxil-csoport – OH-atomcsoport

híg oldat – olyan oldat, amelyben az oldószer mennyisége nagyságrendekkel meghaladja az oldott anyag mennyiségét

homológ különbség – a $-\text{CH}_2$ -atomcsoport

homológok – vegyületek, amelyek egy meghatározott homológsorhoz tartoznak

homológsor – hasonló felépítésű szerves vegyületek sora, melyek egy vagy több $-\text{CH}_2$ -atomcsoporttal különböznek egymástól

ion-molekula egyenlet – olyan egyenlet, amelyben az anyagok molekula- és ion-képletei egyaránt jelen vannak

izomerek – vegyületek, amelyek molekulái egyforma összetételűek, de különböző szerkezetűek

izoméria – az izomerek létezésének jelensége

karbonsavak – szénhidrogének származékai, amelyeknek molekuláiban egy vagy több karboxil-csoport található

karboxil-csoport – a $\text{-C}\begin{smallmatrix} \text{=O} \\ \text{OH} \end{smallmatrix}$ -atomcsoport

kolloid oldat – olyan oldat, amelyben az oldott anyagrészek mérete 1nm-től 100 nm-ig terjed

katalizátor – olyan anyag, amely megnöveli a reakciók sebességét, ő maga is részt vesz a reakcióban, de a reakció után változatlanul visszamarad

keto-csoport – a >C=O -atomcsoport

klórozási reakció – a szerves anyag (szénhidrogén) és klór között lejátszódó reakció.

koncentrált oldat – olyan oldat, amelyben adott feltételek mellett több anyagot nem tudunk feloldani

kristályhidrát – kristályos anyag, amelynek összetételében egy vagy több vízmolekula található

kristályvíz – az a víz, amely a kristályhidrát összetételében található

magas szénatomszámú karbonsavak – karbonsavak, amelyek molekuláiban 10 vagy annál több szénatom található

megfordítható reakció – reakció, amely mindkét irányba lejátszódik

monomer – a polimerizációs reakció kiinduló anyaga

nemelektrolitok – olyan vegyületek, amelyek vizes oldatai, olvadékai nem vezetnek elektromos áramot

nukleinsavak – makromolekuláris természetes vegyületek, amelyek tárolják és reprodukálják a szervezetben a genetikai információt, valamint részt vesznek a fehérjék szintézisében

nukleotid – a nukleinsavak összetevője, amely ortofoszforsav (H_3PO_4), monoszacharid és nitrogéntartalmú vegyületek maradékainak összekapcsolódása révén jön létre

oldat – az anyagok homogén elegye

oldhatóság – az anyagnak az a képessége, hogy más anyaggal képes oldatot képezni

oldószer – az a komponens, amelyik legnagyobb mennyiségben van jelen, ha az oldat mindegyik komponense egyazon halmazállapotban van

oldott anyag tömegrésze – az oldott anyag tömege és az oldat aránya

oxidáció – elektronok leadása részecske (anyag) által

oxidációs fok – az a szám, amely megmutatja, hogy a molekula kialakulása során a benne levő adott atom hány elektront vett fel vagy adott le

oxidációs-redukciós(redox) reakció – olyan reakció, amely az elemek oxidációs fokának megváltozásával jár

oxidálószer – részecske (anyag), amely elektronokat vesz fel

peptid – egy- vagy többféle aminosav összekapcsolódásával keletkező termék

peptid-csoport – a —C—N— -atomcsoport



polimer – olyan vegyület, amelynek molekulái nagy mennyiségű azonos atomcsoportból épülnek fel

polimerizációs reakció – nagy számú azonos molekula egyesülési reakciója, miközben a többszörös kötések felbomlanak

redukálószer – részecske (anyag), amely leadja elektronjait

redukció – elektronok felvétele részecskék (anyag) által

savak – elektrolitok, amelyek disszociációjakor a vizes oldatban H^+ -kationok jelennek meg.

szénhidrátok – $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_m$ általános képlettel rendelkező szerves vegyületek.

szénhidrogén maradék – a szerves vegyület (szénhidrogén) molekulájának része, amely szén- és hidrogénatomokból áll

szénhidrogének – a szénnek hidrogénnel alkotott vegyületei

szerves anyag – szénvegyületek (néhány kivétellel)

szerves kémia – a kémiának az a területe, ahol a kutatás tárgyát a szerves vegyületek és azok átalakulása képezi

szuszpenzió – folyadék és kolloidméretű szilárd részecskék összerázott elegye

telítetlen oldat – olyan oldat, amelyben még meghatározott mennyiségű anyagot fel lehet oldani

telítetlen szénhidrogének – olyan szénhidrogének, amelyek molekuláiban a szénatomok egymáshoz egyszeres kötésekkel kívül többszörös (kettős, hármas) kötésekkel is kapcsolódnak

telített oldat – olyan oldat, amelyben az adott feltételek mellett már több anyagot nem lehet feloldani

telített szénhidrogének – olyan szénhidrogének, amelyekben a szénatomok egyszeres kovalens kötéssel kapcsolódnak egymáshoz.

termokémiai egyenlet – olyan kémiai egyenlet, amelyben a hőváltozás számértéke is fel van tüntetve

valódi oldat – oldat, amelyben a részecskék (atomok, molekulák, ionok) mérete nem haladja meg az 1 nm-t

vitaminok – szerves anyagok, amelyek kis mennyiségben szükségesek a szervezetnek a biológiai folyamatok megvalósításához

zsírok – a glicerín és magas szénatomszámú karbonsavak észterei

Tárgymutató

A

- Alkaloidák 212
- Alkánok (metánhomológok) 113
 - elterjedésük a természetben 118
 - felhasználásuk 120
 - képletek 112
 - megnevezésük 114
 - tulajdonságaik 118, 119
- Alkoholok 144
 - csoportosításuk 144
 - előállításuk 147
 - tulajdonságaik 145, 146
- Aminok 188
- Aminosavak 192
 - felhasználás 195
 - nem helyettesíthetők 193
- α -aminosavak 193
- Amino-ecetsav 193
- Aszkorbinsav
 - lásd* C-vitamin
- Acetát-ion 160
- Acetátok 160
- Acetilén (etin) 133
 - előállítás 136
 - felhasználás 137
 - molekula felépítése 133
 - tulajdonságok 135

B

- Bázisok 44
- Belső energia
 - anyagé 84

C

- Cellulóz 180, 183
 - felhasználás 184
 - tulajdonságok 184
- C-vitamin 210

D

- Denaturáció
 - fehérjéké 200
- Dextrin 182
- Dipólus 8

E

- Elektrolit 41
 - erős 52
 - gyenge 52
- Elektrolitikus disszociáció 43
- Elektrolitikus disszociáció fok 51
- Elektron kiegyenlítés 80
- Elemek
 - organogén 100
- Emulzió 18
- Etanol 145
 - felhasználás 148
 - fiziológiai hatás 148
 - tulajdonságok 145, 146
- Etán 114
- Etilén (etén) 122
 - előállítás 126
 - tulajdonságok 124

É

- Észterek (összetett éterek) 161

F

- Fehérjék 197
 - molekula felépítése 198
 - tulajdonságok 200, 201
- Fiziológiailag aktív
 - anyagok 209
- Fotoszintézis 171
- Földgáz 104
- Fruktóz 175
- Funkciós csoport 143
 - aldehid-csoport 172

amino-csoport 188
hidroxil-csoport 143
karboxil-csoport 143, 154
keto-csoport 175

G

Géntechnológia 207
Glicerín (glicerol) 150
 felhasználás 153
 tulajdonságok 150, 151
Glicin (lásd amino-ecetsav)
Glükóz 172
 felhasználás 173
 tulajdonságok 172

H

Hab 18
Hidrát-ion 20
Hidrogénkötés 8
Hidrolízis
 sók 62
 zsírok 167
Higroszkopikusuk 151
Homológ különbség 113
Homológ sor 113
Homológok 113
Hőeffektus 84

I

Ion-molekuláris
 egyenlet 56
Izomerek 117
Izoméria 117

K

Karbonsavak 154
 csoportosításuk 155, 156
 diszociáció 159
 ecetsav (etánsav) 158
 előállításuk 161
 elterjedésük a természetben 155
 felhasználásuk 161
 hangyasav 156

magas szénatom számú 156
megnevezések 156
molekulafelépítésük 158
monokarbonsavak 155
oleinsav 156
palmitinsav 156
sztearinsav 156
tulajdonságaik 159
zsírsavak 156

Katalizátor 95
Kábítószer 205
Keményítő 180
 felhasználásuk 183
 molekula felépítése 181
 tulajdonságaik 181, 182
Klórszármazékaik 109
Kristályhidrát 14
Kristályvíz 15

M

Metán 104
 elterjedésük a természetben 104
 molekula felépítése 105
 tulajdonságaik 107
Metanol 145
 felhasználásuk 148
 fiziológiai hatásuk 149
 molekula felépítése 145
 tulajdonságaik 145
Metil-amin 189
 molekula felépítése 189
 tulajdonságaik 189
Monomer 129
Műanyagok 132

N

Nemelektrolitok (anektrolitok) 41
Nikotin 213
Nukleinsavak 205
 funkcióik 206
 molekula felépítése 205
 tulajdonságaik 207
Nukleotid 205

O

Oldatok 18

- híg 19
- kolloid 22
- koncentrált 19
- telítetlen 26
- telített 26
- valódi 22

Oldhatóság 26

Oldott anyag 18

Oldószer 18

Oxidáció 74

Oxidálószer 75

P

Paraffin 119

Peptid csoport 195

Peptidek 194

Polietilén 128

Polimer 129

R

Reakció

- addíciós 124
- biuret 201
- bomlási 68
- cserebomlási 70
- dehidratációs 126, 146
- egyesülési 67
- egyirányú 71
- endotermikus 84
- erjedési 173
- észterifikációs 161
- exotermikus 84
- helyettesítési 69, 109
- hidratációs 125
- hidrogénezési 125
- klórozási 109
- megfordítható 71
- oxidációs-redukciós 74
- polimerizációs 129
- sebesség 90, 91
- xanto-protein 201

Redukálószer 75

Redukció 74

S

Savak 47

Sók 44

Sz

Szacharóz 175

- előállításuk 178
- felhasználásuk 179
- tulajdonságaik 176

Szerves kémia 101

Szerves vegyületek 100

Szénhidrátok 170

- csoportosításuk 171

Szénhidrogén maradék 144

Szénhidrogének 103, 104

- telített 104

- telítetlen 104

Szuszpenzió 18

T

Teflon 132

Termokémiai egyenlet 86

Tömegrész

- oldott anyagé 34

V

Vitaminok 210

- vízoldható 210

- zsíroldható 211

Víz 5

- molekula felépítése 6
- elterjedésük a természetben 5
- tulajdonságaik 10, 11

Zs

Zsírok 165

- tulajdonságaik 166
- előállításuk 168
- felhasználásuk 168
- csoportosításuk 165

Ukrán nyelvű irodalom a tanulók részére

1. Аликберова Л. Ю. Занимательная химия: Книга для учащихся, учителей и родителей. – М.: АСТ-ПРЕСС, 2002. – 560 с.
2. Березан О. В. Енциклопедія хімічних задач. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. – 304 с.
3. Большая детская энциклопедия: Химия / Сост. К. Люцис. – М.: Русское энциклопедическое товарищество, 2001. – 640 с.
4. Бочеваров А. Д., Жикол О. А. Хімія у визначеннях, таблицях і схемах: Довідково-навчальний посібник. – Харків: Ранок, 1998. – 128 с.
5. Васнлега М. Д. Цікава хімія. – К.: Рад. школа, 1989. – 188 с.
6. Зоммер К. Аккумулятор знаний по химии / Пер. с нем. – М.: Мир, 1985. – 294 с.
7. Карцова А. А. Химия без формул. – СПб.: Авалон, Азбука-классика, 2005. – 112 с.
8. Крикля Л. С., Попель П. П. Хімія: задачі та вправн. 8 клас. – К.: Видавничий центр „Академія”, 2002. – 232 с.
9. Кукса С. П. 600 задач з хімії. – Тернопіль: Мандрівець, 1999. – 144 с.
10. Левицкий М. М. Увлекательная химия. Просто о сложном, забавно о серьезном. – М.: АСТ; Астрель, 2008. – 448 с.
11. Леенсон И. А. Занимательная химия. – М.: РОСМЭН, 2000. – 104 с.
12. Попель П. П. Складання рівнянь хімічних реакцій: Навч. посіб. – К.: Рута, 2000. – 128 с.
13. Хімія: завдання та тести / В. М. Амірханов, О. І. Білодід, М. М. Верховод та ін.; за ред. М. Ю. Корнілова. – К.: Школяр, 2000. – 512 с.
14. Хімія. Тести. 8–11 класи: Посібник / Автори-укладачі: І. М. Курмакова, Т. С. Куратова, С. В. Грузнова та ін. – К.: ВЦ „Академія”, 2007. – 280 с.
15. Химия: Энциклопедия химических элементов / Под ред. проф. А. М. Смолеговского. – М.: Дрофа, 2000. – 432 с.
16. Энциклопедия для детей / Глав. ред. В. А. Володин. – М.: Аванта+, 2000. – Т. 17. Химия. – 640 с.
17. Яковішии Л. О. Цікаві досліди з хімії: у школі та вдома. – Севастополь: Біблекс, 2006. – 176 с.

Érdekes tudnivalókat tartalmazó Internetes weboldalak:

1. <http://www.alhimik.ru>
2. <http://chemistryandchemists.narod.ru>
3. <http://chemworld.narod.ru>
4. <http://www.hij.ru>

Tartalom

Kedves Kilencedikesek!	3
------------------------	---

1. fejezet

A víz. Az oldatok

1. téma A víz	5
2. téma A víz tulajdonságai	10
3. téma A kristályhidrátok	13
4. téma Az oldatok. Az oldatok előállítása	17
<i>Kísérletezzünk otthon. Az anyag vízben</i>	
oldódását kísérő hőhatások	25
A kristályhidrátok keletkezését kísérő hőhatások	25
5. téma Az anyagok oldhatósága	25
<i>Kísérletezzünk otthon. Az anyagok vízben</i>	
oldhatóságának összehasonlítása	31
<i>Órák után</i>	
Rézgálic kristályok növesztése	31
6. téma Az oldat mennyiségi összetétele. Az oldott anyag	
tömegrészaránya	32
1. Gyakorlati munka.	
A só vizes oldatának elkészítése meghatározott	
tömegrészarányú oldott anyaggal	38
7. téma Az elektrolitok és nemelektrolitok	39
8. téma Az elektrolitikus disszociáció	43
9. téma Az elektrolitikus disszociáció foka. A víz mint elektrolit	50
10. téma Ion-molekula egyenletek. Az elektrolitok között	
végbemenő cserebomlási reakciók az oldatokban	55
<i>Érdeklődők számára. A sók hidrolízise</i>	62
2. Gyakorlati munka.	
Ioncsere reakciók elektrolit oldatokban	63
3. Gyakorlati munka.	
A szervesetlen vegyületek meghatározása	64

2. fejezet

Kémiai reakciók

11. téma A kémiai reakciók csoportosítása	66
12. téma Az oxidációs-redukciós reakciók	73
13. téma Az oxidációs-redukciós reakcióegyenletek felállítása	79
14. téma A kémiai reakciókat kísérő hőváltozások.....	83
<i>Érdeklődők számára. Az élelmiszerek kalóriatartalma</i>	<i>88</i>
15. téma A kémiai reakciók sebessége	90
<i>Érdeklődők számára. Az élelmiszerek</i>	
<i>eltarthatóságának feltételeiről</i>	<i>97</i>

3. fejezet

A legfontosabb szerves vegyületek

16. téma Szerves vegyületek. Szerves kémia	98
A szénhidrogének	103
17. téma A metán	104
<i>Órák után. A metánmolekula méretarányos</i>	
<i>gömbmodelljének elkészítése.....</i>	<i>112</i>
18. téma A metán homológjai	112
<i>Érdeklődők számára. Az izoméria</i>	<i>116</i>
<i>Órák után. Az etán- és propánmolekula</i>	
<i>méretarányos modelljeinek elkészítése</i>	<i>117</i>
19. téma Az alkánok tulajdonságai és felhasználásuk.....	118
20. téma Az etilén	122
<i>Órák után. Az etilénmolekula méretarányos</i>	
<i>modelljének elkészítése.....</i>	<i>128</i>
21. téma A polietilén	128
<i>Érdeklődők számára. A teflon</i>	<i>132</i>
A műanyagok	132
22. téma Az acetilén.....	133
<i>Órák után. Az acetilénmolekula méretarányos</i>	
<i>modelljének elkészítése</i>	<i>138</i>
23. téma A gázok térfogataránya a kémiai reakciókban	139
Az oxigéntartalmú szerves (-szén) vegyületek.....	143
24. téma Az alkoholok, A metanol és az etanol	144
25. téma A glicerín	150

26. téma A karbonsavak	154
27. téma Az ecetsav	158
4. Gyakorlati munka.	
Az ecetsav tulajdonságai	163
28. téma A zsírok	165
29. téma A szénhidrátok. A glükóz	170
Érdeklődők számára. A fruktóz	175
30. téma A szacharóz	175
31. téma A keményítő. A cellulóz	180
Kísérletezzünk otthon. A keményítő kimutatása	
élelmiszerekben	186
A keményítő kivonása burgonyából	186
5. Gyakorlati munka.	
Az oxigéntartalmú szerves vegyületek felismerése	186
A nitrogéntartalmú szerves vegyületek	187
32. téma Az aminok. A metil-amin	188
33. téma Az aminosavak. Az amino-ecetsav	192
34. téma A fehérjék	197
Kísérletezzünk otthon. Fehérjeoldat	
készítése	203
A fehérjék tulajdonságainak megismerése	204
35. téma A nukleinsavak	204
36. téma A fiziológiailag aktív anyagok	209
37. téma A kémia és az emberiség fejlődése	215
A feladatok és a példák megoldásai	219
Szakkifejezések szótára	221
Tárgymutató	225
Ukrán nyelvű irodalom a tanulók részére	228

Навчальне видання

ПОПЕЛЬ Павло Петрович
КРИКЛЯ Людмила Сергіївна

ХІМІЯ

Підручник для 9 класу
загальноосвітніх навчальних закладів
з угорською мовою навчання

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Видано за державні кошти.

Продаж заборонено

Переклад з української

Перекладач *Комоні Єва Йосипівна*

Угорською мовою

Художнє оформлення *В. М. Штогриня*
Технічний редактор *С. М. Максимець*
Коректор *Е. С. Сабов*
Комп'ютерна верстка *В. С. Товтін*

Підписано до друку 03.08.2009.

Формат 60×90/16. Папір офс. № 1. Гарнітура Шкільна.
Друк офсетний. Умовн. друк. арк. 14,5. Обл.-вид. арк. 10,4.
Вид. № 229. Зам. № 524. Наклад 1 885 прим.

Верстка, редагування та друк видавничого дому „Букрек”



видавничий дім
publishing house

Свідцтво про внесення
до Державного реєстру суб'єкта
видавничої справи ЧІЦ №1 від 10.07.2000 р.



телефони
[0372]

Приймальня 552 943

Друкарня 526 353

Реалізація 526 956

Бухгалтерія 527 049



адреса

58000, м. Чернівці,
вул. Радищева, 10



e-mail

info@bukrek.net



факс
[0372] 552 943



web-сайт

www.bukrek.net

2009/2010 Lengyelkőcső D.
2010/11 Aurzer Martin 9 A.

2012/2013 Sebők István 8 A-oszt

Veres Gábor 9. - B oszt

2013./2014

Vagány
Kiscsaj



King

[Handwritten signature]

A kémiai elemek D. I. Mengyelejev

Periódusok	Csor														
	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 14,01 [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 30,97 [Ne]3s ² 3p ³					
4	K 19 Kálium 39,098 [Ar]4s ¹			Ca 20 Kalcium 40,08 [Ar]4s ²		21 22 44,956 47,87 Szkandium Titán [Ar]3d ¹ 4s ² [Ar]3d ² 4s ²		23 24 50,941 52,00 Vanádium Krom [Ar]3d ³ 4s ² [Ar]3d ⁴ 4s ²							
	29 30 63,546 65,41 [Ar]3d ¹⁰ 4s ¹ [Ar]3d ¹⁰ 4s ² Réz Cink			31 32 69,72 72,64 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ¹ [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ² Gallium Germánium		33 34 74,92 78,96 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ³ [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁴ Arszén Szelén		35 36 79,90 83,80 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁵ [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ Brom Kén							
5	Rb 37 Rubídium 85,468 [Kr]5s ¹			Sr 38 Stroncium 87,62 [Kr]5s ²		39 40 88,906 91,22 Ittrium Cirkónium [Kr]4d ¹ 5s ² [Kr]4d ² 5s ²		41 42 92,906 95,94 Nikkel Kobalt [Kr]4d ⁸ 5s ¹ [Kr]4d ⁷ 5s ²							
	47 48 107,868 112,41 [Kr]4d ¹⁰ 5s ¹ [Kr]4d ¹⁰ 5s ² Ezüst Kadmium			49 50 114,82 118,71 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ¹ [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ² Indium Ón		51 52 121,76 127,60 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ³ [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁴ Antimon Tellúr		53 54 127,76 128,91 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁵ [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ Jód Kén							
6	Cs 55 Cézium 132,91 [Xe]6s ¹			Ba 56 Bárium 137,33 [Xe]6s ²		57 58 138,905 140,907 Lantán Cerium [Xe]5d ¹ 6s ² [Xe]5d ¹ 6s ²		59 60 140,908 140,907 Praseodímium Neodímium [Xe]4f ¹ 5d ¹ 6s ² [Xe]4f ² 5d ¹ 6s ²		61 62 140,908 140,907 Prométium Szamárrium [Xe]4f ³ 5d ¹ 6s ² [Xe]4f ⁴ 5d ¹ 6s ²		63 64 151,96 157,25 Eurórium Gadólímium [Xe]4f ⁶ 5d ¹ 6s ² [Xe]4f ⁷ 5d ¹ 6s ²			
	79 80 196,967 200,59 ...5d ¹⁰ 6s ¹ [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² Arany Higany			81 82 204,38 207,2 [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ¹ [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ² Tallium Ólom		83 84 208,98 209 [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ³ [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁴ Bismut Polonium		85 86 208,98 209 [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁵ [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶ Vasztély Szén							
7	Fr 87 Francium [223] [Rn]7s ¹			Ra 88 Rádium [226] [Rn]7s ²		89 90 [227] [228] Aktínium Torium [Rn]6d ¹ 7s ² [Rn]6d ² 7s ²		91 92 [223] [223] Protaktínium Urán [Rn]5f ² 6d ¹ 7s ² [Rn]5f ³ 6d ¹ 7s ²		93 94 [227] [227] Neptúnium Plutónium [Rn]5f ⁴ 6d ¹ 7s ² [Rn]5f ⁶ 6d ¹ 7s ²		95 96 [231] [231] Americium Kúrrium [Rn]5f ⁷ 6d ¹ 7s ² [Rn]5f ⁷ 6d ¹ 7s ²			
Legmagasabb oxidok	E ₂ O			EO		E ₂ O ₃		EO ₂		E ₂ O ₅					
Illanó hidrogénvegyületek								EH ₄		EH ₃					
Lantanoidák	58 Ce 140,12 4f ¹ 5d ¹ Cérium		59 Pr 140,908 4f ² 5d ⁰ Prazeodímium		60 Nd 144,24 4f ³ Neodímium		61 Pm [145] 4f ⁴ Prométium		62 Sm 150,4 4f ⁵ Szamárrium		63 Eu 151,96 4f ⁶ Eurórium		64 Gd 157,25 4f ⁷ Gadólímium		
Aktinoidák	90 Th 232,038 6d ² Tórium		91 Pa [231] 5f ² 6d ¹ Protaktínium		92 U 238,029 5f ³ Urán		93 Np [237] 5f ⁴ Neptúnium		94 Pu [244] 5f ⁶ 6d ⁰ Plutónium		95 Am [243] 5f ⁷ Americium		96 Cm [247] 5f ⁷ Kúrrium		



s-elemek



p-elemek



d-elemek



f-elemek

féle periódusos rendszere (rövid forma)

ortok

b	a	VI	b	a	VII	b	a	VIII		b				
				(H)			He	2						
							Hélium	4,0026						
							1s ²							
7	O	8	F	9	Ne		10							
4,0067	Oxigén	15,999	Fluor	18,998	Neon		20,180							
[2s ² 2p ³]		[He]2s ² 2p ⁴		[He]2s ² 2p ⁵	[He]2s ² 2p ⁶									
15	S	16	Cl	17	Ar		18							
30,974	Kén	32,06	Klór	35,453	Argon		39,948							
		[Ne]3s ² 3p ⁴		[Ne]3s ² 3p ⁵	[Ne]3s ² 3p ⁶									
V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni				
Vanádium	51,996	Króm	54,938	Mangán	55,845	Vas	58,933	Kobalt	58,69	Nikkel				
	[Ar]3d ⁵ 4s ¹		[Ar]3d ⁵ 4s ²		[Ar]3d ⁶ 4s ²		[Ar]3d ⁷ 4s ²		[Ar]3d ⁸ 4s ²					
33	Se	34	Br	35	Kr		36							
4,922	Szelén	78,96	Bróm	79,904	Kripton		83,80							
p ³	[Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁴		[Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁵		[Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶									
Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd				
Niobium	95,94	Molibdén	[98]	Technécium	101,07	Ruténium	102,905	Ródium	106,4	Palládium				
	[Kr]4d ⁵ 5s ¹		[Kr]4d ⁵ 5s ²		[Kr]4d ⁷ 5s ¹		[Kr]4d ⁸ 5s ¹		[Kr]4d ¹⁰ 5s ⁰					
51	Te	52	I	53	Xe		54							
127,60	Tellúr	126,904	Jód	131,29	Xenon		131,29							
p ³	[Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁴		[Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁵		[Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶									
Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir	78	Pt				
Tantál	183,84	Volfrám	186,207	Rénium	190,2	Ozmium	192,22	Iridium	195,09	Platina				
s ²	[Xe]4f ¹⁴ 5d ⁴ 6s ²		[Xe]4f ¹⁴ 5d ⁵ 6s ²		[Xe]4f ¹⁴ 5d ⁶ 6s ²		[Xe]4f ¹⁴ 5d ⁷ 6s ²		[Xe]4f ¹⁴ 5d ⁹ 6s ²					
83	Po	84	At	85	Rn		86							
209	Polónium	[209]	Asztácium	[210]	Radon		[222]							
6p ³	[Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁴		[Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁵		[Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶									
Db	106	Sg	107	Bh	108	Hs	109	Mt	110	Ds				
Darmstadtium	[266]	Seaborgium	[264]	Bohrium	[267]	Hassium	[268]	Meitnerium	[271]	Darmstadtium				
s ²	[Rn]5f ¹⁴ 6d ⁷ 7s ²		[Rn]5f ¹⁴ 6d ⁷ 7s ²		[Rn]5f ¹⁴ 6d ⁷ 7s ²		[Rn]5f ¹⁴ 6d ⁷ 7s ²		[Rn]5f ¹⁴ 6d ⁷ 7s ²					
5	EO ₃		E ₂ O ₇		EO ₄									
	H ₂ E		HE											
Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu
Gadolinium	158,925	Terbium	162,50	Diszprózium	164,93	Holmium	167,26	Erbium	168,93	Tulium	173,04	Itterbium	174,97	Lutécium
	4f ⁷ 5d ¹	4f ⁹ 5d ⁰	4f ¹⁰		4f ¹¹		4f ¹²		4f ¹³		4f ¹⁴		5d ¹	
Cm	97	Bk	98	Cf	99	Es	100	Fm	101	Md	102	No	103	Lr
Curium	[247]	Berkélium	[251]	Kalifornium	[252]	Einsteinium	[257]	Fermium	[258]	Mendelévium	[259]	Nobélium	[262]	Laurencium
	5f ⁷	5f ⁷	5f ¹⁰ 6d ⁰		5f ¹¹		5f ¹²		5f ¹³		5f ¹⁴		6d ¹	

Az f-elemeknél az elektronképletek csupán változó részei vannak feltüntetve.

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 vízben)

„k” – kevésbé oldódó anyag (oldhatósága 1 g-tól 0,001 g-ig terjed)

„n” – gyakorlatilag nem oldódó anyag (oldhatósága nem éri el a 0,001 g-ot)

„—” – az anyag nem létezik;

„#” – az anyag létezik, de a vízzel reagál (oldhatóságát nem lehet megadni)

A fémek

Li K Ba Sr Ca Na Mg Be Al Mn Cr Zn



a fémek kén

A savak osztályo

HClO₄ ≈ HNO₃ ≈ HI ≈ HBr ≈ HCl ≈ H₂SO₄ > H₂SO₃

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	—	—	—

g vízben);
100 g vízben);
,001 g-ot 100 g vízben);
meghatározni).

aktivitási sora

Fe Cd Ni Sn Pb (H_2) Bi Cu Ag Hg Pt Au

iai aktivitása növekszik

zása erősségük szerint

$H_3PO_3 > H_3PO_4 > HF > HNO_2 > H_2CO_3 > H_2S > H_2SiO_3$

közepes erősségű savak

gyenge savak