

# KÉMIA

## 10. osztály



2018

10

KÉMIA

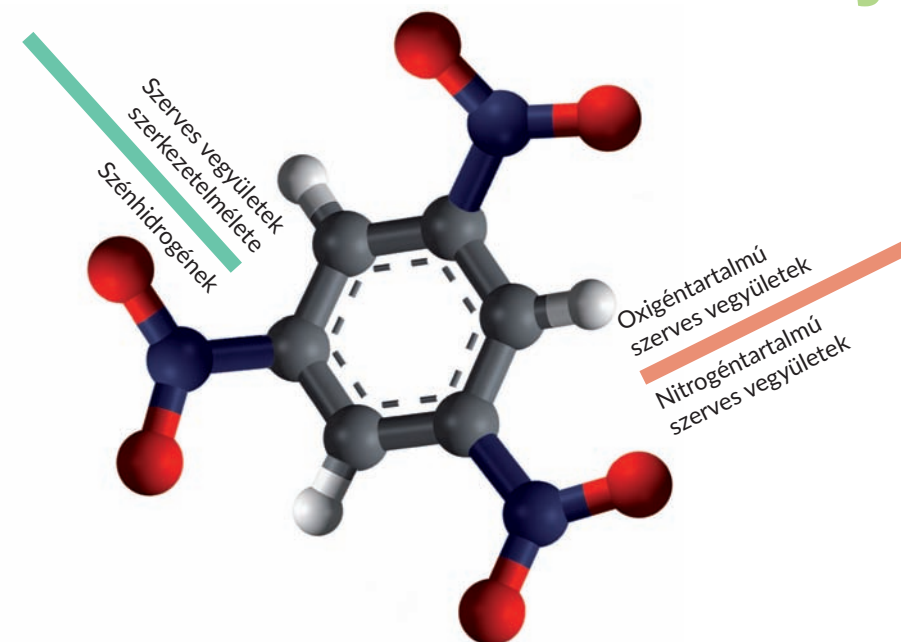
P. P. Popel, L. Sz. Kriklja

P. P. Popel, L. Sz. Kriklja

# KÉMIA

Általános szint  
Tankönyv

## 10. osztály



Szintetikus óriásmolekulájú vegyületek és műanyagok

Szerves vegyületek kapcsolata  
Szerves vegyületek az emberiség szolgálatában

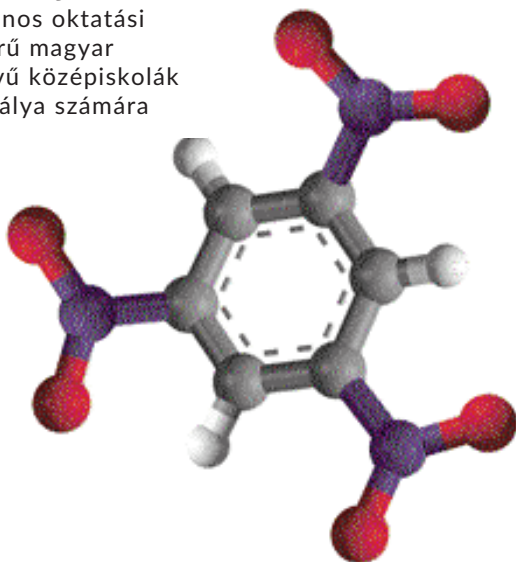
P. P. Popel, L. Sz. Kriklja

# K É M I A

**Szabvány-szint**

## **Tankönyv**

az általános oktatási  
rendszerű magyar  
tannyelvű középiskolák  
10. osztálya számára



Ajánlotta  
Ukrajna Oktatási és Tudományos Minisztériuma

Csernyivci  
„Bukrek”  
2018

УДК 547(075.3)  
П 57

Перекладено за виданням:

П. П. Попель, Л. С. Крикля. Хімія (рівень стандарту) : підруч. для 10 кл. закладів загальної середньої освіти. – Київ : ВЦ «Академія», 2018. – 256 с. : іл.

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України  
(наказ № 1085 від 11.10.2018 р.)*

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

**Попель П. П.**  
П 57 Хімія (рівень стандарту) : підруч. для 10 кл. закладів загальної середньої освіти з навчанням угорською мовою/  
П. П. Попель, Л. С. Крикля. – Чернівці : «Букрек», 2018. – 256 с. : іл.

ISBN 978-617-7663-32-3 (угор.)

**УДК 547(075.3)**

ISBN 978-966-580-552-6 (укр.)  
ISBN 978-617-7663-32-3 (угор.)

© Попель П. П., Крикля Л. С., 2018  
© ВЦ «Академія», оригінал-макет, 2018  
© Видавничий дім «Букрек», переклад, 2018

# Kedves tizedikesek!

Ebben a tanévben folytatódik ismerkedésetek a szerves vegyületekkel, részletesebb ismereteket szereztek a szénvegyületekről. A szénhidrogének ( a szén és a hidrogén által alkotott vegyületek) a kőolaj és a földgáz összetevői. Az élő szervezetek szerves vegyületekből építenek fel, melyek három vagy több féle kémiai elemből állnak. Ezeknek példája a zsírok, szénhidrátok, karbonsavak, aminosavak, fehérjék, vitaminok, fermentumok és mások. Nagyon sok szerves vegyület nem fordul elő a természetben. Ezeket a vegyületeket laboratóriumban állítják elő vegyészek, illetve mérnökök és technológusok vezetésével nagy mennyiségben gyártja azokat az ipar. Megismerkedtek szerves óriásmolekulájú vegyületekkel és az ezek alapján előállított műanyagokkal, szintetikus és műszálakkal, melyek a mindennapi élet elengedhetetlen kellékeivé váltak és fokozatosan kiszorítják a természetes anyagokat.

Tanulmányaitok során elmélyítitek a kovalens kötéssel kapcsolatos ismereteiteket és felismeritek, hogy a szerves vegyületekben található kémiai kötések jellemzőinek megértése lehetővé teszi megjósolni az anyagok tulajdonságait, előre jelezni a várható reakciótermékeket. Ezenkívül megismerkedtek a szisztematikus nomenklatúrával, a szerves vegyületek nevezéktanával, mely rendszer szerint minden egyes anyag utal annak összetételére és szerkezetére, valamint ennek használatával megtanuljátok megnevezni a szerves anyagokat.

Sok tényező győz meg arról, hogy a szerves anyag összetétele és szerkezete meghatározza annak tulajdonságát. Ez a felismerés hozzájárul a szerves kémia holisztikus szemléletének kialakulásához, vagyis, hogy ez a kémiatudomány egy olyan ágazata, amely szorosan kapcsolódik az élő szervezetek anyagához illetve a környezetehz.

Ahogy korábban is, úgy a szerves kémia tanulása során is különböző kísérleteket fogtok végezni: lesznek laboratóriumi és gyakorlati munkák. A kísérleteket végezve megismerkedtek a szerves vegyületek tulajdonságaival, felismeritek az anyagokat és oldataikat, és némelyeket közülük ki fogjátok tudni mutatni az élelmiszerekben. Mindez hozzájárul a gyakorlati készségek javításához, a kísérleti eredmények elemzésének és a következtetések megfogalmazásának képességéhez. Természetesen a kémiai kísérletek végzésekor be kell tartani a munka- és a balesetvédelmi szabályokat.

A tankönyvben, mint az előzőkben is, a fontosabb meghatározások színnel vannak kiemelve. Az új fogalmak, fontos információk, logikailag hangsúlyos állítások és a téma megnevezése dőlt (kurzívval) vagy félkövér betűkkel vannak kiemelve. A laboratóriumi kísérleteket és gyakorlati munkák menetét leíró szövegrész színes háttérrel van nyomtatva. A kiegészítő információ balról színes vonallal van kiemelve, az érdekes tények és ismeretek a lapszélen vannak feltüntetve. Minden téma után különböző nehézségi fokozatú és típusú kérdések, gyakorlatok és példák találhatók. Az „Érdeklődők számára” kiemelt rész azok számára készült, akik szeretnék bővíteni és elmélyíteni kémiai ismereteiket. A szerves vegyületek kémiai tulajdonságai, előállítás és minőségi reakciója a Függelék részben van összefoglalva. A tankönyvvel való munka megkönnyítése érdekében tárgymutató található benne.

Igyekeztek elmélyülten és kitartóan dolgozni a könyvben található tananyaggal, próbáljatok lelkiismeretesen felelni a paragrafus végén feltett kérdésekre, önállóan megoldani a feladatokat.

Reméljük, hogy ezzel a tankönyvvel könnyű és érdekes lesz a kémia tanulása.

A szerzők

# 1. rész

## Szerves vegyületek szerkezetelmélete

Ebben a részben megismerkedtek a szerves vegyületek osztályozásával és a bennük lévő kémiai kötések típusaival. Megismeritek a szerves vegyületek szerkezetelméletének alapvető tételeit, az izoméria jelenségét, amely a szerves anyagok sokféleségének egyik tényezője. Megtanuljátok a szerves anyagok képleteinek meghatározására irányuló feladatok megoldásának algoritmusát.

---

# 1 Szerves vegyületek

---

### E téma tananyaga segít nektek:

- felidézni a szerves vegyületekről tanult ismereteket;
- megérteni a szerves vegyületek sokféleségének okát;
- ismeretet szerezni a szerves anyagok szisztematikus nomenklatúrájáról;
- bővíteni a szerves vegyületek csoportosításával kapcsolatos ismereteiteket.

**Szerves vegyületek.** Tudjátok, hogy a szerves vegyületeket a szervetlenektől eltérően, csak néhány kémiai elem alkotja. Ezek egyike a szén. A szénatomon kívül valamennyi szerves vegyületben előfordulnak hidrogénatomok. Sok szerves vegyület molekulái tartalmaznak még oxi-

gén-atomokat, nitrogénatomokat, halogének atomjait, s egyes szerves vegyületekben előfordulnak még kénatomok, foszforatomok és mások.

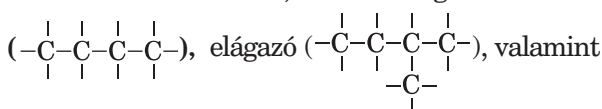
Majdnem minden szerves vegyület molekuláris szerkezetű. Így alacsony olvadás- és forráspont jellemző rájuk. A szerves vegyületek többségének van szaga, rosszul vagy gyakorlatilag nem oldódnak a vízben; melegítés hatására meggyulladnak vagy felbomlanak.

Jelenleg mintegy 20 millió szerves vegyületet tartanak számon. Éghető ásványokból kapják, élő szervezetekből nyerik ki, kémiai laboratóriumokban állítják elő, üzemekben gyártják azokat. A szerves anyagok változatossága annak köszönhető, hogy a szénatomok:

- elég magas (négyvel egyenlő) vegyértékkel rendelkeznek;

- egyszeres és többszörös (kettős, hármas) kovalens kötések képezhetnek  $(-\overset{|}{\underset{|}{\text{C}}}-, =\overset{|}{\underset{|}{\text{C}}}-, =\overset{|}{\text{C}}=, \equiv\overset{|}{\text{C}}-)$ ;

- különböző szerkezetű, köztük elágazás nélküli



zárt  $(-\overset{|}{\underset{|}{\text{C}}}-\overset{|}{\underset{|}{\text{C}}}-)$  láncokat képezve kapcsolódhatnak



egymással.

A zárt láncot gyűrűnek nevezzük.

A szerves vegyületek többsége szénhidrogén, vagyis csak szénből és hidrogénből állnak.

A szerves vegyületek egy részének triviális (köznap) neve van, mint például etilén, acetilén, citromsav, ecetsav, etilalkohol, aceton, glicerin. Az ilyen név alapján nem írható le a vegyület kémiai képlete. A XX. században több javaslat született a szerves anyagok megnevezésére. Legelterjedtebb a szisztematikus nomenklatura<sup>1</sup> vált. Ezt a nevezéktant a Nemzetközi Elméleti és Alkalmazott

### Érdekes tudni- való

A szén minden vegyületében IV vegyértékű, kivéve a CO képletű szénmonoxidban.

<sup>1</sup> Nomenclatura – latin eredetű kifejezés, jelentése: nevek rendszere.

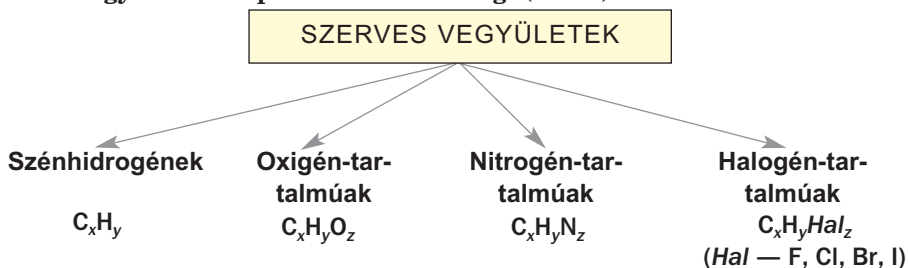
Kémiai Egyesület, a IUPAC (az angol International Union of Pure and Applied Chemistry nevének rövidítése) dolgozta ki. A módszer értelmében minden szerves vegyületnek szabályos (szisztematikus) elnevezése van, amely jelzi molekulájának összetételét és szerkezetét.

A szerves vegyületek szisztematikus nevezéktanával kapcsolatos szabályokkal és ajánlásokkal a kémiaórákon és a tankönyv használata során fogtok megismerkedni. Az így alkotott név alapján minden tanuló le tudja majd írni a vegyület kémiai képletét.

**Szerves vegyületek osztályozása.** A szerves vegyületek világában az osztályozásuk segít eligazodni. A rendszerezés két módszerét az 1. és 2. vázlat illusztrálja.

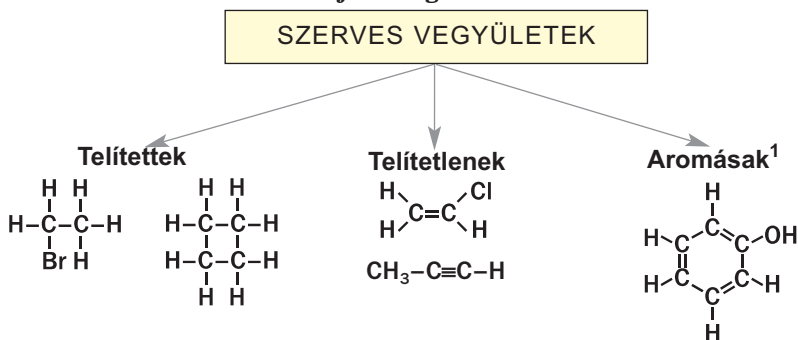
1. vázlat

A vegyületek csoportosítása minőségi (elemi) összetételük szerint



2. vázlat

Vegyületek csoportosítása a szénatomok közötti kötés sajátosságai szerint



<sup>1</sup> Aromatós – görög eredetű kifejezés, jelentése: illatos vegyület.



A telített szerves vegyületek molekulájában csak egyszeres kötéssel kapcsolódnak egymáshoz, míg a telítetlenek molekuláiban kettős vagy hármas kötéssel kapcsolódó szénatom-párok is előfordulnak. Az aromás szénhidrogének különleges szerkezetű gyűrűs vegyületek, melyekben az egyes és kettős kötések váltakozása egyenletes eloszlású elektronsűrűségű rendszert alkot<sup>1</sup>.

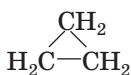
A szerves vegyületeket a szénlánc szerkezete szerint is csoportosítják. Az egyik típusú vegyületek molekuláinak nyílt – nem elágazó (normális) vagy elágazó – szénláncuk van. A másik típusban a láncok gyűrűvé záródnak. A szerves vegyületek rendszerezésének egy további kritériuma meghatározott atomcsoportok jelenléte, mely atomcsoportot funkciós csoportnak nevezik. Ezek az atomcsoportok meghatározzák az adott csoport vegyületeinek jellegzetes kémiai tulajdonságait. Az oxigéntartalmú vegyületek esetében megkülönböztetik például az alkoholok és a karbonsavak osztályát. Az alkoholok molekulájában a szénhidrogénláncához egy vagy több hidroxilcsoport (–OH), a karbonsavakban pedig karboxilcsoport (–COOH) kapcsolódik. Egyes vegyületek többféle funkciós csoportot tartalmaznak. Így az aminosavak molekulájában (H<sub>2</sub>N–CH<sub>2</sub>–COOH) aminocsoport (–NH<sub>2</sub>) és karboxilcsoport (–COOH) is található.

Azokat a szerves vegyületeket, melyek molekulái több száz vagy ezer szénatomot tartalmaznak, óriásmolekulájú anyagoknak nevezzük. Természetes óriásmolekulájú vegyület a keményítő, a cellulóz, a fehérjék; szintetikus óriásmolekulájú anyag a polietilén.

► A szerves vegyületek milyen osztályába tartozik a C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH képletű vegyület?

### Érdekes tudnivaló

A legegyszerűbb ciklikus szénhidrogén a ciklopropán



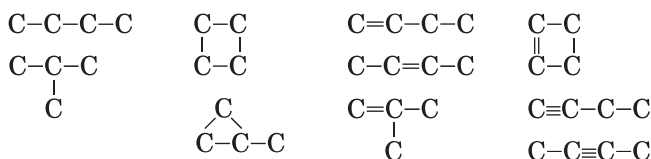
<sup>1</sup> Erről részletesebben a 11.§-ban lesz szó.

Vizsgáljuk meg azt a gyakorlatot, mely alátámasztja, hogy a szénatom más atomokkal együtt képes több különböző szerves molekulát alkotni.

**GYAKORLAT Bizonyítsátok be, hogy legalább 10 szerves vegyület létezik, melyeknek molekulái négy szénatomot tartalmaznak.**

### MEGOLDÁS

A négy szénatom alkothat nyílt elágazás nélküli vagy elágazó, illetve zárt szénláncot. Leírjuk a különböző szénláncokat egyszeres kötésekkel, majd ugyanezeket egy kettős illetve egy hármas kötéssel:



Lehetnek két és három kettős vagy két hármas kötést tartalmazó szénláncok, illetve keverve: egy kettős és egy hármas kötést tartalmazó szénlánc is. Ezenkívül a szénatomok nem csak hidrogénatomokkal, hanem más elemek atomjaival is kapcsolódhatnak. Vagyis több mint tíz olyan vegyület van, melyek molekuláiban négy szénatom található.

- ▶ A fenti gyakorlatban található szénláncok szén-atomjait egészítsétek ki megfelelő számú hidrogénatomokkal.

Az utóbbi feladat teljesítésével a szénhidrogének szerkezeti képletét kaptátok meg.

### ÖSSZEFOGLALÁS

**A szerves anyagok – szénvegyületek.** A szerves anyagok nagy számának az a magyarázata, hogy a négy vegyértékű szénatomok egyszeres, kettős és hármas kovalens kötésekkel képezhetnek, és különböző szerkezetű szénláncokká egyesülhetnek.

Sok szerves vegyületnek van köznapi neve, de mindegyik esetében létezik a szisztematikus neve-

**zéktannak megfelelő, az adott molekula összetételére és szerkezetére utaló kémiai neve.**

**A szerves anyagokat csoportosítják az elemi összetételük, a szénatomok közötti kötésjellege, a szénlánc szerkezete szerint. Ezenkívül a szerves vegyületeket a molekuláikban levő funkciós csoportok szerint is osztályozzák.**



1. Nevezetek meg néhány sajátosságot, amelyekkel különböznek a szerves vegyületek a szervetlenektől.
2. Magyarázzátok meg, hogy miért van sokkal több szerves vegyület, mint szervetlen.
3. Milyen tulajdonságok alapján csoportosítják a szerves vegyületeket?
4. A szerves vegyületek milyen osztályához tartoznak a következő képletű anyagok:
  - a)  $C_3H_8$ ;
  - b)  $C_2H_3Br$ ;
  - c)  $C_6H_6$ ;
  - d)  $CH_3NH_2$ ;
  - e)  $(C_6H_{10}O_5)_n$ ;
  - f)  $(-CH_2-CH_2-)_n$ ?
5. Hozzatok fel példát telített oxigéntartalmú szerves vegyületre, melynek molekulája egy szénatomot tartalmaz. Írjátok fel a kémiai képletét, ábrázoljátok a molekula szerkezeti és elektron-képletét.
6. Melyik vegyületben: a glukózban, az etilalkoholban vagy az aminosavban legnagyobb a szén tömegrész-aránya?
7. Számítsátok ki a  $CHF_2-CH_3$  fél-szerkezeti képletű n.k.k. gáznemű vegyület sűrűségét, valamint hidrogéngázhoz viszonyított sűrűségét.

## 2

## A szerves vegyületek szerkezetelmélete

**E téma tananyaga segít nektek:**

- megismerni a szerves vegyületek szerkezetelméletét;
- elképzelést alkotni az izoméria jelenségéről;
- meggyőződni arról, hogy a molekula szerkezete hatással van az anyag tulajdonságaira.

**A szerves vegyületek szerkezetelmélete.**

A XIX. században meginduló kémiai tudományos kutatások sokasága, a felhalmozott kísérleti

## Alexander Mihajlovics Butlerov (1828—1886)



*Kiemelkedő orosz kémikus, a Kazanyi és a Szentpétervári egyetemek professzora, a Szentpétervári Tudományos Akadémia tagja. Tudományos munkája jelentősen hozzájárult a szerves kémia fejlődéséhez, elméleti alapjainak lerakója. Magyarázatot adott az izoméria jelenségére, és kísérletileg bebizonyította az izomerek létezését. Tankönyve a szerves kémia tanulásának alaptankönyve lett. Elsőként állított elő cukorszerű anyagot (glukózt) laboratóriumban.*

### Érdekes tudnivaló

A szerves kémia kifejezést 1827-ben a svéd tudós, J. J. Berzelius javasolta

anyag rendszerezése és elméleti megalapozása, a szerves és a szervetlen anyagok közötti lényeges különbségek azonosítása hozzájárultak ahhoz, hogy a szerves vegyületek kémiája önálló tudománnyá váljon.

A szerves kémia fejlődéséhez jelentősen hozzájárultak F.-A. Kekulé és A. Kolbe német kémikusok, valamint A. Couper skót kémikus. Ezek a tudósok 1857-ben arra a következtetésre jutottak, hogy a szerves vegyületekben a szénatomok mindig négy vegyértékűek, és egymáshoz láncot alkotva kapcsolódnak. A. Couper javasolta azt, hogy a szerves vegyületek molekuláiban a szénatomok közötti kötéseket vonással ábrázolják.

Az 1858-1861-es években Kekulé, Couper és Butlerov egymástól függetlenül publikálták a szerves vegyületek szerkezetelméletét megalapozó fontos állításaikat. A tudósok az anyagok szerkezetét az atomok molekuláikon belüli kapcsolódásának sorrendjeként értelmezték.

Az elmélet alaptételei a mai felfogásban a következők:

- a szerves vegyületek molekuláit képező valamennyi atom meghatározott sorrendben, a z elem vegyértékének megfelelően kapcsolódik egymáshoz;

- a szerves anyagok tulajdonságai nem csak az összetételüktől függnnek, hanem az adott anyag molekulaszervezetétől is;
- a molekulában található atomok és atomcsoportok kölcsönösen hatnak egymásra, és ezek a kölcsönhatások kihatnak az anyag kémiai tulajdonságaira.

Ezen elmélet szerint a molekulaszervezet alapján előre jelezhetők az anyag tulajdonságai, és fordítva: az adott anyag tulajdonságai alapján meghatározható a molekulaszervezete.

A szerves vegyületek szerkezetének elmélete lehetővé tette számos ismeretlen anyag létezésének előrejelzését. Az ilyen anyagok a kémiai laboratóriumokban való sikeres szintézise megerősítette a megalkotott elmélet helyességét.

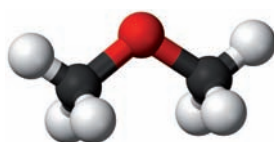
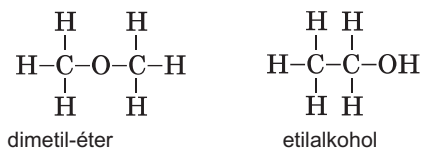
A szerves vegyületek szerkezetelméletét J. H. van 't Hoff Holland és J.-A. Le Bel fejlesztették tovább a munkáikban. Őket tekintik a szerves anyagok molekuláinak térszerkezetével, az anyagok fizikai és kémiai tulajdonságainak az atomok és atomcsoportok térbeli helyzetétől való függésével kapcsolatos tan megalapítóinak. 1874-ben elsőként ismerték fel a szénatom más atomokkal való kötéseinek tetraéderez szerkezetét, mely a középpontból a csúcs felé irányul.

A szerves kémia területén történt sok felfedezés kötődik ukrán tudósok nevéhez: A. P. Eltekov, V. P. Jávorszki, Sz. M. Reformatszki, I. J. Gorbacsevszki, J. V. Bogatszki, H. K. Macurevics, L. M. Litvinenko, A. I. Kiprianov és mások.

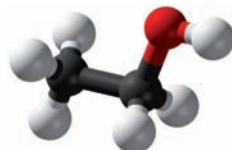
A korszerű kutatási módszereknek köszönhetően a szerves vegyületek szerkezetének elmélete folyamatosan fejlődik. Mára már ismeretes, hogy *a vegyületek tulajdonságait nem csak a molekulákat alkotó atomok elrendezése befolyásolja, hanem kihatással van geometriai (térbeli) alakja, az elektronok atomok közötti megoszlása, a közös elektronpárok eltolódása és a molekulák elektronszerkezetének egyéb sajátosságai is.*

**Izoméria.** Minden vegyületnek megvan a saját kémiai képlete. De vajon előfordulhat-e, hogy egy összegképlet több anyagra is jellemző? A tudósok még a tizenkilencedik század közepén adtak igenlő választ erre a kérdésre, és magyarázták meg az ilyen anyagok létezésének okait.

Ismeretes, hogy a dimetil-éter és az etilalkohol azonos összetétellel rendelkezik, így mindkét vegyület összegképlete  $C_2H_6O$ . Azonban a vegyületek molekuláinak szerkezeti képlete eltérő (1. ábra):



a



b

**1. ábra**  
a dimetil-éter  
(a) és az etilalkohol  
(b) pálcikamodellje

Ezek az eltérő szerkezet következtében más fizikai és kémiai sajátosságokkal rendelkeznek, azaz más vegyületek. A dimetil-éter normál körülmények között gáz halmazállapotú, forráspontja  $-23,7^\circ\text{C}$ . Az etilalkohol ugyanakkor folyadék, melynek  $78,3^\circ\text{C}$  a forráspontja. Az éter nem lép kölcsönhatásba a nátriummal, míg az alkohol hidrogénkiválással reagál ezzel a fémrel (14.§).

**Azokat a vegyületeket, melyek molekuláinak összetétele azonos, de eltérő a szerkezete, izomereknek<sup>1</sup> nevezzük. Izoméria: az a jelenség, hogy egy adott összegképletnek többféle szerkezetű molekula is megfelel.**

Az izomériának azt a fajtáját, melyben a molekulák az atomok kapcsolódási sorrendjében vagy a kettős kötések helyzetében térnek el,

<sup>1</sup> Az izomer görög eredetű szó, jelentése : azonos rész.

*szerkezeti (konstitúciós) izomériának* nevezik. A dimetil-éter és az etilalkohol egymás konstitúciós izomerei.

Az izoméria jelenségét 1823-ban Justus Liebig német vegyész fedezte fel. Az izoméria jelensége az egyik oka a szerves vegyületek változatosságának és nagy számának.

Hamarosan tudni fogjátok előre jelezni az izomerek létezését, meghatározni számukat, megszerkeszteni a molekuláik szerkezeti képleteit és szabályosan nevezni meg a vegyületeket.

## ÖSSZEFOGLALÁS

**A szerves vegyületek szerkezetelméletének megalkotása fontos szakaszt jelentett a kémia fejlődésében. Ezen elmélet szerint az atomok a molekulában meghatározott sorrendben kapcsolódnak egymáshoz, kölcsönösen hatnak egymásra, és az anyagok tulajdonságai függenek a molekula-szerkezetüktől.**

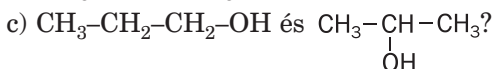
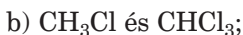
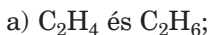
**A szerves anyagok szerkezetelmélete lehetővé tette sok szerves vegyület tulajdonságainak magyarázatát, új anyagok előállításának előrejelzését.**

**Az azonos összegképletű, de eltérő szerkezetű molekulákat izomereknek nevezzük, az ilyen vegyületek létezésének jelenségét pedig izomériának.**



8. Fogalmazzátok meg a szerves anyagok szerkezetelméletének fő tételeit!
9. Az internet segítségével vagy egyéb forrásokban található információk alapján készítetek rövid ismertetőt a paragrafusban megemlített egyik hazai tudósról.
10. Az alábbi szóösszetételek felhasználásával fejezzétek be helyesen a mondatot: „Annak érdekében, hogy leírhassuk a szerves anyag molekulájának a szerkezetét, szükséges ismerni ...”
  - a) a molekula összetételét;
  - az atomok kapcsolódásának sorrendjét a molekulában;
  - az atomok térbeli helyzetét;
  - az anyag olvadás- és forráspontját;
  - az anyag kémiai tulajdonságait;
  - az atomok elektronegativitását.

11. Milyen anyagokat nevezünk izomereknek? Állapítsátok meg, hogy a feltüntetett képletpárok izomerei-e egymásnak:



12. Jellemezzétek a dimetil-éter és az etilalkohol molekuláiban lévő kémiai kötést. Milyen atomok közötti kötés a legpolárisabb ezeknek a vegyületeknek a molekuláiban?

---

## 3 Kémiai kötések a szerves vegyületekben

---

### E téma tananyaga segít nektek:

- tisztázni, hogy a kémiai kötések milyen típusai találhatóak a szerves vegyületekben;
- elmélyíteni a kovalens kötéssel kapcsolatos ismereteiteket;
- megérteni a szénatomok közötti kovalens kötések sajátosságait.

Kémiai tanulmányaitok során már megismertek az ionos, a kovalens, a hidrogén- és a fémek-kötésekkel. A szerves vegyületekben az első három kötéstípus fordul elő. A szerves vegyületekben a kovalens kötés a legelterjedtebb, mivel ezek molekuláris szerkezetűek, amire ez a kötés jellemző.

**Kovalens kötés.** Ismeretes számotokra, hogy kovalens kötés egy vagy több közös elektronpár képződésével jön létre két atom között, amelyben az atomok párosítatlan elektronjai vesznek részt<sup>1</sup>. Ezek a kötések a megfelelő elektronpályák részleges átfedésének eredményeként keletkeznek. Az elektronpályák részleges átfedésének típusai:

- *egy közös szakasz kialakulásával*, melynek szimmetriatengelye a két atommagon átmenő képzeletbeli egyenes;

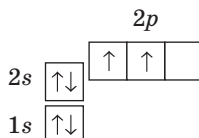
---

<sup>1</sup> Létezik más mechanizmusa is a kovalens kötés kialakulásának (158. old.)

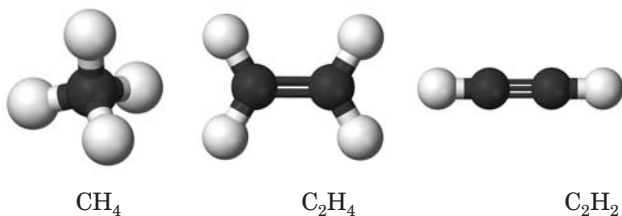
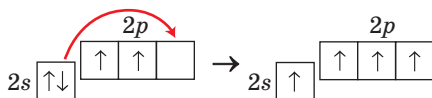


- két közös szakasz kialakulásával, amelyek egymással szimmetrikusan helyezkednek el az említett egyenes két oldalán.

**Szénatomok között kialakuló kovalens kötések.** A szerves vegyületek molekuláiban a szénatomok kapcsolódhatnak egymással egyszeres, kettős vagy hármas kötéssel. Ezekben a vegyületekben a szénatom négy vegyértékű. Ez akkor lehetséges, ha az atom négy párosítatlan elektronnal rendelkezik. Az alapállapotú szénatom elektronszerkezetéből



kiderül, hogy a szénatom négy vegyértékelektronjából kettő párosított és kettő párosítatlan. A 9. osztályban tanultátok, hogy a párosított  $2s$ -elektronok egyike energia felvételével az üres  $2p$ -atompályára kerül, így 4 párosítatlan elektron keletkezik:

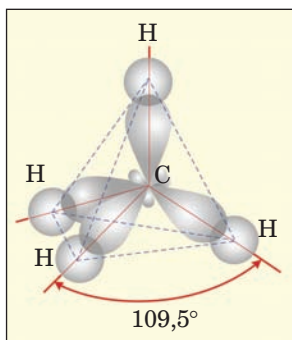


2. ábra  
Szénhidrogé-  
nek pálcika-  
modelljei

A telített szénhidrogének, a metán és homológjai molekuláiban a szén négy egyszeres kovalens kötést alkot. A kötések kialakulásánál a szénatom  $2s$  és a három  $2p$ -elektronjainak energiája kiegyenlítődik és pályáik egyforma alakot vesznek fel: aszimmetrikus térbeli nyolcas. A módosult (hibrid) atompályák  $109,5^\circ$  szöget zárnak be egymással (3. ábra), egy másik szénatom ugyanilyen atompályájával fedődik át, és/vagy a

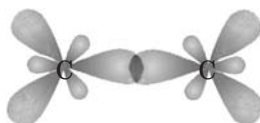
### 3. ábra

Az atompályák átfedése a metán molekulájában

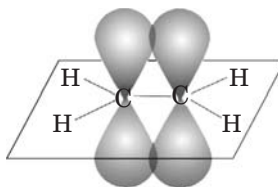


hidrogénatom s-atompályájával. Egyszeres C–C és C–H kötés<sup>1</sup> keletkezik.

Az etén és homológjai molekulái egy kettős kötetést C=C tartalmaznak. A szén négy elektronpályája közül, mely párosítatlan elektront tartalmaz, csak három: az s- és két p-elektronpályája módosul (hibridizálódik), és egymással  $120^\circ$  szöget zárnak be. Az egyik szénatom hibridizált elektronpályája átfedődik egy másik szénatom ugyanilyen elektronpályájával:



Mindkét szénatom harmadik p-elektronpályája változatlan marad. Ezek merőlegesen helyezkednek el a hibrid elektronpályákhoz képest, és két helyen, a szénatommagokat összekötő képzeletbeli egyenes fölött és alatt helyezkednek el:



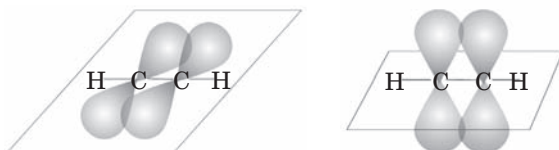
<sup>1</sup> Ezt a kötetést  $\sigma$ -kötésnek (ejtsd szigma-kötés) nevezzük.

Vagyis a kettős kötés  $C=C$  kétféle kötésből tevődik össze: az egyik a stabil  $\sigma$ -kötés<sup>1</sup>, a másik kötés viszont könnyen felhasad a kémiai reakciók során (9.§).

Hasonló változások történnek a szénatom elektronpályáival a hármas kötés  $C \equiv C$  kialakulásánál is, ami az etin ( $C_2H_2$ ) és homológjai molekuláiban található. Két elektronpálya (a  $2s$  és a  $2p$ ) hibridizálódik, melyek  $180^\circ$ -os szöveget zárnak be egymással.



Mindkét szénatom másik két elektronja változatlan  $p$ -elektronpályán marad, és a kötések síkjára merőlegesen helyezkedve kölcsönösen átfedődik, két  $\pi$ -kötést alkotva:



Az így kialakult kötés könnyebben felszakítható, mint az egyszeres kovalens kötés. Ezért a  $C_2H_2$  képletű etin ( $HC \equiv CH$ ) a megfelelő kémiai folyamatokban könnyen telített szénhidrogénné válik (10.§).

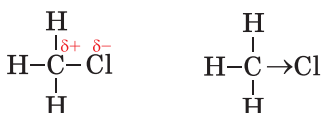
Látható, hogy a  $C=C$  és a  $C \equiv C$  különböző átfedésű kovalens kötést<sup>2</sup> tartalmaz.

**A kötés polaritása.** A kovalens kötésnek ez a sajátossága az atomok elektronegativitásával kapcsolatos. Az egyforma atomok közötti kötés nem poláris, míg a különböző atomok

<sup>1</sup> Ezt a kötést  $\pi$ -kötésnek (ejtsd: pi) nevezzük.

<sup>2</sup> A kettős kötés egy  $\sigma$ - és egy  $\pi$ -kötést, a hármas – egy  $\sigma$ - és két  $\pi$ -kötést tartalmaz.

közötti kapcsolat általában poláris. Az utóbbi esetben egy vagy több közös elektronpár a nagyobb elektronegativitású elem atomja felé van eltolódva. Ez részlegesen negatív töltést ( $\delta^-$ ), míg a másik atom részlegesen pozitív töltést ( $\delta^+$ ) kap. Az elektronpár eltolódásának irányát, vagyis az elektronsűrűséget nyíllal jelölik:

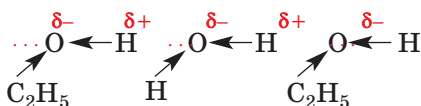


Minél nagyobb az atomok elektronegativitásának a különbsége, annál erősebben poláris a kötés. Így a  $\text{CH}_3\text{COOH}$  képletű ecetsavban az O–H kötés erős polaritásának köszönhető a sav vizes oldatának elektrolitos disszociációja.

**Ionos kötés.** Tudjuk, hogy ionos kötés különböző töltéssel rendelkező ionok között jön létre elektrosztatikus vonzóerő hatására. Az ionkötés elég erős.

Nagyon kevés olyan szerves vegyület van, amely ionokból áll. Ezek főként sók: a karbonsavak sói (19. §), az aminosavak sói (28. §). Az ionos szerkezetű szerves vegyületek szilárd halmazállapotúak. Többségük oldódik a vízben.

**Hidrogénkötés.** A kémiai kötésnek ez a típusa olyan molekulák között jön létre, amelyekben a hidrogénatomok a legnagyobb elektronegativitású elemek (fluor, oxigén, nitrogén) atomjaival kapcsolódnak. Azt is tudjátok, hogy hidrogénkötés van a víz, az alkohol, az ecetsav molekulái között, és a víz, valamint a felsorolt vegyületek vizes oldatai között. Ezt a kötést a megfelelő atomok között szaggatott vonallal (vagy ponttal) jelölik:



Habár a hidrogénkötés jóval gyengébb, mint a kovalens vagy az ionos, mégis jelentős mértékben befolyásolja az anyag fizikai tulajdonságait. Ezen felül a hidrogénkötés részt vesz a fehérje-molekulák jellegzetes szerkezetének kialakításában.

## ÖSSZEFOGLALÁS

**A szerves vegyületekre a kovalens kötés jellemző. A kovalens kötés a különböző atomok párosítatlan elektronjainak közös elektronpárba történő egyesülése révén jött létre.**

**A szénatomok egyszeres, kettős és hármas kovalens kötéssel kapcsolódhatnak egymáshoz. A szerves vegyületek molekuláiban úgy poláris, mint apoláris kovalens kötés található.**

**Ionos kötés a szerves savak sóiban található, hidrogénkötés – alkoholokban, karbonsavakban, fehérjékben.**

?

13. Milyen kémiai kötések találhatóak a szerves vegyületekben? Ezek közül melyik kötés számít elég erősnek?
14. Magyarázzátok meg, hogyan képződik a szénatomok között:
  - a) egyszeres kovalens kötés;
  - b) kettős kovalens kötés;
  - c) hármas kovalens kötés.
15. Jellemezzétek a kötéseket a  $C_3H_6$  képletű propánban.
16. Melyik kötés polaritása a legnagyobb, és melyiké a legkisebb: C–Cl, C–O, C–F, C–S?
17. A felsorolt vegyületek közül válasszátok ki azokat, melyekben ionos kötés van: bróm-metán, hidrogén-klorid, kalcium-klorid, ecetsav, nátrium-acetát, etanol.
18. Miben különbözik a hidrogénkötés a kovalens kötéstől? Ajánljatok két módot a vízmolekula és a metanol ( $CH_3OH$ ) molekulája között kialakuló hidrogénkötésre. Rajzoljátok le.

# 4 Szerves vegyületek képleteinek meghatározásával kapcsolatos feladatok megoldása (I.)

## E téma tananyaga segít nektek:

- meghatározni a vegyület összegképletét az elemek tömegrész-aránya alapján;
- megérteni a tényleges és a legegyszerűbb képlet közötti különbséget.

A paragrafusban néhány típusfeladat megoldása van leírva szerves vegyületek képletének levezetésére. A szerves vegyületekkel kapcsolatos feladatok módszerei a szervetlen vegyületek esetében is használhatók. Nemcsak a könyvben ajánlott módszerrel végezhető a feladatok megoldása, más eljárást is javasolhattok, alkalmazhattok.

Az első két feladat elég egyszerű, megoldásuk a korábban megszerzett tudásotokon és készségeiken alapul.

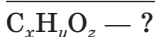
### 1. FELADAT. Oxigéntartalmú szerves vegyület képletének levezetése, ha a szén tömegrész-aránya 37,5%, a hidrogéné 12,5%.

Adva van:



$$w(C) = 37,5 \%$$

$$w(H) = 12,5 \%$$



#### Megoldás

1. Meghatározzuk az oxigén tömegrész-arányát a vegyületben:

$$\begin{aligned} w(O) &= 100 \% - w(C) - w(H) = \\ &= 100 \% - 37,5 \% - 12,5 \% = 50,0 \% . \end{aligned}$$

2. Kiszámítjuk az elemek anyagrészét a vegyületben, ami egyben képletben található indexek aránya is.

Legyen az oxigéntartalmú szerves vegyület tömege 100 g. Ebben az esetben a szén tömege 37,5 g, a hidrogén tömege 12,5 g, az oxigéné pedig 50 g.

$$\begin{aligned}
 x : y : z &= n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = \\
 &= \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} : \frac{m(\text{H})}{M(\text{H})} : \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})} = \\
 &= \frac{37,5}{12} : \frac{12,5}{1} : \frac{50,0}{16} = 3,125 : 12,5 : 3,125.
 \end{aligned}$$

3. A kémiai képletben az indexek csak egész számok lehetnek, gyakran a lehető legkisebbek. Ezt figyelembe véve mindhárom számot elosztjuk az arányban kapott legkisebb számértékkel (3,125). A következő kifejezést kapjuk:

$$x : y : z = 1 : 4 : 1.$$

Vagyis az összegképlet:  $\text{CH}_4\text{O}$ . Ilyen képlettel a metanol  $\text{CH}_3\text{OH}$  rendelkezik.

**Felelet:**  $\text{CH}_3\text{OH}$ .

Ha egy hasonló feladat megoldásánál az indexek aránya például  $1,0 : 1,5$ , akkor annak érdekében, hogy egész számot kapjunk, mindkét számot kettővel kell megszorozni (ekkor az index 2 és 3 lesz); ha az arány  $1,00:1,33$  vagy  $1,00:2,66$ , akkor hárommal kell szorozni (az index 3:4 vagy 3:8 lesz).

## 2. FELADAT. A 18,2% tömegrész hidrogént tartalmazó szénhidrogén képletének levezetése.

**Adva van:**

$$\begin{array}{l}
 \text{C}_x\text{H}_y \\
 w(\text{H}) = 18,2 \%
 \end{array}$$

$$\text{C}_x\text{H}_y \text{ — ?}$$

**Megoldás**

1. Kiszámítjuk a szén tömegrész-arányát a szénhidrogénben:

$$\begin{aligned}
 w(\text{C}) &= 100 \% - w(\text{H}) = \\
 &= 100 \% - 18,2 \% = 81,8 \%.
 \end{aligned}$$

Vagyis minden 100 g vegyület 81,8 g szenet és 18,2 g hidrogént tartalmaz.

2. Kiszámítjuk az indexek értékét a szénhidrogén képletében (az elemek mennyiségi arányát)

$$\begin{aligned}
 x : y &= n(\text{C}) : n(\text{H}) = \\
 &= \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} : \frac{m(\text{H})}{M(\text{H})} = \frac{81,8}{12} : \frac{18,2}{1} = \\
 &= 6,82 : 18,2.
 \end{aligned}$$

3. Megkeressük a vegyület képletét

Az aránypár mindkét tagját elosztjuk a kisebb szám értékével (6,82). Az aránypár átalakul

$$x : y = 1 : 2, 67.$$

Annak érdekében, hogy egész számot kapjunk, a kapott számokat hárommal szorozzuk:

$$\begin{aligned} x : y &= (1 \cdot 3) : (2, 67 \cdot 3) = \\ &= 3 : 8, 01 \approx 3 : 8. \end{aligned}$$

Az összegképlet  $C_3H_8$ . Ilyen képlete van a propánnak.

**Felelet:**  $C_3H_8$ .

Ismerve a vegyületben az elemek tömegszázalékát, meghatározható a legegyszerűbb kémiai képlet, amelyben az indexek a lehető legkisebb egész számok. Az olyan vegyületek esetében, mint például a  $CH_4$  képletű metán, melynek a legegyszerűbb képlete megegyezik a valódi képlettel. Az etin esetében a legegyszerűbb képlet  $CH$ , a valódi képlet viszont  $C_2H_2$ . Ezért a valódi képlet meghatározásához szükséges ismerni a vegyület mőtömegét vagy egyéb adatokat (7.§)

**3. FELADAT. 87,5% tömegrész szenet tartalmazó szénhidrogén képletének levezetése, ha ismeretes, hogy mőtömege 56g/mol.**

**Adva van:**

$$\begin{aligned} C_xH_y \\ w(C) &= 85, 7 \% \\ M(C_xH_y) &= \\ &= 56 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

$C_xH_y$  — ?

**Megoldás**

1. módszer

1. Kiszámítjuk a hidrogén tömegrész-arányát

$$\begin{aligned} w(H) &= 100 \% - w(C) = \\ &= 100 \% - 85, 7 \% = 14, 3 \%. \end{aligned}$$

Vagyis minden 100 g vegyület 85,7 g szenet és 14,3 g hidrogént tartalmaz.

2. Kiszámítjuk az indexek arányát a szénhidrogén képletében:

$$\begin{aligned} x : y &= n(C) : n(H) = \\ &= \frac{m(C)}{M(C)} : \frac{m(H)}{M(H)} = \frac{85, 7}{12} : \frac{14, 3}{1} = \\ &= 7, 14 : 14, 3 \approx 1 : 2. \end{aligned}$$



CH<sub>2</sub> képletű szénhidrogén nem létezik. A kapott képlet a legegyszerűbb, de nem valódi.

3. Meghatározzuk a vegyület valódi, tényleges képletét, ami a legegyszerűbb képlet többszöröse  $C_xH_y \Rightarrow (CH_2)_z$ .

$$M(C_xH_y) = M[(CH_2)_z] = zM(CH_2) = 56 \text{ g/mol}$$

Ebből

$$z = \frac{M(C_xH_y)}{M(CH_2)} = \frac{56}{14} = 4.$$

A vegyület valódi képlete: (CH<sub>2</sub>)<sub>4</sub>, vagy C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>.

### 2. módszer

1. Kiszámítjuk a szén tömegét 1 mol szénhidrogénben, vagyis 56 g-ban az elem tömegrésze alapján:

$$m(C) = 56 \text{ g} \cdot 0,857 = 48 \text{ g}.$$

2. Kiszámítjuk a szén anyagmennyiségét 1 mol szénhidrogénben:

$$n(C) = \frac{m(C)}{M(C)} = \frac{48}{12} = 4 \text{ (mol)}.$$

3. Kiszámítjuk a hidrogén tömegét és anyagmennyiségét 1 mol szénhidrogénben:

$$m(H) = 56 \text{ g} - 48 \text{ g} = 8 \text{ g};$$

$$n(H) = \frac{m(H)}{M(H)} = \frac{8}{1} = 8 \text{ (mol)}.$$

A szénhidrogén képlete: C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>.

**Felelet:** C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>.

## ÖSSZEFOGLALÁS

**Szerves vegyületek képlete levezethető az elemeinek tömegrésze alapján. Az így kapott képlet a legegyszerűbb képlet. A valódi képlet meghatározásához egyéb adatok is szükségesek, leginkább a vegyület mólömegének ismerete.**



19. Mi a vegyület legegyszerűbb, illetve a valódi képlete? Hozzatok fel példákat olyan szénhidrogénekre, amelyek esetében ezek a képletek a) különbözőek; b) azonosak.

20. A szénhidrogén vegyelemzése alapján a kémikus a  $\text{CH}_3$  képletet kapta. Milyen a vegyület valódi képlete?
21. Vezessétek le a nitrogéntartalmú szerves vegyület képletét, ha az elemek tömegrésze benne a következő: 38,71% szén, 16,13% hidrogén. Ábrázoljátok a vegyület szerkezeti képletét.
22. Határozzátok meg a szénhidrogén képletét, melyben a szén tömegrésze 84%.
23. (Szóban) Határozzátok meg a szénhidrogén képletét, melyben a szén és a hidrogén aránya: a) 3 : 1; b) 4 : 1.
24. Végezzétek el a szénhidrogénre vonatkozó számításokat és töltsétek be a táblázatot:

E	w(E) vagy m(E) 100 g anyagban	M(E) g/mol	$\frac{m(E)}{M(E)}$ vagy n(E) g/mol	n(C):n(H) 1 : ...	Szorzó 3	Indexek a képletben	Legegyszerűbb képlet
C	83,7			1 : ...	3		
H							

Létezik-e a kapott legegyszerűbb képletű vegyület? Ha nem, akkor milyen lehet a valódi képlet?

25. Vezessétek le a vegyület képletét, ha molekulája szénatomot, a VI. csoport elemét és hidrogénatomot tartalmaz, és az első két elem tömegrésze megfelelően a) 3/8 és 1/2; b) 1/4 és 2/3. Írjátok fel a vegyületek szerkezeti képleteit.
26. Állítsatok fel feladatot az ecetsav képletének meghatározására az elemek tömegrésze alapján. Szükséges-e a mőtömeg ismerete a feladat megoldásához? A választ indokoljátok!

# 2. rész

## Szénhidrogének

Ebben a fejezetben a szénhidrogénekről, azaz a szén hidrogénnel alkotott vegyületeiről lesz szó. A természetben nagy mennyiségben megtalálhatók a földgázban, a kőolajban. Ezek az anyagok tüzelőanyagként, üzemanyagként szolgálnak, emellett a szénhidrogének igen fontos kémiai alapanyagok.

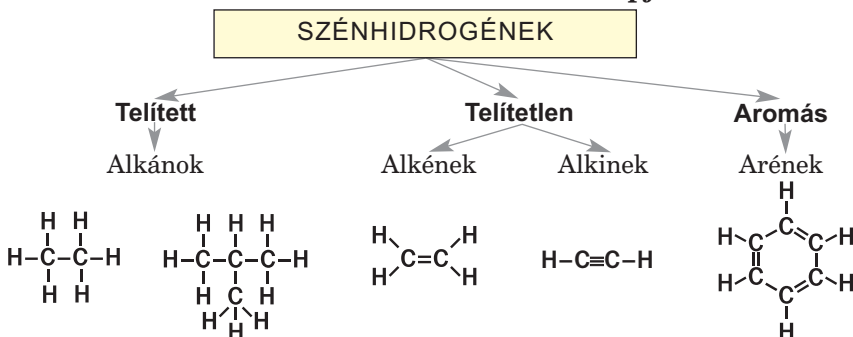
A szénhidrogének a szerves kémia alapjait képezik. A kémiának ezt az ágát úgy is meg szokták határozni, hogy *a szerves kémia a szénhidrogének és származékainak a kémiája*. Szénhidrogén-származékok azok a vegyületek, amelyek levezethetők a szénhidrogénekből, ha azok egy vagy több hidrogénatomját más elem atomjaival vagy atomcsoportjaival (–OH, –COOH, –NH<sub>2</sub> és mások) helyettesítjük.

**Szénhidrogének**  
**C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>**

A szénhidrogének általános képlete: **C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>**. A szénhidrogének csoportosítására lehetőséget ad a szénlánc alakja – nyílt vagy zárt láncú (gyűrűs), illetve rendszerezhetik őket a szénatomok közötti kötés alapján is (3. vázlat).

3. vázlat

### Szénhidrogének csoportosítása a szénatomok közötti kötések alapján



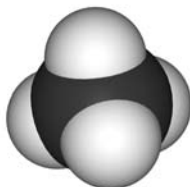
# 5 Alkánok

## E téma tananyaga segít nektek:

- tisztázni, milyen szénhidrogéneket nevezünk alkánoknak;
- ismereteket szerezni az alkánok izomériájáról;
- összeállítani az alkánok szerkezeti képleteit;
- szabályosan megnevezni az alkánokat.

**Molekulaszerkezete.** Már tudjátok, hogy a legegyszerűbb telített szénhidrogén (alkán) a metán (2., 4. ábra). Ezzel kezdődik az a homológ sor, melybe a  $C_2H_6$ ,  $C_3H_8$  és analóg képletű vegyületek tartoznak. Tudjátok, hogy a hasonló molekulaszerkezetű, egy vagy több  $CH_2$  atomcsoporttal (homológ-különbséggel) különböző szerves vegyületek sorát homológ sornak nevezzük.

2. ábra  
A metánmolekula kalotta modellje



**Azokat a telített szénhidrogéneket, amelyeknek nyílt szénlán-cú molekulái vannak, *alkánoknak* nevezzük.**

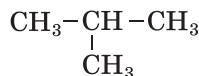
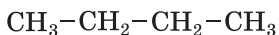
Alkánok  
 $C_nH_{2n+2}$

Az alkánok általános képlete:  $C_nH_{2n+2}$  ( $n = 1, 2, \dots$ ). Ezeknek a szénhidrogéneknek a molekuláiban minden atom egyszeres kovalens kötéssel kapcsolódik egymáshoz, melyek közötti szög  $109,5^\circ$ . A  $CH_4$ ,  $C_2H_6$ ,  $C_3H_8$  és más analóg szénhidrogének egymás homológjai és az alkánok homológ sorát alkotják.

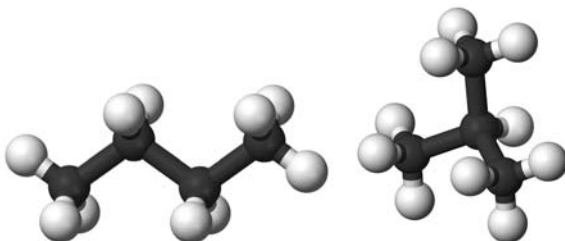
**Izoméria.** A metán ( $CH_4$ ), etán ( $C_2H_6$ ) és propán ( $C_3H_8$ ) kivételével minden alkán rendelkezik izomerekkel.

► Milyen vegyületeket nevezünk izomereknek?

A  $C_4H_{10}$  képlet kétféle konstitúciós alkánmolekula összegképlete. Az egyik molekulája nem elágazó, normál szénlánccal rendelkezik, a másik pedig elágazóval (5. ábra):



**5. ábra**  
A  $C_4H_{10}$   
képletű alkán  
izomerjeinek  
pálcikamodellje



Az alkánmolekulák szénatom-számának növekedésével nő az izomerek száma. A  $C_5H_{12}$  képlet három alkánt ír le, a  $C_6H_{14}$  képlet ötöt, a  $C_7H_{16}$  képlet kilencet, a  $C_{10}H_{22}$  összegképletű alkán már 75 izomerrel rendelkezik.

Az izomer alkánmolekulák a szénatomok sorrendjében különböznek. Ezek a vegyületek egymás konstitúciós (szerkezeti) izomerei (2. §), amelyek tulajdonságaikban is különböznek egymástól. A nem elágazó szénláncú bután forráspontja  $-0,5^\circ C$ , az elágazó molekulájú izomernek pedig  $-11,7^\circ C$ . Különbségek vannak az izomerek kémiai tulajdonságait illetően is.

**Nevezéktan.** A szerves vegyületek nevezéktanának megfelelően minden alkán *-án* végződésel rendelkezik. A normális láncú alkánok első négy tagjának régi, görög eredetű neve van: metán, etán, propán, bután. A többi alkán elnevezésében a szénatom-számnak megfelelő görög, illetve latin számnév tövéhez *-án* végződést illesztünk:

C<sub>5</sub>H<sub>12</sub> – pentán, C<sub>6</sub>H<sub>14</sub> – hexán, C<sub>7</sub>H<sub>16</sub> – heptán, C<sub>8</sub>H<sub>18</sub> – oktán, C<sub>9</sub>H<sub>20</sub> – nonán, C<sub>10</sub>H<sub>22</sub> – dekán.

**Érdekes tudnivaló**  
Butlerov megjósolta az izobután létezését és 1866-ban elő is állította.

Ha a molekula nem elágazó (normál) szénláncú, akkor az alkán elnevezés elé kötőjellel n-előtagot írunk. Például a CH<sub>3</sub>–CH<sub>2</sub>–CH<sub>2</sub>–CH<sub>3</sub> képletű alkán neve n-bután. Izomerje, melynek fél-szerkezeti képlete CH<sub>3</sub>– $\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}$ –CH<sub>3</sub> az „izobután” elnevezést kapta.

1. táblázat

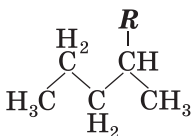
### Alkánok

Név	Képlet	
	Összegképlet	Fél-szerkezeti képlet
metán	CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub>
etán	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CH <sub>3</sub> –CH <sub>3</sub>
propán	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	CH <sub>3</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>3</sub>
n-bután	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	CH <sub>3</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>3</sub>
n-pentán	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	CH <sub>3</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>3</sub>
n-hexán	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	CH <sub>3</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>3</sub>
n-heptán	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	CH <sub>3</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>3</sub>
n-oktán	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	CH <sub>3</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>3</sub>
n-nonán	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	CH <sub>3</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>3</sub>
n-dekán	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	CH <sub>3</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>2</sub> –CH <sub>3</sub>

Az izomerek neveinek szerkesztése során a „gyök” fogalmat használjuk. A *gyök – a szénlánc leágazását jelentő atom<sup>1</sup> vagy atomcsoport*. A gyök jelölése: **R**.

Ha a gyök szénből és hidrogénből áll, akkor széhidrogéngyöknek vagy alkilcsoportnak nevezzük. Az alkilcsoportok egy (láncvégi) hidrogénatommal tartalmaznak kevesebbet a megfelelő alkánmolekulánál. Ezeket úgy nevezzük meg, hogy a megfelelő (azonos szénatom-számú) alkán nevének végződését *-il* végződésre cseréljük: CH<sub>3</sub> – metil, CH<sub>3</sub>–CH<sub>2</sub>– etil, CH<sub>3</sub>–CH<sub>2</sub>–CH<sub>2</sub>–

**Képlet, melyben a gyök jelölését alkalmazzák**



<sup>1</sup> A hidrogénatomot kivéve

propil Az analóg szénhidrogéngyökök általános képlete:  $C_nH_{2n+1}$  –.

Az izobután  $CH_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-CH_3$  molekulájában a

szénhidrogéngyök a  $CH_3$ -atomcsoport, míg a

$CH_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\underset{\text{C}_2\text{H}_5}{\text{CH}}-\text{CH}_3$  molekula három szén-

hidrogéngyököt tartalmaz: egy  $C_2H_5$  – etilcsoportot és két  $CH_3$  – metilcsoportot.

Az elágazó szénláncú alkánok szabályos elnevezésének főbb szempontjait figyelembe véve egyértelműen tudjuk megnevezni az izomereket.

## Az elágazó szénláncú alkánok elnevezésének főbb szabályai

1. A molekulában megkeressük a leghosszabb összefüggő szénláncot (főlánc) és megszámozzuk a benne lévő szénatomokat. A számozást arról a végről kezdjük, amelyhez közelebb helyezkedik el a szénhidrogéngyök (alkilcsoport).
2. Meghatározzuk mindegyik szénhidrogéngyök nevét.
3. Az alkilcsoportok nevét az alaplánc neve előtt ábécérendben felsoroljuk, kötőjellel eléjük írva a helyzetüket megadó számot. Végül a megszámozott alaplánc megnevezését írjuk fel.
4. Ha azonos csoport többször szerepel, akkor azt di<sup>-1</sup>, tri-, tetra- előtaggal jelezzük, és a helyzetüket jelölő számokat vesszővel választjuk el. Ha azonos szénatomhoz két azonos csoport kapcsolódik, a helyzetüket jelölő számot is megket-tőzzük.

Az említett szabályok alapján a feltüntet-

tett szénhidrogén  $CH_3-\overset{1}{\text{C}}H-\overset{2}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\overset{3}{\text{C}}H-\overset{4}{\underset{\text{C}_2\text{H}_5}{\text{C}}}-\overset{5}{\text{C}}H_3$

szabályos elnevezése 3-etil-2,4-dimetilpentán.

---

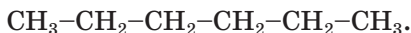
<sup>1</sup> A magyar helyesírásnak megfelelően

**1. SZ. GYAKORLAT. Állítsátok össze a C<sub>6</sub>H<sub>14</sub> alkán izomerjeinek fél-szerkezeti képleteit és nevezzétek meg azokat.**

**Megoldás**

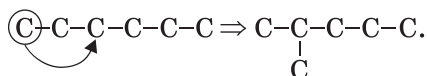
Kiderítjük, milyen módon kötődhet egymáshoz a hat szénatom. A változatok száma megegyezik a C<sub>6</sub>H<sub>14</sub> izomer alkánok számával.

1. Egyenes, nem elágazó láncba kapcsoljuk a szénatomokat, és annyi hidrogénatommal egészítjük ki, hogy megfeleljen a szénatom négy-vegyértékűségének:

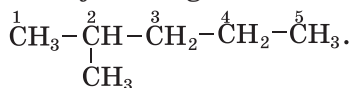


Az alkán elnevezése: *n*-hexán.

2. A szénláncot elágazóvá tesszük oly módon, hogy az első szénatomot sorrendben a harmadik szénatomhoz kapcsoljuk:

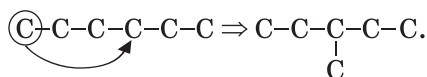


A főlánc öt szénatomot tartalmaz, melyet megszámozunk. A számozást arról a végről kezdjük, amelyhez közelebb helyezkedik el az elágazás. Végül a szénvázba beírjuk a megfelelő számú hidrogénatomokat:

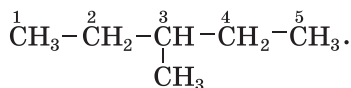


Az alkán neve: 2-metilpentán.

3. Most az első szénatomot sorrendben a negyedik szénatomhoz kapcsoljuk:

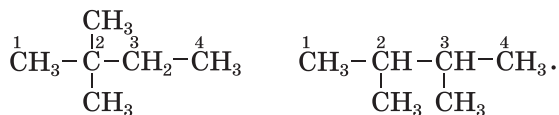


Kiegészítjük hidrogénatomokkal:



Az alkán neve: 3-metilpentán..

4. A következő izomereknél a két szélső szénatomot kapcsoljuk a főlánc egy vagy két különböző szénatomjához. Mindkét esetben a főlánc 4 szénatomból áll. Kiegészítjük hidrogénatomokkal:



Az alkánok neve: 2,2-dimetilbután és 2,3-dimetilbután



Látható, hogy a  $C_6H_{14}$  képletű alkánnak 5 izomere van: n-hexán, 2-metilpentán, 3-metilpentán, 2,2-dimetilbután, 2,3-dimetilbután.

Némely szénhidrogénben az elágazás helyét jelző számot nem írják, mert egyértelmű. Így például az izobután  $CH_3-CH-CH_3$  neve egyszerűen

$$\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CH_3-CH-CH_3 \end{array}$$

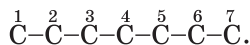
*metilpropán*, nem pedig 2-metilpropán.

Végezzük el a fordított feladatot: a neve alapján szerkesszük meg a vegyület képletét.

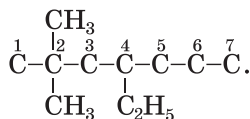
## 2. SZ. GYAKORLAT. A 4-etil-2,2-dimetilheptán elnevezésű alkán fél-szerkezeti képletének megszerkesztése.

### Megoldás

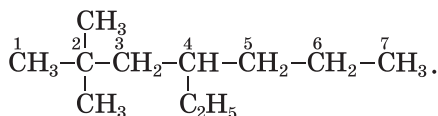
Leírjuk a hét szénatomból álló láncot (ennyi szénatom van az n-heptán molekulájában) és megszámozzuk az atomokat:



A negyedik szénatomhoz  $C_2H_5$  – gyököt, a másodikhoz két  $CH_3$  – gyököt kapcsolunk:



A főlánc szénatomjait kiegészítjük megfelelő számú hidrogénatomokkal, és megkapjuk az alkán képletét:

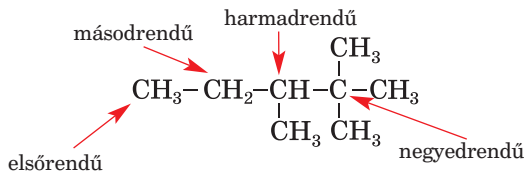


A szerves vegyületekben a hidrogénatomokat halogénatomok is helyettesíthetik: F, Cl, Br, I. A megfelelő vegyületek példái:  $CH_3I$  – jódtetán,  $CH_2Br_2$  – dibrom-metán,  $CH_3-CH-CH_3$  – 2-klórpropán.

$$\begin{array}{c} | \\ Cl \end{array}$$

Az alkánok molekulájában a szénatomok különböző számú szénatomokkal kapcsolódhatnak, ez határozza meg a rendűségét. Az elsőren-

dű szénatom egy, a másodrendű két, a harmadrendű három, a negyedrendű mind a négy kovalens kötésével a szénatomhoz kapcsolódik.



A nem elágazó, egyenes szénláncban csak elsőrendű (a szénlánc két végén) és másodrendű szénatomok találhatóak.

### ÖSSZEFOGLALÁS

A nyílt szénláncú telített szénhidrogéneket **alkánoknak** nevezzük. Az alkánok általános képlete  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ .

Majdnem minden alkánnak vannak izomerjei, ezek molekulái eltérő szénláncsal rendelkeznek.

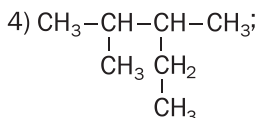
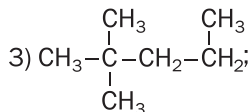
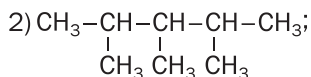
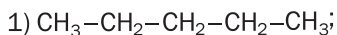
Az alkánok nevét **-án** végződéssel képezzük. Az első négy alkánnak hagyományos a megnevezése: metán, etán, propán, bután. A többi alkán neve a számnevek idegen nyelvű megnevezéséből származik. Az elágazó szénláncú alkánokat a nemzetközi nevezéktan szabályai szerint nevezik el.



27. A feltüntetett képletek közül jelöljétek az alkánokat:  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_3\text{H}_6$ ,  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ ,  $\text{C}_7\text{H}_{16}$ ,  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ .
28. Milyen alkánoknak nincsenek izomerjei?
29. Szerkesszék meg az alábbi alkánmolekulák szerkezeti képleteit:
  - a) 3-metilhexán;
  - b) 3,4-dietilheptán;
  - c) 3-etil-2-metilpentán.
30. Állítsátok össze a  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  izomer alkánok fél-szerkezeti képleteit és nevezzétek meg a vegyületeket.

31. Keressétek meg a megfelelıségeit:

*Molekulaképlet*



*Az alkán megnevezése*

- a) 2,3-dimetilpentán;  
b) *n*-pentán  
c) 2,3,4-trimetilpentán  
d) 2,2-dimetilpentán

32. Szerkesszétek meg a  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  izomer molekuláinak szerkezeti képleteit, amelyekben a fı szénlánc hat szénatomot tartalmaz.
33. A következı felsorolásban melyik szénhidrogének izomerjei egymásnak: 3-etil-2-metilpentán; 2,2,3-trimetilpentán; 3,3-diethylpentán?
34. Számítsátok ki a bután sűrűségét (n. k. k.) és a hidrogénhez viszonyított sűrűségét. Miért nincs a feladat feltételeiben megadva a bután konkrét izomerje?
35. Szerkesszétek meg a 72g/mol mól tömegű alkán fél-szerkezeti képletét, melyben negyedleges szénatom található.

## 6

## Az alkánok tulajdonságai

**E téma tananyaga segít nektek:**

- tisztázni az alkánok fizikai tulajdonságainak függését a molekula összetételétől;
- ismereteket szerezni az alkánok kémiai tulajdonságairól.

**Fizikai tulajdonságok.** A kevés szénatom-számú alkánok standardállapotban<sup>1</sup> gáz halmazállapotúak. Ilyen a metán, etán, propán, bután, izobután és dimetilpropán. A nem elágazó molekulájú alkánok a pentántól kezdődően a tizenhatos szénatom-számig folyadékok, felette pedig

<sup>1</sup> A standardállapot a következőket jelenti: 25°C hőmérséklet és 760 Hgmm nyomás.

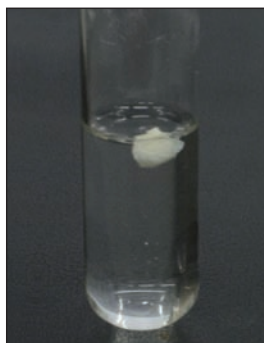
szilárd anyagok. A szilárd halmazállapotú alkánok keveréke ( $C_nH_{2n+2}$ , ahol  $n \geq 18$ ) a paraffin.

Az alkánok színtelenek, szilárd halmazállapotban fehérek. Szaguk csak a cseppfolyós alkánoknak van, ami a benzinére emlékeztet. Az alkánok olvadás- és forráspontja a szénatom-szám növekedésével növekszik.

**Normális nyomáson a metán ( $CH_4$ ) olvadás- és forráspontja  $-182,5^\circ C$  és  $-161,6^\circ C$ ; az  $n$ -butáné ( $C_4H_{10}$ ) rendre  $-138,3^\circ C$  és  $-0,5^\circ C$ ; az  $n$ -oktán  $-56,8^\circ C$ -on olvad és  $+125,7^\circ C$ -on forr.**

**Az alkánok forráspontja a molekulatömegüktől függ. Ennek az a magyarázata, hogy minél nehezebb a molekula, annál több energiát kell vele közölni (azaz olyan hőmérsékletre melegíteni), hogy a részecskék elhagyják a folyadék felszínét (eközben az anyag gáznemű halmazállapotba megy át).**

Az alkánok könnyebbek a víznél. Mivel az alkán molekulája apoláris, így ezek a vegyületek gyakorlatilag nem oldódnak a vízben (6. ábra), de jól oldódnak a szerves oldószerekben.



**6. ábra**

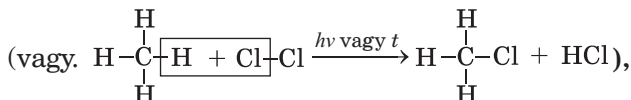
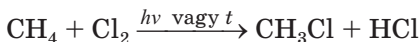
A paraffin nem oldódik a vízben

**Kémiai tulajdonságok.** Valamennyi alkán közönséges körülmények között kémiailag passzív vegyület. Csak meghatározott körülmények között lép helyettesítési reakcióba, hőmérsékletre elbomlanak, izomerekké alakulnak. Az alkánok éghető anyagok.

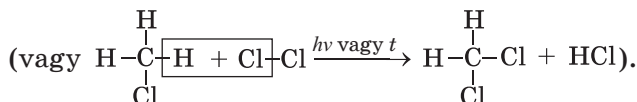
### Helyettesítési (szubsztitúciós) reakció.

Az alkánok fény vagy hő (250–400°C) hatására reakcióba lépnek a halogénekkal. A reakcióban a hidrogénatom a halogénatommal cserélődik ki. A szerves vegyületek halogénnel való kölcsönhatását *halogénezésnek* nevezik.

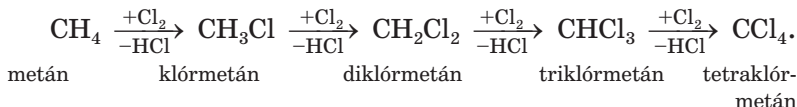
A metán klórral való reakciójában először klórmétán keletkezik



ezután diklórmétán



A folyamat a hidrogénatom teljes behelyettesítéséig tart, ezért a klórozást gyakran ábrázolják vázlatosan:



A vázlatban a nyíl fölött a reagens képletét tüntetik fel (pluszjellel), a nyíl alatt a melléktermékként képződött klórhidrogént (mínuszjellel).

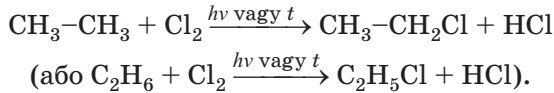
► Írjátok fel a triklórmétán, illetve a tetraklórmétán előállításának megfelelő reakcióegyenletet.

Metán klórozásával nem sikerülhet csak egyfajta termék előállítása, a reakciótermék elegyében mindig jelen van a metán több klórszár-mazéka.

Az etán klórozása a következő reakcióegyenlet szerint megy végbe:

### Érdekes tudnivaló

A hidrogénatomok nem csak a metán, hanem az etán és a propán molekuláiban is teljesen helyettesíthetők klóratomokkal.



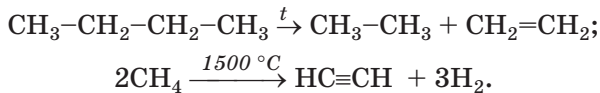
A folyamatban végbemehet a többi hidrogén klórral való helyettesítése.

A propán klórozása során kezdetben a következő vegyületek elegye képződik:

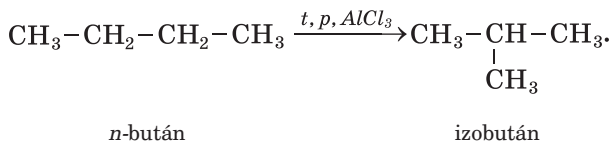


Az alkánok reakcióját a fluorral nagyon heves robbanás kíséri. Eközben felhasadnak a C–C kötések és karbon-fluorid (CF<sub>4</sub>), valamint hidrogénfluorid (HF) keletkezik. Az alkánok reakciója jóddal csak nagyon nehezen megy végbe.

**Termikus bomlás.** Az alkánok magas hőmérsékleten levegőtől elzártan bomlani kezdenek. Az ilyen hőbomlás során kisebb szénatom-számú telített és telítetlen szénhidrogének, valamint hidrogéngáz keletkezik:



**Izomerizáció.** Meghatározott feltételek mellett az egyenes szénlánccal rendelkező alkánmolekulák elágazó szénláncú izomerekké alakulnak:



*Izomerizációs reakcióknak* nevezzük azokat a reakciókat, amelyekben a kiinduló anyagok izomerjei keletkeznek az atomcsoportok<sup>1</sup> molekulán belüli helyváltoztatása következtében.

**Oxidációs reakció.** Az alkánokat meggyújtva, széndioxid és vízgőz képződésével égnak el (tökéletes égés), miközben magas hő válik ki:



<sup>1</sup> Vagy a kettős kötések helyváltoztatása

Oxigénhiány esetén a reakciótermékek között szén-monoxid és szén is képződik.

► Írjátok fel az etán tökéletes égésének és oxigénhiányban történő égésének (szén(II)-oxid keletkezésével) reakcióegyenleteit!

A metán és a többi gázhalmazállapotú alkán, valamint a cseppfolyós alkánok gőzei a levegővel robbanóelegyet alkotnak. Ezért nagyon óvatosan kell bánni a földgázzal. A robbanás akkor is bekövetkezhet, ha a levegő 5 térfogatszázalék metánt tartalmaz. Emlékezni kell arra is, hogy a háztartási gáztűzhelyek sérült szelepein szivárgó gáz mérgezést is okozhat.

## ÖSSZEFOGLALÁS

**A legegyszerűbb alkánok standard körülmények között gázok, más alkánok cseppfolyósak vagy szilárdak. A cseppfolyós alkánoknak jellegzetes szaguk van. Az alkánok a szerves oldószerekben oldódnak. Olvadás- és forráspontjuk a molekulatömeg növekedésével növekszik.**

**Az alkánok kémiaiilag passzív vegyületek. Meghatározott feltételek mellett lépnek helyettesítési reakcióba, levegőtől elzárva hő hatására elbomlanak vagy izomerizálódnak. Jellemző rájuk az éghetőség.**

?

36. Hogyan hat az alkánmolekulák összetétele és szerkezete fizikai tulajdonságukra?
37. A metán, etán, propán és *n*-bután forráspontjainak ismeretében (a paragrafusban található, ill. internetes forrásból) szerkesszétek meg a forráspont változásának grafikonját a vegyületek molekulatömegének függvényében. Fűzzetek hozzá magyarázatot!
38. Írjátok fel a metán brómozása szakaszainak reakcióegyenleteit.

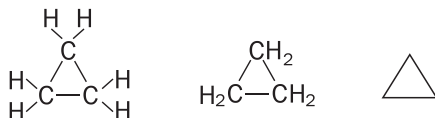
39. Egészítsétek ki a reakciósémákat és alakítsátok át egyenletté:
- $\dots + 11\text{O}_2 \rightarrow 7\text{CO}_2 + \dots\text{H}_2\text{O}$ ;
  - $\text{C}_3\text{H}_8 \xrightarrow{t} \text{CH}_4 + \dots$
40. A levegő mekkora térfogatára (n. k. k.) van szükség 10 liter pentán elégetéséhez, ha annak sűrűsége  $0,626 \text{ g/cm}^3$ ? Vegyétek 20%-nak a levegő oxigéntartalmát.
41. Egy mol propán teljes égésénél 2200 kJ hő válik ki, 1 mol n-butánnál 2880 kJ. Állítsátok fel a vegyületek termokémiai egyenleteit.
42. A palackban 20 kg propán és n-bután elegye található. A keverékben a propán tömegszázalékos tartalma 22%. Határozzátok meg a gázkeverék moltömegének középértékét!

#### ÉDEKLÖDŐK SZÁMÁRA

### Cikloalkánok

A telített szénhidrogénekben belül található egy csoport, amelyben a szénlánc gyűrűbe záródik. Ezt a vegyületcsoportot *cikloalkánok*-nak nevezzük. A természetben a kőolajban található nem nagy mennyiségben.

A legegyszerűbb cikloalkán a háromtagú gyűrűt tartalmazó ciklopropán (7. ábra). Az alábbiakban a szerkezeti, a fél-szerkezeti és a vonalképletek vannak feltüntetve.

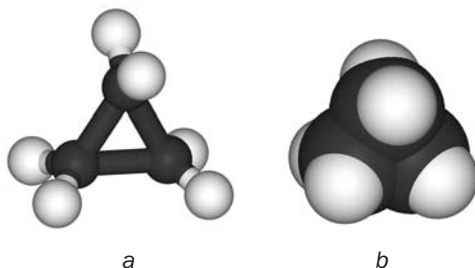


A vegyület összegképlete:  $\text{C}_3\text{H}_6$ .

#### 7. ábra

A legegyszerűbb cikloalkán molekulájának modellje:

- pálcikamodell;
- kalotta modell.

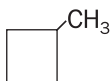


Ismeretesek olyan cikloalkánok, melyekben az összes szénatom gyűrűbe záródik, de olyan is, mely molekulájában a gyűrűhöz atomcsoportok elágazásként kapcsolódnak.

A cikloalkánok megnevezése a megfelelő alkánok nevéből képződik a ciklo előtaggal. Például a  $\text{C}_3\text{H}_6$  képletű molekula neve: ciklopro-



pán, a  $C_4H_8$  neve ciklobután. Ha a cikloalkánban gyök<sup>1</sup> található, akkor annak nevét a vegyület elnevezésének kezdetén tüntetjük fel:



metilciklobután

A cikloalkánok molekulái kettővel kevesebb hidrogénatomot tartalmaznak, mint a megfelelő nyílt láncú alkánok molekulái. Ezért összegképlete:  $C_nH_{2n}$  ( $n=3,4,\dots$ ) Eszerint bármely cikloalkánban a szén tömegrésze 85,7%, a hidrogéné 14,3%.

A ciklopropán és a ciklobután standard körülmények között gáz, a többi cikloalkán cseppfolyós vagy szilárd anyag. Relatív molekulatömegük növekedésével növekszik a cikloalkánok olvadás- és forráspontja. Az alkánokhoz hasonlóan a cikloalkánok sem oldódnak a vízben, de oldódnak a szerves oldószerekben.

Kémiai tulajdonságaikat tekintve a cikloalkánok az alkánokra hasonlítanak. Jellemző rájuk a helyettesítési (szubsztitúciós) reakció.

A ciklopropán és a ciklobután gyűrűi nem stabilak, reakciók során szétnyílnak, és a ciklusnak megfelelő nyílt szénláncú reakciótermék keletkezik.

## 7 Szerves vegyületek képleteinek meghatározásával kapcsolatos feladatok megoldása (II.)

**E téma tananyaga segít összeállítani a vegyület képletét:**

- a vegyület móltömege (relatív molekulatömege), gázne-mű állapotban való sűrűsége vagy relatív sűrűsége és a homológ sor általános képlete szerint;

<sup>1</sup> Több gyök esetén számokkal jelzik a helyzetüket és megnevezik azokat.

➤ a reagáló anyagok, illetve reakciótermékek tömege, térfogata vagy anyagmennyisége alapján.

A vegyület kémiai képlete levezethető, ha ismeretes, hogy milyen homológ sorba tartozik és milyen a relatív molekulatömegének vagy mólótömegének értéke. A mólótömeg kiszámítható a vegyület gáznemű állapotban való sűrűsége vagy valamely gázhoz viszonyított relatív sűrűsége alapján:

$$\rho = \frac{M}{V_M} \Rightarrow M = \rho \cdot V_M \quad (1)$$

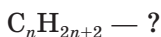
$$D_A(B) = \frac{M(B)}{M(A)} \Rightarrow M(B) = D_A(B) \cdot M(A) \quad (2)$$

Nézzük, hogyan vezethető le egy alkán képlete hasonló adatok alapján. Ugyanígy vezethető le telítetlen szénhidrogén, alkohol, karbonsav és más szerves, de ugyanúgy szervesetlen anyag kémiai képlete is.

**1. FELADAT. Alkán kémiai képletének meghatározása, melynek mólótömege 44 g/mol.**

**Adva van:**

$$M(C_nH_{2n+2}) = 44 \text{ g/mol}$$



**Megoldás**

1. Levezetjük az alkán mólótömegére vonatkozó általános képletet a szén és a hidrogén mólótömeg értékének felhasználásával:

$$M(C_nH_{2n+2}) = n \cdot M(C) + (2n + 2) \cdot M(H) = 12n + 2n + 2 = 14n + 2.$$

2. Meghatározzuk a szénhidrogén képletét:

$$14n + 2 = 44; \quad n = 3.$$

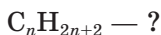
Az alkán képlete:  $C_3H_8$ .

**Felelet:**  $C_3H_8$ .

**2. FELADAT. Alkán kémiai képletének meghatározása, melynek sűrűsége n .k. k. 1,34 g/l.**

**Adva van:**

$$\rho(C_nH_{2n+2}) = 1,34 \text{ g/l}$$



**Megoldás**

1. Az (1) képletet alkalmazva kiszámítjuk a vegyület mólótömegét:

$$M(C_nH_{2n+2}) = \rho(C_nH_{2n+2}) \cdot V_M = 1,34 \text{ g/l} \cdot 22,4 \text{ l/mol} = 30 \text{ g/mol}.$$

2. Meghatározzuk a szénhidrogén képletét az alkánok általános képlete alapján:

$$M(C_nH_{2n+2}) = n \cdot M(C) + (2n + 2) \cdot M(H);$$

$$14n + 2 = 30; \quad n = 2.$$

Az alkán képlete:  $C_2H_6$ .

**Felelet:**  $C_2H_6$ .

A reakcióba lépő vegyület képlete levezethető anyagmennyisége, tömege vagy térfogata, illetve a reakciótermékek hasonló adatai alapján. Az ilyen adatokat kémiai kísérlet elvégzésével nyerik. Így például, meghatározott mennyiségű szerves anyagot fölös mennyiségű oxigénben égetnek el egy speciális készülékben, és meghatározzák a reakciótermék (ami lehet széndioxid, víz, nitrogén) tömegét vagy térfogatát.

**3. FELADAT. Gáznemű szénhidrogén képletének meghatározása, ha a vegyület 50 ml teljes elégésének során 150 ml széndioxid és 200 ml vízgőz keletkezik (a térfogatok mérése azonos körülmények között történik).**

Adva van:

$$C_xH_y$$

$$V(C_xH_y) = 50 \text{ ml}$$

$$V(CO_2) = 150 \text{ ml}$$

$$V(H_2O \text{ gőz}) =$$

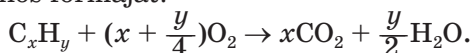
$$= 200 \text{ ml}$$

---


$$C_xH_y \text{ — ?}$$

**Megoldás**

1. Felállítjuk az égés reakcióegyenletének általános formáját:



Az egyenlet értelmében 1 mol  $C_xH_y$

-ből x mol  $CO_2$  és  $\frac{y}{2}$  mol  $H_2O$  képződik.

2. Meghatározzuk a szénhidrogén, a szén-dioxid és a vízgőz anyagmennyiség-arányait (A gázok térfogatarány törvényének megfelelően a reakcióban részt vevő gázok anyagmennyisége a térfogatoknak megfelelően aránylik egymáshoz, ha azonos körülmények között mérték).

$$n(C_xH_y) : n(CO_2) : n(H_2O \text{ gőz}) =$$

$$= V(C_xH_y) : V(CO_2) : V(H_2O \text{ gőz}) =$$

$$= 50 : 150 : 200 = 1 : 3 : 4.$$

3. Meghatározzuk a szénhidrogén képletét. A kémiai egyenletben az együtthatók arányosak a szénhidrogén és a reakciótermékek anyagmennyiségével:

$$n(\text{C}_x\text{H}_y) : n(\text{CO}_2) : n(\text{H}_2\text{O gőz}) = \\ = 1 : x : \frac{y}{2} = 1 : 3 : 4.$$

Innen  $x = 3$ ;  $y = 8$ .

A szénhidrogén képlete:  $\text{C}_3\text{H}_8$ .

**Felelet:**  $\text{C}_3\text{H}_8$ .

**4. FELADAT. Szénhidrogén képletének meghatározása, ha bizonyos tömegének teljes elégésénél 22 g szén-dioxid és 11,25 g víz képződik. A szénhidrogén hidrogéngázhoz viszonyított sűrűsége 29.**

Adva van:

$$\begin{array}{l} \text{C}_x\text{H}_y \\ m(\text{CO}_2) = 22 \text{ g} \\ m(\text{H}_2\text{O}) = 11,25 \text{ g} \\ D_{\text{H}_2}(\text{C}_x\text{H}_y) = 29 \\ \hline \text{C}_x\text{H}_y \text{ — ?} \end{array}$$

**Megoldás**

1. A szénhidrogén égésénél a szénatomok szén-dioxid molekulákká oxidálódnak, a hidrogénatomok vízmolekulákká. Kiszámítjuk a szén és a hidrogén anyagmennyiségét a reakciótermékekben, ami a szénhidrogénben található indexekkel arányos:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)} = \frac{22}{44} = 0,5 \text{ (mol);}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{11,25}{18} = 0,625 \text{ (mol).}$$

Innen

$$n(\text{C}) = 0,5 \text{ moli; } n(\text{H}) = 1,25 \text{ mol.}$$

2. Meghatározzuk a szénhidrogén legegyszerűbb képletét:

$$\begin{aligned} x : y &= n(\text{C}) : n(\text{H}) = 0,5 : 1,25 = \\ &= \frac{0,5}{0,5} : \frac{1,25}{0,5} = 1 : 2,5. \end{aligned}$$

*Az arány minden számát megszorozzuk 2-vel, hogy egész számú indexet kapjunk:*

$$x : y = (1 \cdot 2) : (2,5 \cdot 2) = 2 : 5.$$

$\text{C}_2\text{H}_5$  képletű szénhidrogén nem létezik. A vegyület valódi képlete a legegyszerűbb képlet többszöröse:  $(\text{C}_2\text{H}_5)_z$

3. Levezetjük a vegyület valódi képletét. Ennek érdekében először kiszámoljuk a szénhidrogén móltömegét a 41. oldalon található (2) képlettel:

$$M(C_xH_y) = D_{H_2}(C_xH_y) \cdot M(H_2) =$$

$$= 29 \cdot 2 = 58 \text{ (g/mol)}.$$

Mivel  $M(C_xH_y) = zM(C_2H_5)$ , így

$$z = \frac{M(C_xH_y)}{M(C_2H_5)} = \frac{58}{29} = 2.$$

A valódi képlet:  $(C_2H_5)_2$ , vagy  $C_4H_{10}$ .

**Felelet:**  $C_4H_{10}$ .

## ÖSSZEFOGLALÁS

Szerves vegyület képlete levezethető a homológ sorának általános képlete vegyület moltömege (relatív molekulatömege), gáznemű állapotban való sűrűsége vagy relatív sűrűsége alapján. A képlet meghatározható a reagáló anyagok, illetve reakciótermékek tömege, térfogata vagy anyagmennyisége alapján is.

?

43. Határozzátok meg az alkán kémiai képletét, amelynek
  - a) moltömege 100 g/mol;
  - b) sűrűsége 0,714 g/l (n. k. k.);
  - c) levegőhöz viszonyított sűrűsége 1,52.
44. Vezessétek le annak a telített szénhidrogénnek a képletét, melyben a hidrogén tömegrész-aránya 15,625%, a széndioxidhoz viszonyított sűrűsége 2,91.
45. Határozzátok meg a metán brómszármazékának a képletét, ha annak a héliumhoz viszonyított sűrűsége 23,75.
46. Az alkán teljes klórozásának terméke gőzeinek a hidrogénhez viszonyított sűrűsége 118,5. Mi a vegyület képlete?
47. (Szóban) 0,1 mol szénhidrogén teljes égésénél 0,4 mol szén-dioxid és 0,5 mol víz képződött. Határozzátok meg a szénhidrogén képletét!
48. Határozzátok meg a gáznemű szénhidrogén képletét, ha 30 ml-jének teljes égése során 60 ml szén-dioxid és 90 ml vízgőz képződött (a térfogatok mérése azonos körülmények között történt).

49. A telített szénhidrogén brómozása termékeinek keverékéből egy vegyületet különítettek el, melyben a szén, a hidrogén és a bróm tömegrésze rendre 0,13; 0,02 és 0,85. Vezessétek le ennek a vegyületnek és a kiinduló szénhidrogénnek a képletét!

## 8 Alkének

### E téma tananyaga segít nektek:

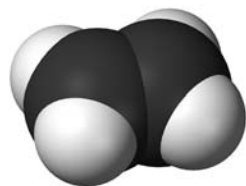
- tisztázni, milyen szénhidrogéneket nevezünk alkéneknek;
- ismereteket szerezni az alkének izomériájáról;
- az alkének molekulái szerkezeti képleteinek összeállításában;
- szabályos nevet adni az alkéneknek.

### A molekula összetétele és szerkezete.

A legegyszerűbb szénhidrogén, melynek molekulájában kettős kötés található, az etén (etilén) (2., 8. ábra). Molekulájának összegképlete  $C_2H_4$ , elektron- és szerkezeti képlete pedig:



- Magyarázzátok meg az etén molekulaszervezetét!



8. ábra  
Az eténmolekula kalotta modellje

Sok, az eténhez hasonló molekulaszervezetű szénhidrogén létezik.

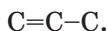
**Az egy kettős kötést tartalmazó nyílt szénláncú molekulákból álló szénhidrogéneket *alkéneknek* nevezzük.**

## Alkének

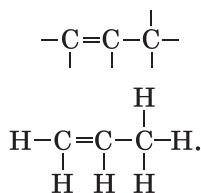


Az etén az alkének homológ sorának első képviselője. A sorban utána következő vegyület kémiai képletét úgy kaphatjuk meg, ha az etén képletét a  $CH_2$  homológ különbséggel bővítjük:  $C_2H_4CH_2 \Rightarrow C_3H_6$ . Ugyanígy vezetjük ki a következő alkén képletét:  $C_3H_6CH_2 \Rightarrow C_4H_8$ . Ha összevetjük ezeknek a szénhidrátoknak a képletét, könnyen arra a következtetésre jutunk, hogy az alkének általános képlete:  $C_nH_{2n}$  ( $n=2, 3, \dots$ ).

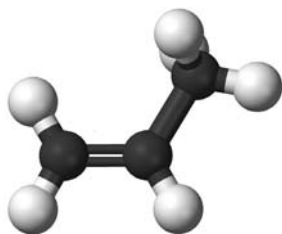
Összeállítjuk a  $C_3H_6$  alkénmolekula szerkezeti képletét. Először leírjuk a nyílt szénláncot, mely egy kettős és egy egyszeres kötést tartalmaz:



Figyelembe véve a szénatomok négy-vegyértékűségét, mindegyik szénatomhoz megfelelő számú vonást húzunk (ezek a kötések imitálják), és hidrogénatomokkal egészítjük ki a képletet:



Ennek a szénhidrogénnek a fél-szerkezeti képlete (9. ábra):  $CH_2=CH-CH_3$ .



9. ábra  
A  $C_3H_6$   
képletű alkén  
pálcikamodellje

**Elnevezés.** Az alkének szabályos megnevezését az alkánok névképzési sorrendjét betartva képezzük. Ehhez még figyelembe kell venni a kettős kötés helyzetét. Mindig a kettős kötést is tartalmazó leghosszabb láncot kell választani. A sorozámozás irányának eldöntésénél a kettős kötés közelsége magasabb rendű szempont, mint a

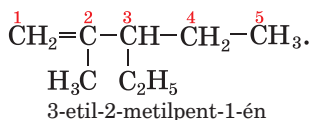
lánc-elágazás helye, vagyis az alaplánc szénatomjainak számozását attól a végétől kezdjük, amelyhez a legközelebb áll a kettős kötés.

A nem elágazó molekulájú alkének nevét úgy képezzük, hogy a megegyező szénatom-számú alkán nevének gyökéhez hozzátesszük az *-én* végződést. Így például a  $C_3H_6$  összegképletű alkén neve propén.

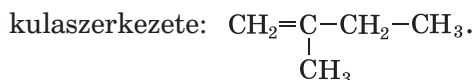
Az etén és a propén kivételével, a kettős kötés helyét a szisztematikus névben a kettős kötet megelőző szénatom sorszámával jelöljük és a nevében a gyök és az *-én* végződés között kötőjellel tüntetjük fel:



Az elágazó molekulájú alkének esetében az alkilgyökök nevét ugyanúgy tüntetjük fel, mint az alkánoknál:



► Nevezétek meg azt az alként, melynek mole-

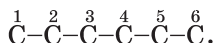


Az alkének molekulaszerkezetét ugyanúgy szerkesztjük, mint az alkánok esetében, de figyelembe vesszük a kettős kötés helyét is.

**GYAKORLAT. A 4-etil-2-metilhex-2-én elnevezésű alkén fél-szerkezeti képletének összeállítása.**

**Megoldás**

Felírjuk a hat szénatomból álló láncot (az *n*-hexán molekulája ilyen), és megszámozzuk benne az atomokat:

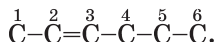



---

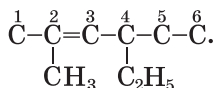
<sup>1</sup> Korábban a kettős kötés helyét jelölő számot vagy az alapszénlánc neve elé írták (1-buten), vagy a név után tüntették fel (butén-1)



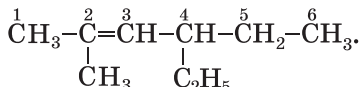
A második és harmadik szénatomot kettős kötéssel kapcsoljuk össze:



A szénlánchoz kapcsoljuk a CH<sub>3</sub>- gyököt a második, a C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>- gyököt a negyedik szénatomhoz:



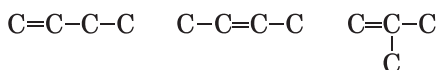
Ezután figyelembe véve a szénatomok négy-vegyértékűségét, kiegészítjük hidrogénatomokkal, és megkapjuk az alkén fél-szerkezeti képletét:



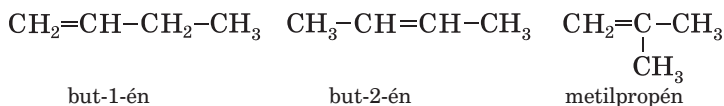
**Izoméria.** Az etén és a propén kivételével minden alkén rendelkezik izomerrel. Az alkánokhoz hasonlóan az alkéneknél is fellép a szerkezeti vagy konstitúciós izoméria, de emellett olyan izomerek is léteznek, amelyekben a kettős kötés helyében van különbség.

Levezetjük a C<sub>4</sub>H<sub>8</sub> izomer alkének molekuláinak szerkezeti képletét, és megnevezzük a vegyületeket.

Először levezetjük a négy szénatom összekapcsolódásának lehetséges változatát, emlékezve arra, hogy az alkénmolekulában egy kettős kötésnek is kell lennie:



Ezután minden szénatomot kiegészítünk a megfelelő számú hidrogénatommal, és a vegyületek alatt feltüntetjük a nevüket:



► Magyarazzátok meg, a harmadik vegyület miért nem a 2-metilprop-1-én nevet kapta?

### ÖSSZEFOGLALÁS

**Az egy kettős kötést tartalmazó nyílt szénláncú molekulákból álló szénhidrogéneket**

**alkéneknek nevezzük.** Általános képlete:  $C_nH_{2n}$ .

Az alkének nevét az alkánokhoz hasonlóan képezik. A kettős kötés meglétét -én képzővel, helyét a szénláncban a végződés előtti számmal jelölik.

Az alkének konstitúciós izomerei a szénlánc szerkezetében, valamint a kettős kötés helyében különböznek.

?

50. Milyen vegyületeket neveznek alkéneknek?

51. Keressétek meg a megfelelőséget.

<i>Molekulaképlet</i>	<i>A vegyület neve</i>
1) $CH_3-CH=C-CH_3;$   $C_2H_5$	a) 3-etil-5,6-dimetilhept-3-én
2) $CH_3-C=CH-CH_3;$   $CH_3$	b) 2-metilbut-2-én
3) $CH_3-CH-CH-CH=C-CH_2-CH_3;$                             $CH_3$ $CH_3$ $C_2H_5$	c) 3-metipent-2-én

52. Nevezzétek meg az alábbi molekulaképletű szénhidrogéneket:

- a)  $CH_3-C=C-CH_3;$   
          |      |  
           $CH_3$    $CH_3$
- b)  $CH_3-CH=C-CH-CH_3;$   
                  |      |  
                   $C_2H_5$    $CH_3$
- c)  $CH_2=C-CH-CH-CH_3.$   
      |      |      |  
       $CH_3$    $CH_3$    $CH_3$

53. Írjátok fel a molekulák fél-szerkezeti képletét:

- a) 3-metilpent-1-én;  
b) 3,3-dietilhex-1-én;  
c) 2,3-dimetilhex-2-én.

54. Ábrázoljátok a  $C_5H_{10}$  molekulaképletű alkén fél-szerkezeti képleteit, amelyek egymás konstitúciós izomerei. Nevezzétek meg őket.

55. Határozzátok meg a  $C_7H_{14}$  képletű alkének számát, amelyek molekuláiban a fő szénlánc négy szénatomot tartalmaz.

56. Milyen kémiai képlettel rendelkezik az alkén:

- a) melynek mólómege 70 g/mol;  
b) melynek n. k. k. mért sűrűsége 1,875 g/l.

# 9

## Az alkének tulajdonságai

### E téma tananyaga segít nektek:

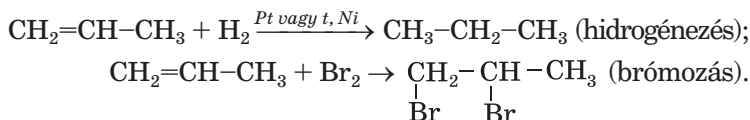
- megismerni az alkének fizikai és kémiai tulajdonságait;
- összehasonlítani az alkének és az alkánok tulajdonságait;
- ismeretet szerezni arról, hogyan lehet kísérletileg megkülönböztetni az alkéneket az alkánoktól.

**Fizikai tulajdonságok.** Az alkének fizikai tulajdonságai az alkánokéhoz hasonlóak. Az etén, propén és butén normál körülmények között gáz, a többi alkén cseppfolyós vagy szilárd anyag. Az alkének molekulatömegének növekedésével növekszik az olvadás- és forráspontjuk. Az alkének gyakorlatilag nem oldódnak a vízben, de jól oldódnak a szerves oldószerekben.

**Kémiai tulajdonságok.** A kettős kötés jelenlétének köszönhetően az alkének reakciókészsége jóval nagyobb, mint az alkánoké. A reakciók többsége a kettős kötés gyengébb részének ( $\pi$ -kötés) felszakadásával jár és egyszeres kötés ( $\sigma$ -kötés) marad. Az alkénekre jellemző reakciók: addíció (egyesülési reakció), oxidáció, polimerizáció.

**Egyesülési<sup>1</sup> reakciók.** Az alkének egyesülési reakcióba lépnek a hidrogénnel (hidrogénezés), halogénnel (halogénezés), hidrogén-halogenidekkel, vízzel (hidratáció).

A hidrogénnel vagy halogénnel végbemenő kölcsönhatás termékét nem nehéz előre jelezni. Minden hidrogén- vagy halogénatom olyan szénatommal egyesül, amely kettős kötést képez a molekulában:



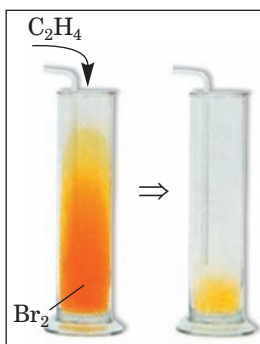
<sup>1</sup> A szerves kémiában addíciónak nevezik.

► Állítsátok össze az etén brómhidrogénnel és brómmal való egyesülésének reakcióegyenleteit.

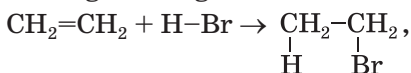
Az etén és homológjai a fluorral villanásszerűen reagálnak, a klórral való reakciója fény jelenlétében robbanással megy végbe, jódal való reakcióik megfordíthatók.

Az alkének bromozása brómmal vagy brómos vízzel (vöröses-barna folyadék) történik. A reakció során a brómos víz elszíntelenedik, aminek alapján különböztetik meg az alkéneket vagy más telítetlen szénhidrogéneket az alkánoktól. A bromozási reakciót a többszörös kémiai kötések kimutatására alkalmazzák, azaz *minőségi reakciója*.

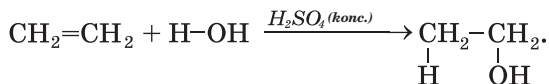
10. ábra  
Az etén  
kölsönhatása  
brómgőzzel



Az alkének normál körülmények között reagálnak a hidrogén-halogenidekkel:



Vízzel pedig tömény kénsav jelenlétében<sup>1</sup>:

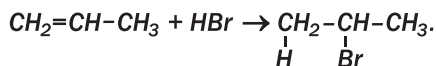


► Nevezzétek meg a reakciótermékeket.

**A kettős kötéshez viszonyítva az aszimmetrikus alkén és a hidrogén-halogenid vagy víz**

<sup>1</sup> Oxidációs reakciók. Az alkének, más szénhidrogénekhez hasonlóan, éghető anyagok.

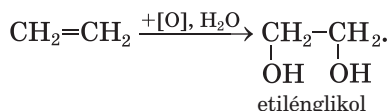
**molekula addíciójánál a hidrogén az erősebben hidrogénezett szénatomhoz kapcsolódik:**



**Oxidációs reakciók.** Az alkének, más szénhidrogénekhez hasonlóan, éghető anyagok.

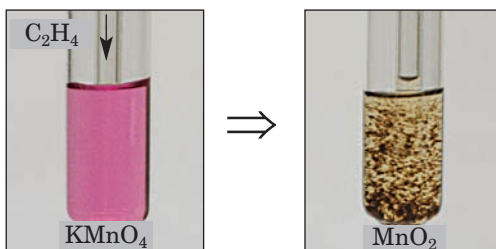
► Állítsátok fel az etén fölös oxigénben való égésének reakcióegyenletét.

Bizonyos feltételek mellett az alkének molekulái a  $\pi$ -kötés hasadásával oxidálódnak. Ezt részleges vagy enyhe oxidációnak nevezik. Ez történik például az alkének és a kálium-permanganát ( $\text{KMnO}_4$ ) vizes oldatával való kölcsönhatásánál. Az etént vagy más gázhalmazállapotú alként átengedve a rózsaszínű oldaton, az oldat elszíntelenedik és barna  $\text{MnO}_2$  csapadék kiválása észlelhető (11. ábra). A reakció eredményeként kétértékű alkohol keletkezik:



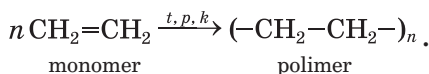
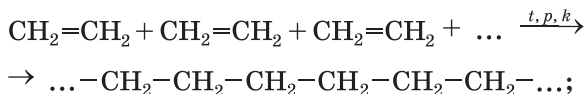
(A szerves kémiában az  $[\text{O}]$  felírással egyezményesen az oxidálószerzt jelölik.)

**11. ábra**  
Etén reakciója  
kálium-permanganát vizes  
oldatával



Az alkének kálium-permanganáttal végzett oxidációja, hasonlóan a brómos vízzel történő elszíntelenedéshez, a telítetlen vegyületek kimutatására használható.

**Polimerizációs reakciók.** Amikor a 9. osztályban az eténről (etilén) tanultatok, megtudtátok, hogy molekulái bizonyos körülmények mellett hosszú láncokká kapcsolódhatnak össze. Az ilyen kölcsönhatás eredményeként keletkezik a polietilén. Ez a folyamat a molekulák következetes egyesülésének tekinthető, ami a  $\pi$ -kötés egymás utáni felszakadásának köszönhető. A polietilén eténből való keletkezésének folyamata vázlatosan:



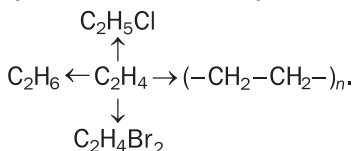
### ÖSSZEFOGLALÁS

**Az alkének fizikai tulajdonságaikban hasonlóak az alkánokhoz: vízben gyakorlatilag nem oldódnak, de oldódnak a szerves oldószerekben. Molekulatömegük növekedésével növekszik olvadási- és forráspontjuk.**

**Az alkének kémiai aktívabbak az alkánoktól. A kettős kötés jelenlétének köszönhetően jellemző rájuk az addíciós, az oxidációs és a polimerizációs reakció.**



57. Adjatok magyarázatot, miért nagyobb a reakciókészségük az alkéneknek, mint az alkánoknak?
58. Milyen kísérlettel különböztethető meg az etén az etántól?
59. Állítsátok össze azoknak a reakcióknak az egyenleteit, és nevezzétek meg lefolyásuk feltételeit, amelyekkel megvalósíthatók az alábbi átalakulások:



60. Írjátok fel az alkének égésének általános reakcióegyenletét!

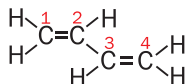
61. (Szóban) 10 ml gázhalmazállapotú szénhidrogén teljes égésénél 30 ml széndioxid és vízpára képződött (a térfogatok azonos körülmények között vannak). Határozzátok meg a szénhidrogén kémiai képletét.

ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA

### Alkadiének

A természetben nagyon sok olyan szénhidrogén fordul elő, amelynek nyílt szénlánc van és molekulájában több kettős kötés is található. Ezt a vegyületcsoportot alkadiéneknek nevezzük. Ezek a kettős kötések elhelyezkedhetnek közvetlenül egymás mellett ( $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}_2$ ), egyszeres kötés van közöttük ( $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ ), vagy több ( $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ ). Az alkadiének általános képlete:  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$  ( $n = 3, 4, \dots$ )

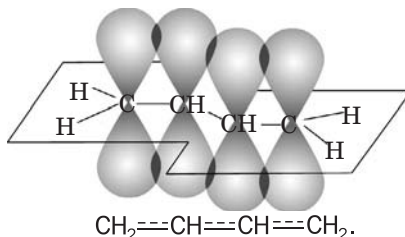
Gyakorlati jelentősége annak az alkadiénnek van, melyben a kettős kötések között egy egyszeres kötés van. Ilyen például a buta-1,3-dién:



Ilyen vegyületek a szintetikus kaucsuk, a gumi, egyes műanyagok gyártásának nyersanyagai (33. §). Az ebből készített anyagokat széleskörűen használják ipari ágazatokban, a közlekedésben, az elektrotechnikában, a háztartásban és egyéb helyeken.

A buta-1,3-dién érdekes sajátossága, hogy molekulájában minden szénatom egy síkban található, és a p-elektronfelhők átfedése a molekulásík fölött és alatt történik (12. ábra). A molekulában nincs tényleges kettős és egyszeres kötés a szénatomok között; az elektronsűrűség egyenletesen oszlik el a szénlánc egészében. A buta-1,3-dién szerkezeti képletét így is ábrázolják:

**12. ábra**  
A p-elektronfelhők átfedése a buta-1,3-dién molekulájában



Kémiai tulajdonságait tekintve az alkadiének az alkénekre hasonlítanak. Jellemző rájuk az oxidáció, addíció, illetve a polimerizáció.

# 10 Az alkinek

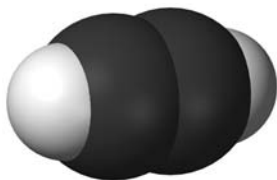
## E téma tananyaga segít nektek:

- tisztázni, milyen szénhidrogének tartoznak az alkinekhez;
- ismereteket szerezni az alkinek izomériájáról;
- összeállítani az alkinek molekuláinak szerkezeti képleteit;
- szabályos nevet adni az alkineknek;
- megismerni az alkinek tulajdonságait.

## A molekulák összetétele és szerkezete.

A legegyszerűbb, molekulájában hármas kötést tartalmazó nyíltláncú szénhidrogén, a  $C_2H_2$  képletű etin, vagy köznapi nevén, acetilén (2. és 13. ábra). Szerkezeti képlete  $H-C\equiv C-H$ , elektronképlete  $H:C::C:H$ .

**13. ábra**  
Az etin molekulájának kalotta modellje



► Magyarazzátok meg az etinmolekula térszerkezetét!

Az etinnel kezdődik azoknak a szénhidrogéneknek a homológ sora, amelyekben egy hármas kötés van.

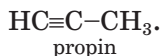
**Az alkinek olyan nyílt szénláncú telítetlen szénhidrogének, amelyek molekuláiban egy hármas kötés található.**

**Alkinek**  
 $C_nH_{2n-2}$

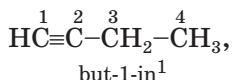
Az alkinek molekuláiban két hidrogénnel kevesebb van, mint a megfelelő alkénekben (hasonlítástok össze az etin és az etén molekuláját). Így az alkinek általános képlete  $C_nH_{2n-2}$  ( $n = 2, 3, \dots$ )



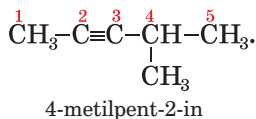
**Elnevezés.** Az alkinek elnevezése az alkénekhez hasonlóan történik, csak az **-én** végződés helyett az **-in** végződést használjuk:



Az alkinmolekula főláncát, akár az alkénmolekula esetében, úgy határozzák meg, hogy a hármaskötés benne legyen. A hármaskötés helyét a végződés előtt számmal tüntetjük fel:



az alkilgyökök helyét pedig a vegyület neve előtt:



### Érdekes tudnivaló

A propin izomerje a két kettőskötést tartalmazó proadién:  
CH<sub>2</sub>=C=CH<sub>2</sub>.

**Izoméria.** Az alkinek konstitúciós izomerjei a szénlánc szerkezetében és a hármaskötés helyében is különbözhetnek egymástól. A másodikra példa lehet a HC≡C-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub> képletű but-1-in és a CH<sub>3</sub>-C≡C-CH<sub>3</sub> szerkezetű but-2-in.

► Bizonyítsátok be, hogy elágazó szénláncú butinmolekula nem létezik.

**Fizikai tulajdonságok.** Az alkinek szintelen vegyületek. Az etin, a propin és a but-1-in gázhalmazállapotúak, a többi cseppfolyós, illetve szilárd. A gázhalmazállapotú alkineknek gyakorlatilag nincs szaguk. A hegesztésre használatos ipari acetilén kellemetlen szagát kén és foszfortartalmú vegyületek (a kénhidrogén, a foszfin és más gázok) okozzák. Molekulái apolárisak, ezért vízben rosszul oldódnak.

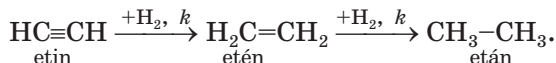
**Kémiai tulajdonságok.** Mint telítetlen szénhidrogén, az alkénekhez hasonlóan jellemző reakciói az addíció és az oxidáció.

---

<sup>1</sup> Régebben a hármaskötés helyét a vegyület neve elé (1-butin) vagy mögé (butin-1) írták.

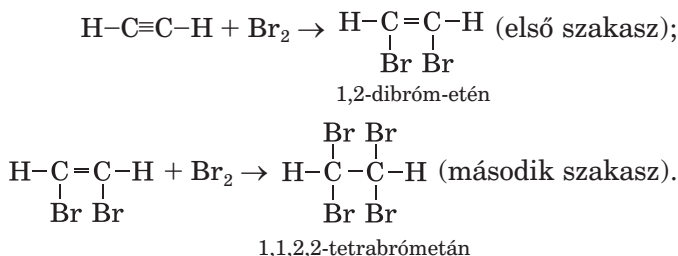
**Addíciós (egyesülési) reakció.** A hármas kötésnek köszönhetően az alkinek addíciós reakciója (hidrogénnel, halogénnel, hidrogén-halogenidekkel) két szakaszban történik: az első szakaszban a reagens egy molekuláját, majd a másodikban a következő molekulát kapcsolja magához.

**Hidrogénezés.** Az etin katalitikus hidrogén-addíciójával előbb etén, majd etán keletkezik:



► Írjátok le a propin hidrogénezésének hasonló vázlatát.

**Halogénezés.** Az alkénekhez hasonlóan az alkinek is elszíntelenítik a brómos vizet, mivel ez a reakció a többszörös kötés kimutatására szolgál. Az etin brómozásának reakciói:

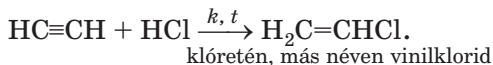


Vázlatosan:



Hasonlóan történik az alkinek klórozása<sup>1</sup>.

**Hidrogén-halogenidek addíciója.** Az etin hőmérséklet és katalizátor jelenlétében reagál a hidrogén-kloriddal:



Ez a reakció gyakorlati szempontból fontos, mivel a reakciótermék a polivinilklorid (PVC) alapanya-

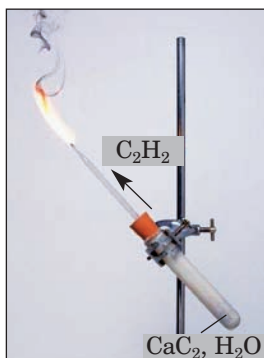
---

<sup>1</sup> Az etin klóradíciója CCl<sub>4</sub> oldószerben játszódik katalizátor jelenlétében.

ga (32.§). A második szakasz már katalizátor nélkül játszódik le:



Az etin vízzel való reakciójáról a 17. §-ban lesz szó.  
**Oxidációs reakció.** Mint minden szénhidrogén, az alkinnek is égnek a levegőn (14.ábra).

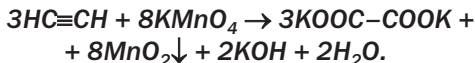


14. ábra  
Az etin égése<sup>1</sup>.

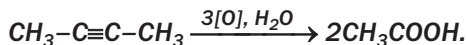
► Magyarázzátok meg, hogy az etin miért ég fényes, világító, ugyanakkor kormozó lánggal?

Az alkinok reagálnak erős oxidálószeres vizes oldataival.

**Az etin kálium-permanganát oldatával való reakciójában a szénatomoknál lévő hármas kötés egyszeressé alakul. A folyamat egyik reakcióterméke a kálium-oxalát (a kétértékű oxálsav HOOC–COOH sója):**



**A többi alkin oxidációjánál a hármas kötés felszakad és egyértékű karbonsavak (savas közegben) vagy sóik keletkeznek:**



<sup>1</sup> Az etint laboratóriumban kalcium-karbid (CaC<sub>2</sub>) és víz kölcsönhatásával állítják elő.

## ÖSSZEFOGLALÁS

Az *alkinek* olyan nyílt szénláncú telítetlen szénhidrogének, amelyek molekuláiban egy hármas kötés található. Általános képletük:  $C_nH_{2n-2}$ .

Elnevezésük az alkénekhez hasonlóan történik, csak az *-in* végződéssel. A szénláncban a hármas kötés helyét a végződés előtt számmal tüntetik fel. Az alkinek szerkezeti izomerjeit a hármas kötés helye és a szénváz elágazása különbözteti meg.

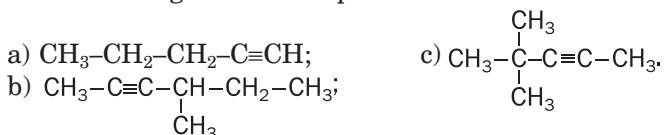
Normál körülmények között az alkinek színtelen, gyakorlatilag szagtalan, vízben rosszul oldódó anyagok.

Az alkinekre jellemző reakciók: az addíció (egyesülési) és az oxidáció.

# ?

62. Milyen vegyületeket nevezünk alkineknek?

63. Nevezzétek meg az alábbi képletekkel rendelkező alkineket.



64. Ábrázoljátok fél-szerkezeti képlettel az alábbi molekulákat:

- a) hex-2-in      c) 2,2-dimetilhex-in  
b) 3-metilpent-1-in

65. Szerkesszétek meg a  $C_5H_8$  képletű alkin izomer molekuláit és nevezzétek meg azokat.

66. Írjátok le a but-1-in fölös mennyiségben vett hidrogénnel és brómmal lejátszódó reakcióegyenleteit. Nevezzétek meg a reakciótermékeket.

67. Az elágazó molekulászerkezetű alkin brómmal való kölcsönhatása eredményeként  $C_5H_8Br_4$  képletű vegyület keletkezett. Írjátok fel a két egymást követő reakció egyenletét, nevezzétek meg a kiinduló szénhidrogént és a keletkező vegyületeket.

68. Milyen kémiai reakció segítségével különböztethető meg az etán az etintől?

69. (Szóban) Milyen maximális térfogatú hidrogént (n. k. k.) addíciónál 0,1 mol anyagmennyiségű etin?

70. (Szóban) Milyen térfogatú széndioxid keletkezik 400 ml propin levegőben való égésénél?
71. Határozzátok meg az alkin képletét:
- melynek mólómege 68 g/mol;
  - melyben a szén tömegrésze 88,2%;
  - (Szóban) melyen 0,1 moljának égésénél 0,5 mol szén-dioxid keletkezik.

# 11

## A benzol. Aromás szénhidrogének

### E téma tananyaga segít nektek:

- megismerni a benzol molekulájának összetételét és szerkezetét;
- ismereteket szerezni a benzol tulajdonságairól;
- tisztázni, milyen vegyületek tartoznak az aromás szénhidrogénekhez.

Ismeretes a szén hidrogénvegyületeinek egy csoportja, melynek meglehetősen szokatlan a neve: aromás szénhidrogének. Elnevezésük azzal kapcsolatos, hogy régebben illatos balzsamokból, illetve gyantákból állították elő. Azonban a közös vonás bennük nem az illat, hanem a molekulák jellegzetes szerkezete.

**A benzol.** Az aromás szénhidrogének legegyszerűbb képviselője a  $C_6H_6$  képletű benzol. A benzolt 1825-ben fedezte fel az angol M. Faraday: az utcák világításánál használt gázlámpák búrájában gyűlt össze ez a cseppfolyós anyag.

**Molekulaszerkezet.** A benzol tudósok által megfigyelt kémiai tulajdonságai nem adtak lehetőséget egyértelműen meghatározni az anyag molekulájának szerkezetét. Sokkal kevesebb hidrogénatom található a  $C_6H_6$  képletű benzol molekulájában, mint az azonos szénatomú nyílt láncú telített szénhidrogén, a hexán ( $C_6H_{14}$ ) molekulájában. Az összegképlet alapján azt hitték, hogy erősen telítetlen vegyület: kettős és hármas kötésekkel írható fel. Ez nem volt összeegyeztethető azzal a ténnyel, hogy a vegyület kémiailag passzív (mint az

## Friedrich August Kekule (1829–1896)

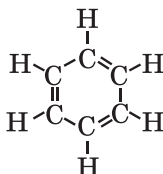


Német elméleti vegyész, egyetemi tanár, a Német Kémiai Társaság elnöke, a Genti és a Bonni Egyetem professzora, a Szentpétervári Tudományos Akadémia tiszteletbeli tagja. Tudományos munkájával jelentős a hozzájárulása a szerves vegyületek szerkezetelméletéhez. Felismerte a szénatomok négy-vegyértékűségét, és hogy egymáshoz is képesek kapcsolódni. Ő adta meg a benzol első elfogadható konstitúciós képletét. A szerves kémia tankönyvének szerzője, amelyben ezt a tudományágat a szénvegyületek kémiájaként azonosította. A kémikusok I. Nemzetközi Kongresszusának egyik szervezője. Tudományos iskolát alapított. Kekule tanítványai között olyan kémikusok voltak, mint J. L. Meyer, a Nobel-díjas A. Baeyer, J. H. van't Hoff, E. Fischer.

alkánok), a telítetlen szénhidrogénnel ellentétben nem színteleníti el sem a brómos vizet, sem a kálium-permanganátos oldatot. Ellenben megfelelő körülmények között a benzol molekulája három molekula hidrogént vagy klórt addíciónál.

Ez nem volt összeegyeztethető azzal a ténnyel, hogy a vegyület kémiailag passzív (mint az alkánok), és a telítetlen szénhidrogénnel ellentétben, nem színteleníti el sem a brómos vizet, sem a kálium-permanganátos oldatot. Ellenben megfelelő körülmények között a benzol molekulája három molekula hidrogént vagy klórmolekulát addíciónál.

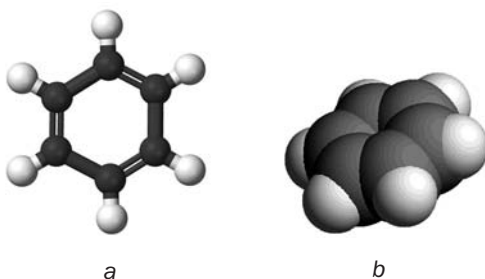
Azt is megállapították, hogy az egy alkilcsoportot vagy klóratomot tartalmazó benzolszármazékoknak nincsenek izomerjeik (a nyílt láncúnak lennének). Ez arról tanúskodott, hogy a szénatomok egyenértékűek a molekulában. Ez csak olyan feltételek mellett lehetséges, hogy a szénatomok zárt ciklust alkotnak. Mindezeket a tényeket figyelembe véve, a tudósok több molekulaképletet ajánlottak a benzol számára. A feltételeknek leginkább Kekule német vegyész képlete (1865) felelt meg:



Azonban ez a képlet sem adott magyarázatot a benzol kis reakciókészségére, különösen a kis addíciós készségére, miközben több kettős kötéssel rendelkezik. Néhány évvel később Kekule azzal a hipotézissel állt elő, hogy a kettős kötések nincsenek rögzítve a  $C_6H_6$  molekulájában, hanem egyik szénatomról a másikra helyeződnek át. A további kutatások megállapították, hogy a benzolmolekulában a szénatomok közötti kötések azonos erősségűek, azonos a kötéshosszuk, és egy síkban vannak. A szénatomok szabályos hatszög csúcaiban helyezkednek el.

**15. ábra**

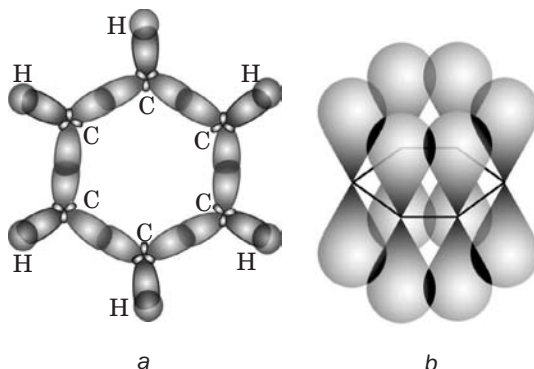
A benzolmolekula:  
a – pálcika modellje;  
b – kalotta modellje




Mai ismereteink szerint a benzolmolekula minden szénatomjában az elektronpályák  $sp^2$  hibridizációja valósul meg, így a  $\sigma$ -kötések kialakításában minden szénatomnak három vegyérték-elektronja vesz részt (egy s-elektron és két p-elektron): kettővel kapcsolódik másik két szénatomhoz, eggyel meg a hidrogénnel alkot kovalens kötést (16. a ábra). Az elektronpályák irányai közötti szögek értéke  $120^\circ$ .

**16. ábra**

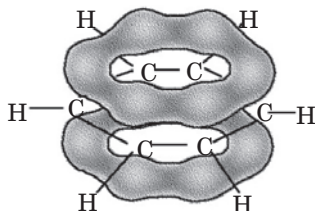
Az elektronpályák átfedése a benzolmolekulában:  
a – hibrid elektronpályák;  
b – a közös  $\pi$ -elektronfelhő



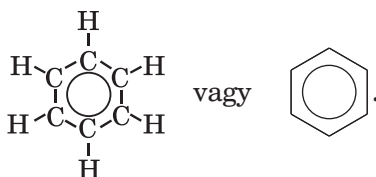
A szénatomok harmadik p-elektronfelhője, megtartva formáját, a szénváz síkjára merőlegesen helyezkedik el: , és egy közös hattagú gyűrű jön létre (16. b ábra). Ebben a közös elektronfelhőben az elektronsűrűség egyenletesen oszlik el. A közös elektronfelhő, az úgynevezett  $\pi$ -elektron-szextett<sup>1</sup> a síkot alkotó széngyűrű alatt és fölött helyezkedik el (17. ábra):

**17. ábra**

A p-elektronfelhők zárt elektronrendszere a benzol molekulájában



Vagyis a benzol molekulájában zárt p-elektron-szextett található, amelyet p-elektronfelhők alkotnak. Ezért a  $C_6H_6$  molekula szerkezetét egyszerűen egy szabályos hatszögbe írt körrel szokás ábrázolni:



A molekula szimmetriája következtében a benzol apoláris.

**Fizikai tulajdonságok.** A benzol színtelen, jellegzetes szagú, könnyen párologó, a víznél könnyebb (sűrűsége  $0,88 \text{ g/cm}^3$ ) folyadék. Olvadáspontja  $+5,5^\circ\text{C}$ , forráspontja  $+80,1^\circ\text{C}$ . A benzol rosszul oldódik a vízben, de szerves oldószerekben korlátlanul elegyedik. Ez a szénhidrogén jól oldja a jódot (18. ábra), ként, fehér foszfort, zsírokat, más szerves anyagokat.

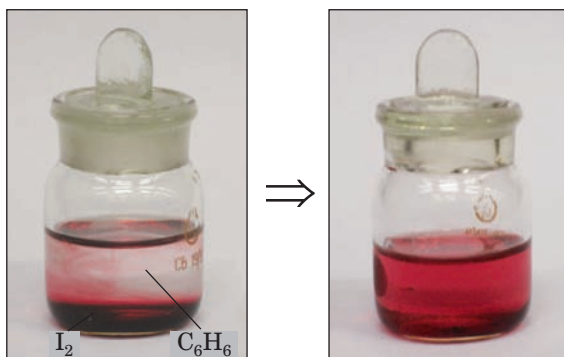
A benzol az egyik legstabilabb szerves vegyület: még  $600^\circ\text{C}$ -nál sem bomlik fel.

**Kémiai tulajdonságok.** Bár szerkezetileg hasonlít a telítetlen szénhidrogénekre, a benzol mégis jelentős kémiai passzivitást mutat.

<sup>1</sup> Az ilyen elektronrendszert delokalizáltak, nem helyhez kötöttek nevezik

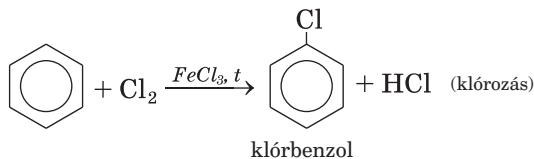


18. ábra  
Jód oldódása  
benzolban

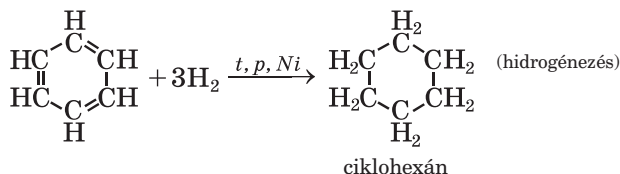


Jellemző rá a helyettesítési reakció (szubsztitúció), melyek során megmarad a benzolgyűrű  $\pi$ -elektronrendszere. Az addíciós és az oxidációs reakciók során a  $\pi$ -elektronszextett felbomlik. Ezek a reakciók magas hőmérsékleten, fény jelenlétében vagy katalizátorok hatására játszódhatnak le.

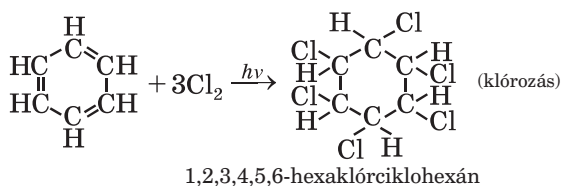
*Szubsztitúciós reakciók.* A benzol molekulájában a hidrogénatomok behelyettesíthetők halogénatomokkal. A klórral és a brómmal katalizátor jelenlétében reagál<sup>1</sup>: a benzol egy hidrogénatomja kicserélődik egy halogénatomra és melléktermékként hidrogén-klorid, illetve hidrogén-bromid keletkezik:



*Addíciós reakciók.* A benzol, hasonlóan a telítetlen szénhidrogénekre, egyesülési (addíciós) reakciókba is léphet. Ezek a reakciók szigorú körülmények között mennek végbe, mivel itt az aromás rendszer megbontása történik:



<sup>1</sup> A jóddal a benzol különleges körülmények között reagál.



*Oxidációs reakciók.* A benzol, mint minden szénhidrogén, éghető vegyület. Levegőben való égésekor széndioxid és víz, valamint nem nagy mennyiségű szén keletkezik. A szénrészecskék felizzanak a lángban (élénkké válik), majd elégnek. Vagyis a benzol nagyfokú telítetlensége miatt kormozó lánggal ég (19. ábra).



**19. ábra**  
A benzol égése

► Írjátok fel a benzol tökéletes égésének (fölső mennyiségű oxigénben) reakcióegyenletét.

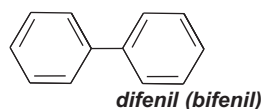
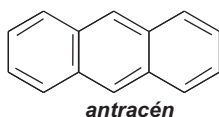
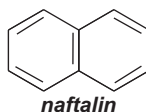
A benzolgyűrű különleges stabilitásának köszönhetően a benzol ellenáll az oxidálószereknek. Így a kálium-permanganáttal sem reagál. A benzol ebben különbözik az alkénektől és az alkinéktől.

**Aromás szénhidrogének (arének).** A benzolon kívül sok olyan szénhidrogén van, amelyben zárt  $\pi$ -elektronszerkezet található

**Azokat a szénhidrogéneket, melyek molekuláiban egy vagy több benzolgyűrű található, aréneknek vagy aromás szénhidrogéneknek nevezzük.**

A molekulájában egy gyűrűt tartalmazó benzol az arének homológ sorának első képviselője.

**Léteznek olyan aromás szénhidrogének, melyek több benzolgyűrűt tartalmaznak. Ilyenek például:**



## ÖSSZEFOGLALÁS

A benzol, képlete  $C_6H_6$ , a legegyszerűbb aromás szénhidrogén.

A benzol molekulájában minden szénatom egy síkban helyezkedik el. A gyűrűbe záródó stabil  $\pi$ -elektronszerkezet határozza meg a benzol kémiai tulajdonságait.

A benzol színtelen, jellegzetes szagú, könnyen párologó folyadék. Könnyebb a víznél, jól oldódik a szerves oldószerekben. A benzolra jellemzők a szubsztitúciós, az addíciós és az oxidációs reakciók. A szénhidrogéneket, melyek több benzolgyűrűt tartalmaznak, aréneknek vagy aromás szénhidrogéneknek nevezzük.

?

72. Miért nem tudták a kutatók hosszú ideig meghatározni a benzolmolekula szerkezetét?
73. Miben nyilvánul meg a benzolmolekula szerkezeti sajátossága?
74. Hogyan hatnak a feltételek a benzol klórral való reakciójára?

75. Jelöljétek meg azokat az anyagokat vagy keverékeket, amelyekkel a benzol úgy reagál, hogy megmarad molekulájának  $\pi$ -elektronrendszere:
- hidrogén;
  - bróm – FeBr<sub>3</sub> katalizátor jelenlétében;
  - klór, megvilágítással;
  - oxigén.
76. (Szóban) Milyen a benzol páráinak hidrogéngázhoz viszonyított sűrűsége?
77. Határozzátok meg a szén tömegrész-arányát a benzolban, és hasonlítsátok össze az etinben levő szén tömegrész-arányával.
78. Számítsátok ki 17,8 ml benzol hidrogénezése reakciótermékének a tömegét. Az aromás szénhidrogén sűrűsége a paragrafusban van megadva.
79. Határozzátok meg a szénhidrogén képletét, ha az elégetését követően 0,6 mol szén-dioxid és 0,3 mol víz képződik. A vegyület gőzének levegőhöz viszonyított sűrűsége 2,69.
80. Az acetilén és a benzingőz hidrogénhez viszonyított sűrűsége 23,4. Számítsátok ki a vegyületek térfogatrészeit a keverékben.

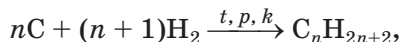
# 12

## Szénhidrogének előállítása és felhasználása

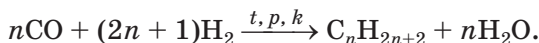
### E téma tananyaga segít nektek:

- ismereteket szerezni a szénhidrogének előállítási módjairól;
- a szénhidrogének alkalmazásáról szóló tudás bővítésére;
- megismerni a szénhidrogének élettani hatását.

A szénhidrogének ipari előállítása főként természetes forrásokból történik: földgázból és kőolajkísérő gázokból nyerik, a kőolaj frakcionált kondenzációjával (74. old.), krakkolással. A kőszén hidrogénezésével szintetikus üzemanyagot állítanak elő:

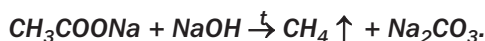


a szénmonoxid katalitikus hidrogénezésével pedig benzinhoz hasonló, főként nem elágazó alkánok keverékét:



- Állítsátok össze a hexán szén(II)-oxidból és hidrogénből való előállításának reakcióegyenletét.

**A metán laboratóriumi előállítása nátrium-acetát és nátrium-hidroxid keverékének hevítésével történik:**



Az alkánok nyersanyagául szolgálnak többféle típusú telítetlen szénhidrogén előállításához. Meghatározott körülmények között az alkánok molekulájából hidrogén hasadhat le, miközben egy más homológ sor szénhidrogénjét kapjuk. Ezt a reakciót dehidrogénezésnek nevezzük.

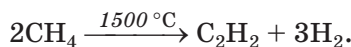
Az etán dehidrogénezésének reakciója:



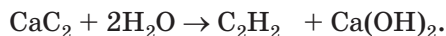
- Milyen telítetlen szénhidrogén állítható elő etén dehidrogénezésével?

Az alkánok termikus bomlása során (6. §) a szénatomok közötti kötés megszakadhat; ebben az esetben szénhidrogén keverékeket képeznek.

Az alkinok közül nagy mennyiségben csak etint vonnak ki. A metán termikus bomlása modern módszer:

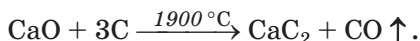


A karbid módszer a kalcium-karbid vízzel való reakcióján alapszik<sup>1</sup>:



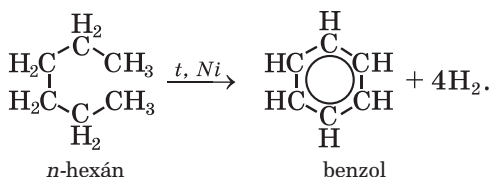
<sup>1</sup> A módszert 1862-ben dolgozták ki.

A kalcium-karbidot villamos kemencékben állítják elő mészkő és szén magas hőmérsékleten való hevítésével:

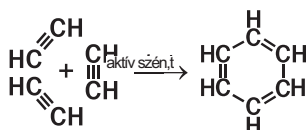


Etin laboratóriumban is előállítható kalcium-karbidból (14. ábra).

Az aromás szénhidrogéneket hat vagy több szénatomot tartalmazó szénhidrogének katalitikus dehidrogénezésével állítják elő. Benzol előállítása *n*-hexánból a következő egyenlet szerint történik:

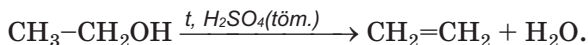


***Etin vagy homológjainak aktív szén vagy más katalizátor mellett, magas hőmérsékleten történő katalitikus trimerizációjával aromás szénhidrogének állíthatók elő:***



***Ezt a módszert nem használják a benzol ipari előállításához.***

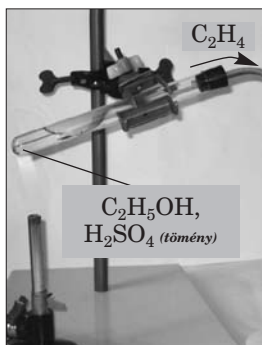
Alkének előállíthatók alkoholok dehidratációjával, vagyis víz elvonásával (20. ábra):



Alkének és alkinek katalitikus hidrogénezésével (a reakció hőmérséklet mellett megy végbe) alkánok keletkeznek. Ezeket a reakciókat mégsem alkalmazzák telített szénhidrogének laboratóriumi vagy ipari előállításához, mivel a természetben található alkánok és olcsóbbak, mint a telítetlen szénhidrogének.

**Szénhidrogének felhasználása.** A szénhidrogéneket széleskörűen használják különböző célokra.

**20. ábra**  
Etén laboratóriumi előállítás



Ezeket a szénhidrogéneket gáznemű és cseppfolyós tüzelő- illetve üzemanyagokként alkalmazzák (21. ábra). Az alkánok a szerves vegyipar legfontosabb nyersanyaga: sok szerves anyag kiinduló anyaga, lakkok, festékek oldószereinek gyártására szolgálnak.

**21. ábra**  
Propán-bután tartály üzemanyag-töltő állomáson

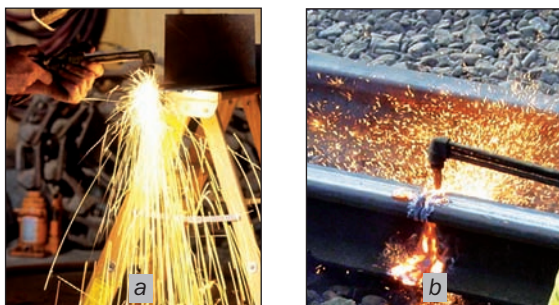


A molekulájukban 5–22 szénatomot tartalmazó alkánok a benzin, a kerozin, a petróleum, a gázolaj összetevői. A paraffin szilárd halmazállapotú alkánokat tartalmaz (molekulájában 18–35 szénatom található), a vazelin szilárd és cseppfolyós alkánok keveréke.

Az alkének közül a legnagyobb gyakorlati jelentősége az eténnek és a propénnek van. Mindkét vegyület polimerizálható: a keletkező polietilén és polipropilén fontos műanyag.

Gyakorlati szempontból a legfontosabb alkin az etin (acetilén). Nagyon sok szerves vegyület gyártásának kiinduló anyaga. Etilalkohol, ecetsav, polimerek, szerves oldószerek előállításához használják fel. Az acetilén és az oxigén keverékének lángja 3000°C-t is elérhet, ezért fémek autogén hegesztésére és lángvágásra is használják.

**22. ábra**  
Fémek  
hegesztése (a)  
és vágása (b)



(22. ábra). Etinnel dolgozva nem szabad megfedkezni arról, hogy az acetilén levegővel, illetve oxigénnel alkotott keveréke robbanásveszélyes.

Az aromás szénhidrogének közül a benzolnak van a legnagyobb gyakorlati jelentősége: ipari oldószerként, valamint festékek, robbanóanyagok, műanyagok, növényvédő-szerek, mosóporok és gyógyszerek gyártására használják.

**Szénhidrogének élettani hatása.** Csak a szilárd halmazállapotú szénhidrogének veszélytelenek az emberi egészségre nézve (a paraffint a gyógyászatban használják). A gázhalmazállapotú és cseppfolyós alkánok károsan hatnak a központi idegrendszerre. A metán huzamosabb belélegzése mérgezést okoz, amely esetenként halálhoz vezet. Abból a célból, hogy könnyebb legyen meghatározni a gázvezeték, gáztűzhely vagy gázpalack veszélyes szivárgását, a gázelosztó állomásokon a földgázhoz kellemetlen szagú anyagot, ún. merkaptánt<sup>1</sup> kevernek. Földgázt használó háztartásokban a helyiségek gyakori szellőztetésére van szükség.

Az alkének és az alkinek irritálják a légutak nyálkahártyáját, vérkeringési zavarokat okoznak, kedvezőtlenül hatnak az idegrendszerre.

Az arének nagyon mérgezőek. Gőzeik erdőtűzek, szemétegetők füstjéből, hulladékégetés, kőolaj, üzemanyagok párolgása során kerülnek a

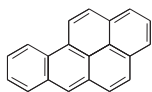
---

<sup>1</sup> A legegyszerűbb merkaptán képlete: CH<sub>3</sub>SH.

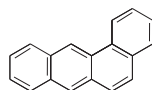


levegőbe. A benzol irritálja a bőrt, kóros elváltozásokat okoz a vér összetételében, károsan hat az idegrendszerre.

**Egyes arének rákot okoznak, vagyis karcinogének:**



**1,2-benzopirén**



**1,2-benzantracén**

**Ezeket a vegyületeket tartalmazza a dohányfüst, a kőszénkátrány, az aszfalt.**

**A szénhidrogének környezetre gyakorolt hatása.** Tartályhajók balesetei miatt vagy olajtermelő állványok megsemmisítése következtében kőolaj és termékei kerülnek a tengerek, óceánok vizébe (23. ábra). Ez komoly károkat okoz a vízben élő szervezetek számára, szennyezi a part menti területeket. A víz felszínén szétterjedt kőolajat és kőolajtermékeket speciális eszközökkel távolítják el, a part menti területeken a kőolaj-szennyeződést a talajjal együtt távolítják el. A légkörbe kibocsátott gázhalmazállapotú szénhidrogének hozzájárulnak az üvegházhatás kialakulásához.



**23. ábra**  
Olajszennyezés az óceán felszínén

## ÖSSZEFOGLALÁS

Az iparban a szénhidrogéneket földgázból és kőolajkísérő gázokból, kőolajból, valamint kőszénből állítják elő. Ehhez különböző típusú kémiai reakciókat valósítanak meg. A szénhidrogéneket és keverékeiket

tüzelő- és üzemanyagnak, a vegyiparban alapanyagként, oldószerként használják.

Majdnem mindegyik szénhidrogén mérgező hatású. A környezetbe kerülve súlyos károkat okoz.

?

81. Írjátok le a következő reakcióegyenleteket:
- az etin szakaszos hidrogénezését;
  - az etán fokozatos dehidrogénezését.
82. Egészítsétek ki a reakciósémákat és állítsátok fel a reakcióegyenleteket:
- $C_3H_6 + H_2 \xrightarrow{t, k} \dots$  ;
  - $C_4H_{10} \xrightarrow{t, k} CH_4 + \dots$  ;
  - $C_3H_8 \xrightarrow{t, k} \dots + H_2$  ;
  - $\dots CO + \dots \xrightarrow{t, p, k} C_5H_{12} + \dots H_2O$ .
83. Írjátok le azokat a reakcióegyenleteket, melyek segítségével megvalósíthatók az átalakulások, jelöljétek a reakcióegyenletek lefolyásának feltételeit.
- $CaCO_3 \rightarrow \dots \rightarrow CaC_2 \rightarrow C_2H_2 \rightarrow C_6H_6$  ;
  - bután  $\rightarrow$  etén  $\rightarrow$  etin
84. Az etén dehidrogénezésénél a szénhidrogén 80% bomlott fel. Határozzátok meg:
- a gázok térfogatrészeit a kapott keverékben;
  - a keverék moltömegének középértékét.
85. 0,2 mol anyagmennyiségű etint izzó szén fölött engedtek át, a kapott gáznemű elegyet pedig fölösben vett brómos vizen. 16 g bróm reagált. Határozzátok meg a szénhidrogének térfogatarányát a kapott keverékben.

ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA

### Kőolajleparlás

A kőolaj-feldolgozás (24. ábra) fő célja a benzin és más üzemanyagok előállítása. Ezenkívül a kőolaj fontos vegyipari nyersanyag is.



24. ábra  
Kremencsuki  
olajfinomító  
üzem

A kőolaj-feldolgozás egyik módja a kőolajlepárlás. A kőolaj több ezer vegyület keveréke, amelyben a szénhidrogének vannak túlsúlyban. Minden összetevőjének meghatározott forráspontja van. A kőolaj melegítéskor távozó gőzöket lehűtve, fokozatosan kinyerhetők az összetevők vegyületei. A kőolajlepárlás eredményeként hasonló tulajdonságú vegyületek keverékét kapják, melyek meghatározott hőmérséklet-tartományokban forrnak. Az ilyen keveréket frakciónak (párlatnak) nevezzük (2. táblázat).

2. táblázat

**A frakciók jellemzése, amelyeket kőolaj lepárlásával kapnak**

Frakció neve	Szénatomok száma a szénhidrogén molekulájában	Hőmérsékleti tartomány	Alkalmazás
Benzin	C <sub>5</sub> –C <sub>11</sub>	40—200	Repülőgép- és gépkocsi-motorok üzemanyaga
Lígroin	C <sub>8</sub> –C <sub>14</sub>	150—250	Traktorok üzemanyaga
Petróleum	C <sub>12</sub> –C <sub>18</sub>	180—300	Traktorok, sugárhajtású repülőgépek és rakéták üzemanyaga
Gázolaj	C <sub>15</sub> –C <sub>22</sub>	230—350	Dízelüzemanyag
Pakura (mazut*)	C <sub>23</sub> –...	> 350	Kazánok, ipari kemencék tüzelőanyaga, vegyipari nyersanyag

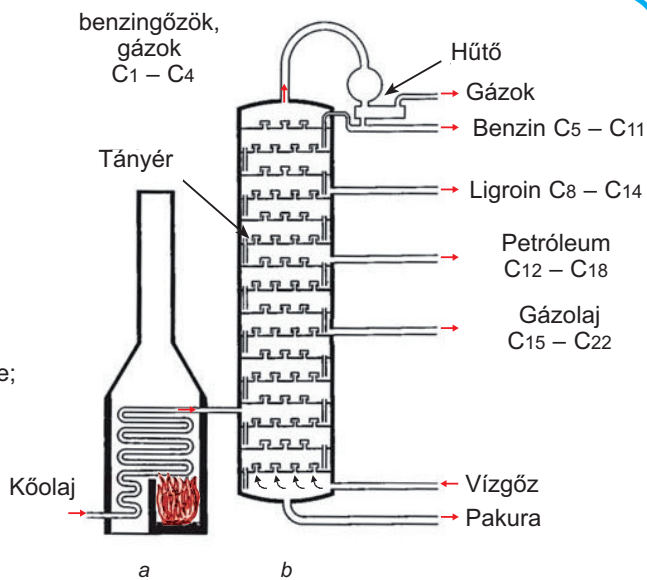
\*Lepárlás utáni maradék.

A kőolajlepárlás folyamatos üzemelésű tányéros rektifikáló oszlopban történik (25. ábra). A nyers kőolajat  $\approx 400^{\circ}\text{C}$ -ra hevítik, ezen a hőmérsékleten nagy része gőzzé válik. A forró gőzöket a frakcionáló oszlopba vezetik, amelyben a hőmérséklet fokozatosan csökken. Alul a legmagasabb forráspontú szénhidrogének csapódnak le (ezeknek a legnagyobb a molekulatömegük), majd a felfelé áramló gőzökből sorban az egyre alacsonyabb forráspontúak (egyben a kisebb molekulatömegűek). A kőolajban oldott szénhidrogének, melyek közönséges körülmények között gázok, a torony felső részében lépnek ki.

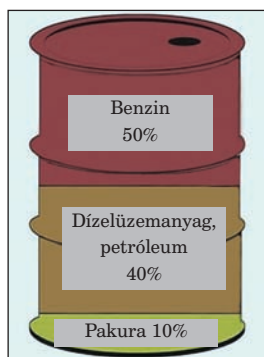
A kőolajlepárlás termékeinek relatív mennyisége a 26. ábrán látható.

Az iparban más kőolaj-feldolgozási módszert is alkalmaznak. A lényege: a legfontosabb kőolajtermékek előállításának minél magasabb legyen a hozama, valamint minél komplexebb legyen a feldolgozás.

**25. ábra**  
Kőolajleparló berendezés vázlata:  
a – csőkemence;  
b – rektifikáló oszlop



**26. ábra**  
A leparlás termékeinek hozzávetőleges tömegaránya



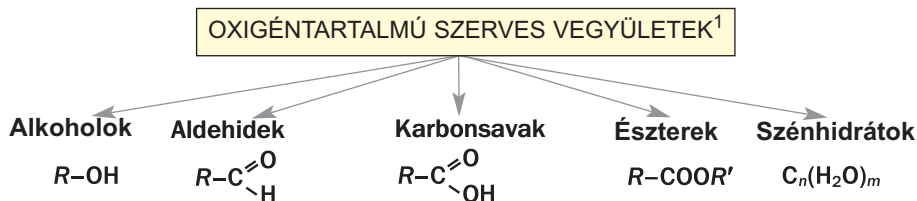
# 3. fejezet

## Oxigéntartalmú szerves vegyületek

Sok oxigéntartalmú szerves vegyület létezik. Hasonlóan a szénhidrogénekhez, vannak köztük telített, telítetlen, aromás vegyületek. Az oxigéntartalmú szerves vegyületeket a molekulákban jelenlévő funkciós csoportok alapján osztályozzák. Ebben a fejezetben a 4. vázlaton feltüntetett vegyületek osztályait, a fenolt –  $C_6H_5OH$  és a zsírokat tekintjük át.

4. vázlat

### Az oxigéntartalmú szerves vegyületek osztályai



---

# 13

## Alkoholok

---

### E téma tananyaga segít nektek:

- új ismereteket szerezni az alkoholok osztályozásáról;
- megnevezni az alkoholokat;

---

<sup>1</sup> A vázlaton az alkoholok, aldehidek és karbonsavak általános képletei egy funkciós csoporttal vannak feltüntetve.

- ismereteket szerezni az alkoholok izomériájáról;
- felírni az alkohol izomerek képleteit.

Már tudjátok, hogy az alkoholok szénhidrogén gyökből és egy vagy több hidroxilcsoportból tevődnek össze. Az *-OH, csoport a jellegzetes (funkciós) csoportja az alkoholoknak.*

### **Az alkoholok a szénhidrogének származékai, amelyek molekulái egy vagy több hidroxilcsoportot tartalmaznak.**

#### **Egyértékű alkoholok** **R-OH**

**Osztályozás.** Az alkoholokat több szempont alapján osztályozzák. Tudjátok már, hogy a molekulában levő hidroxilcsoportok száma alapján az alkohol lehet egyértékű (a molekula egy – OH csoportot tartalmaz) és többértékű: kétértékű (két – OH csoport), háromértékű (három –OH csoport), stb. Az egyértékű alkoholok általános képlete – R-OH.

► Írjátok le a legegyszerűbb egyértékű alkohol képletét.

A hidroxilcsoportok a többértékű alkoholokban különböző szénatomokhoz kapcsolódnak<sup>1</sup>:

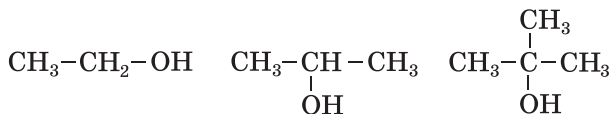


Figyelembe véve a szénatomok közti kötések, megkülönböztetünk telített, telítetlen és aromás alkoholokat. A különböző típusú alkoholok képleteinek a példái: CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>OH, CH<sub>2</sub>=CH-CH<sub>2</sub>OH, C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-CH<sub>2</sub>OH. Az alkoholok molekuláiban a hidroxilcsoport egy szénatomhoz kötődik, amely egyszerű kovalens kötéssel más szénatomhoz kötődik. A hidroxilcsoport kötődhet elsőrendű, másodrendű vagy harmadrendű szénatomhoz (5.§). Ennek

---

<sup>1</sup> A vegyületek, amelyek molekuláiban a szénatom két vagy három –OH csoporthoz kötődik, instabilak vagy nem léteznek.

alapján az egyértékű alkoholok lehetnek elsőrendűek, másodrendűek és harmadrendűek:



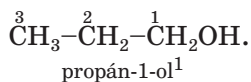
Az alkoholokat, amelyek molekulái 10 vagy több szénatomot tartalmaznak, hosszabb szénláncú (nagyobb szénatomszámú) alkoholoknak nevezik.

Ebben és a további paragrafusokban csak a telített alkoholokkal foglalkozunk. Ezek a vegyületek a  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  szénhidrogének származékai, amelyek molekuláiban egy vagy több hidrogénatomot hidroxilcsoportok helyettesítenek. A telített egyértékű alkoholok általános képlete  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ .

**Telített  
egyértékű  
alkoholok**  
 $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$

► Írjátok le a telített kétértékű alkoholok általános képletét.

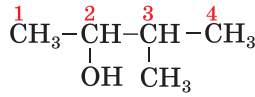
**Megnevezésük.** Szabályos nevüket a megfelelő szénhidrogénlánc nevének végéhez illesztett *-ol* végződéssel képezzük:  $\text{CH}_3\text{OH}$  -metanol,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  -etanol. Ha az alkohol molekula három vagy több szénatomot tartalmaz, a szénatomokat olyan módon számozzuk, hogy a számozást attól a szénatomtól kezdjük, amely legközelebb van az OH-csoporthoz. Az ilyen alkohol nevében az *-ol* utótag előtt megadjuk a szén atomszámát, amelyhez a hidroxilcsoport kötődik:



A szerteágazó láncú alkohol molekulájában a leghosszabb szénláncot választjuk ki, úgy hogy egyik atomja a hidroxilcsoporthoz kapcsolódjon. A leghosszabb szénlánchoz kapcsolódó szénhidrogén gyökök neveit és pozícióikat az alkohol nevéhez adjuk a szénhidrogénekre vonatkozó szabályok szerint:

---

<sup>1</sup> A funkciós csoport helyét az alkoholok nevében korábban így adták meg: 1-propanol, propanol-1.



3-metilbutan-2-ol

► Ábrázoljátok a 2,3-dimetilbutan-2-ol szerkezeti képletét.

### Érdekes tudnivaló

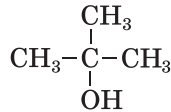
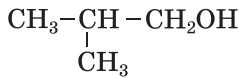
A metanol triviális neve – faszesz, az etanolé pedig – borszesz

A gyakorlatban gyakran használják az alkoholok más megnevezését is. Mindegyikük két szóból áll. Az első szó az alkilcsoport nevéből származik, amelyhez a hidroxilcsoport kapcsolódik, a második pedig az alkohol szó:  $\text{CH}_3\text{OH}$ -metil-alkohol,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ -etil-alkohol.

A legegyszerűbb többértékű alkoholok a következő triviális elnevezéseket kapták:



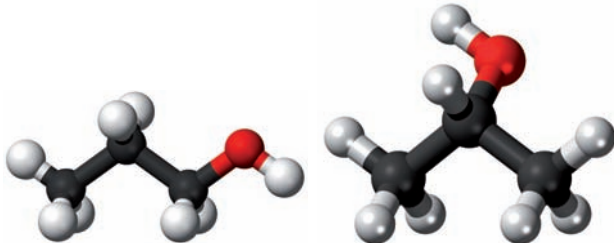
**Izoméria.** Az alkohol molekulák szerkezeti izomériája a *hidroxilcsoportok különböző pozíciójával* (27. ábra) és a *szénlánc különböző szerkezetével* van kapcsolatban. A  $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$  izomereinek a szerkezeti képletei:



► Adjátok meg az összes izomer szabályos nevét.

### 27. ábra

A propanol molekulák izomerjeinek a pálcikamodelljei





**Az alkoholoknak vannak izomerjeik, amelyek a szerves vegyületek más osztályaihoz tartoznak. Például, az etanol  $C_2H_5OH$  izomere a dimetil-éter  $CH_3-O-CH_3$  (2.§). Az éterek<sup>1</sup> olyan szerves anyagok, amelyek molekuláiban az oxigénatom két alkilcsoporthoz kapcsolódik.**

**Feladatok megoldása.** Tekintsünk át feladatokat az alkoholok képleteinek a meghatározására. A felajánlott módszerek az oxigéntartalmú szerves vegyületek más osztályaira is alkalmazhatók.

**1 FELADAT. Határozzátok meg a 46 g/mol moláris tömegű egyértékű telített alkohol képletét.**

**Adva:**

$$M(C_nH_{2n+1}OH) = 46 \text{ g/mol}$$

$$C_nH_{2n+1}OH \text{ — ?}$$

**Megoldás:**

1. Felírjuk az egyértékű telített alkohol moláris tömegének a képletét:

$$\begin{aligned} M(C_nH_{2n+1}OH) &= \\ &= n \cdot M(C) + (2n + 1) \cdot M(H) + M(OH) = \\ &= 12n + 2n + 1 + 17 = 14n + 18 \text{ (g/mol)}. \end{aligned}$$

2. Meghatározzuk a vegyület képletét:

$$14n + 18 = 46; \quad n = 2.$$

Az alkohol képlete –  $C_2H_5OH$ .

**Felelet:**  $C_2H_5OH$ .

**2 FELADAT. 0,48 g alkohol égésekor 0,336 széndioxid (n.k.k.) és 0,54 g víz keletkezett. Határozzátok meg az alkohol képletét.**

**Adva:**

$$m(\text{alkohol}) =$$

$$= 0,48 \text{ g}$$

$$V(CO_2) =$$

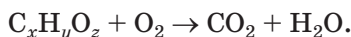
$$= 0,336 \text{ l (n. k.)}$$

$$m(H_2O) = 0,54 \text{ g}$$

$$C_xH_yO_z \text{ — ?}$$

**Megoldás:**

1. Felírjuk a reakcióegyenlet ábráját:



2. Kiszámítjuk a szén és a hidrogén anyagmennyiségét, amelyek atomjai az alkohol égésekor átalakulnak széndioxiddá és vízzé:

<sup>1</sup> Korábban ezeket az anyagokat egyszerű étereknek nevezték

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V_M(\text{CO}_2)} = \frac{0,336}{22,4} =$$

$$= 0,015 \text{ (mol)};$$

$$n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = 2 \cdot \frac{0,54}{18} =$$

$$= 0,06 \text{ (mol)}.$$

3. Kiszámítjuk a szén és hidrogén össztömegét:

$$m(\text{C}) = n(\text{C}) \cdot M(\text{C}) =$$

$$= 0,015 \text{ mol} \cdot 12 \text{ g/mol} = 0,18 \text{ g};$$

$$m(\text{H}) = n(\text{H}) \cdot M(\text{H}) =$$

$$= 0,06 \text{ mol} \cdot 1 \text{ g/mol} = 0,06 \text{ g};$$

$$m(\text{C}) + m(\text{H}) = 0,18 \text{ g} + 0,06 \text{ g} = 0,24 \text{ g}.$$

4. Kiszámítjuk az oxigén tömegét és anyagmennyiségét a vegyületben:

$$m(\text{O}) = m(\text{alkohol}) - (m(\text{C}) + m(\text{H})) =$$

$$= 0,48 - 0,24 = 0,24 \text{ (g)};$$

$$n(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})} = \frac{0,24}{16} = 0,015 \text{ (mol)}.$$

5. Meghatározzuk az indexek arányát az alkohol képletében:

$$x : y : z = n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) =$$

$$= 0,015 : 0,06 : 0,015 = 1 : 4 : 1.$$

A vegyület képlete –  $\text{CH}_4\text{O}$ , vagy  $\text{CH}_3\text{OH}$ .

**Felelet:**  $\text{CH}_3\text{OH}$ .

## ÖSSZEFOGLALÁS

Az alkoholok a szénhidrogének származékai, amelyek molekulái egy vagy több hidroxilcsoportot tartalmaznak.

A molekulában levő hidroxilcsoportok száma alapján az alkohol lehet egyértékű és többértékű, a szénláncban meglevő kötések alapján megkülönböztetünk telített, telítetlen és aromás alkoholokat. A szénatom típusától függően, amelyhez a hidroxilcsoport kötődik, az alkoholok lehetnek elsőrendűek (primer), másodrendűek (szekunder) és harmadrendűek (tercier). Az egyértékű alkoholok általános képlete –  $\text{R-OH}$ .

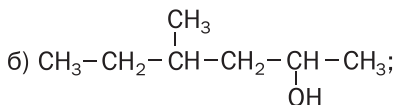
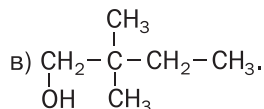
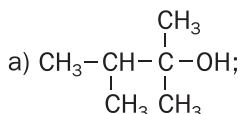
Szabályos nevüket a megfelelő szénhidrogénlánc nevének végéhez illesztett -ol végződéssel

**képezzük. A szénatom számát, amelyhez a hidroxilcsoport kötődik, az -ol végződés előtt adják meg, a szénhidrogén gyökök neveit pedig az alkohol neve előtt.**

**Az alkoholok szerkezeti izomériája a hidroxilcsoportok helyével és a szénlánc szerkezetével van kapcsolatban.**

**?**

86. Adjátok meg az alkoholok definícióját és soroljátok fel, mi alapján osztályozzák őket.
87. A felsorolt képletek alapján határozzátok meg az alkoholokat:  $C_3H_7Cl$ ,  $C_2H_5OH$ ,  $CH_3OH$ ,  $C_2H_4(OH)_2$ ,  $C_2H_4$ ,  $C_3H_5(OH)_3$ ,  $C_4H_7Br_3$ ,  $C_2H_5OC_2H_5$ .
88. Az internet segítségével állapítsátok meg, miért hívják a metanolt faszesznek.
89. Nevezzétek meg az alábbi vegyületeket és tüntessétek fel az első-, másod- és harmadrendűeket:



90. Szerkesszétek meg a következő alkoholok szerkezeti képletét:
- a) 2-metilpentán-3-ol;                      c) 3-etilpentán-3-ol.  
b) 2,3-dimetilhexán-2-ol;
91. Szerkesszétek meg a  $C_5H_{12}O$  képletű és a főszénláncban 4 atomot tartalmazó alkohol izomereinek a szerkezeti képletét. Nevezzétek meg a vegyületeket.
92. Határozzátok meg az egyértékű telített alkohol képletét, ha:
- a) a vegyület moláris tömege 88 g/mol;  
b) az oxigén tömegrészaránya 15,7 %;  
c) a vegyület gőzének a levegőre vonatkoztatott relatív sűrűsége 1,59;  
d) a szén, oxigén és hidrogén tömegaránya a vegyületben 3 : 4 : 1.
93. Milyen a 106 g/mol moláris tömegű háromértékű alkohol képlete?
94. 3,0 g alkohol teljes elégeésekor 3,36 l széndioxid (n.k.k.) és 3,6 g víz keletkezett. Határozzátok meg a vegyület képletét.
95. Milyen az alkohol képlete, ha 9,2 g teljes égésekor 0,3 mol széndioxid és 7,2 g víz keletkezik?

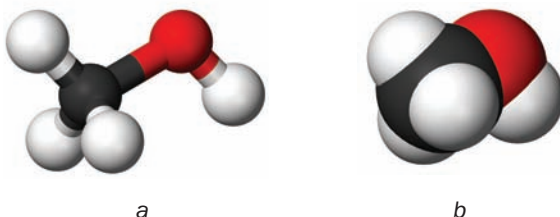
# 14 Egyértékű telített alkoholok

## E téma tananyaga segít nektek:

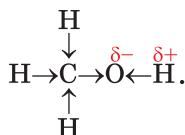
- visszaemlékezni az egyértékű telített alkoholok szerkezetére;
- bővíteni a tudásotokat az alkoholok kémiai tulajdonságairól;
- megismerni az alkoholok előállításí módszereit.

A telített egyértékű alkoholok homológ sorának első két képviselője a metanol  $\text{CH}_3\text{OH}$  (28. ábra) és az etanol  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ . A 9-ik osztályban megismerkedtetek ezeknek a vegyületeknek az összetételével és szerkezetével, némely fizikai és kémiai tulajdonságaikkal. A paragrafus anyagát olvasva visszaemlékeztek az alkoholokra vonatkozó tudnivalókra, és újakat szereztek róluk.

**28. ábra.**  
A metanol molekula modelljei:  
a) pálcikamodell;  
b) kalottamodell



**A molekulák szerkezete.** Az egyértékű alkohol molekulája két részből áll: a szénhidrogén gyökből és a hidroxilcsoportból. A legelektronegatívabb elem a molekulában az oxigén, magához vonzza a közös elektronpárokat a szén és a hidrogén atomoktól. Ezért a C-O és az O-H kötések polárisak (az utolsó kötés polárisabb):



A poláris kötések az alkoholok molekuláiban nagymértékben meghatározzák a jellegzetes tulajdonságaikat.

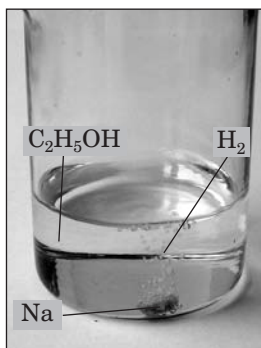
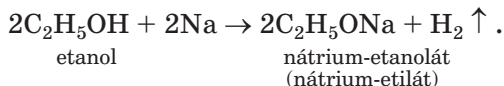
***A szénlánc növekedésével az alkohol molekulákban az O-H kötés polaritása csökken. A elsőrendű alkohol molekulájában ez a kötés sokkal polárisabb, mint egy másodrendű vagy harmadrendű alkohol molekulájában.***

Az alkohol molekula C-O-H része szög alakú (28. ábra), mint a víz molekulája. Az oxigénatomon kis negatív töltés összpontosul, amely kevesebb egynél, a molekula ellentétes oldalán, ahol a hidrogén atomjai találhatóak, a töltés pozitív. Ezért az alkohol molekulája poláris.

**Fizikai tulajdonságok.** A hidroxilcsoportok jelenléte az alkohol molekulákban lényegesen befolyásolja ezeknek a vegyületeknek a fizikai tulajdonságait. Az OH csoportok hidrogén és oxigén hidrogénkötések kialakulását biztosítják az alkohol molekulák között (3. §). Ezért az alkoholok között nincsenek gáz-halmazállapotú anyagok (a szénhidrogénekkal ellentétben), és forráspontjuk jóval magasabb, mint a megfelelő alkánoké. Normál körülmények között a kevés szénatomot tartalmazó egyértékű alkoholok színtelen folyadékok, jellegzetes szaggal (alkoholos, kámforos és kozmaolajos). A hosszabb szénláncú alkoholok szilárd anyagok, amelyek szinte szagtalanok. A metanol, az etanol, valamint a propanol és a metilpropan-2-ol vízben teljes mértékben oldódnak, mivel az alkohol és a vízmolekulák között hidrogénkötések alakulnak ki (19. oldal). A többi alkohol oldhatósága csökken a molekulákban lévő szénatomok számának növekedésével, és a hosszabb szénláncú alkoholok vízben nem oldódnak.

**Kémiai tulajdonságok.** Az alkoholok részvételével végbemenő reakciók eltérnek a szénhidrogének reakcióitól.

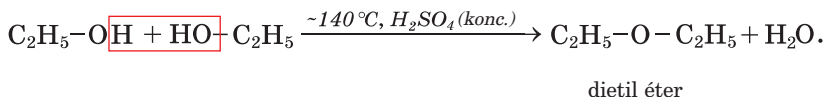
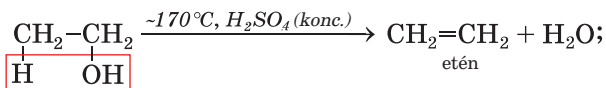
**Reakciók fémekkel.** Az alkoholok reakciója az alkálifémekkel hidrogén kiválásával és sószzerű vegyületek képződésével megy végbe (29. ábra):



**29. ábra**  
Nátrium  
reakciója  
etanollal

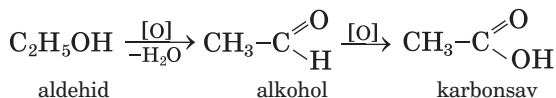
Eközben az alkohol molekulák poláris O-H kötései felszakadnak, és a hidrogén atomokat a fém atomjai helyettesítik. Ezekben a reakciókban az alkoholok savként viselkednek. Ugyanakkor, nem disszociálnak  $\text{H}^+$  ionok képződésével, nem reagálnak lúgokkal; az alkoholok – nem elektrolitok.

**Dehidratáció.** Már tudjátok, hogy így nevezik bármely vegyület vízleválasztással végbemenő reakcióját (69. oldal). Alkoholok esetében a dehidratáció hevítéskor koncentrált kénsav jelenlétében megy végbe. A vízmolekula leválása egy vagy két alkohol molekulából megy végbe. Az első esetben az egyértékű alkohol dehidratálása során a víz kivételével alkén keletkezik, míg a második esetben – éter (80. oldal):



► Nevezétek meg az alkoholokat, amelyek dehidratációja során propén keletkezik.

**Oxidáció.** Az elsőrendű alkoholok oxidálószerrek hatására átalakulnak aldehidekké (17.§), amelyekből további oxidáció során karbonsav keletkezik<sup>1</sup>:



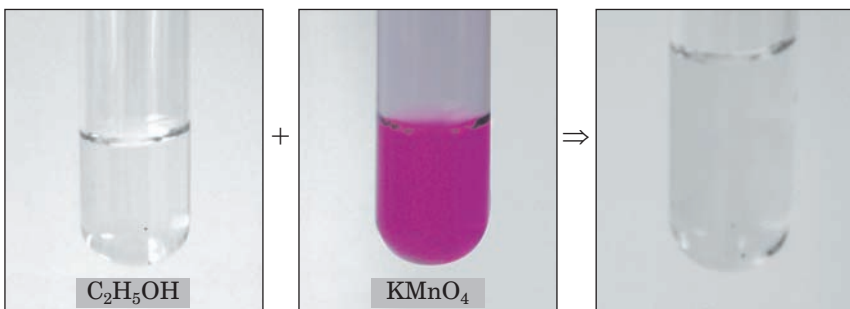
Az etilalkohol oxidációját étkezési ecetsav előállítására használják.

Könnnyen látható, hogy a szerves vegyület oxidációjának a lényege abban rejthet, hogy a hidrogénatomok száma a molekulában csökken ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ ) vagy az oxigénatomok száma nő ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ).

### 30. ábra

Az etanol oxidációja káliumpermanganát oldattal, amely kénsavat tartalmaz

Az alkoholok káliumpermanganáttal (30. ábra), réz (II)-oxidval oxidálhatók. Ahhoz, hogy a második reakció végbemenjen, egy rézlemezt hevítünk, amíg megsötétedik (a felületén CuO fém-oxid képződik) és forrón etanolba mártjuk. Ismét fényessé válik, és megjelenik az acetaldehyd jellemző illata.

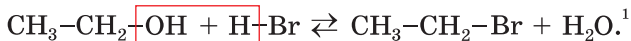


Az alkohol teljes oxidációja akkor következik be, ha meggyújtjuk. A metil- és etilalkohol levegőn színtelen lánggal ég, a szénlncú alkoholok – kormos lánggal.

<sup>1</sup> Az ilyen típusú reakciókat részleges oxidációnak nevezik.

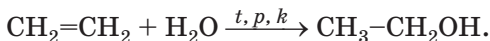
► Írjátok le a metanol égési reakcióját.

**Reakciók hidrogén-halogenidekkel.** Az alkoholok reagálnak a hidrogén-kloriddal, a hidrogén-bromiddal és a hidrogén-joddal. Ebben az esetben az alkohol molekulájában a hidroxil-csoportot egy halogénatom helyettesíti:

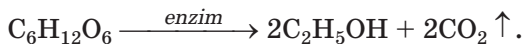


brómetán

**Alkoholok előállítása.** A gyakorlatban a legfontosabbak a metil- és etil-alkohol. Az iparban ezeket gyártják a legnagyobb mennyiségben. Az etil-alkohol előállításának korszerű módszere az etén vízgőzzel történő reakciója 300° C-on, nagy nyomáson és katalizátor jelenlétében:



Egy másik módszer alapja a glükóz alkohol-erjesztése vizes oldatban, élesztő enzimek<sup>2</sup> részvételével:



Ezt a biokémiai folyamatot az ókori idők óta használják borkészítéshez szőlőből (31. ábra), más bogyókból és gyümölcsökből.



**31. ábra**  
A must erjedése

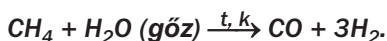
<sup>1</sup> A reakció végrehajtásához nátrium-bromidot vagy kálium-bromidot és koncentrált kénsavat adunk az alkoholhoz (a só és sav reakciója során hidrogén-bromid keletkezik).

<sup>2</sup> Az enzimek – fehérjék, amelyek katalizátorok szerepét játsszák (216. oldal).

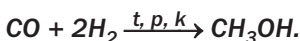


Az élelmiszeripar számára az alkohol alapanyaga a kukorica- vagy burgonyakeményítő, a technikai alkoholé (denaturált szesz) – a fafeldolgozás hulladékából nyert cellulóz.

**A metil-alkohol előállításának az alapanyaga a szintézis gáz – a szén (II)-oxid és hidrogén keveréke, amely magas hőmérsékleten és katalizátor jelenlétében keletkezik metánból és vízgőzből:**



**Az alkohol a gázok elegyében az alábbi egyenlet szerint képződik:**



**Ezt a folyamatot gyakran a metanol szintézisének nevezik.**

**Felhasználás.** A folyékony alkoholokat oldószerként, valamint szerves szintézisekben használják. Az etil- és metilalkoholnak legnagyobb felhasználási területe. Az etanolt a gyógyászatban, gyógyszerterületen, parfüm- és élelmiszeriparban használják, néha – jármű üzemanyag összetevőjeként (32. ábra), a metanolt – nyersanyagként a vegyiparban.

**32. ábra**  
Busz "alkohol"  
üzemanyagú  
hajtóművel



A gyárak főleg kis mennyiségű vizet ( $\omega(\text{H}_2\text{O}) \approx 4\%$ ) tartalmazó etil-alkoholt termelnek. A neve rektifikált szesz (alkohol).

### **Érdekes tudnivaló**

Az alkohollal való visszaélés 10-12 évvel rövidíti az élet-tartamot.

**Az alkoholok élettani hatása.** Az etil-alkohol kábítószer (drog), amely gyorsan felszívódik a véráramba. A részeg ember természetellenesen viselkedik, nem ellenőrzi tetteit, elveszti az emlékezetét, zavart a mozgási koordinációja. Az alkoholtartalmú italok állandó és túlzott fogyasztása alkoholizmust vált ki. Ez a betegség megtámadja az ideg-, szív-, ér-, reprodukív rendszereket, pusztítja a májat, csökkenti az immunitást, az elme képességeit; az ember személyisége degradál.

A metanol erős mérég. Amikor a szervezetbe kis mennyiség kerül, vakulást okoz, nagyobb mennyiségben – halált.

## **ÖSSZEFOGLALÁS**

**A telített egyértékű alkoholok – az alkánok származékai, amelyek hidroxilcsoportot tartalmaznak. Ezeknek az alkoholoknak az általános képlete  $C_nH_{2n+1}OH$ .**

**A telített egyértékű alkoholok jellegzetes szagú, színtelen folyadékok, vagy szinte szagtalan szilárd anyagok. Az alkoholok vízben való oldhatósága a molekulákban lévő szénatomok számának növekedésével csökken.**

**Az alkoholok jellegzetes reakciói a molekulákban jelenlevő poláris O-H és C-O kötésekől adódnak. Az alkoholok reagálnak az alkálifémekkel, dehidratációra és oxidációra képesek, lobbánékonyak.**

**Az iparban a metil- és etil-alkohol termelése a legnagyobb. Az etanolt a gyógyászatban, a gyógyszer-, vegyi- és élelmiszeriparban használják, jármű üzemanyag összetevőjeként, a metanolt – szerves vegyületek előállításához.**

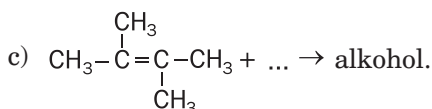
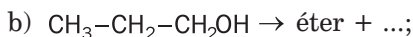
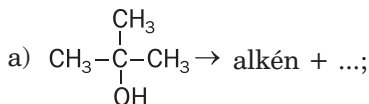
**Az etil-alkohol a szervezetbe jutva jelentős károkat okoz, a metil-alkohol pedig erős mérég.**

?

96. Hasonlítsátok össze az alkohol és szénhidrogén molekulák szerkezetét.  
 97. Mi van kihatással az alkoholok fizikai tulajdonságaira? A választ lásd el magyarázattal.  
 98. Töltsétek ki a táblázatot és magyarázzátok meg a különbségét az alkánok és alkoholok fizikai tulajdonságainak:

Vegyület neve	Képlet	Halmazállapot	Forráspont, °C
Metán			-161,6
Metanol			+64,5
Etán			-88,6
Etanol			+78,4

99. Hogyan befolyásolja a hidrogénkötés az alkoholok vízben való oldhatóságát? Függ az alkohol vízben való oldhatósága a molekula szénláncának a hosszától? Ha igen, milyen módon?  
 100. Írjátok be a reakciótermékeket, és alakítsátok át a vázlatokat kémiai egyenletekké:  
 a)  $C_4H_9OH + O_2 \rightarrow \dots$ ;      b)  $C_3H_7OH + Li \rightarrow \dots$   
 101. Írjátok le a reakciótermékek képletét, nevezzétek meg a reakciók típusát és a folyamatok feltételeit:



102. Az egyértékű alkoholok előállítási módszere az alkének hidratációja. Írjátok le egy ilyen reakció általános egyenletét.  
 103. Milyen tömegű nátrium és térfogatú etanol (sűrűsége 0,79 g/ml) reagált, ha 224 ml hidrogén (n.k.k.) vált ki?  
 104. Összekeverték 200 g 5%-os és 50 g 10%-os etanol oldatot. Számítsátok ki a keletkezett oldatban az etanol tömegarányát.  
 105. 2 liter etanol (az alkohol sűrűség – 0,79 g/ml) előállításához milyen térfogatú etén (n.k.k.) volt alkalmazva, ha az alkén csak 85% lépett reakcióba?  
 106. A telített alkohol 15 g-jának dehidratációja során szénhidrogén és 4,5 g víz keletkezett. Nevezzétek meg az alkoholt, és szerkesszétek meg molekulájának szerkezeti képletét. Hány megoldása van a feladatnak?

# 15 Többértékű alkoholok. Glicerín

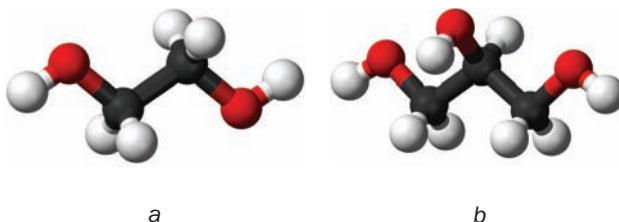
## E téma tananyaga segít nektek:

- felidézni a molekulák szerkezetét és a glicerín tulajdonságait;
- új tudnivalót szerezni a többértékű alkoholokról.

A legegyszerűbb kétértékű alkohol az etilén-glikol –  $\text{HO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$ , a háromértékű pedig a glicerín –  $\text{HOCH}_2\text{-CHOH-CH}_2\text{OH}$  (33. ábra). A természetben ezek az alkoholok nincsenek jelen, de a glicerín származékai, a zsírok nagyon elterjedtek.

33. ábra

A molekulák pálcikamodelljei:  
a) etilén-glikol;  
b) glicerín



**A glicerín fizikai tulajdonságai.** A 9. osztályban megtudtátok, hogy a glicerín háromértékű alkohol, színtelen, édes ízű, viszkózus folyadék (34. ábra). Ez a vegyület szagtalan, higroszkópos, kissé nehezebb, mint a víz, de bármilyen arányban elegyedik vele.



34. ábra  
Glicerín

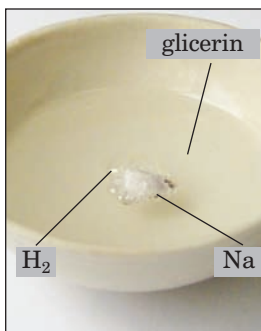
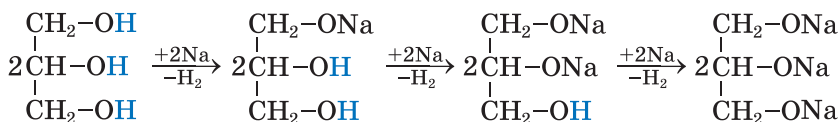
### Érdekes tudnivaló

A glicerín viszkozitása normál körülmények közt ezerszer nagyobb, mint a vízé.

A glicerín +290 °C-on forr, és eközben elbomlik, ugyanakkor az egyértékű alkoholok, amelyek ugyanannyi szénatomot tartalmaznak, a molekuláikban alacsonyabb hőmérsékleten forrnak. A különbség azzal magyarázható, hogy a többértékű alkoholban több hidrogénkötés alakul ki (minden glicerín molekulában három -OH csoport van).

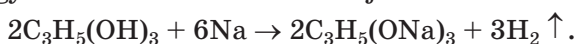
**Kémiai tulajdonságok.** A glicerín nemcsak az aktív fémekkel reagál, hanem még némely fémek hidroxidjaival, például a réz(II)-hidroxiddal (erről a reakcióról a kilencedik osztályban tanultatok). Ez okból jobban hasonlít a savakhoz, mint az egyértékű alkoholokhoz. Ugyanakkor a glicerín és oldata nem változtatja az indikátorok színét.

**Reakciók fémekkel.** A glicerín alkáli fémekkel való reakciója során (35. ábra) a fém atomjai folyamatosan helyettesítik a hidroxilcsoportok hidrogén atomjait:



35. ábra  
A glicerín reakciója nátriummal

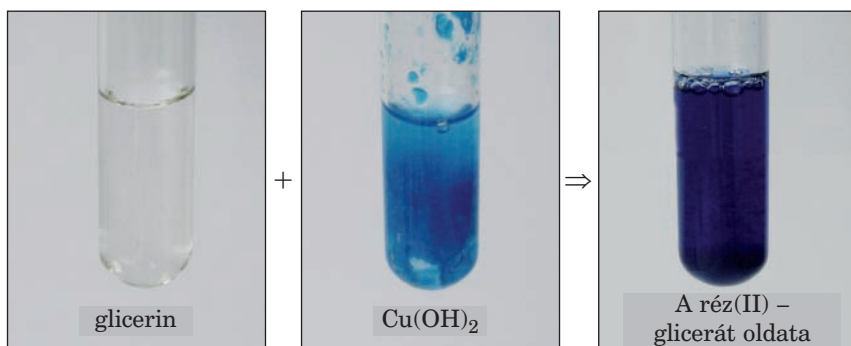
A glicerín és nátrium felesleg közti reakció egyenletének más felírasi módja<sup>1</sup>:



<sup>1</sup> Hogy a reakció megfelelő sebességgel menjen végbe, a glicerint felmelegítik.

A glicerín fémmel alkotott vegyületeit glicerátoknak nevezik.

**Reakció réz(II)-hidroxiddal.** Ha cserebomlási reakcióval frissen előállított réz(II)-hidroxidhoz a glicerín vizes oldatát adjuk, a csapadék feloldódik, az oldat pedig élénk kék lesz. A termék neve –réz(II)–glicerát (36. ábra). Ez a reakció jellegzetes a többértékű alkoholokra (a  $-\text{CHOH}-\text{CHOH}-$  molekula töredékre) és minőségi kimutatásukra szolgál.



**36. ábra**  
Glicerín  
reakciója réz(II)-  
hidroxiddal

**Oxidáció.** A glicerín ég a levegőn, széndioxidot és vizet alkotva. A kísérlet elvégzéséhez porcelán csészében kis mennyiségű alkoholt gyújtunk meg gyufa segítségével. A vegyület majdnem szintelen lánggal ég.

► Írjátok le a glicerín égésének a reakcióegyenletét.

**Előállítás és felhasználás.** Az iparban a glicerint különböző módon állítják elő. A hagyományos módszer a zsírok hidrolízisén alapul. Technikai felhasználásra a glicerint propénből állítják elő.

Nagy mennyiségű glicerint robbanószer gyártására használnak. Ezt a vegyületet úgyszintén bőrpuhításra alkalmazzák cipők és ruhaneműk gyártásakor.

A glicerin a fogkrémek, szappanok, kozmetikai krémek egyik összetevője. Néha a likőrökhöz adják a viszkozitás növelésére.

***A kétértékű etilénglikol vizes oldatát télen a gépkocsik hajtóművének a hűtésére használják. Ezeket a folyadékokat fagyálló folyadékoknak hívják<sup>1</sup>. A járművezetőknek tudniuk kell, hogy az etilénglikol mérgező.***

## ÖSSZEFOGLALÁS

**A legegyszerűbb két- és háromértékű alkohol az etilénglikol és glicerin.**

**A glicerin – színtelen, viszkóz, szagtalan, édes ízű, higroszkopikus folyadék, amelyik bármely arányban elegyedik a vízzel. A vegyület reagál az alkálifémekkel és réz(II) hidroxiddal.**

**A glicerint robbanószerek, kozmetikai termékek gyártására és az élelmiszeriparban alkalmazzák.**

## ?

107. Miért a glicerin, a propanolokkal ellentétben, viszkóz folyadék és nincs szaga?
108. Hogyan lehet megkülönböztetni az etanol és a glicerin vizes oldatát kémiai reakció segítségével?
109. Mekkora térfogatú hidrogént lehet előállítani 0,10 mol glicerinből nátriummal végbemenő reakciója során.
110. Számítsátok ki a glicerin tömegarányát a vizes oldatában, ha a vízmolekulák száma a glicerin molekulák tízszerese.
111. Nátrium felesleg reagál 46 g háromértékű alkohollal. A reakció során 0,75 mól hidrogén vált ki. Határozzátok meg az alkohol képzetét.
112. Egy mol alkohol égésekor 2 mol széndioxid keletkezett. Melyik alkoholoról van szó? Egy megoldása van a feladatnak? A választ magyarázzátok.
113. 6,2 g kétértékű alkohol égésekor 5,4 gramm víz keletkezik. Határozzátok meg az alkohol képletét.

---

<sup>1</sup> Másik, nemzetközi megnevezése az anti-freez (friz-nek ejtjük), amely a freez-ből származik, ami fagyást jelent.

# 16 Fenol

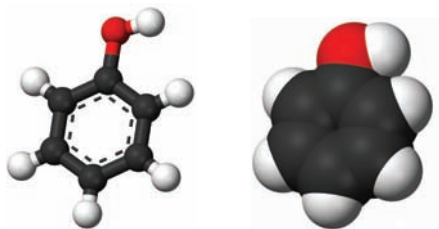
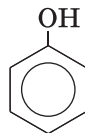
## E téma tananyaga segít nektek:

- megismerni a vegyületet, amelyet fenolnak hívnak;
- összevetni a fenol és az alkoholok molekulaszervezetét;
- megismerni a fenol tulajdonságait, élettani és környezeti hatását.

## Érdekes tudnivaló

Először 1834-ben kőszén kátrányból alították elő.

A  $C_6H_5OH$  képletű fenol nevű szerves vegyület az összetételét tekintve az egyértékű alkoholokra emlékeztet. Ugyanakkor, ezt a vegyületet nem tekintik alkoholnak, mert a molekulájában a hidroxilcsoport közvetlenül a benzolgyűrűhöz kötődik (37. ábra).



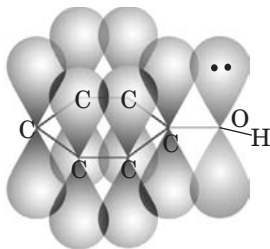
37. ábra  
A fenol  
molekula  
modelljei

**A molekula szerkezete.** A benzolgyűrű a fenol molekulában az  $-OH$  csoport hidrogén atomjának nagyobb mozgékonytást biztosít, mint amelyet az egyértékű alkoholok  $ROH$  molekuláiban tapasztalunk. Az alkoholokkal ellentétben, ahol a szénhidrogénlánc az elektronsűrűség részét az oxigén atomnak adja át ( $CH_3 \rightarrow OH$ ), ami csökkenti az  $O-H$  kötés polaritását, a fenol molekulában ellenkezőleg, az oxigénatom növeli



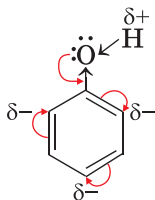
a benzolgyűrű elektronsűrűségét ( $C_6H_5-\ddot{O}H$ ). Az oxigén atom osztatlan p-elektronpárjai a benzolgyűrűt alkotó szénatomok p-elektronjaival egységes elektronrendszert alkotnak (38. ábra). A C–O kötés hossza csökken, és erőssége nagyobbá válik.

**38. ábra**  
A p-pályák  
fedése fenol  
molekulában



Az oxigén atom az elektronsűrűség csökkenésének a kiegyenlítésére közelebb vonzza a hidrogénatomtól a közös elektronpárt ( $C_6H_5-O\leftarrow H$ ). Ennek hatására az O–H kötés polaritása nő és a hidrogén atomon, a fenol molekulában, a pozitív töltés nő, az alkohol molekulához képest. Emiatt a hidrogénatom mozgékonyabbá válik és könnyebben helyettesítődik más atomokkal a kémiai reakciók során.

A hidroxilcsoport szintén kihat a benzolgyűrűre. A hidroxilcsoport a benzolgyűrű hidrogénatomjának fokozott mobilitását okozza a két legközelebbi és legtávolabbi szénatom között, ahol a legnagyobb elektronsűrűség koncentrálódik<sup>1</sup>:



**Fizikai tulajdonságok.** A fenol szilárd, színtelen, jellegzetes „karbolicus” szagú vegyület.

<sup>1</sup> A megfelelő helyeket a fenol molekulában *orto*- és *para*-pozíciónak hívják.

A vegyület a levegőn lassan oxidálódik és idővel világos rózsaszínű lesz (39. ábra).

39. ábra  
Fenol

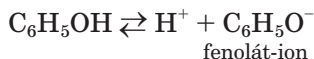


A fenol mértékletesen oldódik a hideg vízben és mértéktelenül a forróban.

A fenol olvadási- és forráspontja (+ 41 és + 182 °C, megfelelően) magasabb, mint a benzolé (63. oldal). Ennek az oka, hidrogénkötések kialakulása a fenol molekulákban lévő hidroxilcsoportok hidrogén és oxigén atomjainak révén.

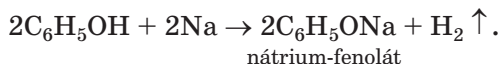
**Kémiai tulajdonságok.** A fenolnak magas a reakcióképessége, amit a hidroxilcsoport és a benzolgyűrű határozzák meg.

**Reakciók a hidroxilcsoport részvételével.** Az alkoholokkal ellentétben a fenolnak savas tulajdonságai vannak (korábban a fenolt karbolsavnak nevezték). Viszont a vegyület az oldatokban nagyon gyengén disszociál

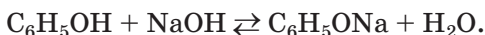


és nem változtatja az indikátorok színét.

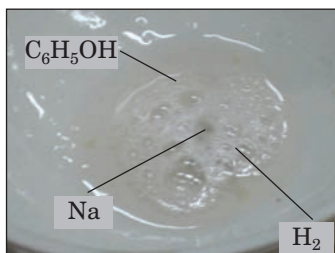
*Reakció fémekkel.* Az olvadáspontig hevített fenol reagál az alkálifémekkel, aminek következtében hidrogén válik ki (40. ábra) és só keletkezik:



*Reakció lúgokkal.* A fenol gyenge savként reagál a lúgok vizes oldatával:



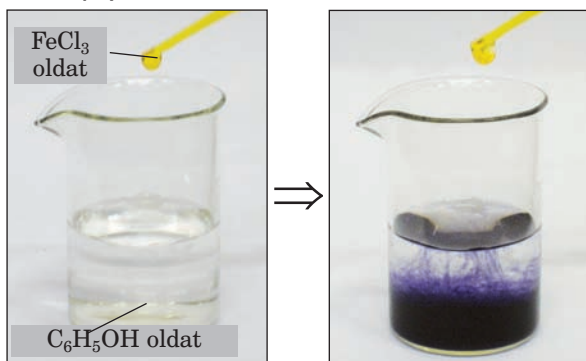
**40. ábra**  
A fenol reakciója  
nátriummal



Az ilyen reakciók megfordíthatók; a fenolátok részben reagálnak a vízzel (az oldataik gyengén lúgos közegűek).

***Ha vas(III)-klorid oldatot adunk a fenol oldathoz, az oldat ibolyaszínű lesz (41. ábra). Ez a fenol kimutatására alkalmazott minőségi reakció. Az alkoholok nem reagálnak a vas(III)-kloriddal.***

**41. ábra**  
A fenol reakciója  
vas(III)-kloriddal

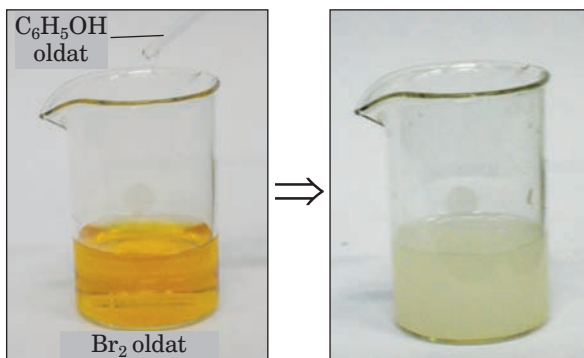


***A hidrogénatomok helyettesítése (szubsztitúciója) a benzolgyűrűben.*** A hidroxilcsoport aktiválja a benzolgyűrűt és elősegíti a magas elektronsűrűséggel rendelkező szénatomok melletti hidrogénatomok helyettesítését.

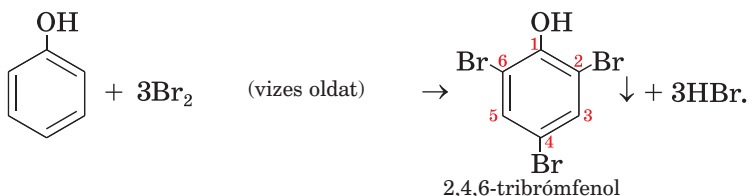
***Reakciók halogénekkal.*** Ellentétben a benzollal, a fenol gyorsan és katalizátor nélkül reagál a halogénekkal<sup>1</sup>. Ez a vegyület például reagál a bróm vizes oldatával. A brómos víz elszíntelenedik és fehér csapadék keletkezik (42. ábra).

<sup>1</sup> Kivéve a jódot.

**42. ábra**  
A fenol reakciója  
brómos vízzel



Ennek során az összes mozgékony hidrogénatom halogén atomokkal helyettesítődik a benzolgyűrűben<sup>1</sup>:



Ezt a reakciót a fenol minőségi kimutatására alkalmazzák.

Vagyis, a benzolgyűrű és a hidroxilcsoport kölcsönhatása a fenolmolekulában meghatározza a vegyület savas tulajdonságait és megkönnyíti a helyettesítési reakciókat a benzolgyűrűben (a benzolhoz viszonyítva).

**Előállítás és felhasználás.** A fenolgyártás fő alapanyaga a kőszénkátrány. A kőolajfeldolgozás termékeiből benzol és propén is előállítható.

A fenolt fenol-formaldehid gyanták (190. oldal), színezékek, robbanószerek és peszticidok gyártására alkalmazzák.

**Élettani hatása.** A fenol nagyon mérgező. Hat az idegrendszerre, maró hatása van, a bőrön égési sebeket okoz, hatással van a gyomor-bél rendszerre és a légzési szervekre is. A fenol kis mennyiségének állandó hatása fejfájást és erős szívdobogást vált ki, alvászavart, máj- és vesebántalmakat okoz. Szigorú korlátozások léteznek a háztartásban

**Érdekes tudnivaló**  
A fenoltalein két fenolmolekula maradékát tartalmazza

<sup>1</sup> Ezek az atomok *orto*- és *para*- pozícióban vannak.

alkalmazott víz fenol-tartalmával kapcsolatban: ebből a vegyületből 1 l vízben nem több mint 0,001 mg engedélyezett.

#### **A fenol környezetszennyező hatása.**

A fenol környezetbe jutásának a forrása a kocszoló gyárak, a fenol-formaldehid gyantákat előállító és a fa száraz lepárlásával foglalkozó üzemek. A gázoknak a légkörbe és a szennyvizeknek a folyamokba kerülésével a fenol komoly károkat okoz a növény- és állatvilágnak. Az ipari szennyvizek fenoltól való tisztítása az egyik legfontosabb technológiai feladat.

### **ÖSSZEFOGLALÁS**

**A fenol  $C_6H_5OH$  – vegyület, a benzol származéka, amelynek a molekulájában egy hidrogén atom helyett hidroxilcsoport található. Nem tartozik az alkoholokhoz.**

**A fenol – szilárd, színtelen, jellegzetes szagú anyag, korlátlanul oldódik a forró vízben. Ez a vegyület reagál az alkálifémekkel, a lúgokkal, brómos vízzel.**

**A fenolt szénhidrogén alapanyagból állítják elő. Szerves anyagok és műanyagok előállítására alkalmazzák.**

**A fenol nagyon mérgező.**

## **?**

114. Miért rendelkezik a fenol, az etanollal ellentétben, savas tulajdonságokkal?
115. Hogyan hat a benzolgyűrű az O–H-kötés polaritására a fenolmolekulában?
116. Az internetes vagy más források használatával készítsetek érte-sítést, hogy termelési folyamatok szennyezhetik fenollal a kör-nyezetet.
117. Írjátok fel a fenol reakcióegyenletét lítiummal, kálium-hidroxid-dal és nevezétek meg a vegyületeket, amelyek keletkeznek.
118. Milyen térfogatú hidrogén válik ki, ha 2,3 g nátrium reagál fenol-felesleggel?

119. A szén és az oxigén tömegaránya az aromás szerves vegyületben 76,6 és 17%-ot tesz ki. A vegyület relatív molekulatömege 94. Határozzátok meg a vegyület képletét.

# 17 Az aldehidek

## E téma tananyaga segít nektek:

- megismerkedni a szerves anyagok osztályával – az aldehidekkel;
- megadni az aldehidek szabályos elnevezését;
- fogalmat alkotni az aldehidek molekulaszervezetéről;
- megállapítani az aldehidek tulajdonságait, előállítási módszereit és felhasználási területét.

Sok ismert szerves vegyület molekuláiban az oxigén kettős kötéssel kötődik a szénatomhoz. A  $\text{>C=O}$  atomcsoportot *karbonilcsoportnak* nevezik. Ez a csoport a hidroxilcsoporthoz és a

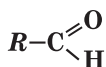
hidrogénatomhoz kötődhet:  $\text{R}-\text{C}\begin{smallmatrix} \text{=O} \\ \backslash \\ \text{H} \end{smallmatrix}$ . Ez a ve-

gyületek általános képlete, amelyet aldehideknek neveznek. A legegyszerűbb aldehid molekulájában a karbonilcsoporthoz két hidrogénatom kötődik:



A  $-\text{C}\begin{smallmatrix} \text{=O} \\ \backslash \\ \text{H} \end{smallmatrix}$ , vagy  $-\text{CHO}$  atomcsoportot aldehid csoportnak nevezik, a megfelelő szerves anyag osztályának a funkciós csoportja.

## Aldehidek



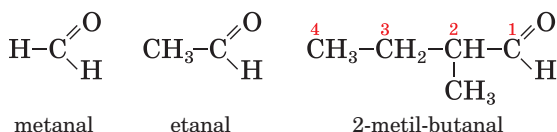
**Az aldehidek a szénhidrogének származékai, amelyekben az aldehidcsoport<sup>1</sup> hidrogénatomot helyettesít.**

<sup>1</sup> A legegyszerűbb aldehid molekulájában ehhez a csoporthoz hidrogénatom kötődik.

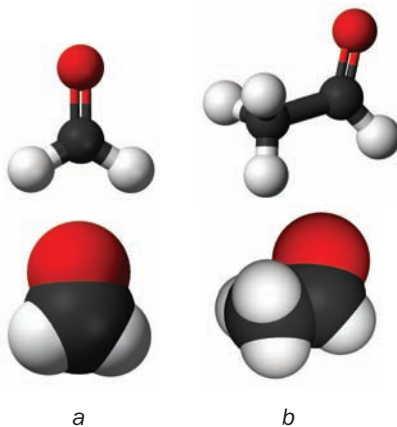
**Az aldehid elnevezés idegen szavak részeit (aláhúзва) tartalmazza: alcohol (alkohol) és dehydrogenatum (hidrogéntől mentes). Valóban, bármely aldehid-molekula (például,  $\text{CH}_3\text{CHO}$ ) kettővel kevesebb hidrogénatomot tartalmaz, mint a megfelelő alkoholmolekula ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ).**

A telített aldehidek általános képlete –  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{H} \end{matrix}$ , ahol  $n = 0, 1, \dots$  (a képlet egyszerűsített változata  $\text{C}_m\text{H}_{2m}\text{O}$ ;  $m = 1, 2, \dots$ ).

**Megnevezésük.** Az aldehid szisztematikus (szabályos) neve a megfelelő szénhidrogén nevéből (az aldehid-molekula fő szénláncának valamennyi atomját figyelembe véve) és az *-al* utótagból alakul. A számozást a láncban az aldehid-csoport szénatomjával kezdik. Az aldehid képleteinek és megnevezésüknek a példái:



A metanal- és etanal-molekulák modelljei a 43. ábrán láthatók:

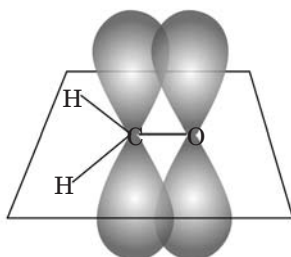
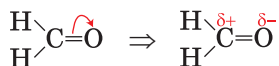


**43. ábra**  
Molekula-modellek:  
a) metanal;  
b) etanal

► Szerkesszék meg a 2,2-dimetil-butanal molekulájának a szerkezeti képletét.

Az aldehidek köznapi (triviális) elnevezését a megfelelő karbonsav (112. oldal) nevéből képezzük. A legegyszerűbb aldehid HCHO neve formaldehid, a CH<sub>3</sub>CHO – acetaldehid<sup>1</sup>.

**A molekulák szerkezete.** Az aldehid-molekulában a karbonilcsoport szénatomja három atomhoz kapcsolódik a módosított (hibrid) pályák átfedéséből származó kovalens kötéssel. Ez a négy atom egy síkon helyezkedik el, és az atomokat összekötő egyenesek közötti szögek 120° tesznek ki. A szén- és oxigénatom *p*-pályái a sík alatt és felett fedik egymást (44. ábra). A kettős kötés elektronsűrűsége a legelektronegatívabb elem, az oxigénhez van eltolódva:



**44. ábra**

A szén- és oxigénatom *p*-pályáinak fedése a metanal molekulában

**Fizikai tulajdonságok.** A legegyszerűbb aldehid, a metanal, normál körülmények között éles szagú gáz, amely jól oldódik a vízben. Az etanal és más, kis molekulatömegű aldehidek kellemtelen, néha fullasztó szagú folyadékok, vízben oldódnak. A többi aldehid vízben nem oldódó szilárd anyag.

► Mi határozza meg az egyes aldehidek vízben való oldhatóságát?

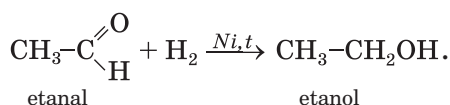
<sup>1</sup> Ezeknek a vegyületeknek más nevük formaldehid, acetaldehid



Az aldehidek forráspontja alacsonyabb, mint a megfelelő alkoholoké. Ennek oka az aldehidmolekulák közötti hidrogénkötések hiánya.

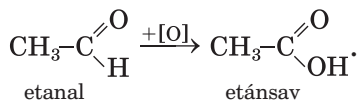
**Kémiai tulajdonságok.** A karbonilcsoportban lévő kettős kötés jelenléte miatt az aldehidek egyesülési (összegzéses) reakciókba léphetnek. Az ehhez az osztályhoz tartozó vegyületekre az oxidációs reakciók is jellemzőek.

**Egyesülési reakciók.** Az ecet- és más aldehidek katalizátor jelenlétében hidrogénnel reagálnak és primer alkohollá válnak:



Az ilyen reakciókban az aldehidek redukálódnak. A szerves vegyület redukációjának a lényege lehet a hidrogénatomok számának a növekedése, vagy az oxigénatomok számának csökkenése a molekulában.

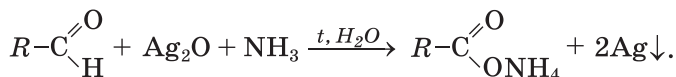
**Oxidációs reakciók.** Az aldehideket könnyen oxidálhatjuk (levegő oxigénje, kálium-permanganát oldat, egyéb anyagok) a megfelelő karbonsavak előállításához:



### Érdekes tudnivaló

Az  $\text{Ag}_2\text{O}$ -oxid reagál az ammóniaoldattal; a reakció terméke az ezüst oldható vegyülete.

Az aldehid oxidálódik úgyszintén az ezüst(I)-oxid ammónia oldatával melegítés közben. A kémcső belső falain, amelyben a reakciót végezzük, csillogó ezüstréteg képződik (45. ábra). A reakciót *ezüstitűkőr* reakciónak nevezik; az aldehidcsoport minőségi meghatározására alkalmazzák a szerves vegyületek molekuláiban:

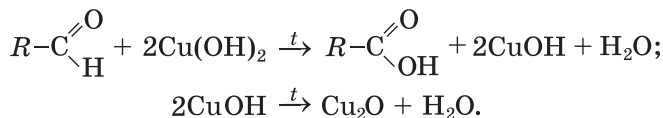


**45. ábra**  
Kémcső  
ezüsttükörrel

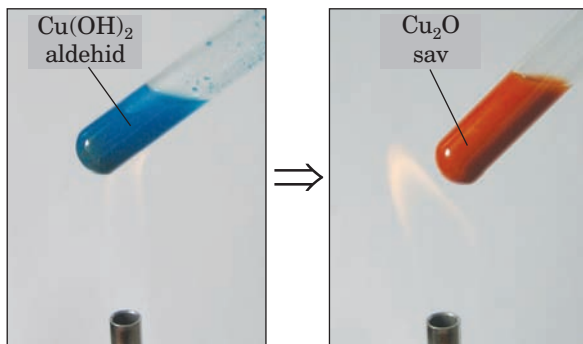


Az aldehid oxidációjának terméke a karbonsav anionja és  $\text{NH}_4^+$  ammónium-kationok által képzett só.

A másik, az aldehid csoportra jellegzetes reakció során, frissen kicsapódott réz(II)-hidroxidot alkalmaznak. A világoskék színű csapadék hevítés során sárga színűvé válik réz(I)-hidroxid keletkezése miatt, majd narancsvörös lesz, ami a réz(I)-oxid jellegzetes színe (46. ábra):



**46. ábra**  
Aldehid reakciója  
réz(II)-hidroxiddal

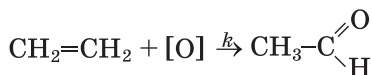


Az aldehidek égő anyagok.

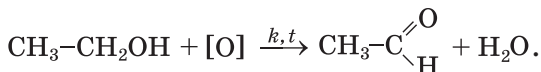
► Írjátok le az etanal égésének a reakcióegyenletét.

**Előállítás.** Az iparban az aldehideket az elsőrendű alkoholok és alkének oxidációjával állítják elő és más reakciókkal.

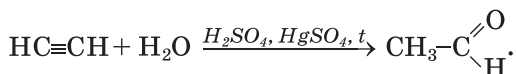
Az acetaldehid (etanal) előállítására alkalmazott ipari eljárások az etán oxidációján alapulnak:



vagy az etanol<sup>1</sup>:



Korábban az etanal ipari előállítási módszere az etin hidratációján alapult. Ez a reakció melegítés által, kénsav és katalizátor, a higany sója jelenlétében megy végbe:



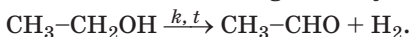
Jelenleg a higany sóinak mérgező hatása miatt ezt a módszert az etanal előállítására nem alkalmazzák.

**Felhasználás.** A metanal, más nevén formaldehid, a fenol-formaldehid gyanták előállításának a kiindulási anyaga (190. oldal). A formaldehid 40%-os vizes oldatát formalinnak nevezik. Ezt az oldatot fertőtlenítőszerként és biológiai preparátumok előkészítésekor tartósítószerként használják. Acetaldehidből ecetsavat, etil-alkoholt, számos más szerves vegyületet állítanak elő. A kellemes szagú aldehydekeket illatszerek gyártására használják.

**Élettani hatás.** Számos aldehid káros hatást gyakorol az idegrendszerre, irritálja a bőrt és allergiát okoz. A metanal és az etanal – rákkeltő anyagok. Ezek megtalálhatók a dohányfüstben és a kipufogógázokban. A metanal némely forgácslap típusokból is a levegőbe juthat.

---

<sup>1</sup> Az etanal előállítható az etanol dehidrogénizációjával:



## ÖSSZEFOGLALÁS

Az aldehidek a szénhidrogének származékai, amelyekben az aldehidcsoport  $\text{-CHO}$  hidrogénatomot helyettesít. Az aldehidek általános képlete a  $\text{R-CHO}$ .

Az aldehid szisztematikus (szabályos) neve a megfelelő szénhidrogén nevéből és az  $\text{-al}$  utótagból alakul.

A metanal normál körülmények között gáz, a többi aldehid folyékony vagy szilárd anyag. A kis relatív molekulatömegű vegyületek oldódnak a vízben.

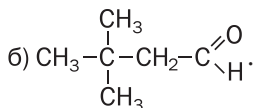
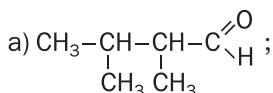
Az aldehidekre jellemzők az egyesülési (addíciós) és az oxidációs reakciók. Az aldehidek égő anyagok.

Az etanalt eténből vagy etanolból állítják elő.

A leggyakrabban alkalmazott aldehid a metanal és az etanal. Mindkettő mérgező.

# ?

120. Meg lehet jósolni az etanal molekulaszervezete alapján a vegyület kémiai tulajdonságait? A választ indokoljátok meg.
121. Adjátok meg a következő szerkezeti képletű vegyületek szabályos nevét:



122. Vázoljátok fel a 2-metilpentanal és a 3-ethylhexanal molekulák szerkezeti képletét.
123. Nevezzétek meg az említett vegyületek redukciója során keletkező vegyületeket:
- a) metanal; b) propanal.
124. Szerkesszétek meg az alkoholok oxidációs reakcióinak egyenletét, amelyek során a következő vegyületek képződnek:
- a) metanal; b) propanal.
125. Írjátok le a telített egyértékű alkohol aldehiddé való oxidációjának az általános reakcióegyenletét.
126. Határozzátok meg az aldehid képletét, amelynek relatív molekulatömege 86 és egy negyedrendű szénatom van a molekulájában.
127. 100 g 40%-os etanal-oldat és ezüst(I)-oxid ammónia oldatának reakciója során 21,6 g ezüst vált ki. Vajon az egész aldehid reakcióba lépett? A választ számításokkal igazoljátok.

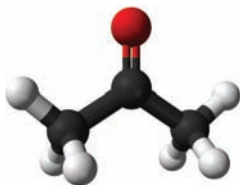
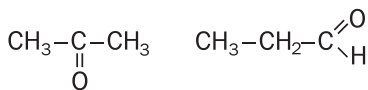
## Aceton

Az aceton  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$  az egyik legelterjedtebb szerves oldószer (47. ábra). A mindennapos használatban festékek hígítására, foltok eltávolítására, különböző felületek szerves szennyező anyagoktól való tisztítására használják.



**47. ábra**  
Acetonos  
palack

Az acetonszerkezet képlete  $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{CH}_3$ . Ebben a molekulában, mint az aldehid molekulákban, van egy karbonilcsoport  $\text{>C=O}$ , de ez két szénhidrogén (metil) csoporthoz kötődik (48. ábra). Az aceton a ketonokhoz tartozik, amelyek általános képlete  $\text{R}-\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{R}'$  (a szénhidrogén-csoportok lehetnek azonosak vagy különbözőek). Az aldehidek között van egy izomerje:



**48. ábra**  
Az acetonszerkezet  
modellje

Az aceton színtelen tűzveszélyes folyadék, amelynek különleges szaga van, korlátlanul oldódik a vízben és a forráspontja  $+56,5^\circ\text{C}$ .

Az aldehidektől eltérően, az aceton nem reagál az ezüst(I)-oxid ammóniaoldatával, valamint a réz(II)-hidroxiddal lúgos közegben.

A vegyipar jelentős mennyiségű acetont fogyaszt. Festékek, lakkok, szintetikus gyanták oldószereként szolgál, alkalmazzák acetát selyem, szerves üveg és fotográfiai filmek előállításához.

# 18 A karbonsavak

## E téma tananyaga segít nektek:

- visszaemlékezni, hogy milyen vegyületek tartoznak a karbonsavakhoz;
- bővíteni tudásotokat az ilyen típusú savak osztályozásáról;
- megadni a savak szabályos nevét;
- információt szerezni a karbonsavak izomerjeiről.

Az oxigéntartalmú szerves vegyületek egyik fontos csoportja a karbonsavak. Már tudjátok, hogy ezeknek a vegyületeknek a molekulái jellegzetes (funkciós) csoportot tartalmaznak, amely két oxigénatomot tartalmaz:

$-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ , vagy  $-\text{COOH}$ .

A neve karboxilcsoport.

**A karbonsavak a szénhidrogének származékai, amelyek molekulái egy vagy több karboxilcsoportot tartalmaznak.**

*A karboxil kifejezés a C=O és O–H funkciós csoportok neve egy részének összeadásából alakul (az aláhúzott részek): karbonil, hidroxil.*

Egy karboxilcsoportot tartalmazó karbonsavak általános képlete:

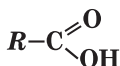


**Elterjedés a természetben.** A karbonsavak megtalálhatók a növényekben (pl. almasav – almában, szőlőben, citromsav – citrusfélékben, sóska-sav – sószában, rebarbarában), az állatvilágban (hangyasav – a hangyákban, tejsav – az emlősök tejében, fizikai megterhelés után az izmokban). Következésképpen, egyes savak triviális elnevezése természetes forrásokat jelez.

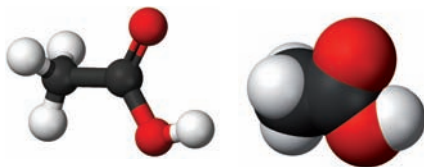
**Osztályozás.** A karbonsavakat több szempontból osztályozzák.

A molekulában lévő karboxilcsoportok számát tekintve lehetnek egyértékű (mono-) karbonsavak (a molekula egy  $-\text{COOH}$  csoportot tartalmaz, 49. ábra), kértékű (di-) karbonsavak (a molekula két  $-\text{COOH}$  csoportot tartalmaz) stb.

**Egyértékű karbonsav**



a



b

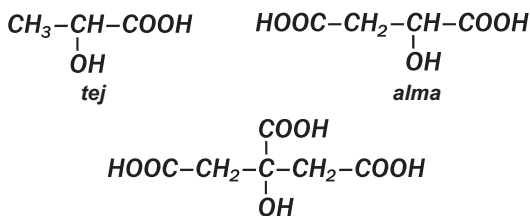
**49. ábra**

A hangya- (a) és ecetsav (b) molekuláinak a modelljei

A szénhidrogén gyökben levő kötések sajátosságai szerint a karbonsav lehet telített (3. táblázat), telítetlen (például akrilsav  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$ , oleinsav  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$ ), aro-más (benzoészav  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{COOH}$ )

A telített egyértékű karbonsavak általános képlete  $C_nH_{2n+1}COOH$ , ahol  $n = 0, 1, \dots$ . Az elemek atomjának összeadása után kapjuk a  $C_{n+1}H_{2n+2}O_2$  képletet, vagy  $C_mH_{2m}O_2$  ( $m = 1, 2, \dots$ ).

**Némely szerves savak molekuláiban a karboxilcsoportok mellett más funkció csoportok is jelen vannak. Ezt figyelembe véve megkülönböztetünk aminosavakat, hidroxisavakat és másokat. A legfontosabb hidroxisavak képletei és neve:**



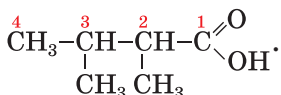
### Érdekes tudnivaló

Sok karbonsav esetében a valódi (molekula) képlet eltér a legegyszerűbb (tapasztalati) képlettől.

A karbonsavakat, amelyek molekulái 10 vagy több szénatomot tartalmaznak, hosszabb szénláncúnak nevezik.

A legegyszerűbb összetételű hangyasav  $HCOOH$  és oxálsav  $HOOC-COOH$  molekulái nem tartalmaznak szénhidrogén gyököt.

**Megnevezés.** A karbonsavak esetében leggyakrabban a triviális elnevezéseket használják (3. táblázat). Az egyértékű karbonsav szabályos neve két szóból áll. Az első szót a karbonsav főláncával azonos számú szénatomot (beleértve a karboxilcsoport szénatomját) tartalmazó szénhidrogén neve adja, amihez a sav szót adják (3. táblázat). A számozást a karboxilcsoport szénatomjától kezdik, a mellékláncot alkotó szénhidrogén helyzetét és nevét (ábécé sorrendben) a sav nevének elején adják meg:



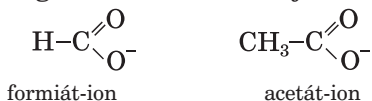
2,3-dimetil-butánsav



## A telített egyértékű karbonsavak képletei és nevei

A sav képlete	A sav neve	
	triviális	szisztematikus (szabályos)
H-COOH	hangyasav	metán
CH <sub>3</sub> -COOH	ecetsav	etán
CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -COOH	propionsav	propán
CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -COOH	vajsav	bután
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-COOH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	izovajsav	metilpropán
CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -COOH	valeriánsav	pentán
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-COOH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	izovaleriánsav	3-metil-bután
. . .		
CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> -COOH	palmitinsav	hexadekán
CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> -COOH	sztearinsav	oxadekán

A legegyszerűbb karbonsavak esetében néha a latin neveket használják: HCOOH – formiátsav, CH<sub>3</sub>COOH – acetátsav. Ezeket gyakrabban az anionok megnevezésére használják:



Ezekből a nevekből származik a karbonsavak sóinak a megnevezése.

► Írjátok le a kálium-formiát, kalcium-acetát képletét.

A karbonsavak anionjainak szabályos nevét úgy alkotjuk, hogy a megfelelő szénhidrogén nevéhez hozzáadjuk a -oát utótagot: HCOO<sup>-</sup> – metanoát-ion, CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> – etanoát-ion.

**Izoméria.** A karbonsavak szerkezeti izomériáját a molekulák szénláncá, a telítetlen savak esetében pedig még a többszörös kötés helye határozza meg. A három legegyszerűbb telített egyér-

tékű karbonsav izomerei nem ismertek, a  $C_3H_7COOH$  összetételű vegyületnek két sav felel meg (3. táblázat).

### ÖSSZEFOGLALÁS

A karbonsavak olyan szénhidrogének származékai, amelyek molekulái egy vagy több karboxilcsoportot tartalmaznak. Az egyértékű karbonsavak általános képlete –  $R-COOH$ .

A karbonsavak elterjedtek a természetben.

A karbonsavakat a molekulában található karboxilcsoportok száma és a szénláncban lévő kovalens kötések alapján osztályozzák. Ezeknél a vegyületeknél általában a triviális elnevezéseket alkalmazzák.

A karbonsavak izomériája a molekulák szénláncának különböző szerkezete, a telítetlen savak esetében pedig a többszörös kötések helye miatt következik be.



128. Nevezétek meg a karbonsavak sokféleségének okait.

129. Állítsátok fel a megfelelőséget:

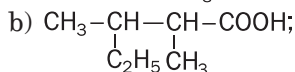
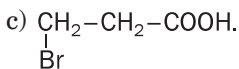
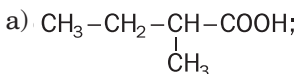
*Sav neve*

- 1) sóskasav;
- 2) ecetsav;
- 3) benzoe;
- 4) akril;
- 5) olein;
- 6) sztearin;

*Sav típusa*

- a) egyértékű;
- b) kétértékű;
- c) telített;
- d) aromás;
- e) magasabb;
- f) telítetlen.

130. Adjátok meg a savak szabályos neveit a molekulák szerkezeti képlete alapján:



131. Vázoljátok fel a savak molekuláinak szerkezeti képletét:
- dimetil-propán;
  - 2-etil-3-metil-pentán;
  - 3-metil-2-klór-pentán.
132. Hány izomere van a  $C_5H_{10}O_2$  képletű savnak? A választ indokoljátok meg.
133. Mutassátok be a  $C_6H_{12}O_2$ -savak molekuláinak szerkezeti képletét, amelyek főlánca négy szénatomot tartalmaz. Nevezzétek meg a vegyületeket.
134. Mi a telített egyértékű karbonsav képlete, ha:
- 130 g/mol a moláris tömege;
  - az oxigén tömegaránya a vegyületben 31,37%?
135. A telített egybázisú karbonsav moláris tömege 116 g/mol és a szénhidrogén gyökben két harmadrendű szénatom van. Határozzátok meg a sav képletet és nevezzétek meg.
136. A karbonsav gőze 0,6 g-jának teljes elégésekor 448 ml (n. k. k.) szén-dioxid és 0,36 g víz képződik. Határozzátok meg a vegyület képletét.

---

## 19 Telített egybázisú karbonsavak

---

### E téma tananyaga segít nektek:

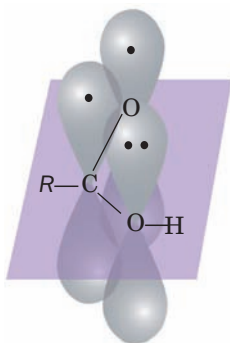
- előrelátni a karbonsavak tulajdonságait a molekulaszerkezet alapján;
- bővíteni a karbonsavak tulajdonságaira vonatkozó ismereteket;
- megismerni az etán (ecetsav) sav előállításának módszereivel.

**A molekulák szerkezete.** A karbonsav molekulájában a karboxilcsoport szénatomja két oxigénatomhoz és a szénhidrogén gyök szénatomjához kapcsolódik<sup>1</sup>. A kötések közti szög közel  $120^\circ$ . Ez a szénatom módosított alakú (hibrid) pályák és a szomszédos atomok pályáinak a fedésével

---

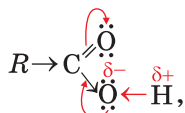
<sup>1</sup> Vagy a hidrogénatomhoz (a metánsav molekulájában HCOOH).

magyarázható. A C=O kettős kötés kialakulásában úgyszintén részt vesznek a szén- és az oxigénatom párosítatlan *p*-elektronjai (50. ábra).



**50. ábra**  
A *p*-pályák fedése a karboxilcsoportban

Nemcsak a szénatom és a C=O karbonilcsoport oxigénatomjának a *p*-pályái fedik egymást, hanem az O–H hidroxilcsoport oxigénatomjának a *p*-pályája is, amelyen két párosítatlan elektron található (50. ábra). Ennek során közös elektronrendszer jön létre.



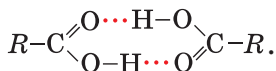
Az elektronsűrűség ebben a rendszerben nagymértékben a karbonilcsoport oxigénatomján összpontosul, amely az O–H kötés nagyobb polaritását eredményezi a karbonsav molekulákban, mint az alkohol molekuláiban.

A karbonsavmolekulák szerkezetének fenti jellemzői lehetővé teszik az O–H, valamint a C–OH poláris kötések szakadásával végbemenő reakciókat.

**Fizikai tulajdonságok.** A hangya-, ecet- és propionsav normál körülmények között éles szagú folyadék, vízzel korlátlanul elegyednek oldatot alkotva.

Az oldódást a sav és a vízmolekulák között kialakuló hidrogénkötések segítik elő. A vajsav és más savak, amelyek molekuláiban a szénatomok száma kilencig terjed – olajszerű, kellemetlen szagú folyadékok, amelyek gyengén oldódnak a vízben. A magasabb széntartalmú telített karbonsavak szilárd, vízben oldhatatlan, szagtalan anyagok.

A karbonsavak forráspontja magasabb, mint az ugyanolyan számú szénatomot tartalmazó alkoholoké. Ez a molekulák közötti erősebb kölcsönhatásról tanúskodik a savakban. Ha két alkoholmolekula között csak egy hidrogénkötés van, akkor a sav molekulái között kettő<sup>1</sup>:



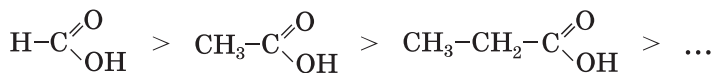
**Kémiai tulajdonságok.** A karbonsavak, a szervesetlen savakhoz hasonlóan, a vizes oldatokban disszociálnak hidrogén-kationokat és a savmaradékok anionjait képezve:



Az elektrolitikus disszociációja ezeknek a vegyületeknek a molekulák O–H poláris kötéseinek felszakadásával megy végbe.

► Írjátok le a hangya- és ecetsav elektrolitikus disszociációs egyenletét.

A karbonsavak a gyenge savakhoz tartoznak. A telített egyértékű karbonsavak ereje csökken a szénlánc növekedésével:




---

<sup>1</sup> Két molekula egyesülése során dimer keletkezik. A gyűrűs szerkezetű dimerek elég stabilak.

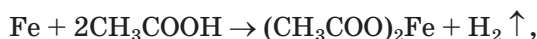
## 1. SZ. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

### Szerves savak kimutatása az élelmiszerekben

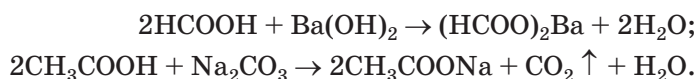
Pipettával vagy üvegpálcika segítségével cseppentsetek 1-2 csepp folyékony tejsavterméket (savanyú káposzta, alma- vagy citromlé) az univerzális indikátor papírra. Eltér az indikátorpapír színe különböző esetekben? Ha igen, hogyan?

Vonjátok le a megfelelő következtetéseket.

**Reakciók fémekkel, oxidokkal, hidroxidokkal, sókkal.** A karbonsavak, mint a legtöbb szerves sav, reagálnak a fémekkel

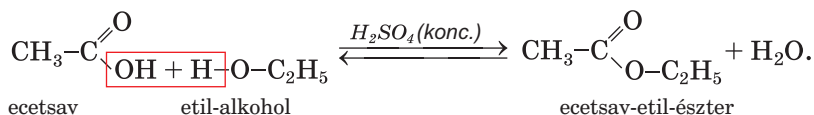


bázikus oxidokkal, bázisokkal, egyes amfoter oxidokkal és hidroxidokkal, gyenge savak sóival:



► Írjátok le a metánsav és bárium-hidroxid reakciójának az ionos-molekuláris egyenletét.

**Reakciók alkoholokkal.** Koncentrált kénsav jelenlétében a karbonsavak reakcióba lépnek az alkoholokkal. Ezeknek a reakciónak a termékei az észterek<sup>1</sup>. Ezért ezeket a reakciókat észterezési reakciónak nevezik:

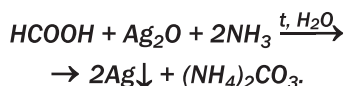
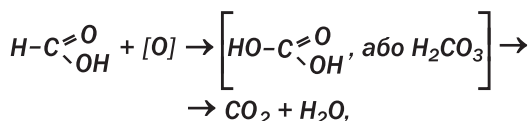


<sup>1</sup> Részletesen az észtereket és az észterezési reakciót a 21. § tekintjük át.

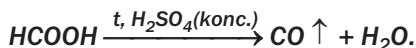
Megállapított tény, hogy minden egyes vízmolekula a sav molekulájának OH-csoportjából és az alkoholmolekula hidroxilcsoportjának hidrogénatomjából keletkezik.

Az ecetsav ellenáll az oxidálószerrek hatásának. Például, nem reagál a kálium-permanganáttal. Azonban ennek a savnak a gőze levegőn meggyújtható.

*A hangyasav az egyetlen karbonsav, amelynek molekulája aldehidcsoportot tartalmaz. Ezért ez a vegyület, az aldehidekhez hasonlóan, oxidálódik a kálium-permanganáttal és az ezüst(I)-oxid ammónia oldatban (ezüsttükör reakció, 45. ábra):*

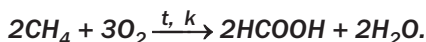
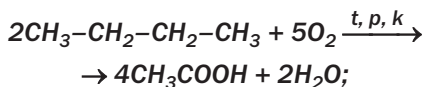


*Hevítéskor a koncentrált kénsavval a hangyasav szén(II)-oxidra és vízre bomlik:*

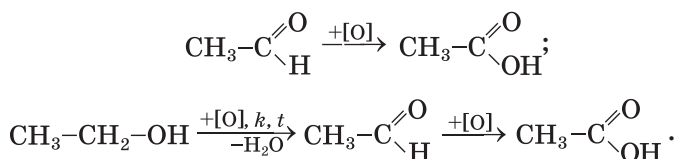


**Előállítás.** A karbonsavakat az iparban többnyire oxidációs reakciókkal állítják elő.

*Az ecetsav és hangyasav előállításának alapja és reményteljes módszere a telített szénhidrogének – n-bután, metán – oxidációján alapszik:*



Az aldehidek és alkoholok oxidációja során karbonsavak képződnek:



Laboratóriumban a karbonsavakat leggyakrabban sóik és erős szerves savak (általában kénsav) reakciója révén állítják elő:



Laboratóriumban ecetsavat előállítani célszerűtlen, mivel nagymértékű az ipari termelése.

**Felhasználás.** A karbonsavak közül az etán (ecetsav) és metán (hangyasav) savaknak legnagyobb a felhasználási területe. Az ecetsavat széles körben alkalmazzák az élelmiszer-, bőr-, vegyiparban, a textilfestés során, a szintetikus szálak termelésekor, háztartásban (konzerváció, ételízesítő, stb.). Az ipar étkezési ecetet (ecetsav 5-10%-os vizes oldata), ecetsav-eszenciát (70-80%), almaecetet termel. A hangyasavat a szerves szintézisekben, textiliparban, gyógyászatban, festék és gumi gyártására alkalmazzák.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A karbonsavak normál körülmények között folyadékok vagy szilárd anyagok. A molekulákban lévő szénatomok száma növekedésével vízben való oldhatóságuk csökken. Ezeknek a vegyületeknek a forráspontjuk magasabb, mint a megfelelő alkoholoké.

A karbonsavak vizes oldatokban disszociálnak, reagálnak fémekkel, némely oxidokkal, hidroxidokkal, sókkal és alkoholokkal.



**Az iparban a karbonsavakat szerves vegyületek oxidációjával állítják elő.**

**A karbonsavaknak széles a felhasználási területe.**

**?**

137. Magyarazzátok meg, miért nagyobb az O–H-kötés polaritása a karbonsavak molekuláiban, mint az alkoholok molekuláiban.
138. Írjátok le a propánsav disszociációs egyenletét. Milyen részecskékből van több a vegyület oldatában – a sav molekuláiból vagy ionokból?
139. Hasonlítsátok össze az ecetsav és a sósav kémiai tulajdonságait.
140. Írjátok le a reakcióegyenleteket és adjátok meg termékek nevét:  
a)  $\text{HCOOH} + \text{Mg} \rightarrow$                       b)  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CuO} \rightarrow$   
     $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Mn}(\text{OH})_2 \rightarrow$            $\text{HCOOH} + \text{Na}_2\text{SiO}_3 \rightarrow$   
     $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH} + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow$              $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH} + \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow$
141. Az ion-molekuláris egyenletekben a pontok helyett írjátok be a reakcióegyenleteket, és írjátok le a megfelelő molekuláris egyenleteket:  
a)  $\text{H}^+ + \text{HCOO}^- \rightarrow \dots$ ;  
b)  $\text{OH}^- + \text{C}_2\text{H}_5\text{COOH} \rightarrow \dots + \dots$ ;  
c)  $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \dots + \dots$
142. Az átalakulási vázlatokban a pontok helyett írjátok be a vegyületek képletét, és állítsátok össze a megfelelő reakciók egyenletét:  
a)  $\text{C} \rightarrow \text{CaC}_2 \rightarrow \dots \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow \dots \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa}$ ;  
b)  $\text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow \dots \rightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_3\text{H}_7$ .  
Adjátok meg a reakciók feltételeit.
143. Határozzátok meg az ecetsav tömegszázalékát az oldatban, ha a sav 80%-os oldatának 100 g-jához hozzáadnak:  
a) 100 ml vizet;  
b) 100 g 9%-os savat tartalmazó oldatot;  
c) 100 ml 20%-os sósavoldatot, amelynek sűrűsége 1.026 g/ml.
144. Milyen tömegű 20%-os nátrium-hidroxid oldat szükséges 50 g 7,4%-os propánsav oldat semlegesítésére?
145. Milyen tömegű vizet kell hozzáadni 150 ml ecet-eszenciához (az ecetsav tömegaránya 70%, sűrűsége 1,07 g/cm<sup>3</sup>), hogy 5%-os ecetsav oldatot kapjatok?
146. A hangyasav és ecetsav keverékéhez 15,2 g tömegű cink hozzáadása során 3,36 liter gáz vált ki. Határozzátok meg a keverékben levő savak tömegarányát.

# 20

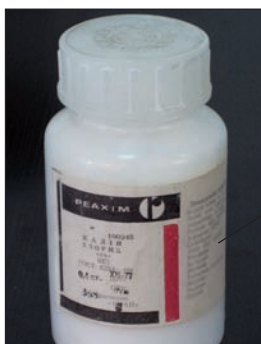
## Feladatok megoldása, ha a reagensek szennyező anyagokat tartalmaznak

### E téma tananyaga segít nektek:

- kiszámolni a reakciótermék anyagmennyiségét, tömegét vagy térfogatát, ismerve a reagens szennyezőanyag tartalmát;
- meghatározni a reagensben lévő szennyező anyagok tömegarányát, a reagens és a reakciótermék anyagmennyiségének, tömegének vagy térfogatának ismeretében.

Tudjátok, hogy teljesen tiszta anyagok nem léteznek. Nemcsak a természetes anyagok, hanem a gyárakban, laboratóriumokban előállított anyagok is idegen anyagokat vagy szennyeződések tartalmazznak. Kis mennyiségben a vegyszerek is (51. ábra) szennyező anyagokat tartalmaznak; ezek gyártáskor, tároláskor, felhasználásuk során kerülnek a vegyszerekbe. Ezért, mielőtt egy bizonyos tömegű vagy térfogatú anyagot szeretnénk szintetizálni, figyelembe kell venni a reagensekben lévő szennyeződések tartalmát. A szilárd anyagok és folyadékok esetében a szennyeződések tömegarányát adják meg, gázok esetében általában a térfogatarányt.

51. ábra  
A szennyeződések tartalma a vegyszerben



Kálium-klorid, %-ban nem kevesebb 99,8	
Szennyező anyag	%-ban nem több
Vízben oldhatóan anyagok	0,003
Nátrium	0,2
Szulfátok	0,002
Foszfátok	0,0005
Kalcium	0,001
Magnézium	0,0005
Bárium	0,001
Nehézfémek	0,0005
Vas	0,0001

Tekintsük át, hogyan végezzük a számításokat a reakcióegyenletek alapján, ha a reagensek szennye-

zódést tartalmaznak. Számítsuk úgy, hogy a szennyező anyagok nem reagálnak a reakció során.

**1. FELADAT. Milyen térfogatú hidrogén keletkezik normál körülmények között 1.25 g magnézium és etánsav reakciója során, ha a fémbe a szennyeződések tömegaránya 4%?**

**Adva:**

$$m(\text{Mg} + \text{szen.}) = 1,25 \text{ g}$$

$$w(\text{szen.}) = 4 \% \text{ n.k.k.}$$

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

**Megoldás**

1. Kiszámoljuk a magnézium tömegarányát a fémbe:

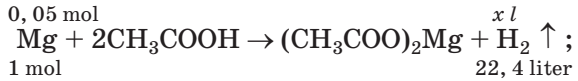
$$w(\text{Mg}) = 100 \% - 4 \% = 96 \%, \text{ vagy } 0,96.$$

2. Kiszámítjuk a magnézium anyagmennyiségét és tömegét (szennyeződések nélkül):

$$m(\text{Mg}) = 1,25 \text{ g} \cdot 0,96 = 1,2 \text{ g};$$

$$n(\text{Mg}) = \frac{m(\text{Mg})}{M(\text{Mg})} = \frac{1,2 \text{ g}}{24 \text{ g/mol}} = 0,05 \text{ mol}$$

3. Keressük meg a hidrogén térfogatát normál körülmények között. Figyelembe vesszük, hogy a reakcióegyenletnek megfelelően, 1 mol magnézium kiszorít 1 mol vagy 22,4 liter hidrogént:



$$x = V(\text{H}_2) = 0,05 \cdot 22,4 = 1,12 \text{ (l)}.$$

**Válasz:**  $V(\text{H}_2) = 1,12 \text{ l}$ .

**2. FELADAT. 6,15 g vizet tartalmazó etanol égése során 5,6 liter szén-dioxid (n k. k.) keletkezett. Számítsuk ki a víz tömegarányát az alkoholban.**

**Adva:**

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{szen.}) = 6,15 \text{ g}$$

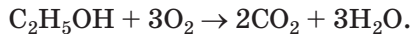
$$V(\text{CO}_2, \text{ n. k. k.}) = 5,6 \text{ l}$$

$$w(\text{H}_2\text{O}) = ?$$

**Megoldás**

*1. módszer*

1. Felírjuk a rendezett reakcióegyenletet:

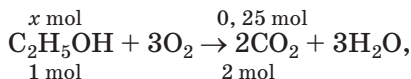


2. Kiszámítjuk a szén-dioxid anyagmennyiségét:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V_M} = \frac{5,6 \text{ l}}{22,4 \text{ l/mol}} = 0,25 \text{ mol}.$$

3. Számítsuk ki az alkohol anyagmennyiségét (vízszennyeződések nélkül).

Mivel 1 mol alkoholból a kémiai egyenlet szerint 2 mol (azaz kétszer annyi) szén-dioxid keletkezik



$$\begin{aligned} \text{akkor, } x &= n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{1}{2} n(\text{CO}_2) = \\ &= \frac{1}{2} \cdot 0,25 \text{ mol} = 0,125 \text{ mol}. \end{aligned}$$

4. Megkapjuk a tiszta alkohol tömegét (víz nélkül):

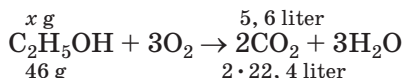
$$\begin{aligned} m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) &= n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) \cdot M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \\ &= 0,125 \text{ mol} \cdot 46 \text{ g/mol} = 5,75 \text{ g}. \end{aligned}$$

5. Kiszámítjuk a víz tömegét és tömegarányát az alkoholban:

$$\begin{aligned} m(\text{H}_2\text{O}) &= 6,15 \text{ g} - 5,75 \text{ g} = 0,4 \text{ g}; \\ w(\text{H}_2\text{O}) &= \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{O})} = \frac{0,4 \text{ g}}{6,15 \text{ g}} = \\ &= 0,065, \text{ vagy } 6,5 \%. \end{aligned}$$

## 2. módszer

1. Kiszámítjuk az alkohol tömegét (szennyeződés nélkül), amely reagál. Ehhez felírjuk a reakcióegyenletet a megfelelő jegyzésekkel az anyagok képletei felett és alatt:



(46 g – 1 mol alkohol tömege, és 2 · 22,4 liter – 2 mol CO<sub>2</sub> térfogata, n. k.).

Innen

$$x = m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{46 \text{ g} \cdot 5,6 \text{ l}}{2 \cdot 22,4 \text{ l}} = 5,75 \text{ g}.$$

2. Kiszámítjuk az alkohol tömegarányát a keverékben:

$$\begin{aligned} w(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) &= \frac{m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{szén.})} = \frac{5,75 \text{ g}}{6,15 \text{ g}} = \\ &= 0,935, \text{ vagy } 93,5 \%. \end{aligned}$$

3. Keressétek meg a víz tömegarányát az alkoholban:

$$w(\text{szén.}) = 100 \% - 93,5 \% = 6,5 \%.$$

**Válasz:**  $w(\text{H}_2\text{O}) = 6,5 \%$ .

## ÖSSZEFOGLALÁS

A szennyeződések tartalmazó anyagokat érintő kémiai átalakítások mennyiségi számítása két szakaszban történik. Először kiszámítjuk a reagens anyagának tömegét, mennyiségét szennyeződés nélkül, majd a reakcióegyenlet alapján a termék anyagának a tömegét, térfogatát vagy mennyiségét.



147. Mekkora tömegű etanolt nyerhetünk 25 m<sup>3</sup> etánból (n. k.), ha a szénhidrogén 8% etánt tartalmaz?
148. 16,7 g vízzennyeződést tartalmazó propán-1-ol dehidratálása során 5,6 liter szénhidrogént (n. k. k.) kapunk. Számítsuk ki az alkoholban lévő víz tömegszázalékát.
149. Jelentős mennyiségű szennyeződést tartalmazott-e a fenol, ha 23,6 g fenolt reagáltattunk nátriummal és 29 g fenolátot kaptunk?
150. Mekkora tömegű etanolt kaphatunk 20 g kalcium-karbiddból, amely 12% szennyeződést tartalmaz?
151. Mekkora térfogatú hidrogént kapunk normál körülmények között 2 g lítium és elegendő mennyiségű hangyasav reakciója során, ha a fém 3% tömegarányú szennyeződést tartalmaz?
152. Számítsuk ki a szennyeződések tömegarányát az etenben, ha 3,7 g ilyen gáz 20 g brómmal reagált.
153. Mekkora tömegű szén-dioxid képződik 1 tonna szén égése során légszennyezésben, ha a többi elem tömegaránya a szénben 10%.

---

# 21 Az észterek

---

### E téma tananyaga segít nektek:

- felismerni az észtereket más vegyületek között;
- összeállítani az észterek képletét és megnevezni azokat;
- megismerni az észterek tulajdonságaival és előállításával.

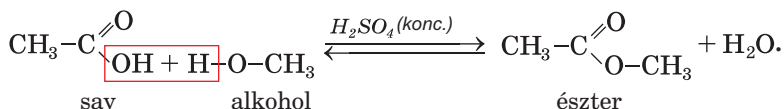
A virágok, gyümölcsök, bogyós gyümölcsök illata a szerves vegyületek bizonyos osztályának – észterek jelenlétével magyarázható.

**Az észterek a karbonsavak származékai, amelyek molekulájában a karboxilcsoport hidrogénatomját szénhidrogén gyök helyettesíti<sup>1</sup>.**

Az észterek általános képlete –  $R-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-R'$ ,

vagy az  $R-\text{COOR}'$ .

**Előállítás.** Az észterek a karbonsavak alkohollal való reakciója révén képződnek (19. §):

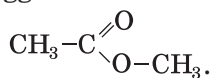
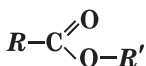


Az ilyen reakciókat, amint tudjátok, észterezési reakciónak nevezik. Ezek a reakciók megfordíthatók; az egyenes reakcióval együtt a fordított, az észter reakciója vízzel is végbemegy. A sav és alkohol teljes átalakítását észterre az egyik reakciótermék gőzének az eltávolításával érjük el, a reakcióelegy felmelegítése során.

**A vegyület és a víz közötti cserebomlási reakciót hidrolízisnek nevezük.**

**Megnevezés.** Az észterek szabályos neve két részből áll. Az első rész a megfelelő alkohol molekulájában lévő szénhidrogén gyök neve, a második pedig a szénhidrogén neve, amelyből a sav származik, az *-oat* utótaggal:

**Észterek**

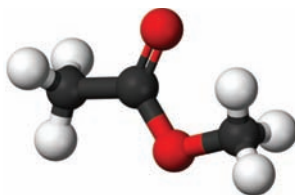


metil-etanoát

Az észterek más nevei az alkoholmolekula alkilcsoportjának és a karbonsav (vagy a savmaradék) nevéből alakulnak. Például a  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$  észter (52. ábra) az ecetsav metil-észtere vagy a metil-acetát nevet kapja.

<sup>1</sup> Korábban az ilyen vegyületeket összetett étereknek nevezték.

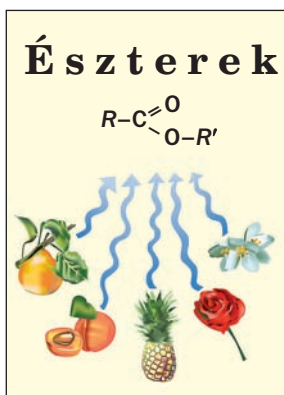
52. ábra  
A metil-etanoát mole-  
kula pálcikamodellje



- Javasoljatok egy másik elnevezést az etil-propanoát számára, és ábrázoljátok az összetett molekula szerkezeti képletét.

**Tulajdonságok.** A kis molekulatömegű észterek színtelen, kellemes illatú folyadékok. Így a metil-butanoát  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_3$  alma aromájú, a butil-etanoát  $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  – körte, az etil-butanoát  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5$  – ananász, a bután- és a benzil-etanoát  $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{C}_6\text{H}_5$  – jázmin (53. ábra). A molekulákban több tucat szénatomot tartalmazó észterek szilárd szagtalan anyagok. Az ilyen észtereket a méhviasz tartalmazza (a legtöbb benne a  $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOC}_3\text{OH}_{61}$ -észter – a palmitinsav származéka).

53. ábra  
Az észterek  
természetes  
alapanyagai



Az észterek molekulái nem tartalmaznak hidroxilcsoportokat, és nem képesek hidrogénkötéseket alkotni. Ezért ezek a vegyületek vízben oldhatatlanok, de a szerves oldószerekben oldódnak.

Az észterek lassan reagálnak a vízzel, vagyis hidrolizálnak. Savak vagy lúgok<sup>1</sup> jelenlétében a reakció sebessége növekszik.

### Érdekes tudnivaló

A telítetlen metil-metakrilát-észtert szerves üveg előállításához használják.

► Írjátok le a metil-propanoát hidrolízisének a reakcióegyenletét.

Az észterek égő anyagok.

**Felhasználás.** Egyes karbonsavak észterei a parfümök, kozmetikai cikkek, gyümölcseszenciák összetevői. Az etil-acetátot és az etil-formiátot festékek és lakkok oldószereként alkalmazzák.

## ÖSSZEFOGLALÁS

Az észterek a karbonsavak származékai, amelyek molekulájában a hidroxilcsoport hidrogénatomját szénhidrogén gyök helyettesíti. Az észterek általános képlete – R-COOR. A természetben számos észter fordul elő.

A kis molekulatömegű észterek színtelen, illékony folyadékok, amelyek túlnyomórészt kellemes illatúak. Oldódnak a szerves oldószerekben, hidrolizálnak, égnak. Az észterek az alkoholok karbonsavakkal való reakciója során keletkeznek. Parfümökben, kozmetikai cikkekben és az élelmiszeriparban alkalmazzák.

## ?

154. Állítsátok fel a megfelelőséget:

*A vegyületek összetétele*

- 1) H-COO-CH<sub>3</sub>;
- 2) CH<sub>3</sub>-COO-H;

*A vegyület osztálya*

- a) karbonsav;
- b) észter.

155. Állítsátok fel a megfelelőséget:

*Az észter képlete*

- 1) C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>COOCH<sub>3</sub>;
- 2) CH<sub>3</sub>COOCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>;

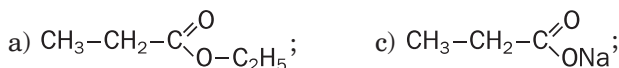
*Az észter neve*

- a) butil-etanoát;
- b) metil-propanoát.

<sup>1</sup> Az észter hidrolízise során, lúgos közegben nem karbonsav keletkezik, hanem a sója.



156. Válasszátok ki az észtereket a képletek alapján, és adjátok meg a szabályos nevüket:



157. Vázoljátok fel a következő észterek molekuláinak szerkezeti képletét:

- a) butil-metanoát;
- b) etil-formiát;
- c) hangyasav propilészter.

158. Írjátok le a reakcióegyenletet:

- a) a propán-1-ol észterezése etánsavval;
- b) a metil-propanoát hidrolízise;
- c) a metil-metanoát égése.

159. Írjátok le a reakcióegyenleteket, amelyek segítségével elvégezhetők a következő átalakulások:



160. Milyen tömegű metanolt használtakotok 20,4 g metil-butanoát előállítására, ha az alkohol 80%-a reagált?

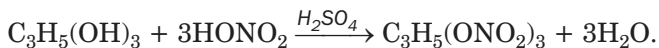
#### ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA

### Nitroglicerín

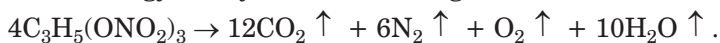
Az észterek nemcsak karbonsavak származékai lehetnek, hanem az oxigént tartalmazó szervesetlen savaké is. Köztük a glicerín és a salétromsav észtere, triviális nevén, a nitroglicerín. Ezt a vegyületet az egyik legerősebb robbanóanyag, a dinamit előállítására használják. A nitroglicerín ipari termelése Alfred Nobel svéd feltaláló és üzletember nevéhez kapcsolódik (ő alapította a díjat, amelyet később a tiszteletére Nobel-díjnak neveztek el).

A nitroglicerín vizes oldatát, amelyben a tömegtörtje 1%, ezt a vegyületet tartalmazó pirulákat értágító szerként alkalmazzák a gyógyászatban.

A nitroglicerín szagtalan olajos folyadék. A vegyületet úgy kapjuk, hogy a glicerint koncentrált salétromsavval és kénsavval reagáltatjuk:



Hevítéstől vagy könnyű ütéstől a nitroglicerín robban:



# 22 A zsírok

## E téma tananyaga segít nektek:

- visszaemlékezni a zsírok összetételére és tulajdonságaira;
- új tudnivalókat szerezni a zsírokról és szerepükről a szervezetben.

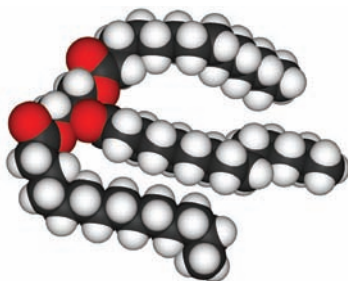
A zsírokkal a 9. osztályban ismerkedtetek meg. A zsírok elterjedtek a természetben és a fehérjékkel meg a szénhidrátokkal együtt táplálkozásunk alapját képezik (54. ábra).



54. ábra  
Zsírok

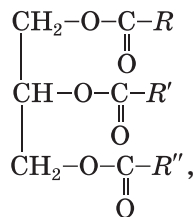
## A zsírok – a glicerín és a hosszú szénláncú karbonsavak észterei.

Ezeket a vegyületeket triglicerideknek is nevezik, mivel a zsírmolekula három savmaradékot tartalmaz (55. ábra).



55. ábra  
A triglicerid molekula-  
lájának a modellje

A zsírok általános képlete –



ahol az  $R, R', R''$  – a különböző savak szénhidrogén maradékai.

A természetes zsírok magas szénatom tartalmú karbonsav (zsírsav) molekulák származékai, általában nem szerteágazó szerkezetűek, és páros számú szénatomot tartalmaznak. Közöttük a:

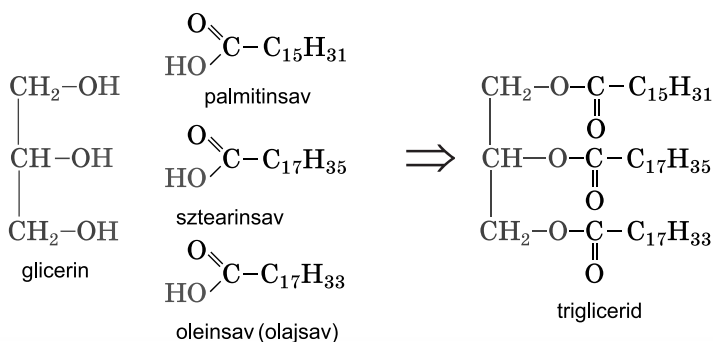
- *palmitinsav*  $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$ ,  
vagy  $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{14}\text{-COOH}$ ;
- *sztearinsav*  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ ,  
vagy  $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{16}\text{-COOH}$ ;
- *oleinsav (olajsav)*  $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ ,  
vagy  $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_7\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-COOH}$ ;
- *linolsav*  $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$ ,  
vagy  $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_4\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH=CH-}$   
 $\text{-(CH}_2\text{)}_7\text{-COOH}$ ;
- *linolénsav*  $\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$ ,  
vagy  $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{-CH=CH)}_3\text{-(CH}_2\text{)}_7\text{-COOH}$ .

A zsírok mindig tartalmaznak szennyezéseket – zsírsavakat, A, D, E, F vitaminokat, más szerves anyagokat, vizet.

**Feladat. Vázoljátok fel a zsírmolekula szerkezeti képletét, amely palmitin-, sztearin- és olajsav molekulák savmaradékát tartalmazza.**

### Megoldás

Felvázoljuk a glicerín molekulájának szerkezeti képletét, majd azt követően minden OH-csoport mellett a megfelelő karbonsav molekulájának szerkezeti képletét. Ezután eltávolítjuk a hidrogénatomokat a glicerín molekulájának összes hidroxilcsoportjából, és az OH-csoportokat a savak molekuláiból (ezek az atomok és atomcsoportok pirossal vannak jelölve), a keletkező maradékokat vonalakkal, ami az egyszerű kovalens kötéseket jelöli, összecsatoljuk:



Ha a zsírmolekulában minden szénhidrogénmaradék sztearin savtól származik, akkor trisztearinnek nevezik, ha az olaj savtól – trioleinnek.

**Osztályozás.** Megkülönböztetnek állati és növényi zsiradékokat.

Az állati zsírok közül a leggyakrabban használt a vaj, a sertésszalonna és marhafaggyú. Fő összetevőjük a telített savak – sztearinsav és palmitinsav trigliceridjei. A tengeri emlősök és halak zsiradéka főként telítetlen zsírsavakból tevődik össze, némelyeknek a molekulája 4 vagy több kettős kötést tartalmaz.

A növényi zsírokat, mint tudjátok, olajoknak nevezik. A legfontosabbak a napraforgó, az olajbogyó (56. ábra), a kukoricaolaj. Elsősorban telítetlen savak – oleinsav és linolsav trigliceridjeit tartalmazzák. Azonban a kókusz- és pálmaolajban a telített savak észtereiből van a legtöbb.

**56. ábra**  
Népszerű olajok –  
olajbogyó és napraforgó olaj



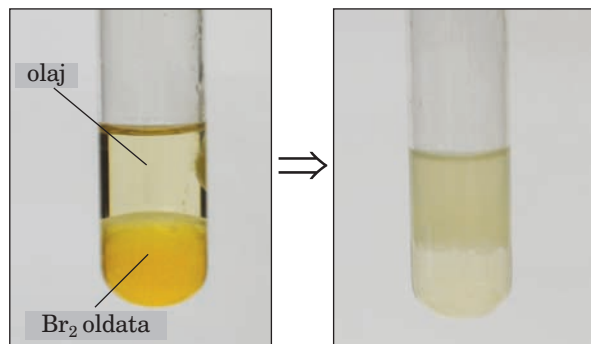
**Fizikai tulajdonságok.** A legtöbb állati zsiradék szilárd, a tengeri emlősök és a halak szervezete folyékony zsírokat tartalmaz. A növényi zsírok, a kókusz- és palmaolajok kivételével, folyadékok.

A zsírnak, mivel különböző trigliceridek elegye, nincs pontos olvadáspontja, bizonyos hőmérséklet intervallumban olvad. A zsírok könnyebbek a víztől és oldhatatlanok benne, de könnyen oldódnak benzinben, benzolban, diklóretánban és számos más szerves oldószerben. A zsíros foltoktól a szöveteket némely oldószerrel segítségével tisztítják.

A folyékony zsírok vízzel emulziót képeznek. Az ilyen emulzió példája az erősen felrázott olaj és víz keveréke, amely gyorsan szétválik. Az eléggé stabil emulziókhoz tartozik a tej.

**Kémiai tulajdonságok.** A mindennapi életből tudjátok, hogy a zsírok idővel megkeserednek (ez az oxidáció eredménye), és erős hevítéskor elbomlanak.

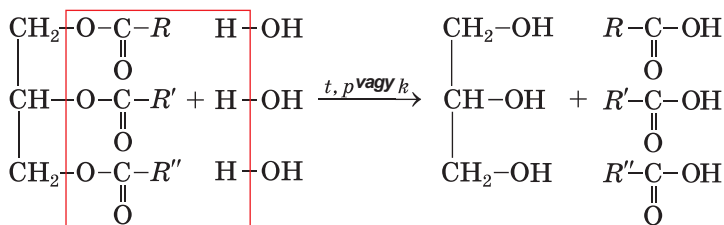
A zsírok ugyanúgy, mint az egyértékű alkoholok észterei, bizonyos körülmények között hidrolizálnak, és amelyek telítetlen savak maradékait tartalmazzák, reagálnak a hidrogénnel és a halogénnel (57. ábra).



57. ábra  
A kukoricaolaj reakciója brómos vízzel

A zsírok hidrolízise az egyik fontos ipari folyamat. A zsírok 200–250°C hőmérsékleten és 20–25 atm. nyomáson vagy katalizátor jelenlétében kölcsönhatásba lépnek a vízgőzzel:

**zsír + víz  $\xrightarrow{t, p \text{ vagy } k}$  glicerín + magasabb savak,**



triglicerid (zsír)

glicerín      hosszú szénláncú sav

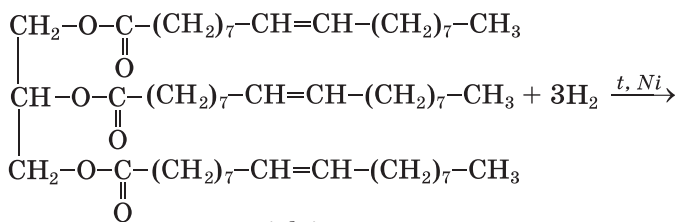
Ha ezeket a reakciókat hevítéskor és lúgok jelenlétében hajtják végre, a zsírsavak helyett só (szappan) keletkezik. Ezt a folyamatot a zsírok elszappanosításának nevezik

► Írjátok fel a trisztearin reakció egyenletét lúggal.

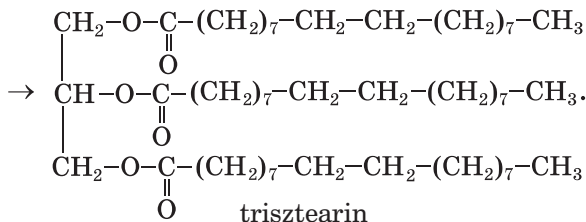
A zsírok hidrolízise élő szervezetekben is előfordul. Ezekben részt vesznek a különleges katalizátorok – az enzimek (216. oldal)

*A hidrogénezés.* A telítetlen savakból származó zsírokra jellemzők az alkének reakciói, például egyesülnek a hidrogénnel. Ha katalizátor jelenlétében hidrogéngázt engedünk át a 160-240°C-ra hevített olajon, fokozatosan szilárd zsír alakul ki, amely az állati zsiradékhoz hasonló:

**folyékony zsír + hidrogén  $\xrightarrow{t, k}$  szilárd zsír,**



triolein



trisztearin

### Érdekes tudnivaló

Hogy megakadályozzák az étkezési zsírok megkeseredését, antioxidánst adnak hozzá.

A kivont szilárd zsírok elegyét tejjel, vajjal, kis mennyiségű A és D vitaminnal margarinnak nevezik. A szilárd zsírokat technikai célokra is használják, nyersanyagként a szappangyártáshoz.

*Oxidáció.* Nedves levegővel érintkezve a zsírok hidrolizálnak és oxidálódnak. Ezen átalakulások termékei az aldehidek, és más kevesebb szénatommal rendelkező vegyületek. Legtöbbjük kellemetlen szagú és keserű ízű.

A telítetlen zsírok kálium-permanganát vagy más oxidáló szer hatására oxidálódnak. Ez a folyamat a levegőn is oxigén hatására lassan végbemegy, aminek eredményeként a növényi zsírok megereszkednek (mintha kiszáradnának).

Ha meggyújtják, a zsírok a levegőn égnek.

*Felhasználás.* A zsírok fő felhasználási területe az élelmiszeripar. Ezeket az anyagokat kozmetikumok gyártásához, a gyógyszerészetben, technikában alkalmazzák. A zsírokból glicerint, zsírsavakat, szappant és más anyagokat gyártanak.

*Biológiai szerepe.* A zsír teljes oxidációja során a szervezetben kétszer annyi energia keletkezik, mint ugyanazon tömegű fehérjéből vagy szénhidrátból. A zsírok a sejtmembránokban találhatóak, hőszigetelők, némely vitamint oldják.

A telítetlen savak forrása az olajok, amelyek nem képződnek a szervezetben, de magas biológiai aktivitással rendelkeznek.

## ÖSSZEFOGLALÁS

**A zsírok a glicerin és a hosszabb szénláncú karbonsavak észterei. Állati és növényi zsírokat különböztetünk meg. Az állati zsírok a telített, a növényi pedig a telítetlen savak származékai.**

**A zsírok hidrolizálnak, oxidálódnak, hevítéskor bomlanak, a telítetlen savak által alkotott zsírokra jellemző a hidrogénnel és halogénnel való reakció.**

**A zsírok táplálkozásunk elvonhatatlan része, fontos biológiai szerepet látnak el. Az élelmiszeriparban, a könnyűiparban, a gyógyszerészetben, a technikában vegyi alapanyagként alkalmazzák.**

## ?

161. Ismertessétek a zsírmolekulák összetételét.
162. Mi a különbség a szilárd és folyékony (olajok) zsírok eredete és összetétele között?
163. Szerkesszétek meg a triglicerid molekulának rövidített szerkezeti képletét, amely olaj-, linol- és linolénsav maradékokat tartalmaz.
164. Írjátok le a tripalmitin hidrolízisének reakcióegyenletét.
165. Milyen tömegű 25%-os nátrium-hidroxid oldat szükséges 5 t sztearinsav, palmitinsav és olajsav molekulák maradékát tartalmazó triglicerid szappanosítására?
166. Számítsátok ki a glicerin tömegét, amely 10 kg 2%-os (tömeg szerint) szennyeződést tartalmazó triolein és elegendő mennyiségű kálium-hidroxid reakciója során keletkezett.
167. Az internet segítségével állapítsátok meg, mely zsírok és egyéb szerves vegyületek vannak a vajban.

---

# 23

## A szénhidrátok. A glükóz

---

### E téma tananyaga segít nektek:

- visszaemlékezni a szénhidrátok általános tulajdonságaira;
- megismerkedni a szénhidrátok tulajdonságaival;
- kibővíteni tudásotokat a glükóz molekulaszervezetéről és tulajdonságairól.

**A szénhidrátok.** A természetben a legelterjedtebb szerves vegyületek általános képlete:



## Szénhidrátok



$C_nH_{2m}O_m$  vagy  $C_n(H_2O)_m$  ( $n$  és  $m$  értéke 5 vagy több)<sup>1</sup>. Ezek közé tartozik a cellulóz (a fa fő szerves összetevője), keményítő, cukor, glükóz. A vegyületek általános neve – szénhidrátok – a XIX. századból származik. Tudjátok, hogy a szén és a víz szavakból alakult (ezek az anyagok keletkeznek a szénhidrátok teljes termikus bomlásakor légmentes térben).

A szénhidrátok minden élő szervezetben megtalálhatók. Tudjátok, hogy a zöld növényekben és néhány baktériumban fotoszintézis során képződnek. A növényekben végbemenő folyamat vázlatja:

**széndioxid + víz**  $\xrightarrow{hv, \text{ klorofill}}$  **szénhidrátok + oxigén,**  
az általánosított kémiai egyenlete pedig:



A szénhidrátok közé tartoznak a monoszacharidok (a glükóz, a fruktóz, egyéb vegyületek), *diszacharidok* (például szacharóz vagy hétköznapi nevén cukor) és *poliszacharidok* (keményítő, cellulóz). A di- és poliszacharidok monoszacharidokat képezve hidrolizálnak.

A szénhidrátok esetében általában triviális elnevezésüket használják, amelyek nagy részének a végződése *-óz*.

**A glükóz.** Ez az egyik legfontosabb monoszacharid. A 9. osztályban már szereztetek némi tudnivalót erről a vegyületről és tulajdonságairól. A glükóz vagy a szőlőcukor a gyümölcsökben és bogyókban, mézben és kis mennyiségben az emberek és állatok vérében található.

## Glükóz



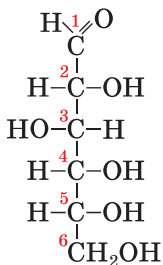
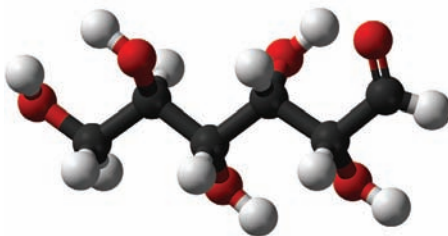
**Molekulaszerkezete.** A glükóz képlete –  $C_6H_{12}O_6$ . A vegyület molekulája különböző funkciós csoportokat, aldehid- és hidroxilcsoportokat tartalmaz (58. ábra):

---

<sup>1</sup> Léteznek szénhidrátok (természetes és mesterséges), amelyek összetétele nem felel meg a fenti képletnek.

58. ábra

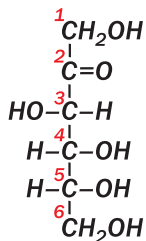
A nyitott alakú glükóz-  
molekula modellje



Következésképpen a glükóz egyszerre aldehid és többértékű alkohol, az ilyen vegyületeket aldózoknak nevezik.

A fent bemutatott glükóz-molekula alakját nyitottnak nevezzük. A vegyület ilyen alakú molekulái csak vizes oldatban, méghozzá kis mennyiségben léteznek. A glükóz-molekula jellegzetes alakja (szilárd állapotban és oldatban) gyűrűs, a gyűrű öt szénatomot és egy oxigénatomot tartalmaz. Az oldatban a nyílt alakú molekula állandóan átalakul gyűrűs alakúvá és fordítva.

**A glükóz szerkezeti izomerje egy másik monoszacharid – a fruktóz. Ennek a vegyületnek a molekulájában a karbonilcsoport  $>\text{C}=\text{O}$  két különböző szubsztituenshez kötődik:**



*A fruktóz (a szénhidrát más neve – gyümölcscukor) sok gyümölcsben, bogyóban és a mézben található. Színtelen kristályos anyag, vízben jól oldódik, édesebb, mint a szokásos cukor (szacharóz).*

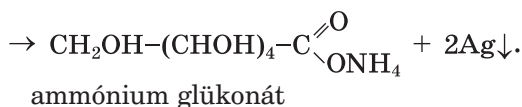
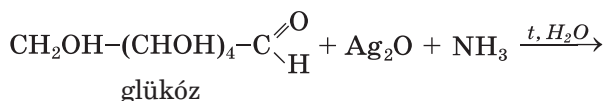
*Az emberi szervezetben a fruktóz az izomerévé, glükózzá alakul át.*

**Fizikai tulajdonságok.** A glükóz édes ízű fehér por vagy színtelen kristályos anyag. A vegyület vízben jól oldódik, olvadáspontja 146°C.

**Kémiai tulajdonságok.** A glükózra jellemzőek a többértékű alkoholok és aldehidek reakciói.

*Reakció a hidroxilcsoport által.* A glükóz, mint a glicerin, reakcióba lép a réz(II)-hidroxiddal lúgos közegben. A reakciótermék – a réz(II) oldható kék vegyülete.

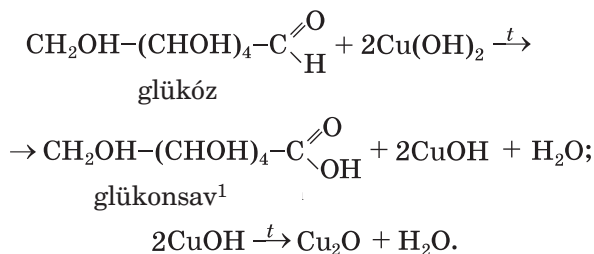
*Reakció az aldehid csoport által.* A glükóz könnyen oxidálható. Az ezüst(I)-oxid ammónia oldatával hő hatására a glükonsav ammónia sóját alkotja, az edény falán pedig fényes vékony ezüstréteg keletkezik (45. ábra). Ez az *ezüstitűkőr* reakció. Megadjuk a reakció egyenletét a glükóz molekula rövidített szerkezeti képletével:



**Érdekes tudnivaló**

A gyógyászatban a szervezet kalcium tartalmát kalcium-glükonáttal növelik

Hasonlóképpen hat a glükózra a réz(II)-hidroxid (hevítéskor), először átalakul sárga réz(I)-hidroxiddá, amely gyorsan vörös réz(I)-oxidra és vízre bomlik:



## 2. SZ. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

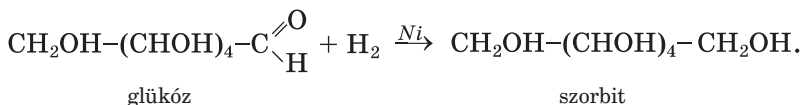
### A glükóz oxidációja réz(II)-hidroxiddal

Öntsetek a kémcsőbe 2-3 ml nátrium-hidroxid oldatot, és adjatok hozzá 3-4 csepp réz(II)-szulfát oldatot. A keletkezett réz(II)-hidroxid csapadékhoz adjatok hozzá 2-3 ml glükóz oldatot és jól keverjétek össze. Mit tapasztaltok? A kémcső tartalmát óvatosan melegítsétek fel.

Miről tanúskodik a csapadék keletkezése és a színváltozás?

Vonjátok le a megfelelő következtetéseket.

Az aldehidekhez hasonlóan a glükóz redukálódhat. Katalizátor jelenlétében a hidrogénnel való reakciója során hatértékű alkohol képződik:

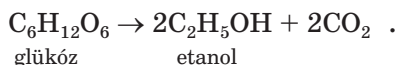


A szorbit édes ízű, megtalálható az algákban, sok bogyóban és gyümölcsökben. A vegyület nem szívódik fel a szervezetben, ezért a cukorbetegek számára helyettesíti a cukrot.

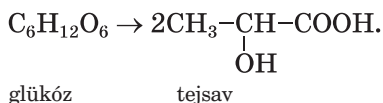
*Erjesztési reakciók.* Szerves anyagok (szénhidrátok) lebontása mikroorganizmusok vagy a belőlük kivont enzimek részvételével.

<sup>1</sup> Lúgfeleslegben ennek a savnak a sója keletkezik.

Az élesztő enzimek hatására a glükóz a vizes oldatban lassan etanollá alakul át. A folyamat neve – *alkoholos erjedés* (87. oldal). Leegyszerűsítve a következő kémiai egyenlettel lehet leírni:



A *tejsavas erjedés* a tejsavbaktériumok hatására megy végbe:



Az alkoholos erjedést régóta használják a borászatban és a sörfőzésben. A tejsavas erjedés a zöldségek savanyítása során megy végbe.

**Előállítás és felhasználás.** A glükózt természetes anyagok (keményítő, cukor és cellulóz) hidrolízisével állítják elő (24., 25. §).

A glükóz oxidálása során a szerkezetben felszabadul a számára szükséges energia. Ezért ezt a vegyületet a gyógyászatban (59. ábra) könnyen emészthető és magas kalóriatartalmú anyagként alkalmazzák. A vért helyettesítő folyadékok egyik összetevője. Az élelmiszeriparban is használják a glükózt. Ebből a szénhidrátból állítják elő az aszkorbinsavat (C-vitamin), kalcium-glükonátot.

59. ábra  
Glükóz-oldatot tartalmazó ampullák



## ÖSSZEFOGLALÁS

**A szénhidrátok a természet leggyakoribb szerves vegyületei, amelyek a fotoszintézis eredményeként keletkeznek. Általános képletük  $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_m$ .**

**A szénhidrátokat monoszacharidokra, diszacharidokra és poliszacharidokra osztják. A legfontosabb monoszacharid a glükóz  $C_6H_{12}O_6$ . Ez egy vízben jól oldódó, édes ízű kristályos anyag.**

**A glükózra jellemzőek az oxidációs, redukációs és erjedési reakciók. Természetes anyagok hidrolízisével állítják elő. A glükózt az élelmiszeriparban, a gyógyászatban és a szerves anyagok szintézisében használják.**

**?**

168. Miért nevezik szénhidrátoknak a glükózt, szacharózt, keményítőt, cellulózt?
169. Milyen kémiai reakciók segítségével mutathatók ki a glükóz-molekulában:
  - a) a hidroxilcsoport;
  - b) az aldehidcsoport?
170. Internetes vagy más forrásból származó anyagok alapján készítsenek jelentést a glükóz szerepéről az emberi szervezetben.
171. Milyen tömegű vízben kell feloldani 40 g glükózt 8%-os szénhidrát-oldat készítéséhez?
172. Számítsuk ki az 5 és 25%-os glükóz-oldatok tömegét, amelyek 200 g 10%-os oldat előállításához szükségesek.
173. Milyen tömegű ezüst képződik 0,4 mól glükózból, ha a feleslegben vett ezüst(I)-oxid ammónia oldattal oxidáljuk?
174. Milyen térfogatú szén-dioxid (n. k. .) keletkezik 90 g glükóz teljes alkoholos erjedése során?
175. A glükóz tejsavas erjedésének a terméke 3,6 g tejsavat és 8,4 g glükózt tartalmazott. Számítsátok ki a szénhidrát tömegét a reakció kezdete előtt.

---

# 24

## A diszacharid. A szacharóz

---

**E téma tananyaga segít nektek:**

- megtudni, hogy mely szénhidrátok tartoznak a diszacharidokhoz;
- kibővíteni tudásotokat a szacharózzal.

**A diszacharid.** A növény- és állatvilágban gyakoriak a szénhidrátok, amelyek általános neve *diszacharidok*. Az ilyen szénhidrátok hidrolízise során egy molekulából két monoszacharid-molekula keletkezik.

**Diszacharidoknak azokat a szénhidrátokat nevezik, amelyek molekulái két monoszacharid molekuláiból állnak.**

A legfontosabb diszacharidok közé tartozik a szacharóz (amellyel részletesen megismertkedtek a 9. osztályban), a laktóz és a maltóz. A képletük ugyanaz –  $C_{12}H_{22}O_{11}$  és izomerek.

Diszacharid  
 $C_{12}H_{22}O_{11}$

*Laktóz (a másik neve tejcukor) tejben (a tehenek esetében a tömegaránya 4-5%-ot tesz ki, a nőknél 5-8%), savóban található. A diszacharid közel háromszor kevésbé édes, mint a szacharóz.*

*A maltóz (malátacukor) az árpa csírázott szemcséiben (maláta) és az állatok szervezetében található. Édessége alapján kevésbé édes a szacharóznál.*

*A nyílt alakú laktóz- és maltóz-molekulák egy aldehid csoportot tartalmaznak.*

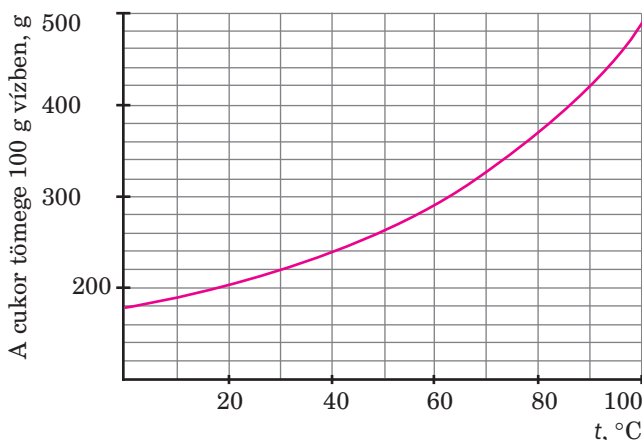
**Szacharóz.** A szokásos cukor, élelmiszer, amelyet a szervezet könnyen feldolgoz. Az anyagot a fák levelei és nedvei, gyümölcsök, zöldségek, legfőképpen a cukorrépa és a cukornád (a tömegarányuk 27%-ig terjed) tartalmazzák.

A szacharóz édes ízű, vízben jól oldódó kristályos anyag. A hőmérséklet növekedésével a cukor oldhatósága jelentősen nő (60. ábra). Ha a koncentrált forró oldatot (cukorszirupot) lehűtjük, túltelített oldatot kapunk (a benne lévő anyag koncentrációja nagyobb lesz, mint a telített oldatban). A cukor nem azonnal kristályosodik, hanem hosszú idő folyamán.

Melegítéskor a cukor megolvad és bomlani kezd.

**60. ábra**

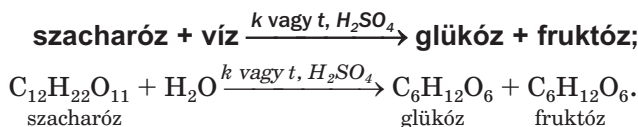
A szacharóz vízben való oldhatóságának hőmérséklet-függvénye



**Molekulaszerkezete.** A  $C_{12}H_{22}O_{11}$  szacharóz-molekula glükóz és fruktóz-molekulák részeiből áll. A szacharóz-molekula több hidroxilcsoportot tartalmaz, és nincs aldehidcsoportja (a vegyület nem redukálja a réz(II)-hidroxidot és nem jellemző rá az *ezüsttükör* reakció).

**Kémiai tulajdonságok.** A szacharóz kémiai reakciókban való részvételét meghatározzák a molekulájának szerkezeti sajátosságai és a benne lévő hidroxilcsoportok.

**Hidrolízis.** A szacharóz enzimek hatására vagy erős szervesetlen savakkal történő hevítéskor hidrolizál (a monoszacharidokkal ellentétben). Ekkor minden diszacharid-molekulából egy glükóz-molekula és egy fruktóz-molekula keletkezik:



*A hidroxilcsoportokat érintő reakciók.* Mivel a szacharóz-molekula számos hidroxilcsoportot tartalmaz, a vegyületre jellemzőek a többértékű alkoholok reakciói. Például, a szacharóz reakcióba lép a kalcium- és a réz(II)-hidroxidokkal,



amely során vízben oldódó vegyületek, szacharátok keletkeznek.

**Előállítás.** A szacharóz cukorrépából és cukornádból származik. A mosott és zúzott nyersanyagot forró vízzel kezelik, amely feloldja a cukrot és más anyagokat. Az elegyet leszűrik és a kapott oldathoz kalcium-hidroxidot adnak, amely reagál a szacharózzal és oldható reakciótermék keletkezik, míg a többi szerves anyag kicsapódik. Miután az oldatot szűréssel elválasztják a csapadéktól, szén-dioxidot engednek át rajta. Ennek következtében oldhatatlan kalcium-karbonát keletkezik, a szacharóz pedig az oldatban marad. Ezután a vizet az oldatból elpárologtatják és kristályos cukrot kapnak. Hazánkban több tucat cukorgyár működik (61. ábra); az évi termelés eléri a 2 millió tonnát. Ukrajna az egyik legnagyobb cukortermelő a világon; az évi export legnagyobb értéke meghaladja a 700 ezer tonnát.



61. ábra  
Cukorgyár

**Felhasználás.** A szacharóz fontos élelmiszertermék. Koncentrált vizes oldata tartósítószer. A szacharózt felületaktív anyagok előállítására is felhasználják.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A diszacharidok olyan szénhidrátok, amelyek molekulái két monoszacharid molekulájának a részéből állnak. Ezen vegyületek általános képletében  $C_{12}H_{22}O_{11}$ .

**A szacharóz fontos diszacharid. Édes ízű, vízben oldható, fehér kristályos anyag. A vegyület molekulája glükóz- és fruktóz-molekulák részeiből áll.**

**A szacharóz hidrolizál, reakcióba lép egyes fémek hidroxidjaival, hevítéskor bomlik.**

**A szacharóz élelmiszertermék. Ezt az anyagot a vegyiparban is használják.**

## ?

176. Milyen szénhidrátokat neveznek diszacharidoknak?
177. Hasonlítsátok össze a szacharóz és a glükóz fizikai és kémiai tulajdonságait.
178. Írjátok le az átalakulási sornak megfelelő kémiai reakcióegyenleteket, tüntessétek fel a reakciók feltételeit:  
szacharóz → glükóz → etanol → etil-acetát.
179. Számítsátok ki a szén tömegarányát a nedves cukorban, ha a víz tömegaránya 5%.
180. A 60. ábrán látható diagram segítségével határozzátok meg, hogy telített vagy telítetlen a:
  - a) 70%-os szacharóz vizes oldata 60°C hőmérsékleten;
  - b) 83%-os szacharóz-oldat 100°C hőmérsékleten.
181. 200 g 20%-os cukoroldat elkészítéséhez milyen mennyiségű cukor és 10%-os oldata szükséges?
182. Bizonyos tömegű szacharóz hidrolízise során kétszer kevesebb tömegű glükóz keletkezett. A diszacharid milyen része alakult át monoszachariddá?

# 25

## A poliszacharidok. A keményítő, a cellulóz

### E téma tananyaga segít nektek:

- megtudni, mely szénhidrátokat nevezik poliszacharidoknak;
- megismételni a keményítő és a cellulóz tulajdonságait;
- új tudnivalókat szerezni a keményítővel és a cellulózzal kapcsolatban.

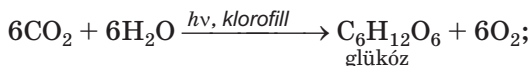
**A poliszacharidok.** A természetben lévő összes szerves anyag közül a poliszacharidokból van a legtöbb (mennyisége alapján).

**A poliszacharidok olyan szénhidrátok, amelyek molekulái sok monoszacharid molekularészből épülnek fel<sup>1</sup>.**

A legfontosabb poliszacharidok a keményítő és a cellulóz. Az általános képlete mind a két természetes makromolekulájú vegyületnek ugyanaz –  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , de az egyes vegyületeknél az  $n$  meghatározott értékeket vehet fel.

**Poliszacharid**  
 $(C_6H_{10}O_5)_n$

**A keményítő.** A keményítővel a 9. osztályban ismerkedtetek meg. A növényekben a következő ábra szerint alakul:



Ez a szénhidrát szemcsékben, magokban, gumókban, őshonos növényekben halmozódik fel. A burgonyában tömegaránya eléri a 25%-ot, a búzalisztben – 75%, a rizsben – 80%.

A keményítő látja el energiával a sejteket és építőanyagként szolgál számukra. A növényi magvak áztatásakor a keményítő vízben hidrolizál, minek következtében oldódó szénhidrátok képződnek, amelyek szükségesek a csírázáshoz és a fejlődéshez.

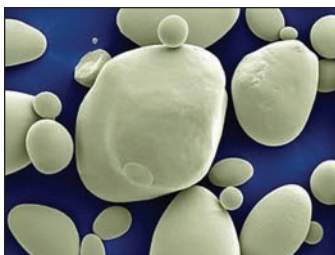
A keményítő kis, gömb alakú fehér részecskékből (szemcsékből) áll (62. ábra). Ha a keményítőt ujjaink között dörzsöljük, jellegzetes recsegést észlelünk a szemcsék kölcsönös súrlódása miatt. A keményítő szagtalan, íztelen, nem oldódik hideg vízben, meleg vízben kolloid oldatot képez (keményítőpasztát).

---

<sup>1</sup> A monoszacharidok részeinek száma elérheti a több ezret is.

**62. ábra**

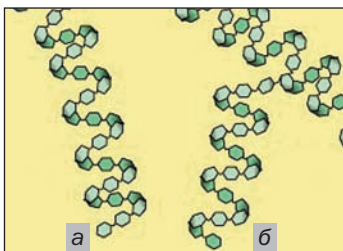
A burgonya keményítő-szemcséi nagyításban



**A molekulák összetétele és szerkezete.** A keményítő két poliszacharid – amilóz és amilopektin keveréke. Az amilóz a keményítő-szemcsék belsejében, az amilopektin pedig a burkában található. A szemcsékben az amilopektin tartalma többszöröse az amilózéhoz viszonyítva. Mindkét vegyület molekulái a gyűrűs alakú glükóz-molekulák származékai; hosszú láncuk spirálba csavarodik (63. ábra). Az amilopektin-molekulák szerteágzóbbak, és a hosszuk nagyobb.

**63. ábra**

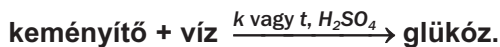
Az amilóz (a) és amilopektin (b) molekulák szerkezete



**Kémiai tulajdonságok.** Hevítéskor, a szacharóztól eltérően, a keményítő nem olvad, hanem bomlik. E folyamat az anyag elszenesedésével fejeződik be.

► Nevezzék meg a keményítő hőbomlásának a végtermékeit.

Enzimek hatására vagy híg szervesetlen savakkal történő melegítés során a keményítő hidrolizál:



► A vegyületek képleteinek felhasználásával írjátok le a keményítő hidrolízisének reakciósémáját.

A keményítő táplálékkal jut az ember és az állatok szervezetébe. Hidrolízise a szájüregben kezdődik (amiláz enzimmal) és a gyomor savas közegében végződik.

*Reakció jóddal.* Tudjátok, ha a keményítő kolloid oldatába barnás jóddoldatot adunk, sötétkék elszíneződést tapasztalunk (ezt a reakciót a keményítő minőségi kimutatására használják). Ha az oldatot 100°C-ra melegítjük, a sötétkék szín eltűnik, ha lehűtjük, újra megjelenik. Megjegyzendő, hogy a diszacharidok és a monoszacharidok nem hatnak a jódra.

A szacharózhoz hasonlóan, a keményítő nem redukálja a réz(II)-hidroxidot, ami az aldehidcsoport hiányára utal a molekulában.

**Előállítás és felhasználás.** A keményítőt az iparban burgonyából (64. ábra) és kukoricából állítják elő. A felaprított alapanyagot hideg vízzel kezelik, azután a keményítő szemcséit a folyadék-tól ülepítéssel vagy centrifugálással választják el.



**64. ábra**  
Keményítő a gyár raktárában

A keményítő fontos élelmiszertermék. Glükóz, etil-alkohol, egyéb szerves anyagok előállításához használják. A keményítőt papír, szövetek, műanyagok gyártásához, azonkívül a nyomtatásban és háztartásban is alkalmazzák.

A cellulóz vagy rost a növények *építőanyaga*. Ebből alakul a növények sejtfa. Cellulóz nagy mennyiségben található a gyapot-magvakban (95–98%), a lenrostokban, néhány más növényben. A fa átlagosan 50%-ban tartalmaz cellulózt.

Ez a szénhidrát szintén megtalálható a különböző élelmiszertermékekben – liszt és termékei, gabonafélék és zöldségek. A cellulóz, ugyanúgy, mint a keményítő, fotoszintézis során képződik a növényekben.

**A molekulák összetétele és szerkezete.** A cellulóz-molekulák a gyűrűs alakú glükóz-molekulákból származnak és nem szerteágazóak (az amilopektin molekuláktól eltérően). A glükóz-molekula minden egyes maradékában három OH-csoport található. Ezért a kémiai egyenletekben a cellulóz képletét néha a  $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$  képlettel tüntetik fel.

A különböző cellulóz-molekulák hidroxilcsoportjai között hidrogénkötések alakulnak, amelyek hatására a fonalas molekulák szálakká alakulnak. A cellulóz számos növényben szálak szerkezetű.

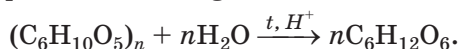
**Tulajdonságok.** A tiszta cellulóz nem oldódik vízben és szerves oldószerekben, de oldódik a réz(II)-hidroxid ammónia-oldatban. Ezekből az oldatokból sav hozzáadásakor kicsapódik. A cellulóz nem változtatja meg a jód színét az oldatban, koncentrált kénsav hatására bomlik (65. ábra).



**65. ábra**

A koncentrált kénsav papírszalvétára való hatásának az eredménye

**Hidrolízis.** A cellulóz vízzel való kölcsönhatása csak melegítéskor és erős sav jelenlétében fordul elő. A folyamat lépcsőzetesen megy végbe, és glükóz képződésével ér véget:



Az ilyen módon előállított glükózt nyersanyagként alkalmazzák technikai etil-alkohol előállítására.

A cellulóz természetben végbemenő átalakulásának a végterméke lehet a metán. Ez a folyamat (metán erjedés) az állóvizek alján megy végbe, ahol különféle különleges baktériumok feldolgozzák a növényi maradványokat. Ennek eredményeként a mocsararkból kiválik a mocsárgáz.

*Oxidáció.* A cellulóz meggyújtva ég.

► Írjátok le a cellulóz égési reakcióját.

A cellulóz teljes oxidációja (szén-dioxiddá és vízzé) szintén némely mikroorganizmus részvételével megy végbe. Ez nagyon lassú folyamat. Ennek köszönhetően a természet saját erővel megszabadul a hatalmas famaradványoktól.

**Termikus bomlás.** Légtelenítés nélkül a cellulóz bomlik.

A bomlástermékek között szén (úgynevezett faszén), vízgőz, metanol, ecetsav található. Ezt a folyamatot az iparban végzik; neve a fa száraz desztillációja. Leggyakrabban a famegmunkáló vállalatok hulladékát alkalmazzák nyersanyagként.

**Előállítás és felhasználás.** A cellulózt (66. ábra) aprított fából, szalmából és hasonlókból vonják ki. A nyersanyagot nátrium-hidroxid, némely savak és sók forró oldataival kezelik. Az oldatlan maradék a cellulóz, amely kis mennyiségű szennyeződést tartalmaz. Szükség esetén különböző módszerekkel eltávolítják azt.

A cellulózból papírt, kartont, szálakat, festékeket, zománcot, celofánt, vattát és más termékeket (67. ábra) készítenek. A cellulóz és az ecetsav észterei a cellulóz-acetát szálak termelésének az alapanyagai.

**66. ábra**  
Készletben készült  
cellulóz



**67. ábra**  
Tiszta cellulózból álló  
termékek: vatta,  
szalvéta, szűrőpapír



## ÖSSZEFOGLALÁS

A poliszacharidok olyan szénhidrátok, amelyek molekulái sok monoszacharid-molekula maradékából tevődnek össze. A legfontosabb poliszacharidok közé tartozik a keményítő és a cellulóz. Mindkét anyagnak ugyanaz a molekuláris képlete  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . A keményítő vízzel kolloid oldatot képez. Ha jóddal adunk hozzá, kék színű lesz. A vízben lévő cellulóz nem oldódik és nem reagál a jóddal. A poliszacharidokra jellemző a hidrolízis, amelynek végterméke a glükóz.

?

183. Miért számít a keményítő és a cellulóz poliszacharidnak?
184. Számítsd ki a növényekből a levegőbe jutó oxigén tömegét, ha eközben 100 tonna poliszacharid termelődött bennük.



185. Az interneten található adatok alapján készítetek közleményt az állatok és az emberek szervezetében található glikogén poliszacharidról.
186. Milyen tömegű etanol nyerhető 1 tonna burgonyából, amelyben a keményítő tömegaránya 25%, a termelési veszteség pedig 20% volt? Vegyétek figyelembe, hogy a folyamat során a keményítő hidrolizál, a keletkezett glükóz alkoholosan erjed.

## GYAKORLATI MUNKA

### Kísérleti feladatok megoldása

**1. feladat:** Szilárd anyagok, citromsav, glükóz és keményítő kimutatása.

**2. feladat:** Az ecetsav és a glicerin oldatainak felismerése.

**3. feladat:** Nátrium-acetát szintézise oldatban.

Rendelkezesetekre áll – citromsav, glükóz, keményítő, ecetsav, glicerin, nátrium-hidroxid, réz(II)-szulfát és nátrium-karbonát, jód alkoholos oldata (jód-tinktúra), univerzális indikátorpapír, desztillált víz, szükséges berendezés.

A feladatokat két módon hajtsátok végre. Gondoljátok végig a kísérlet menetét, és dolgozzátok ki a munkatervet.

A kísérlet menetét, megfigyeléseidet, következtetéseidet, reakcióegyenleteket írd be a táblázatba:

A kísérlet menete	megfigyelés	következtetés
<i>1. feladat</i>		
...	...	...

Az oxigéntartalmú szerves vegyületek felismerésére használhatjátok a 2. függelékben (238. oldal) megadott információt.

# ?

187. Milyen kémiai reakciók segítségével lehet megkülönböztetni az etanol oldatát a felsorolt vegyületek oldatától:
- a) glicerin;
  - b) fenol;
  - c) etanál;
  - d) etán-sav;
  - e) glükóz;
  - f) szacharóz
188. Hogyan lehet kísérletileg megkülönböztetni a következő anyagokat:
- a) szacharóz és glükóz;
  - b) metánsav és etánsav;
  - c) keményítő és glükóz;
  - d) etanal és etánsav;
189. Kísérletileg bizonyítsátok a vegyületekben a jelenlétét:
- a) a funkciós csoportokét az ecetsavban és a glükózban;
  - b) a telítetlen zsírokét az olajban;
  - c) a szénatomokét a cellulóz és a keményítő molekuláiban.
190. Meg lehet különböztetni a láng jellege alapján, hogy az etanol vagy a benzol ég? Adjatok magyarázatot.
191. Miért színtelenedik el a brómoldat, amikor olajjal keveredik?
192. Mi tapasztalható a jód- és a keményítőoldat keverékének melegítése és hűtése során?

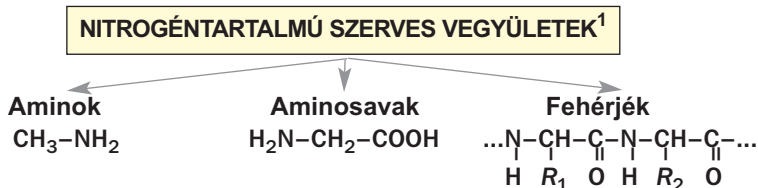
# 4. rész

## Nitrogéntartalmú szerves vegyületek

Ebben a részben olyan szerves vegyületekről lesz szó, melyek molekulái nitrogénatomot tartalmaznak (5. vázlat). Jelentőségüket tekintve különleges helyet foglalnak el az életet hordozó fehérjék, melyek aminosavakból alakulnak ki, és fontos biológiai szerepük van. Megismertek az aminokkal is, melyeket szerves bázisoknak is neveznek; bővítitek ismereteiteket az aminosavakról, pontosabban amfoter tulajdonságaikról.

5. vázlat

### Nitrogéntartalmú szerves vegyületek csoportosítása



## 26 Az aminok

### E téma tananyaga segít nektek:

- megkülönböztetni az aminokat más szerves vegyületektől;
- megismerni az aminok összetételével, molekulaszerkezetével, elnevezésével;

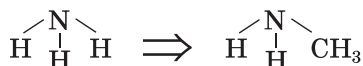
<sup>1</sup> A vázlatban a legegyszerűbb amin a metilamin, az aminosav képlete és a fehérjemolekula részlete van feltüntetve.

- megérteni, hogy miért nevezik az aminokat szerves bázisoknak;
- ismereteket szerezni az aminok élettani hatásáról.

**Az aminok.** A szerves vegyületek többsége, melyek szénből, nitrogénből és hidrogén elemekből áll, az aminok csoportjába tartozik.

**Az aminokat formálisan az ammónia (NH<sub>3</sub>) származékainak tekintik, melynek molekulájában a három hidrogénatomjából egy, kettő vagy három szénhidrogéncsoporttal van helyettesítve.**

A legegyszerűbb összetételű amin (CH<sub>3</sub>-NH<sub>2</sub>) szerkezeti képletét oly módon vezetjük le, hogy a NH<sub>3</sub> képletű ammónia (68. ábra) egyik hidrogénatomját -CH<sub>3</sub> csoporttal helyettesítjük:

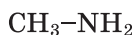


**68. ábra**  
Az ammónia, NH<sub>3</sub> molekula modellje (a kék golyó a nitrogénatomot jelöli)

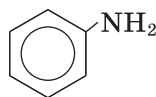


Az -NH<sub>2</sub> funkciós csoport neve *aminocsoport*. Az általános képlete azoknak az aminoknak, melyek molekulájában a szénhidrogéngyök az aminocsoporthoz kapcsolódik<sup>1</sup>: **R-NH<sub>2</sub>**.

A nitrogénatomhoz kapcsolódó szénhidrogéncsoportok szerkezete és a bennük lévő kémiai kötések sajátosságaitól függően megkülönböztünk telített és aromás aminokat:



telített amin



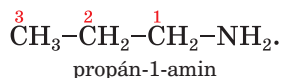
aromás amin

<sup>1</sup> Ezeket az aminokat elsőrendűeknek nevezzük.

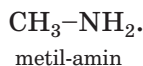
**Telített aminok.** A telített amin molekulájában a nitrogénatomhoz alkángyök kapcsolódik. A telített aminok általános képlete:  $C_nH_{2n+1}NH_2$ .

► Milyen kémiai képlettel rendelkeznek a 45 g/mol mólómegeű telített amin?

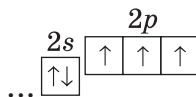
**Elnevezés.** A telített amin szabályos elnevezését a szénhidrogén neve után tett *-amin* szóval képezzük:  $CH_3NH_2$  – metánamin,  $C_2H_5NH_2$  – etánamin. A többi telített elsőrendű amin nevében feltüntetik annak a szénatomnak a számát, amelyhez az aminocsoport kapcsolódik. Ehhez a főláncban (kapcsolódnia kell hozzá az  $-NH_2$  csoportnak) megszámozzák a szénatomokat. Az aminocsoporthoz kötődő szénatomot a legkisebb sorszámmal látják el, és az elnevezésben az amin-végződés elé írják:



A molekuláikban egyszerű gyököket tartalmazó aminok elnevezésénél feltüntetik a nitrogénatomhoz kapcsolódó alkil-gyököt és az amin-végzédést:



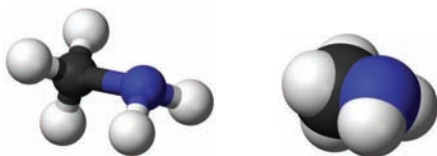
**Molekulaszerkezet.** Az aminok molekuláiban, különösen a metil-aminban<sup>1</sup> (69. ábra), mint ahogyan az ammónia molekulájában, a nitrogénatom egyszeres kovalens kötéssel kapcsolódik a három másik atomhoz. Ezeknek a kötéseknek a kialakításában a nitrogénatom külső energiaszintjének párosítatlan elektronjai vesznek részt:



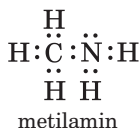

---

<sup>1</sup> A paragrafusban a leggyakrabban használt nevet alkalmazzuk.

**69. ábra**  
A metil-amin  
molekula  
modelljei

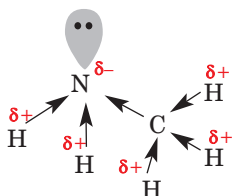


Az aminok elektronképleteiben gyakran feltüntetik a nitrogénatom nemkötő elektronpárját:



Az aminok molekuláiban a kovalens kötés által kialakult közös elektronpárok az elektronegatívabb nitrogén felé vannak eltolódva (70. ábra). Ide koncentráldik a negatív töltés, a molekula többi részén pedig a pozitív töltés. Vagyis az aminok molekulája poláris.

**70. ábra**  
Az elektronpárok  
eltolódása  
a metil-amin  
molekulájában

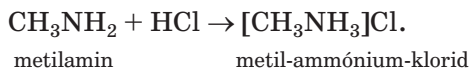


**Fizikai tulajdonságok.** A kis szénatomszámú alkil-aminok (a metil-, etil-, dimetil- és trimetil-amin) az ammóniára emlékeztető szagú gázok, a többi egyszerű alkil-amin undorító szagú folyadék. A tíznél nagyobb szénatomszámú aminok pedig szilárd halmazállapotúak.

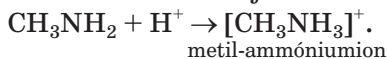
A kis molekulatömegű aminok jól oldódnak a vízben. Az aminok forráspontja alacsonyabb, mint a megfelelő szénatomszámú szénhidrogéneké. Ennek az az oka, hogy a nitrogénatom lazán kötött nemkötő elektronpárja könnyen alakít ki hidrogénkötést.

**Kémiai tulajdonságok.** Az aminok molekulájában a nemkötő elektronpárral rendelkező elektronegatív nitrogénatom jelenléte meghatározza ezeknek a vegyületeknek a kémiai tulajdonságait.

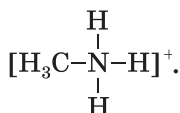
*Savakkal történő kölcsönhatás.* Az aminok savakkal történő reakciója termékeként ionvegyületet kapunk, sókat:



A reakció ion-molekuláris alakja:



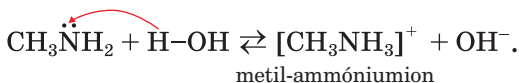
Vagyis minden nitrogéntartalmú vegyület molekulája addíciónálhatja a  $\text{H}^+$ -kationokat. Eközben a nitrogén nemkötő elektronpárja ( $-\overset{|}{\underset{|}{\text{N}}}:)$  közös lesz a nitrogénatom és a  $\text{H}^+$ -kation számára:



Kialakul egy jellegzetes kovalens kötés N–H, a datív-kötés.

Ismeretes, hogy a bázisok olyan vegyületek, amelyek  $\text{OH}^-$ -anionok képződésével disszociálnak vizes oldataikban. A legújabb sav-bázis elméletben a bázisokhoz sorolják az olyan vegyületeket is, amelyek molekulái protont, azaz  $\text{H}^+$ -iont addíciónálhatnak. Az aminok nitrogénatomjának nemkötő elektronpárja proton felvételére képes, ezért az aminok szerves bázisok.

*Vízzel való reakció.* A telített elsőrendű aminok vízben való oldódásuk során részlegesen reagálnak vele:



A vizes oldatban képződő  $\text{OH}^-$ -ionok jelenlétét indikátorral lehet kimutatni.

*Oxidáció.* Az aminok égnek a levegőn, és képesek a levegővel robbanóelegyet alkotni. Az aminok égésének reakciótermékei: szén-dioxid, nitrogéngáz és vízpára:



*Felhasználás.* Az aminokat polimerek, műrosztok, festékek, gyógyszerek gyártásában alkalmazzák.

**Az aminok élettani hatása.** A természetben különböző összetételű és szerkezetű aminok keletkeznek. Egyes aminok biogének (biológiai szempontból jelentős vegyületek), többségük viszont toxikus. A metilamin például irritálja a nyálkahártyát, légzési zavarokat okoz, károsan hat az idegrendszerre és a belső szervekre.

## ÖSSZEFOGLALÁS

**Az aminok formálisan az ammónia ( $\text{NH}_3$ ) származékai, melynek molekulájában a hidrogénatom szénhidrogéncsoporttal van helyettesítve. Nagyon sok amin tartalmaz  $-\text{NH}_2$  funkciós csoportot, melyet aminocsoportnak neveznek.**

**Szabályos elnevezése három részből tevődik össze: a szénhidrogén neve, a szénatom száma, mely mellett az aminocsoport található és az amin végződés.**

**Az aminok szerves bázisok. Reakcióba lépnek vízzel, savakkal, levegőn égnak. Az aminokat különböző szerves vegyületek, anyagok gyártásában használják. Az aminok többsége mérgező.**

## ?

193. Milyen vegyületeket nevezünk aminoknak?
194. Ábrázoljátok a bután-1-amin és a pentán-2-amin fél-szerkezeti képletét.
195. Jellemezzétek a metilamin-molekula szerkezeti képletét.
196. Miért nevezik az aminokat szerves bázisoknak?
197. Számítsátok ki a nitrogén tömegrész-arányát az etilaminban.
198. Számítsátok ki a metilamin sűrűségét (n. k. k.) és a hidrogénhez viszonyított sűrűségét.
199. Írjátok fel a metilamin és a salétromsav vizes oldatának molekuláris és ion-molekuláris egyenletét. Vegyétek figyelembe, hogy a reakciótermék vízben oldódó ionvegyület.
200. A technikai metilaminban a nitrogén tömegrész-aránya 40%. Számítsátok ki a szennyeződés tömegszázalékos tartalmát.



201. Vezessétek le a telített amin képletét, ha  
a) gőze 2,52-szer nehezebb a levegőnél;  
b) a vegyületben a nitrogén tömegaránya 0,311.
202. Egy aminocsoportot tartalmazó amin égése során vízgőz és 0,3 mol gáz keletkezett. A reakciótermékek fölös mennyiségű lúgon történő átbocsátása után 0,1 mol gáz maradt. Határozzátok meg az amin képletét!

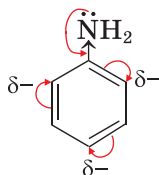
## 27 Az anilin

### E téma tananyaga segít nektek:

- megismerkedni az anilin molekulájának összetételével, szerkezetével;
- megismerkedni az anilin tulajdonságaival;
- ismereteket szerezni az anilin előállítási módjáról, felhasználásáról és környezeti hatásairól.

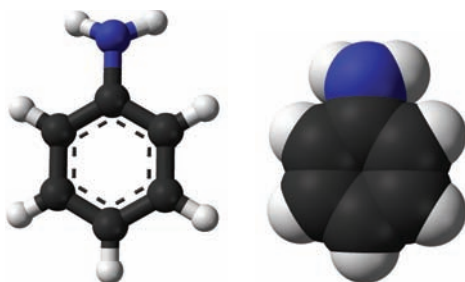
A legegyszerűbb aromás amin a  $C_6H_5NH_2$  összegképletű fenilamin, köznapi nevén *anilin*. Színtelen, jellegzetes szagú olajszerű folyadék, amely gyengén oldódik a vízben, ezzel szemben jól oldódik az alkoholban, a benzolban.

**Molekulaszerkezet.** Az anilin molekulája két részből áll: aminocsoportból és benzolgyűrűből (71. ábra). Az aminok nitrogénatomjának nemkötő elektronpárja kölcsönhatásba kerül a benzolgyűrű delokalizált  $\pi$ -elektron-rendszerével (72. ábra). A nitrogénatom elektronfelhője részlegesen a benzolgyűrű felé tolódik el<sup>1</sup>, és emiatt az elektronsűrűség eloszlása a benzolgyűrűben nem egyenletes:

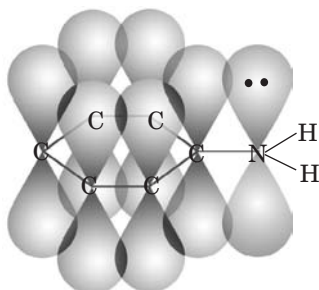


<sup>1</sup> Az elektronsűrűség a benzolgyűrűben az orto- és para-helyzetekben összpontosul.

**71. ábra**  
Az anilin  
molekulamodell-  
jei



**72. ábra**  
Az anilin  
molekula  
 $\pi$ -elektron-rend-  
szere



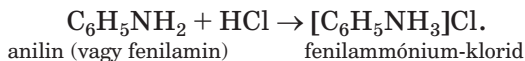
► Hasonlítsátok össze a fenol és az anilin molekulák szerkezetét!

**Kémiai tulajdonságok.** Vizes oldataiban az anilin gyakorlatilag nem esik szét ionokra, így vízzel szemben nem mutatják bázisosságukat, hatásukra az indikátorok nem változtatják meg a színüket.

Az anilin egyes reakciói az aminocsoport részvételével, mások a benzolgyűrű közreműködésével mennek végbe.

***Az aminocsoporttal végbemenő reakciók.***

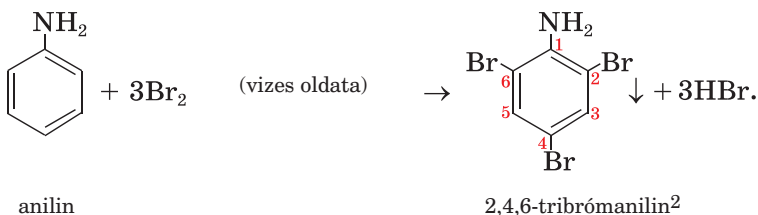
A  $C_6H_5NH_2$  molekula kevésbé addicionálja és kevésbé is tartja meg a  $H^+$  -iont, mint a  $CH_3NH_2$ . Ezért a metilamintól eltérően az anilin csak erős savakkal lép reakcióba. A kölcsönhatás eredményeként vízben oldódó sók (ionos szerkezetűek) keletkeznek:



► Írjátok fel a reakció ion-molekuláris egyenletét!

**A benzolgyűrű reakciója.** Az anilin és a brómos víz kölcsönhatásával fehér vagy sárgásfehér

csapadék képződik (73. ábra). Ekkor az anilin molekulájában levő benzolgyűrűben három hidrogénatom helyettesítődik be brómatommal<sup>1</sup>:



**73. ábra**  
Az anilin reakciója a brómos vízzel

**Oxidációs reakció.** Az anilin, a benzolhoz hasonlóan, kormozó lánggal ég. A benzoltól eltérően, az anilin könnyen oxidálódik a levegőn, különböző vegyületekké alakulva.

**Ha az anilin vizes oldatához klórmeszet vagy klóros vizet adnak, akkor a fenilaminra jellemző ibolyaszín jelenik meg (74. ábra). Ezzel a módszerrel kis mennyiségű anilin is kimutatható.**

**Előállítás és felhasználás.** Gyakorlati szempontból a legfontosabb amin az anilin. Az iparban a benzol nitrálásával nyerhető nitrobenzoltól

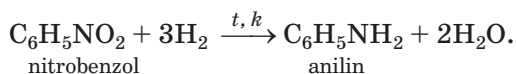
<sup>1</sup> Hasonlóan a fenol és a brómos víz kölcsönhatásával.

<sup>2</sup> Az anilinszármazékok neveit ugyanúgy képezik, mint a fenolszármazékok neveit.

**74. ábra**  
Az anilin és  
a klórmész  
reakciója



$C_6H_5NO_2$  indulnak ki, amiből hidrogénnel 250-350°C-on történő katalitikus redukálásával állítják elő az anilint:



Az anilin a szerves kémiai ipar egyik fontos alapanyaga. Származékaiból festékeket, gyógyszereket, műanyagokat, peszticideket állítanak elő.

**Élettani hatás.** Az anilin mérgező hatású vegyület. A környezetbe kerülve komoly károkat okoz a növény- és az állatvilágban. Az anilin és származékai irritálják a légutak nyálkahártyáját, légzési zavarokat, káros elváltozásokat okoznak a vér összetételében, negatívan hatnak az idegrendszerre.

### ÖSSZEFOGLALÁS

**Az anilin színtelen, jellegzetes szagú folyadék, amely gyengén oldódik a vízben. Ez az aromás amin gyengébb bázis, mint a telített aminok. Az anilin vizes oldata nem változtatja meg az indikátor színét. A vegyület reagál az erős savakkal, a brómos vízzel, levegőn oxidálódik, kormozó lánggal ég.**

**Az iparban az anilint nitrobenzoldból állítják elő. Festékek, gyógyszerek, műanyagok gyártására használják fel.**

**Az anilin és származékai káros hatással vannak az élővilágra, ártalmasak a környezetre.**

**?**

203. Magyarózzátok meg, miért gyengébb bázis az anilin, mint a metil-amin?
204. Fejezzétek be és alakítsátok át egyenletté az alábbi reakciósémákat:
  - a)  $C_6H_5NH_2 + O_2 \rightarrow \dots$  ;
  - b)  $C_6H_5NH_2 + HBr \rightarrow \dots$  .
205. Számítsátok ki az elemek tömegrészét az anilinben.
206. Mekkora tömegű nitrobenzol használódik el 200 kg anilin előállítására, ha a reakció termékhozama 95%?
207. Egy aromás amin elégetésekor víz és 1,3 mol gáz képződött. Miután ezeket a reakciótermékeket fölös mennyiségű lúgon bocsátották keresztül, 0,1 mol gáz maradt. Határozzátok meg az amin képletét!

---

## 28 Az aminosavak

---

**E téma tananyaga segít nektek:**

- felismerni és megkülönböztetni az aminosavakat más vegyületektől;
- tisztázni az aminosavak biológiai szerepét;
- felidézni és újabb ismereteket szerezni az aminosavak kémiai tulajdonságairól.

Az élő szervezetek számára kiemelkedő jelentőséggel bírnak az *aminosavak*. Aminosav-részekből épülnek fel a fehérjék, az enzimek, a hormonok.

**Az aminosavak olyan szerves vegyületek, melyek molekuláiban aminocsoport és karboxilcsoport egyaránt előfordul.**

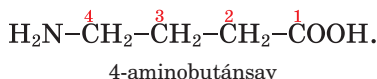
A természetben az  $\alpha$ -aminosavak a legelterjedtebbek. Ezeknek a savaknak a molekuláiban az

aminocsoport a karboxilcsoporthoz közvetlenül kapcsolódó szénatomhoz kötődik. Általános képlete:

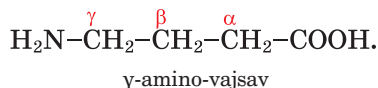


**Biológiai szerepe.** A nagyszámú aminosavak közül csak mintegy húsz vesz részt a fehérjék felépítésében. Ezeknek a savaknak nagyobb része az élő szervezetek anyagcsere-folyamatai során keletkezik. A többi, a fehérjeszintézishez szükséges  $\alpha$ -aminosavat az ember és az állatok a táplálékkal együtt kapják. Alapvető fontosságú (*esszenciális*) aminosavaknak nevezzük azokat az aminosavakat, amelyeket az emberi vagy állati szervezet nem, vagy csak elégtelen mennyiségben képes előállítani. A növények minden, fehérjeszintézishez szükséges aminosavat képesek szintetizálni.

**Elnevezés.** Az aminosavak szabályos elnevezése a megfelelő karbonsav nevéből és az ehhez toldott amino- előtagból áll (4. táblázat). Az aminocsoport helyét a szénatom számával jelöljük (az 1. sorszám a karboxilcsoport szénatomját jelzik):



Az aminosavak másik elnevezése többnyire a karbonsavak köznapi neve alapján történik (3. táblázat). Az aminocsoport helyét a molekulában a görög ábécé betűivel jelölik ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  és így tovább), a karboxilcsoporthoz közvetlenül kapcsolódó szénatomtól kezdődően:



A fehérjeépítő  $\alpha$ -aminosavaknál többnyire a triviális nevét használják: glicin, alanin stb. Ezeknek a vegyületeknek rövidített jelölésére az aminosavak angol neveinek első három betűjét használják (4. táblázat).

A legegyszerűbb  $\alpha$ -aminosav az aminoetánsav<sup>1</sup>, másik nevén aminoecetsav (75., 76. ábra):

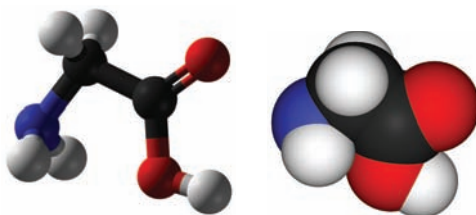
<sup>1</sup> Aminometánsav nem létezik, mert a vegyület annyira instabil, hogy kialakulásánál rögtön felbomlik ammóniára és szén-dioxidra.

Egyes  $\alpha$ -aminosavak képlete és elnevezése

Képlet	elnevezés	
	szabályos	triviális <sup>*</sup>
$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$	aminoecetsav	Glicin (Gly)
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	2-aminopropánsav	Alanin (Ala)
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \qquad \qquad   \\ \text{CH}_3 \qquad \qquad \text{NH}_2 \end{array}$	2-amino-4-metil-pentánsav	Leucin (Leu)

\* Zárójelben az aminosavak rövidített jelölése található.

**75. ábra**  
Az aminoecetsav  
molekulamodelljei



**76. ábra**  
Aminoecetsav



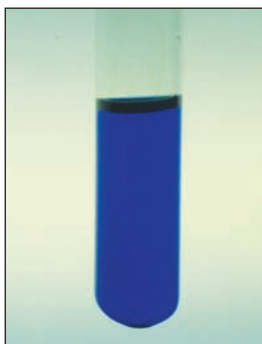
**Szerkezet.** Az ásványi savaktól és a karbonsavaktól eltérően, az aminosavak nem molekuláris, hanem ionos szerkezettel rendelkeznek, az oldatokban kétpólusú ionok, úgynevezett *ikerionok*<sup>1</sup> keletkeznek. Ezek az ionok az aminosav-molekulán belüli reakciója által képződnek, mely során a karboxilcsoportról lehasadó  $\text{H}^+$ -kationt az aminosocsoport addíciónálja. Az oxigénatomon negatív

<sup>1</sup> Másik elnevezése – belső sók.



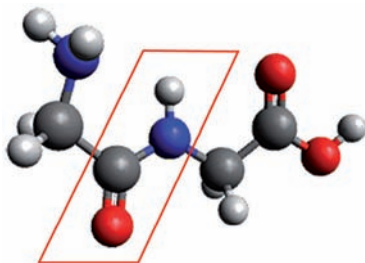


**77. ábra**  
Réz(II)-aminoacetát  
oldata

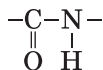


Ahogy az aminosavban, úgy a dipeptid molekulájában is található amino- és karboxilcsoport is. Így tehát a folyamat tovább is mehet, mivel a peptidmolekula mindkét végén további aminosav kapcsolódására van lehetőség. A sok aminosavból felépülő láncot polipeptidnek nevezzük.

**78. ábra**  
A dipeptid mole-  
kula modellje  
(ki van emelve a  
peptidcsoport:  
-CO-NH-)



A polipeptidlánc szerkezetében egyforma atomcsoportok (78. ábra) találhatóak. Ezeket *amidcsoportnak* nevezzük:



**Felhasználás.** Az aminosavakat széleskörűen használják az orvoslásban (79. ábra) gyógyszerkészítményként a vér, máj, hasnyálmirigy, idegrendszeri megbetegedések és anyagcsere zavarak esetén. Semlegesítik a szervezetben a mérgező anyagokat. Egyes aminosavakat tápanyag-kiegészítőként is alkalmaznak az állattenyésztésben.

**79. ábra**  
Gyógyszerkészít-  
ményben található  
aminosavak

Aminosavak tömegmennyisége 100 g termékben	
Esszenciális aminosavak	Pótolható aminosavak
Triptofán 300 mg	Hisztamin 400 mg
Treonin 1500 mg	Alanin 1100 mg
Valin 1300 mg	Arginin 600 mg
Izoleucin 1300 mg	Aszpargin 2300 mg
Leucin 2300 mg	Glutamin 3900 mg

## ÖSSZEFOGLALÁS

Az aminosavak olyan szerves vegyületek, melyek molekuláiban amino- és karboxilcsoport egyaránt előfordul. Az  $\alpha$ -aminosavak közös szerkezeti jellemvonása, hogy molekuláikban egy aminocsoport és egy karboxilcsoport kapcsolódik ugyanahhoz a szénatomhoz. Mintegy 20  $\alpha$ -aminosav-maradékból épülnek fel a fehérjék molekulái.

Az aminosavak amfoter vegyületek. Lúgokkal és savakkal is reagálnak. Az aminosav-molekulák egymással is kölcsönhatásba léphetnek. Ennek eredményeként peptidlánc képződik, ami aminosav-részekből álló, egymással  $-\text{CO}-\text{NH}-$  amidcsoportokkal kapcsolódó vegyület.

Az aminosavakat felhasználják az orvoslásban és állati takarmányok adalékanyagaiként.

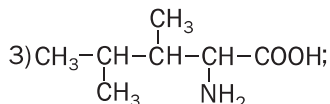
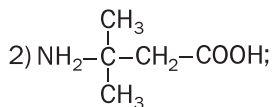
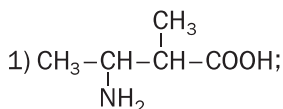
?

208. Milyen vegyületeket nevezünk aminosavaknak?

209. Keressétek meg a megfelelést:

*A molekula fél-szerkezeti képlete*

*Az aminosav neve*



- a) 3-amino-3-metilbutánsav  
b) 3-amino-2-metilbutánsav  
c) 2-amino-3,4-dimetilbutánsav

210. Írjátok fel a következő savak molekuláinak fél-szerkezeti képleteit:
- 2-aminopentánsav
  - 3-amino-2,3-dimetilbutánsav
  - 4-amino-3-metilbutánsav
211. Írjátok fel az  $\alpha$ -aminobutánsav fél-szerkezeti képletét.
212. Hasonlítsátok össze az ecetsav és az aminosav kémiai tulajdonságait.
213. Számítsátok ki a szén tömegrészét az  $\alpha$ -aminovajsav molekulájában.
214. Milyen tömegű aminosavat szükséges 100 ml vízben feloldani, hogy 16,7%-os oldatot kapjunk?
215. Egyenlő anyagmennyiségben keverték össze glicint és alanint. Számítsátok ki az aminosavak tömegrészét a keverékben.

---

## 29 A fehérjék

---

### E téma tananyaga segít nektek:

- felidézni a szervezet fehérjéinek összetételét és funkcióját;
- bővíteni a fehérjék tulajdonságairól szerzett ismereteiteket.

A természetben található olyan nitrogéntartalmú vegyületek, melyek az élő szervezetek legfontosabb építőkövei. Ezek az anyagok a *fehérjék*.

**A fehérjék  $\alpha$ -aminosav-maradékokból álló, az élő szervezetekben fontos biológiai funkciókat ellátó polipeptidláncok.**

**Érdekes tudnivaló**  
Fehérjék tartalmaznak a sejtnélküli vírusok is

A fehérjék a sejtek építőkövei. A fehérjék az élő szervezetben nagyon sok fontos feladatot látnak el: így például részt vesznek az anyagcsere-folyamatokban (a vér fehérjéje, a hemoglobin szállítja az oxigént), lehetővé teszik a mozgást (izomfehérjék), megvédik szervezetünket a kórokozókkal szemben (immunfehérjék). Az élő szervezetekben a kémiai reakciók többsége fehérje-katalizátorok, úgynevezett enzimek segítségével megy végbe. A fehérjék egyúttal a szervezet energiaforrásául is szolgálnak: 1 g fehérje elégeése az emberi szervezetben mintegy 17 kJ energia felszabadulásával jár.

Az emberi és állati szervezetben a fehérjék képezik az izmok, kötőszövetek, fedőszövetek, bőr, haj, köröm összetételének nagy részét. Legfontosabb fehérjéink: hemoglobin, mioglobin (mindkettő a vér összetételében található), inzulin (a hasnyálmirigy termeli), keratin (a haj összetevője), kollagén (bőrben, ízületi szövetekben), immunoglobulin, interferon.

A fehérjék táplálékkal kerülnek be az emberi és állati szervezetbe. Enzimek (fehérje-katalizátorok) hatására aminosavakra hasadnak szét, amelyekből a szervezet csak a rá jellemző fehérjéket szintetizálja. A növényekben a fehérjék szervesen anyagokból fotoszintézis során képződnek:

**szén-dioxid + víz + egyes oldott sók  $\xrightarrow{hv}$  fehérjék + oxigén**

**A fehérjék összetétele.** Megkülönböztetnek egyszerű és összetett fehérjéket. Az egyszerű fehérjékhez vagy *proteinekhez* azokat a fehérjéket sorolják, amelyeknek molekuláiban csak aminosav-molekularészek találhatók.

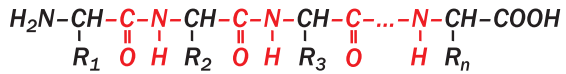
► Nevezd meg, milyen elemek atomjai találhatók a proteinekben.

Az összetett fehérjék vagy *proteidek* szénhidrátok, ortofoszforsav és nukleinsavak maradékait is tartalmazzák.

A fehérjék óriásmolekulájú vegyületek. Relatív molekulatömegük számbeli értéke néhány ezertől néhány millióig terjed.

**Molekulaszerkezet.** Szerkezetüket tekintve a fehérjékhez nincs hasonló az eddig tanult szerves vegyületek között. Molekulái  $\alpha$ -aminosav-maradékokból állnak, amit peptidkötés tart össze. Biológiai tanulmányaitokból ismeretes, hogy a fehérjemolekuláknak négy szerveződési szintjük van.

**Az aminosavak kapcsolódási sorrendjét a fehérjemolekula elsődleges szerkezetének nevezzük.**



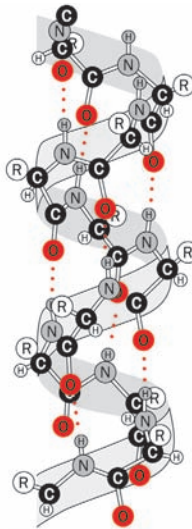
**R – szénhidrogén- vagy más gyökök.**

Az így kialakuló aminosav-lánc térbeli elrendeződést vesz fel (amely többnyire spirális szerkezet, de lehet redőzött szerkezet is). Ez a szerkezet a CO csoport oxigénatomja és az NH csoport hidrogénatomja között létrejövő hidrogénkötésnek köszönhető. Ez a fehérjék másodlagos szerkezete (80. ábra).

A fehérjék harmadlagos szerkezete a polipeptid-lánc spiráljának (vagy redőjének) gombolyaggá (globulává) történő összetekeredése révén jön létre, amit az –S–S–, –COO–... NH<sub>3</sub><sup>+</sup> kötések tartanak össze.

A fehérjék negyedleges szerkezete bonyolult alakzatok rendszere: több globula kapcsolódik egymáshoz. Az így képződött struktúra egységes komplexumot képez, amely meghatározott funkciót lát el az élő szervezetben. A globulák között új hidrogénkötések, diszulfid- és sóhidak jönnek létre. Ilyen szerkezete van a hemoglobinnak, mely négy globulából áll.

**A fehérjék tulajdonságai.** Egyes fehérjék oldódnak a vízben, eközben kolloid oldat képződik. Mivel molekuláikban aminos csoport és karbo-



... – hidrogén-kötés

**80. ábra**  
A fehérje  
másodlagos  
szerkezete

zilcsoport is található, így ezek amfoter tulajdonságokkal rendelkeznek.

A fehérjék oldataikból magas hőmérsékleten, szerves oldószerekkel, réz(II)-, ólom(II)- vagy egyéb nehézfémek sóival, ásványi és bizonyos szerves savakkal, valamint UV sugárzással kicsapathatók. Ezt a folyamatot *denaturációnak*<sup>1</sup> nevezzük (81. ábra). Ekkor roncsolódik a fehérje térbeli szerkezete, amelynek következtében elveszíti biológiai aktivitását. A fehérje kicsapódása észlelhető a tej megsavanyodásánál is, ekkor ugyanis tejsav keletkezik.



**81. ábra**  
Fehérje  
denaturációja

***Nehézfémekkel való mérgezésnél ezért ajánlják a tej ivását vagy nyers tojás evését. A mérgező kation a fehérjével együtt kicsapódik.***

Savak vagy enzimek jelenlétében a fehérjék *hidrolizálnak*. Ennek az átalakulásnak a végtermékei olyan aminosavak, melyeknek a molekularadécai a fehérjék összetételében voltak. A hidrolízis több szakaszban megy végbe:

**fehérje → polipeptidek → dipeptidek → aminosavak.**

---

<sup>1</sup> Denaturatos – görög eredetű, jelentése: tulajdonságoktól való megismerés.

A fehérjék több reakciója egy meghatározott aminosav jelenlétére vezethető vissza. Ezeket az átalakulásokat színváltozás kíséri, ezért *színreakcióknak* nevezik. A legfontosabb színreakciók a biuret-próba<sup>1</sup> és a Xantoprotein-reakció<sup>2</sup>.

### 3. SZÁMÚ LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

#### Biuret-reakció

Öntsetek a kémcsőbe 1 ml tojásfehérje-oldatot, öntsetek hozzá ugyanennyi lúgoldatot, majd adjatok hozzá néhány csepp réz(II)-szulfát oldatot. Keverjétek meg a kémcső tartalmát. Mi figyelhető meg?

A lúgos fehérjeoldat réz(II)-szulfát-oldattal ibolyás elszíneződést mutat. Ez a biuret-próba, ami a peptidkötés kimutatására szolgál, vagyis a fehérje minőségi reakciója (82. ábra)<sup>3</sup>.

Ha a fehérjéket vagy vizes oldataikat tömény salétromsavval melegítjük, akkor az aromás aminosavakat tartalmazó fehérjék sárga elszíneződést mutatnak (*Xantoprotein-reakció* – 83. ábra).



82. ábra  
Biuret-reakció

<sup>1</sup> A reakció az elnevezést a biuret nevű nitrogéntartalmú vegyületről kapta, mely hasonló kölcsönhatásba lép.

<sup>2</sup> A reakció megnevezése görög eredetű: xanthos – sárga, protos – első.

<sup>3</sup> Biuret-reakcióval kimutatható a fehérje a tejben, a vérben, a borsó vagy a bab anyagának kolloid oldatában.

Ugyanez történik, ha salétromsav kerül a bőrünkre (sárga, vízzel lemoshatatlan folt keletkezik).



**83. ábra**  
Xantoprotein-  
reakció

#### 4. SZÁMÚ LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

##### Xantoprotein-reakció

Öntsetek a kémcsőbe 1 ml tojásfehérje-oldatot és adjatok hozzá néhány csepp tömény salétromsavat. Óvatosan melegítsetek fel a kémcső tartalmát. Mi figyelhető meg<sup>1</sup>?

**Gyakorlati jelentősége.** A fehérjék nélkülözhetetlen részét képezik az élelmiszereknek és az emberi, valamint az állati táplálkozásnak. A felnőtt ember napi fehérjeszükséglete átlagosan 100–110 g. Fehérje alapú gyógyszereket használnak egyes betegségek gyógyításában, illetve megelőzésében. Az állattenyésztésben a takarmányt tápértékének növelése céljából mesterséges fehérjékkel dúsítják, amit mikrobiológiai eljárással szintetizálnak.

---

<sup>1</sup> Az ammónia vagy lúgos oldat növeli a képződött vegyületek színét.



Az ember ősidők óta használ fehérje alapú anyagokat és eszközöket: gyapjút, bőrt, selymet, prémet, csirizt, zselatint stb. A korszerű mosószeresek olyan enzimeket tartalmaznak, amelyek elbontják a szövetek fehérje jellegű szennyeződéseit.

## ÖSSZEFOGLALÁS

**A fehérjemolekulákat sok  $\alpha$ -aminosavrészből felépülő polipeptid-láncok alkotják. A fehérjék az élő szervezetben nagyon sok rendkívül fontos feladatot látnak el.**

**A fehérjék amfoter vegyületek. A fehérjék oldataikból szerves oldószerekkel, nehézfém-sókkal, ásványi és bizonyos szerves savakkal denaturálódnak. Ekkor roncsolódik a fehérje térbeli szerkezete, amelynek következtében elveszíti biológiai aktivitását. Az emberi és állati szervezetekben a hidrolízis során a fehérjék aminosavakra hasadnak szét.**

**A fehérjék kimutathatók minőségi reakciójukkal: a biuret-próbával és a xantoproteinreakcióval.**

## ?

216. Milyen vegyületeket nevezünk fehérjéknek? Jellemezzétek szerepüket a szervezetek élettevékenységében.
217. Mint ismeretes, a fehérjék polipeptid-láncok. Vajon fehérje-e minden polipeptid? Válaszokat indokoljátok meg.
218. Miért rendelkeznek amfoter tulajdonsággal a fehérjék?
219. Mi a fehérjék denaturalizációja? Mi idézheti elő?
220. Magyarázzátok el a csapadék kiválását a tej savanyodásánál.
221. Jellemezzétek a fehérjék színreakcióit.
222. A babban a fehérjék tömegrésze 21%, míg a nitrogén átlagos tömegrésze a bab fehérjéjében 16%. Milyen tömegű nitrogént tartalmaz 60 g bab?

# 5. rész

## Szintetikus óriásmolekulájú szerves vegyületek és műanyagok

Tanulmányaitok során már megismerkedtetek *természetes óriásmolekulájú szerves vegyületekkel*: a keményítővel, a cellulózzal, a fehérjékkel. Ezek az anyagok élő szervezetekben képződnek és nagyszámú azonos típusú atomcsoportból, úgynevezett monomer egységből épülnek fel. Nagyszámú, hasonló molekulaszervezettel rendelkező vegyületet mesterségesen, kémiai reakciók segítségével állítanak elő. Az ilyen anyagokat *szintetikus (mesterséges) óriásmolekulájú vegyületeknek, műanyagoknak*<sup>1</sup> nevezzük.

# 30

## A szintetikus óriásmolekulájú vegyületek

### E téma tananyaga segít nektek:

- jellemezni a szintetikus óriásmolekulájú anyagokat;
- csoportosítani ezeket a vegyületeket;
- ismereteket szerezni tulajdonságaikról.

A mesterségesen előállított óriásmolekulájú anyagokhoz tartoznak a műanyagok, a műszálak, a gumi. Ezek az anyagok egyes tulajdonságaikban felülmúlják a hagyományos anyagokat: a fát,

<sup>1</sup> Műanyagoknak nevezik a mesterséges úton létrehozott óriásmolekulájú anyagokat.

a kerámiát, az üveget, a fémötvözeteket. A mesterségesen előállított óriásmolekulájú anyagok jelen vannak életünk szinte minden fontos területén: az iparban, az építőiparban, az egészségügyben, az elektronikában, a járművekben és a háztartásokban, a mindennapi életben (6. vázlat).

6. vázlat

### Mesterségesen előállított óriásmolekulájú anyagok alkalmazási köre



A mesterségesen előállított óriásmolekulájú vegyületek, más néven *polimerek* között a legszélesebb körben használt anyag a polietilén, a polipropilén, a polisztirol. (Sokszor minden óriásmolekulájú vegyületet polimernek neveznek.)

**Összetétel és szerkezet.** Az óriásmolekulájú vegyületek hosszú láncú molekulákból állnak, amit *makromolekulának* neveznek. Ezek a makromolekulák számtalan ismétlődő egységből állnak: ezek a *szerkezeti láncszemek*. A makromolekulában található szerkezeti láncszemek számát *polimerizációs fok*nak nevezük, amit  $n$  betűvel

jelölnek. A polimer, illetve a makromolekula képletének felírásánál a strukturális láncszemet zárójelbe tesszük, mely után indexként írjuk a polimerizációs fokot:



A vegyületet, amelyből a polimer makromolekulája képződik, *monomernek* nevezzük. A monomerből származik a polimer szerkezeti láncszeme. Így a polietilén monomerje az etén:  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ .

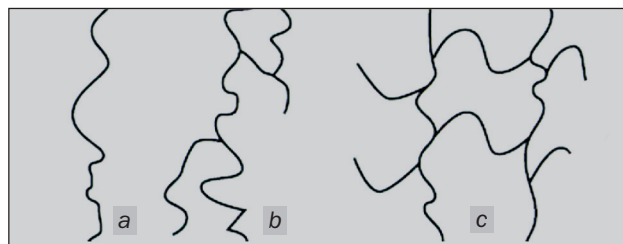
Minden polimerben több különböző hosszúságú, így tehát különböző molekulatömegű makromolekula található. Ezért az ilyen vegyületek jellemzésére az *átlagos relatív molekulatömeget*<sup>1</sup> alkalmazzák. Ugyanúgy jelölik, mint a relatív molekulatömeget, számbeli értékének meghatározása az alábbi képlet szerint történik:

$$M_r(\text{polimer}) = n \cdot M_r(\text{szerkezeti láncszem}),$$

Ahol  $n$  – az adott polimer polimerizációs fokának átlagértéke. Különböző polimerek esetében az átlagos molekulatömeg értéke zömmel néhány ezertől néhány millióig terjed.

► Határozzátok meg a polietilén átlagos molekulatömeget, ha polimerizációs foka 5000.

A makromolekulák szerkezete szerint (84. ábra) lineáris, elágazó és térhálós polimereket különböztetünk meg.



**84. ábra**  
A makromolekulák szerkezete:  
a – lineáris;  
b – elágazó;  
c – térhálós

A lineáris makromolekulákban a szerkezeti láncszemek nem elágazó láncokká kapcsolódnak

<sup>1</sup> A továbbiakban kihagyva a relatív szót, csak a molekulatömeg kifejezést használjuk.

össze. Ilyen szerkezettel rendelkezik a természetes polimer – a cellulóz, valamint a mesterséges polimerek – a polietilén és a polipropilén makromolekulái. Az elágazó polimerekre<sup>1</sup> az jellemző, hogy makromolekuláinak több elemi láncszemből álló oldalágai vannak. A térhálós polimereknek háromdimenziós szerkezetük van. Szálaikat vagy láncikat egyes atomok vagy atomcsoportok kovalens kötés segítségével mintegy *összevarrják*: Ennek köszönhetően az egész anyag egy gigantikus molekula. Ilyen polimer a fenolformaldehid-gyanta (190. old.).

A polimerek **fizikai tulajdonságait** jelentős mértékben a makromolekuláik tömege, hossza, elágazódásának jellege és rendezettsége határozza meg.

A polimerek rendszerint nem oldhatók vízben, a térhálós szerkezetűek szerves oldószerben sem oldódnak. A lineáris szerkezetű polimerek egyes szerves oldószerekben lassan oldódnak, viszkózus oldatot képezve.

A térhálós polimerek keményebbek, mint a lineáris szerkezetűek.

A polimerek többségének nincs határozott olvadás- és forráspontja. A lineáris (láncmolekulákból álló) polimerek melegítés hatására meglágyulnak, ezután egy hőmérsékleti intervallumban viszkózus folyadékot képezve megolvadnak, a további melegítés hatására pedig felbomlanak. A térhálós polimerek még olvadás előtt kezdenek elbomlani.

Több polimer hevítés, majd lehűtés után kémiaiilag nem változik meg, és megőrzi fizikai tulajdonságait. Ezeket az anyagokat többször lehet felolvasztani és formába önteni, ahol megszilárdulnak. Az ilyen műanyagokat hőre lágyulóknak, *termoplasztikusoknak* nevezzük. Hozzájuk sorolják a polietilént, a polipropilént. A termoplasztikus polimerekből préseléssel, öntéssel, meleg formázással állítanak elő különböző termékeket.

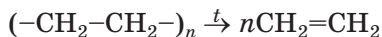
---

<sup>1</sup> Az elágazó szerkezetű makromolekulára példa lehet a természetes óriásmolekulájú vegyület, az amilopektin (147. old)

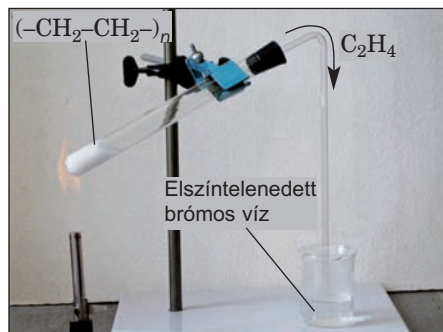
Léteznek olyan polimerek, melyek melegítéskor nem puhulnak meg, mert térhálós szerkezetük miatt nem mozdulhatnak el az atomok, atomcsoportok. Az ilyen műanyagok *termoreaktív* műanyagok. Ezek a vegyületek melegítéskor kezdetben keményebbekké, ridegebbekké válnak, majd tovább melegítve felbomlanak. Feldolgozásuk reaktív technológiával történik, ahol rendszerint magában a szerszámban, a feldolgozás során alakítják ki visszafordíthatatlan kémiai reakcióban a kívánt sűrűségű térhálót. Ilyen polimerek a fenolformaldehid-gyanták, a poliuretánok.

A polimerek **kémiai tulajdonságait** a többszörös kötések létezése, illetve a strukturális láncszemben előforduló funkciós csoportok határozzák meg. Sok polimer reagál oxidálószerekkel, hatnak rájuk a tömény sav- és lúgoldatok. Jelentős kémiai passzivitást mutat a polietilén és a polipropilén.

A polimerek hőre bomló vegyületek. A polietilén termikus bomlása:



Ezt a reakciót az etén laboratóriumi előállítására alkalmazzák.



**85. ábra**

A polietilén termikus bomlása és a brómos víz elszíntelenítése

## ÖSSZEFOGLALÁS

Azokat az anyagokat, melyeknek molekulái nagyszámú egyforma vagy különböző atomcsoportokból épülnek fel, óriásmolekulájú vegyületeknek vagy polimereknek nevezzük.

A polimer makromolekulája szerkezeti láncszemekből áll; mennyiségüket a polimerizációs fok mutatja. A monomer a polimer kiinduló vegyülete. A polimer egyik jellemző adata az átlagos molekulatömeg. A makromolekulákat szerkezetük szerint csoportosítják: lineáris, elágazó és térhálós polimerek; hővel szembeni viselkedés alapján termoplasztikus és termoreaktív műanyagokra osztályozzák. A polimerek fizikai tulajdonságai a makromolekuláik tömegétől, hosszától, elágazódásának jellegétől és rendezettségétől függenek, kémiai tulajdonságait a többszörös kötések létezése, illetve a strukturális láncszemben előforduló funkciók csoportok határozzák meg.



223. Milyen vegyületeket nevezünk óriásmolekulájúaknak?
224. Miért nevezik a polimer molekulatömegét átlagosnak?
225. Számítsátok ki a polipropilén polimerizációs fokát, ha a minta átlagos molekulatömege 21 000.
226. Miben különböznek egymástól:
- a lineáris, az elágazó és a térhálós szerkezetű polimerek;
  - a termoplasztikus és a termoreaktív polimerek?
227. Miben hasonlít és miben különbözik egymástól az eténmolekula és a polietilén szerkezeti láncszeme?
228. A monomer molekulája két szénatomból és két halogénatomból áll. A vegyületben a szén tömegaránya 20,6%, a klóré – 30,5%. Határozzátok meg a monomer képletét. Megoldható-e a feladat a klór tömegarányának ismerete nélkül?

---

## 31 Óriásmolekulájú vegyületek előállítása

---

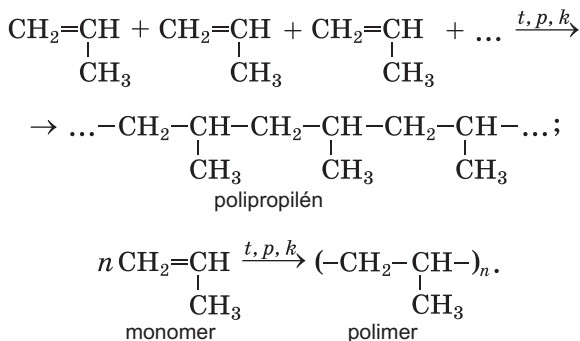
**E téma tananyaga segít nektek:**

- felidézni a polimerizációs reakció lényegét;
- ismereteket szerezni a polikondenzációs reakciókról.

Az óriásmolekulájú vegyületeket polimerizációs és polikondenzációs reakciókkal állítják elő.

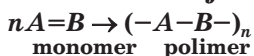
**Polimerizáció.** A polietilén tanulmányánál találkozhatok ezzel a típusú reakcióval. A polietilén makromolekulájának kialakulásánál minden etén molekulájában felszakadnak a kettős kötések és egyszeres kötésekkel alakulnak át, a molekulák egy hosszú szénláncban egyesülnek (53. old.).

Nézzünk egy másik szénhidrogén, a propén polimerizációs reakcióját:

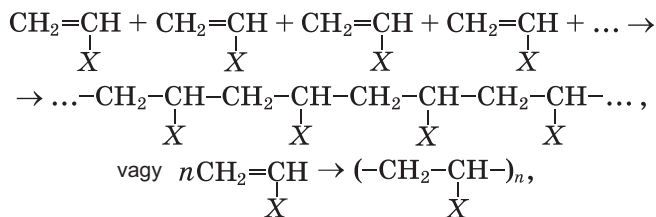


**A polimerizációs reakció olyan addíciós reakció, melyben a monomer molekulákban levő  $\pi$ -kötés felhasadásával<sup>1</sup> lehetővé válik egymás utáni összekapcsolódásuk, és melléktermékek képződése nélkül óriásmolekulájú vegyület keletkezik.**

**A polimerizációs reakció sémája**



A polimerizációs reakciók feltétele a kettős kötés jelenléte. Az ilyen reakció vázlatosa:



<sup>1</sup> Mindig a gyengébb kötés szakad fel.



Ahol az **X** – lehet H (ebben az esetben a monomer az etén, a polimer a polietilén), CH<sub>3</sub> (megfelelően propén és polipropilén), Cl (vinilklorid és polivinilklorid, más néven PVC), C<sub>6</sub>H<sub>5</sub> (sztírol, valamint polisztirol)<sup>1</sup>.

► Állítsátok fel a vinilklorid polimerré való alakulásának vázlatát.

A polimerizációban részt vehet két különböző anyag (két eltérő monomer) is. Ebben az esetben kopolimer képződik.

**Polikondenzáció.** A polikondenzációs reakció során általában két különböző funkciós csoporttal rendelkező monomer lép kölcsönhatásba.

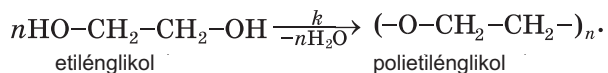
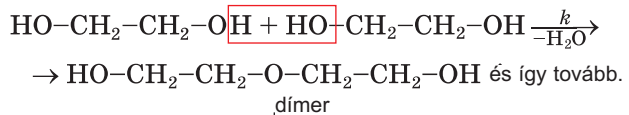
**A polikondenzációs reakció olyan polimerképző reakció, mely során két funkciós csoportot tartalmazó monomerek másik, jellemzően kisméretű molekula (víz, ammónia, hidrogén-klorid) kilépése közben kapcsolódnak össze óriásmolekulájú anyaggá.**

**Polikondenzációs reakció vázlata:**  
monomer  $\xrightarrow[\text{(vagy más)}]{-\text{H}_2\text{O}}$  polimer

A polikondenzációra olyan monomerek alkalmasak, amelyekben a kondenzációra képes csoportból legalább kettő van.

A polikondenzáció lépcsős folyamat. Először két monomer-molekula lép kölcsönhatásba, ami nyomán dímer képződik, majd a dímermolekulák reagálnak egymással. A reakciók lépésenként, egyesével megvalósított ismétléssel épül fel a makromolekula.

Megvizsgáljuk az etilén-glikol polikondenzációs reakciójának a vázlatát:



Érthető, hogy a polikondenzációs reakcióval létrejövő makromolekula tömege kisebb, mint a kiinduló monomerek össztömege.

A polikondenzációs reakcióban két vagy több monomer vehet részt.

<sup>1</sup> A két utóbbinál a monomerek esetében a triviális elnevezés van feltüntetve.

Ennek jellegzetes példája a polipeptid képződése több aminosavból.

### ÖSSZEFOGLALÁS

Az óriásmolekulájú anyagok polimerizációs vagy polikondenzációs reakcióval állíthatók elő.

A polimerizáció során a monomerek összekapcsolódása a kettős kötés felhasadásának következtében megy végbe, míg a polikondenzáció a monomerek funkciós csoportjainak kölcsönhatása nyomán valósul meg.

?

229. Jellemezzétek a polimerizációs és a polikondenzációs reakciókat.
230. A monomer milyen szerkezeti sajátossága teszi lehetővé, hogy részt vehet
- a) a polimerizációs reakcióban;
  - b) a polikondenzációs reakcióban?
231. Írjátok fel a  $\text{CClF}=\text{CF}_2$  képletű vegyület polimerizációjának vázlatát.
232. Melyik vegyület léphet polimerizációs és melyik polikondenzációs reakcióba:
- a) a tetrafluoretén;
  - b) az aminosav;
- A feleletet támasszátok alá a megfelelő reakciókkal.
233. Mennyi peptidcsoport található az aminosav polikondenzációs termékében, ha a reakció során a) 3 mol víz ; b) 3 g víz képződött?

## 32

## Műanyagok. A műanyagok alapanyagai

**E téma tananyaga segít nektek:**

- elképzelést alkotni a műanyagokról;
- ismereteket szerezni a műanyaggyártás alapjául szolgáló legfontosabb polimerekről;
- megismerni a műanyagok előnyeit és hátrányait.

**Műanyagok.** Civilizációnk fejlődésének egy pontján kiderült, hogy a természetes alapanyagok már nem elégítik ki az emberek növekvő igényeit. Ehhez hozzájárult az is, hogy bolygónkon korlátozottak a természetes anyagok forrásai. Ezért a XX. század második felében intenzív kutatások indultak a szintetikus óriásmolekulájú anyagokkal kapcsolatosan. A vegyészek új óriásmolekulájú anyagok előállítását kutatták, vizsgálták fizikai és kémiai tulajdonságait, fejlesztették a polimer anyagok ipari előállításának technológiáját.

A műanyagok jó néhány tulajdonságaikban felülmúlják a természetes anyagokat: tartósabbak, nem korrodálnak, kis sűrűséggel rendelkeznek, mégis eléggé kemények. Könnyen alakíthatóak, megmunkálhatóak, színezhetőek.

Számos polimerből gyártanak műanyagot.

**A műanyagok olyan mesterséges úton polimerekből gyártott anyagok, melyek melegítésük és az ezt követő hűtésük után is megtartják alakjukat.**

A műanyagok a polimereken kívül különböző adalékanyagokat is tartalmaznak, melyek javítják a tulajdonságaikat, az agresszív vegyi közeggel és a környezet hatásaival szembeni ellenállóképességeiket. Adalékként őrölt fát, krétát, grafitot és kormot, papírzúzalékot, növényi rostot, színezékeket használnak. A polimerek egyes műanyagokban kötőanyagként szolgálnak. Ha a monomerhez olyan anyagot adnak, ami hevítésnél gázfejlődés mellett elbomlik, akkor a kapott anyag megszilárdult habformájú lesz. Ezeket műanyaghabnak (hungarocell) nevezik (86. ábra). A műanyagot lágyító adalékanyagokat plasztifikátornak nevezik.

**A polimerek a műanyagok alapanyagai.** Tekintsük át a műanyagok összetételét képező legfontosabb polimereket.

A **polietilén**  $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$  színtelen, átlátszó vagy fehér, félig átlátszó, külsőleg paraffinra emlékeztető polimer (87. ábra). A polietilén mechani-



**86. ábra**  
Az épületek szigeteléséhez használatos műanyaghab (hungarocell)



**87. ábra**  
Polietilén

kai és fizikai tulajdonságai az anyag előállításának feltételeitől függenek<sup>1</sup>.

A polietilén szobahőmérsékleten kémiai ellenálló: nem hatnak rá a víz, a savak (kivéve a tömény salétromsav) és a lúgok oldatai, a zsírok, az olajok. Ez a polimer azonban nem ellenálló a halogénekkal szemben, melegítésnél oldódik a cseppfolyós szénhidrogénekben és azok halogén-származékaiban, levegőn ég.

A polietilén termoplasztikus műanyag. Vízvezeték- és csatornacsöveket, csomagoló és melegeházi fóliát, göngyöleganyagokat, közhasználati cikkekét, szervesetlen savak és lúgok tárolására szolgáló edényeket gyártanak belőle (88. ábra). Elektromos és hőszigetelő anyag. A polietilén-készítmények fagyállóak, de nem bírják a 60-100°C fölé történő hevítést.

**88. ábra**  
Polietilénből készült termékek



<sup>1</sup> Megkülönböztetnek kis- és nagynyomású polietilént. Az utóbbi sűrűsége valamivel nagyobb.

**Politetrafluoretilén** ( $-\text{CF}_2-\text{CF}_2-$ )<sub>n</sub>, más néven **teflon**, hasonlít a polietilénre. Kémiailag ellenálló: nem hatnak rá a savak (még a tömények sem), nem oldódik, és nem duzzad meg semmilyen oldószerben. A polietiléntől eltérően, a teflon viszont nem éghető, és csak magas hőmérsékleten bomlik.

A **polipropilén** ( $-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-$ )<sub>n</sub> nemcsak külsőleg

emlékeztet a polietilénre, hanem tulajdonságai-ban is. Lineáris szerkezetű, termoplasztikus poli-mer. A polipropilént, akár csak a polietilént, poli-merizációs reakcióval állítják elő (31. §). A poli-propilént szálak, csövek, csomagoló-fóliák, gön-gyölegek, műszeralkatrészek, háztartási haszná-lati eszközök, játékok, egyszer használatos edé-nyek, valamint szigetelőanyagok gyártására használják (89. ábra). A polipropilénből gyártott készítmények fokozott keménységgel és kopásál-lósággal rendelkeznek.



**89. ábra**  
Polipropilénből készült tárgyak

A **polivinilklorid**, ( $-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-$ )<sub>n</sub> más néven PVC,

kémiailag ellenálló (sav- és lúgoldatokkal, szer-ves oldószerek többségének hatásával szemben), éghető anyag. Már 110°C-nál klórhidrogén fejlő-désével elbomlik.

A PVC termoplasztikus polimer, kemény, de tetszés szerint lágyítható. Műbőrt, linóleumot, csöveket, szálakat, göngyöleget, használati tár-gyakat készítenek belőle. Polivinilkloridból csiz-mákat (90. ábra) és védőkesztyűket készítenek.

90. ábra  
PVC-készítmények



A **polisztirol**  $(-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-)_n$  lineáris szerkezetű,

amorf, hőre lágyuló polimer. Nem reagál híg lúg- és savoldatokkal, oldódik egyes szerves oldószerekben. A polisztirol könnyen alakítható, önthető, lehet ragasztani, hegeszteni. Ennek a műanyagnak az a hátránya, hogy nem nagy a szilárdsága, hő-állékonysága.

A polisztirolból és a polisztirolhabból készült termékeket széleskörűen alkalmazzák a háztartási készülékekben, az elektronikában, az építőiparban, az orvoslásban. Ebből a polimerből készítenek hang- és hőszigetelő, burkoló- és díszlapokat, orvosi műszerek és vérátömlesztéshez használatos eszközök alkatrészeit, élelmiszer tároló dobozokat és egyszer használatos edényeket, játékokat, mentőöveket, bójákat, bukósisakokat (91. ábra) és még sok egyebet.

91. ábra  
Polisztirolból készült tárgyak



A polisztirol hiányossága a gyúlékonyság és a törékenység. A belőle készült lapok lassan, kis mennyiségű toxikus hatású sztiroil  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}_2$  választanak ki, mely képes felhalmozódni a szervezetben. Ezenkívül a polisztirolhab

könnyen gyullad, és a szervezetre káros fekete füstöt árasztva ég.

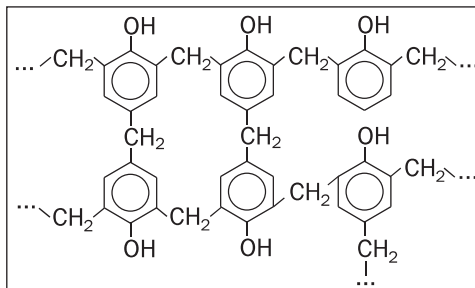
A fenolformaldehid-gyanták az első szintetikus polimerek, melyek széleskörű alkalmazásra találtak. A fenolt  $C_6H_5OH$  és a formaldehidet (metanal)



A körülményektől (kiinduló anyagok aránya, katalizátor természete) függően termoplasztikus vagy termoreaktor gyanta keletkezik.

A fenolformaldehid polimer (92. ábra) a fenoplasztok alapját képezi. Hőálló, vízben és szerves oldószerekben nem oldódó anyag. Jó elektromos szigetelő, ezért villamos készülékek alkatrészeinek készítésére használják. A fenoplasztok és a famegmunkálás melléktermékeinek keverékét építkezésen, de legnagyobb mennyiségben a bútorigar használja bevonólapok gyártására. A fenoplasztok töltőanyagaként szolgál még a gyapotrost és a kaolin is. A fenolformaldehidből nagy szilárdságú üvegszálal anyagot állítanak elő, amely a polimer mellett üvegrostot vagy üvegszövetet is tartalmaz.

**92. ábra**  
A fenolformaldehid-polimer makromolekulájának részlete



Egyes fenoplasztok hátránya, hogy ugyan nem nagy mennyiségben, de toxikus anyagot választanak ki.

**Polimerhulladékok és a környezet.** Az utóbbi évtizedben egyre több polimer fólia és elhasznált műanyagtermék kerül a környezetbe (93. ábra). A természet nem képes lebontani eze-

**93. ábra**  
Hulladéklerakó



**Érdekes tudnivaló**  
A háztartási hulladék tömegének több mint 10%-a szintetikus polimerekre és műanyagokra esik.

ket a hulladékokat. Ezek újrahasznosítása megoldásra váró, aktuális környezetvédelmi feladat.

A fejlett országokban az elhasznált polimerek és műanyagok egy részét beolvasztják és fóliákat, göngyöleget, különböző eszközöket készítenek belőle, míg a fennmaradó részt szerves vegyületek előállítására, éghető gázkeverékek gyártására hasznosítják. Néha a polimermaradékokat megőrölik és adalékként használják az építőiparban. Egyes műanyag hulladékok elégetésével hőenergiát termelnek. Ukrajnában a polietilén-hulladékból melegházhoz használható fóliát gyártanak. A polietilén zacskók helyett egyre több helyen papír- vagy cellulózhulladékból készült csomagolóanyagokat használnak (ezeket viszonylag könnyen lebontják a mikroorganizmusok a természetben).

## ÖSSZEFOGLALÁS

A műanyagok olyan mesterséges úton polimerekből gyártott anyagok, melyek melegítésük és az ezt követő hűtésük után is megtartják alakjukat. A műanyagok adalékanyagokat is tartalmaznak, melyek javítják tulajdonságaikat.

Hőre lágyuló polimerek a polietilén, a polipropilén, a polivinilklorid, a polisztirol; míg a fenolformaldehid-gyanta lehet termoplasztikus, de lehet termoreaktív is.

A polimerekből készült termékeket széleskörűen használják a háztartásokban, műszaki eszközöknél, építőiparban, gyógyításban és más területeken.

A környezet szintetikus polimerek által okozott egyre növekvő szennyeződése komoly ökológiai problémává vált.





234. Milyen polimerek képezik a műanyagok alapját? Írjátok le a képleteit.
235. Hat-e a polimer szerkezete a tulajdonságaira? Válaszotokat indokoljátok.
236. Nevezzétek meg a műanyagok használatának előnyeit és hátrányait.
237. A polivinilacetát (az üzletben vásárolható PVA ragasztó összetevője) a következő képlettel írható le:  $(-\text{CH}_2-\underset{\text{X}}{\text{CH}}-)_n$ , ahol X –  $\text{CH}_3\text{COO}-$  csoport. Írjátok le a polivinilacetát keletkezésének polimerizációs reakcióját.
238. Számítsátok ki a polivinilkloridban lévő elemek tömegrésztét.
239. Internetforrások alapján készítsetek rövid előadást a szerves üvegnek nevezett polimerről és alkalmazási köréről.

## 33

### A kaucsuk és a gumi

#### E téma tananyaga segít nektek:

- elképzelést alkotni a kaucsukról és a gumiról;
- megismerkedni a gumigyártás technológiájával;
- tisztázni a kaucsuk és a gumi tulajdonságait;
- ismereteket szerezni a gumihulladékok hasznosításának módjairól.

A **kaucsuk** növényi eredetű vagy mesterségesen előállított polimer, melyből gumit állítanak elő.

A kaucsukra a nagyfokú elasztikusság jellemző, vagyis az a képessége, hogy deformálás után visszanyeri eredeti alakját. A nyers kaucsuk azonban hőmérséklet hatására igen érzékeny: melegítés vagy  $-50^\circ\text{C}$  alá történő hűtés után elveszítik ezt a tulajdonságukat. A kaucsuk vízhatlan, kopásálló, jó elektromos szigetelőképeséggel rendelkezik.

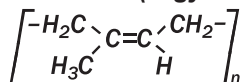
Megkülönböztetnek természetes és mesterségesen előállított kaucsukot.

A természetes kaucsuk néhány növény nedvében is fellelhető. Ez a tejszerű nedv a kaucsuk vizes emulziója (94. ábra).

**94. ábra**  
A heveafa csapolása



**A természetes kaucsuk makromolekulái izoprén-egységekből épülnek fel. A hosszú szénláncban a CH<sub>2</sub>-csoportok a kettős kötések mentén végig egy oldalon helyezkednek el (vagyis cisz-szerkezetű):**



A természetes kaucsuk fehér színű, könnyebb a víznél, oldódik a benzinben, a benzolban és egyes szerves oldószerekben. A természetes kaucsukot lassan oxidálja a levegő oxigénje. Az oxidáció megakadályozása érdekében a növényi nedvekből frissen lecsapolt polimert (latexet) híg savoldatokkal (hangyasav, ecetsav) kezelik, vízzel mossák, majd a vizet eltávolítva jutnak a nyers kaucsukhoz. A folyamatok eredményeként a kaucsuk sárgás színűvé válik (95. ábra).

Az összes természetes óriásmolekulájú vegyület közül csak a kaucsuk rendelkezik nagyfokú rugal-

**95. ábra**  
A természetes kaucsuk nagyüzemi feldolgozása



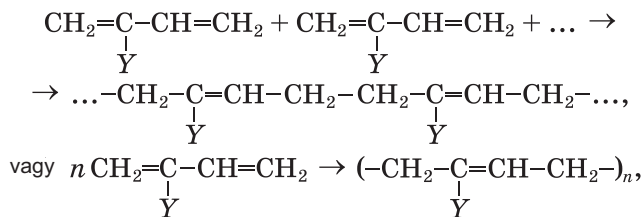
massággal. A kaucsuknak ez a tulajdonsága azzal kapcsolatos, hogy az óriásmolekulák egymással összegubancolódva helyezkednek el benne, amelyek húzás hatására kinyúlnak és valamelyest elrendeződnek egymás mellett. Ha viszont elengedik, úgy a makromolekulák visszanyerik eredeti alakjukat és a kaucsuk a kezdeti méretét veszi fel. Erősebb húzásra a makromolekulák elválhatnak egymástól, így a kaucsuklemez szétszakítható

**Szintetikus kaucsukok.** A járműipar rohamosan növekvő nyersanyagigényét természetes kaucsukkal már nem tudják fedezni. Ezért a természetes kaucsuk helyettesítésére a kutatók mesterségesen állítottak elő kaucsukot, amelyet széleskörűen alkalmaznak a legkülönbözőbb területeken.

A mesterséges kaucsuk többségét diénszénhidrogénből állítják elő, melynek molekulájában két kettős kötés található (54. old.). A monomerektől függően megkülönböztetnek butadién-, izoprén- (a természetes kaucsuk analógja), kloroprén- és más kaucsukot. A kaucsuk előállítására szolgáló polimerizációs reakciók többsége katalizátorok jelenlétében megy végbe. A mesterséges kaucsuk előállításának általános vázlatja:

### Érdekes tudnivaló

A butadién-sztirolkaucsuk kétfajta monomer polimerizációjának a terméke



ahol az **Y** – lehet H (ekkor a monomer buta-1,3-dién, a polimerje pedig a butadiénkaucsuk vagy polibutadién); ha **Y** – CH<sub>3</sub> (a monomer az izoprén, a polimerje izoprénkaucsuk vagy poliizoprén); ha **Y** – Cl (a monomer kloroprén, a polimer – kloroprénkaucsuk vagy polikloroprén).

► Írjátok fel a buta-1,3-dién polimerizációját.

**Kémiai tulajdonságok.** Mivel úgy a természetes, mint a mesterségesen előállított kaucsuk

makromolekulájának szerkezetében kettős kötés található, így mindkettőre jellemző a hidrogén-, a halogén- és a hidrogénhalogenid addíciója. Hevítés hatására a kaucsuk depolimerizálódik, és a bomlás terméke a megfelelő monomer.

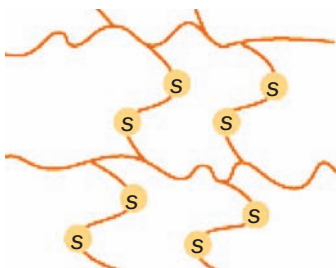
A természetes és a mesterséges kaucsuk a gumigyártás alapanyaga.

**A gumi.** A természetes és a mesterségesen előállított anyagok közül a gumi a legrugalmasabb. Igen nagy mennyiségben használják fel autógumik gyártására (96. ábra).



**96. ábra**  
Gumiabroncs-ter-  
mékek a gyártó-  
szalagon  
(Roszava, Bila  
Cerkva)

A gumigyártás technológiájának legfontosabb eleme a vulkanizáció, ami nem más, mint a kaucsuk kénnel való hevítése. A vulkanizálás előtt a nyers kaucsukhoz töltőanyagokat (pl. agyag, korom, kréta, szilikát), színezékeket, öregedésgátlókat és konzerválószerkeket kevernek. Ezután összegyűrjék néhány százalék kénporral, majd hevítik. Vulkanizáláskor a szomszédos molekularészletek kettős kötései néhány helyen felszakadnak és a szénatomok a kénatomokkal alakítanak ki kötéseket. Így a kénatomok az  $-S-$   $-S-$  (úgynevezett kénhidakkal) összekapcsolják a szomszédos láncokat, és ezáltal térhálós szerkezetet alakítanak ki (97. ábra). Eközben a makromolekulában található kettős kötések egy része megmarad.



**97. ábra**  
A kénhidakkal  
összekapcsolt  
szénláncok a  
gumi szerkezeté-  
ben

Ha a ként fölös mennyiségben veszük, akkor az összes kettős a szénláncok egymáshoz kapcsolódására használódik el, és egy szilárd, nem nyújtható, termoreaktív anyag, ebonit keletkezik (98. ábra). Az ebonitból elektrotechnikai kellékeket, kémiai felszereléseket állítanak elő.



98. ábra  
Ebonit rúd

Felhasználástól függően különböző rendeltetésű gumi létezik. Vannak hő- és fagyálló (nyári és téli autógumik), benzin- és kőolajálló (töltőállomások tankolócsövei), sav- és lúgálló, valamint röntgensugárzásnak ellenálló gumifajták.

**A kaucsuk és a gumi tulajdonságainak összehasonlítása.** A kaucsuk elasztikus vegyület, a gumi elasztikus anyag.

Sem a kaucsuk, sem a gumi nem oldódik vízben. Ha felaprított kaucsukot, illetve gumit szerves oldószerbe (benzolba) helyezünk, akkor egy nap elteltével a kaucsuk kolloid oldatot képezve feloldódik, míg a gumi csak megduzzad, vagyis magába szívja a szerves oldószert.

A kaucsuk makromolekulájában található kettős kötéseknek köszönhetően halogéneket addicionálhatnak. Így például a kaucsuk benzolos kolloid oldata elszínteleníti a brómos vizet. A kaucsuk termikus bomlásának termékeként telítetlen szénhidrogént kapunk.

**A gumi kéntartalma kémcsőben való hevítésével és a keletkező gáz réz(II)-nitrát oldatába**

**való bevezetésével bizonyítható. Hevítés hatására a gumi kéntartalma kénhidrogén formájában távozik, aminek hatására a kék színű oldatban CuS fekete csapadék keletkezik.**

Kémiai laboratóriumban végzett munka során figyelembe kell venni, hogy a gumból készült eszközöket (dugókat, csöveket) roncsolja a salétromsav és a tömény kénsav. A híg sósav és a lúgoldatok gyakorlatilag nem hatnak a gumira.

**A kaucsuk és a gumi alkalmazása.** A szintetikus izoprén-kaucsuk tulajdonságaiban megegyezik a természetes kaucsukkal. Az abból készült gumit nagy szilárdság és rugalmasság jellemzi. Ezért gumiabroncsokat, szállítószalagokat, lábbeliket, orvosi és sport termékeket, szigetelőanyagokat gyártanak belőle.

A kloroprén-kaucsuk nem ég, hő- és fényálló, nem roncsolják a kenőanyagok, levegőn nem oxidálódik. Ennek köszönhetően a belőle készült gumit kőolajjal és kőolajtermékekkel érintkező berendezésekben használják. A fluortartalmú kaucsukra jellemző a vegyi- és hőállékonyság, ezért 300°C hőmérséklet fölött is lehet használni.

A gumi fő alkalmazási területe az autógumik gyártása. Gumikészítményeket használnak az iparban, a technikában, az egészségügyben, a háztartásban.

**Gumihulladékok és a környezet.** A gumihulladékok tömegének mintegy 90%-át az elhasznált autógumik teszik ki, a többi az elhasznált műszaki és háztartási eszközökre, régi lábbelikre jut.

A gumihulladékok, a műanyagokhoz hasonlóan, nem bomlanak el a természetben. Sajnálatos módon nagyobb részük a környezetbe kerül. Feldolgozásuk (előbb porrá őrlik) égetés, illetve különleges egységekben<sup>1</sup> történő hőbontás útján történik. Első esetben – hőenergia termelése céljából (a gumiégetés és a kőszénégetés során kelet-

### **Érdekes tudnivaló**

Európában az elhasznált autógumik mintegy felét újrahasznosítják.

---

<sup>1</sup> A gumi levegőn való égetése során nagyon sok mérgező vegyület keletkezik.

kezett hőmennyiség majdnem azonos); a második esetben a porrátört gumiból granulátumokat készítenek, amit a későbbiekben visszatölthetik újabb gumitermékekbe. Gumihulladékokból készítenek a szennyvizek tisztításánál használatos adszorbenst, felhasználják szigetelőanyagként, autópályák burkolatának gumírozásához, ragasztó hozzáadásával járőfelületet is készíthetnek belőle (pl. játszóterek, sportpályák borítására).

## ÖSSZEFOGLALÁS

**A kaucsuk olyan polimer, melyből gumit állítanak elő. A kaucsukra jellemző a nagyfokú elasztikusság, vagyis az a képessége, hogy deformálás után visszanyeri eredeti alakját.**

**A kaucsukok többsége két kettős kötést tartalmazó diénszénhidrogén polimerje. Megkülönböztetnek természetes és mesterségesen előállított kaucsukot.**

**A gumi a kaucsuk vulkanizációjának terméke. Ezt az elasztomert széleskörűen alkalmazzák számos területen. A gumihulladékok feldolgozása és hasznosítása az egyik legidősebb környezetvédelmi probléma.**

## ?

240. Jellemezzétek a kaucsuk tulajdonságait.
241. Mi a vulkanizálás folyamata?
242. Miben különbözik a kaucsuk és a gumi, a gumi és az ebonit?
243. Nevezzétek meg a kaucsukok alkalmazási területeit.
244. Internetes információforrás felhasználásával készítsetek rövid beszámolót
  - a) a kaucsuk nevének eredetéről;
  - b) a gumi felfedezésének történetéről;
  - c) a linóleum feltalálásáról.
245. Nevezzétek meg a legfontosabb szintetikus kaucsukokat, és írjátok le a kémiai képleteiket.
246. Írjátok le azt a polimerizációs reakciót, melynek eredményeként kloroprén-kaucsuk keletkezik.
247. Számítsátok ki a klór tömegrészét a kloroprén-kaucsukban.

# 34

## A természetes és mesterséges szálak

### E téma tananyaga segít nektek:

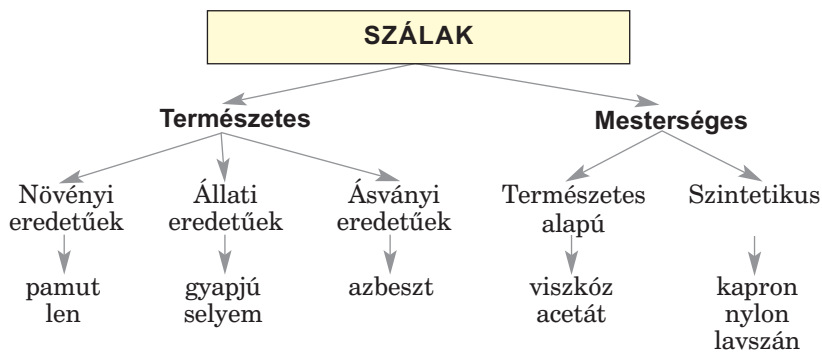
- elképzelést alkotni a természetes és a mesterséges szálakról;
- különbséget tenni a természetes alapanyagú és a szintetikus szálak között;
- megismerni a szálak alkalmazási területeit.

**Szálaknak** nevezzük a természetes, illetve szintetikus polimerekből előállított hosszú rugalmas anyagot, amelyet fonal vagy textil készítéséhez használnak.

Megkülönböztetnek természetes és mesterséges szálakat (7. vázlat).

7. vázlat

### Szálak csoportosítása



**Természetes szálak.** A növényi rostok a növények szárában (háncsrostok: pl. a len) és levelében (levélrost: pl. a kender), valamint a magban található (magszálak: pl. a gyapot) (99. a, b ábra). Alapjukat a cellulóz képezi.

Az állati szálak fehérjepolimerek. A gyapjú nagyobb része a birkatenyésztésből, a juhok testét borító szőrből származik. A selyemszál a selyemhernyó különleges mirigyvázadéka (99. c ábra).

A lennek és a gyapotrostnak nagy a hőállósága és jók a mechanikai tulajdonságai (100. a ábra).



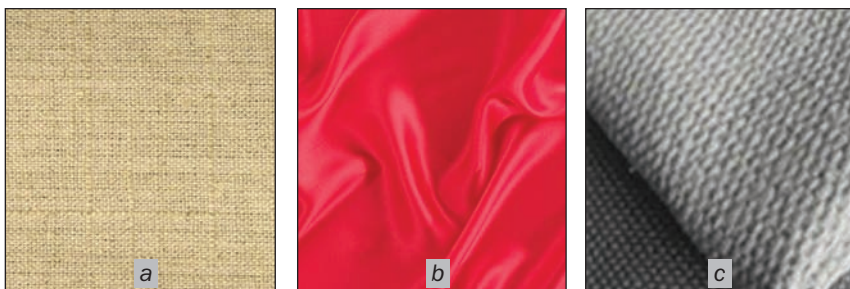


**99. ábra**  
Len (a),  
gyapot (b),  
selyemgubó (c)

A gyapjúrostok magas fokú rugalmasságukkal, a selyem nagy szakítószilárdságával és jellegzetes fényével tűnik ki (100. b ábra).

► Nevezétek meg az említett természetes szálak alkalmazási területeit.

Az azbeszt – ásványi rost (100. c ábra), szűrőket, ponyvát, védőöltözethez textíliát, hullámpalát, különleges papírt, illetve kartont, hő- és elektromos szigetelést készítenek belőle.



**100. ábra**  
Természetes  
szálakból készült  
anyagok:  
a – len-szövet;  
b – selyem;  
c – azbeszt.

A **vegyi-** vagy **műszálakat** lineáris szerkezetű polimerekből állítják elő. Ezeket a polimereket megolvasztják vagy szerves oldószerben feloldják, majd a képződött oldatot szálképző rózsákon engedik át, ezután szilárdítják, nyújtják, mossák. Így jönnek létre a hosszú vékony szálak (101. ábra).

A vegyi szálaknál megkülönböztetnek műszálakat és szintetikus szálakat.

A **műszálakat** természetes alapanyagból, többnyire cellulózból állítják elő. Ezeknek több elő-



**101. ábra**  
Szálak gyártása



**102. ábra**  
Szintetikus szálak:  
a – viszkóz-szál; b – acetát-szál

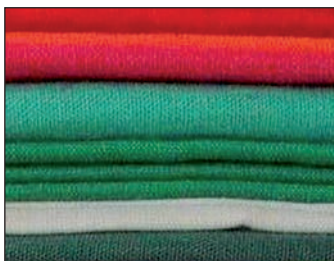


nyük is van: úgy gyártásukban, mint a belőlük készült anyag tulajdonságaiban.

A legfontosabb műszálakhoz tartozik a *viszkóz-* és az *acetátszál* (102. ábra). A viszkózszál alapját a cellulóz, az acetátszálét a cellulóz acetát-észterei képezik.

A **szintetikus szálakat** vegyi úton szintetizált szerves vegyületekből állítják elő. Ide tartoznak a polipropilén, a polivinilklorid-, a poliamid-, a poliészter-, és más szálak. A természetes szálakkal szembeni előnyük, hogy nagyobb a szakítószilárdságuk, formatartóak, tartósabbak, ellenállnak a mikroorganizmusoknak. Hátrányuk az alacsony fokú higroszkopikuság (csekély vízfelvételük miatt rosszak a higiéniai tulajdonságaik), a dörzsselektromosság. Ezeknek a hiányoknak a kiküszöbölése érdekében a szintetikus szálakhoz természetes szálakat és antisztatikus anyagokat adnak.

A *terilén (lavszán) poliésztertípusú szál*. A gyapjúra emlékeztet, de jobb a szakítószilárdsága (103. ábra). A belőle előállított készítményeket nem kell vasalni.



**103. ábra**  
Terilénből készült szövetek

A terilén (lavszán) hőálló, nehezen gyulladó, nem elszenesedő anyag. Szerves oldószerekben nem oldódik, a savak és a lúgok roncsolják. A belőle készült fonalak (104. ábra) higroszkopikusága gyenge, ezért gyapot- és lenrosttal vagy gyapjúszállal keverve használják.

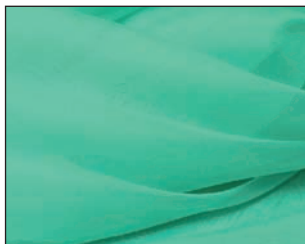
**104. ábra**  
Poliészterből  
készült cérnák  
és nyakkendők



A poliészter-textileket benzin- és kőolajálló csövek, kötelek, halászati vonóhálók készítésére használják, elektromos szigetelőanyagokat, vitorlákat, dekorszöveteket, kötöttáru, műprémet, takarókat állítanak elő belőle, alkalmazzák az autógumigyártásban.

A kapron és a nylon poliamidalapú szálak. Erős szakítószilárdsággal rendelkeznek, ellenállnak az alacsony hőmérsékletnek, vegyállóak (csak a szerves savak roncsolják), könnyen színezhetőek. Kapronszálakból köteleket, halászhalókat, különböző szöveteket készítenek (105. ábra). A nyilonszálakat más fonalakhoz adagolják: felhasználják sportruhák anyagához, padlószőnyeg gyártásához.

**105. ábra**  
Kapronból  
készült cérnák  
és kelme



## ÖSSZEFOGLALÁS

Szálaknak nevezzük a természetes, illetve szintetikus polimerekből előállított hosszú rugalmas anyagot, amelyet fonal vagy textil készítéséhez használnak.

Megkülönböztetnek természetes és mesterséges szálakat. A növényi rostok alapanyaga a cellulóz, az állati szálak fehérjealapúak. A vegyi szálakat (műszálak vagy szintetikus szálak) lineáris szerkezetű polimerekből állítják elő.

A szálakat különböző szövetek, kötelek, technikai anyagok gyártására használják.

?

248. Nevezzétek meg a legfontosabb természetes szálakat.
249. Milyen előnyei és hiányosságai vannak a szintetikus szálaknak a természetessel összehasonlítva?
250. Fejtsétek meg a sportdzseki címkéjén található jelöléseket (106. ábra). Ehhez használjátok fel a *Szövetek vasalása* szövegrészben található információt, illetve nézzetek utána az interneten.

**106. ábra**  
Szövetek kezelési útmutatójának jelei



ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA

### Szövetek vasalása

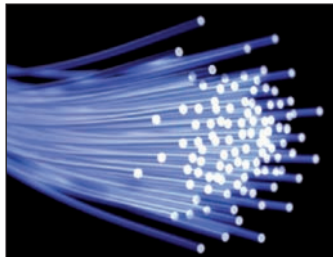
Ismeretes, hogy a természetes és a szintetikus szálaknak különböző a hőállóságuk. Ezért vasalás előtt a vasalón levő szabályozó kapcsolóval beállítjuk azt a maximális hőmérsékletet, amelyen még nem roncsolódik (nem olvad, nem ég) az anyag. A szintetikus szálak nem hőállóak, ezért a belőlük készült szöveteket vagy nem vasalják, vagy csak alacsony, 120°C alatti hőmérsékleten. Ezt a hőmérsékletet egy pont jelzi a vasaló szabályozóján és a szövethez mellékelte kezelési útmutatón. A selyem és a gyapjú 160°C hőfokot bír ki (ezt két

ponttal jelzik a vasalón). Legnagyobb hőállósággal a lenrostból és gyapotból készült szövetek rendelkeznek. Vasalásukkor a vasaló hőfoka meghaladhatja a 160°C fokot (ezt három ponttal jelzik a vasalón).

ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA

### Optikai szálak

A korszerű technológiák és eljárások alapján készült anyagok között különleges helyet foglalnak el a nagyfokú átlátszósággal rendelkező szálak, amelyek igen nagy távolságra továbbíthatják a fénysugarakat a teljes belső visszaverődés jelenségének köszönhetően. Ezeket az anyagokat optikai szálaknak nevezzük (107. ábra). Kvarcból, speciális üvegből (fluorid- vagy foszfátüveg), szerves polimerekből készítik. Az optikai szálak felhasználása igen sokrétű. Az optikai szálak kommunikáció a továbbított információ mennyiségét és gyorsaságát tekintve nagyságrendekkel megelőzi az elektronikus eszközökkel végzett adatközlést. Az optikai szálak alkalmazása az orvostudományban lehetővé teszi a szervezet bármely zugába történő betekintést és a belső szervek működésének képernyőn történő megfigyelését sebészeti beavatkozás nélkül. Száloptikán alapszik a környezet különböző fizikai paramétereinek mérésére szolgáló érzékelő készülékek működése. Az optikai szálakat díszkivilágításra is használják.



**107. ábra**  
Optikai szálak

# 6. rész

## A szerves anyagok egymássá való átalakulása.

### Szerves vegyületek az ember és a társadalom életében

A szerves vegyületeket egyesíti az eredetük. Ezért nem meglepő, hogy kapcsolatok léteznek közöttük és különböző lehetőségek az egymásba való átalakulásokra.

A szerves anyagok világa nem választható el mindannyiunktól. Rengeteg, az élő szervezetek számára szükséges anyag van köztük. Egyre több szerves vegyületet és alapuló anyagot használnak a mindennapi életben. A tudósok eredményei a szerves kémia területén nagymértékben hozzájárulnak a társadalom fejlődéséhez, lehetővé teszik a civilizáció globális problémáinak megoldását.

---

## 35

### Származási kapcsolatok a szerves anyagok között

---

**E téma tananyaga segít nektek:**

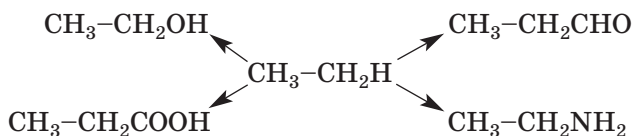
- rendszerezni ismereteiteket a szerves anyagok összetételéről;
- általánosítani a szerves vegyületek egymásba való átalakulására vonatkozó információkat.

### Érdekes tudnivaló

A szerves fémvegyületek molekuláiban a szén és a fématomok között kovalens kötés van.

**A szerves vegyületek összetétele.** Tisztában vagytok vele, hogy bármely szerves anyag a szénnek a vegyülete. Összetételük alapján a legegyszerűbbek a szénhidrogének, amelyek a szén hidrogénnel alkotott vegyületei. Az oxigéntartalmú szerves vegyületek – alkoholok, aldehidek, karbonsavak, szénhidrátok, zsírok – három elemből állnak. Molekuláik a szén és a hidrogén atomokon kívül még oxigénatomokat is tartalmaznak. Az aminok a szén, a hidrogén és a nitrogén vegyületei, az aminosavak és fehérjék molekulái azonkívül még oxigénatomokat tartalmaznak.

A szénhidrátokat a szerves vegyületek szerkezeti alapjának lehet tekinteni. Ha a szénhidrogén molekulájában helyettesítünk egy hidrogénatomot funkciós csoporttal – hidroxil-, aldehyd-, karboxil- vagy aminocsoport – alkohol, aldehyd, karbonsav vagy amin molekuláját kapjuk:



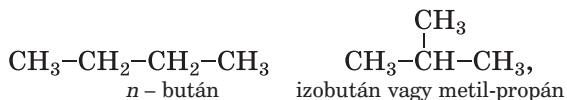
Több hidrogénatom is helyettesíthető ugyanolyan számú funkciós csoporttal.

- Melyik telített szénhidrogéntől származik a glicerin? Vessétek össze mindkét molekula összetételét.

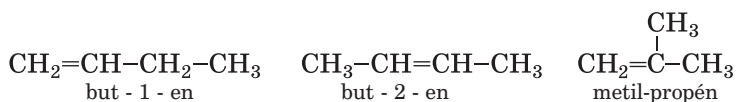
A szerves vegyületek osztályokba sorolhatók. A vegyületek minden egyes osztályát homológ sorok alkotják. A homológ sor egyforma minőségi összetételű anyagok csoportját foglalja magába, amelyek tagjai egy vagy több  $\text{CH}_2$ -csoporttal különböznek egymástól. A szénhidrogének között megkülönböztetjük a metán (1. táblázat, 29. oldal), az etén homológ sorát és másokat. Vegyületek, amelyek az etin homológ sorát kezdik:



Vannak olyan anyagok is, amelyek molekuláinak a minőségi és mennyiségi összetétele egyforma, de a szerkezetük eltérő. Tudjátok már, hogy ezeket a vegyületeket izomereknek nevezik. A telített szénhidrogének izomereiben a szénatomok különböző sorrendben kapcsolódnak egymáshoz:



a telítetlen szénhidrogének molekulái különbözőhetnek még a többrendű kötés helyzetében:



Az izomerek száma az oxigén- és a nitrogéntartalmú szerves vegyületekben nő a funkciós csoportok eltérő elhelyezkedésének lehetősége miatt.

► Szerkesszék meg a propanol izomerjeinek szerkezeti képletét.

A fentiek megerősítik a származási kapcsolatokat a különböző osztályú szerves vegyületek között, amelyek a szénhidrogénekből erednek. Ezek a kapcsolatok az egyes osztályokon belül is megnyilvánulnak – homológok, izomerek.

**A szerves vegyületek egymásba való átalakulása.** A szerves anyagok kémiai tulajdonságait tanulva, megismerkedtek a jellemző reakciókkal és körülményeikkel.

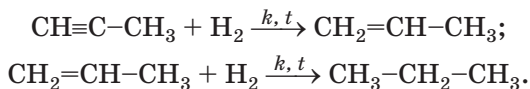
A telített szénhidrogénekből telítetleneket állítanak elő – alkéneket, alkineket.

► Nevezzék meg az etán dehidratációjának a termékeit.

Bármely telítetlen szénhidrogén reakcióba lép a hidrogénnel, aminek következtében az



alkinből alkén, az alkénből pedig alkán keletkezik



Más telítetlen vegyületekre is jellemzőek a hasonló átalakulások, például a karbonsavakra, amelyek szénláncában kettős kötés van.

A szénhidrogénekből oxigéntartalmú szerves vegyületeket lehet előállítani. Például, az alkének vízzel való reakciója során alkohol keletkezik.

► Írjátok le a but - 2 - en nevű szénhidrogén hidratációjának reakcióegyenletét.

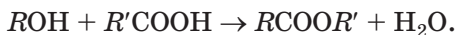
Ismeritek a különböző osztályú oxigéntartalmú vegyületek egymásba való átalakulását. Így az alkohol részleges oxidációja során aldehid keletkezik, az aldehidek oxidálásával pedig karbonsavat állítanak elő:



Másrészről az aldehid redukciója alkoholt termel (a reakció katalizátor jelenlétében történő melegítéskor megy végbe)

► Állítsátok össze az etanal hidrogénnel való redukációjának sémáját.

Az alkoholok és a karbonsavak reakciója során észterek keletkeznek:

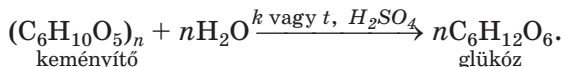


Ez az észterezési reakció. Bizonyos körülmények között ez a reakció megfordítható; a fordított reakció során az észter vízzel reagálva alkoholt és savat képez. A zsírok melegítés és nagy nyomás vagy katalizátor hatására úgyszintén hidrolizálnak; így állítják elő a háromértékű alkoholt – a glicerint és a hosszabb szénláncú karbonsavakat<sup>1</sup> (133. oldal).

---

<sup>1</sup> Lúgos közegben a sóikat

A szénhidrátok számára is jellemző az egymásba való átalakulás. Megfelelő körülmények között víz hatására a poliszacharidokól (keményítő, cellulóz) vagy diszacharidból (szacharóz) monoszacharidokat lehet kivonni (glükóz, fruktóz):



A szénhidrátok enzimek vagy mikroorganizmusok hatására erjednek. Ezeknek a reakcióknak a termékei a szerves anyagok más osztályaihoz tartoznak – alkoholok, karbonsavak (23. §).

A nitrogéntartalmú szerves vegyületek úgyszintén képesek az egymásba való átalakulásra. A fehérjék az élő szervezetekben aminosavakra bomlanak, amelyek reakciója során más fehérjék keletkeznek.

Léteznek olyan átalakulások, amelyek során a szerves anyagok minőségi (elemi) és mennyiségi összetétele nem változik. Ezeket izomerizációs és polimerizációs reakcióknak nevezzük.

► Írjátok le az *n*-bután izobutánná való átalakulásának egyenletét.

Az etén és más telítetlen szerves vegyületek polimerizációs reakciói során polimerek és gumik keletkeznek (31., 33. §). Megvalósíthatók a fordított reakciók is: ha légtelen közegben hevítjük a polimert, monomerek képződnek (30., 33 §).

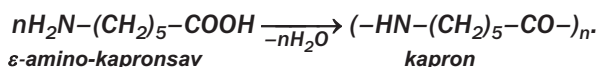
Egyes szerves anyagok, amelyek molekulái funkciócsoportokat tartalmaznak, polikondenzációs reakciókba képesek lépni (31. §). Az ilyen reakció terméke olyan polimer, amely makromolekuláinak össztömege kisebb, mint a monomer molekulái tömegének az összege.

### Érdekes tudnivaló

Az izomerizációs szokatlan példája – szervesetlen vegyület (ammónium-cianát) átalakítása szervesé (karbamid):



**Polikondenzációs reakciót alkalmazva termelik a kapront. A folyamat egyszerűsített sémája:**



Következésképpen, a szerves anyagok egymásba való átalakulása bizonyítja a köztük lévő kapcsolatokat.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A különböző osztályokba tartozó szerves vegyületek a szénhidrogénekből származnak. Funkciós csoportokkal helyettesítve a hidrogénatomokat, a szénhidrogének molekuláiban levezethetők a kémiai képletek. A szerves anyagok közötti kapcsolatok a szerves vegyületek osztályainak, homológ sorok, izomerek létezésével magyarázhatók.

A szerves anyagok egymásba való átalakulásának sok típusa ismert. Hozzájuk tartoznak a helyettesítés, izomerizáció, hidrolízis, oxidáció és redukció, polimerizáció és polikondenzáció, valamint a telítetlen vegyületek addíciós reakciói.

## ?

251. Miért a szénhidrogéneket számítják a szerves kémia alapjának?
252. Milyen típusú részecskéket tartalmaz a legtöbb szerves vegyület?  
Milyen szerves vegyületek tartalmaznak más részecskéket?
253. Próbáljátok meg jellemezni:
- a) az egyértékű alkoholt és fenolt, mint a vízből származó vegyületeket;
  - b) az aminosavakat, mint a karbonsavak származékait.
254. Írjátok le a reakciók egyenleteit, amelyek során halogéntartalmú szerves vegyületek keletkeznek:
- a) alkánokból;
  - b) alkénekből.
255. Milyen reakciók segítségével lehet:
- a) alként alkohollá átalakítani;
  - b) alkoholból alként előállítani?
- Írjátok le a reakciók egyenleteit a szerves vegyületek általános képletét alkalmazva.
256. Írjátok le átalakulási sorok számára a reakciók egyenleteit:
- a) alkán → alkén → alkin → arén;
  - b) alkohol → aldehid → sav → észter;

- c) aminosav → dipeptid;  
d) diszacharid → monoszacharid → alkohol;  
e) poliszacharid → monoszacharid;  
f) polimer → monomer;  
g) monomer → polimer (kaucsuk).
257. Az  $Al_4C_3$  i  $CaC_2$  vegyületek vízzel való reakciója során metán és etin keletkezik. Írjátok le a kémiai reakciók egyenleteit.
258. Mennyi a szénhidrogénnek a hidrogénre vonatkoztatott relatív sűrűsége 29? Mindegyik vegyületet nevezzétek meg, és ábrázoljátok molekuláik szerkezeti képletét.
259. Vezessétek le a képletét és nevezzétek meg az egyértékű telített karbonsavat, amelyben a hidrogén tömegaránya 8,1%.
260. 20 g benzol szennyezést tartalmazó fenol- és brómvízfelesleg reakciója során 66,2 g halogéntartalmú szerves vegyület képződött. Számítsátok ki az aromás szénhidrogén tömegarányát a fenolban.

# 36

## Biológiailag aktív anyagok

### E téma tananyaga segít nektek:

- megtudni, milyen anyagokat neveznek biológiailag aktívaknak;
- tájékoztatást kapni a vitaminok típusairól és forrásairól;
- megérteni a vitaminok és enzimek szerepét a szervezetben.

Szervezetünknek nemcsak proteinek, zsírok, szénhidrátok szükségesek. Léteznek más szerves anyagok is, amelyek szükségesek a szervezet számára, amelyeket biológiailag aktívaknak nevezünk.

**A biológiailag aktív anyagok olyan anyagok, amelyek aktívan befolyásolják az élő szervezetekben végbemenő különböző folyamatokat.**

Az ilyen típusú legfontosabb anyagok közé a vitaminok, enzimek, antibiotikumok, alkaloidok,

hormonok tartoznak. Eredetileg ezeket a vegyületeket a természetben fedezték fel (elsősorban növényekben). Többségüket a kutatók laboratóriumokban kezdték előállítani. лабораториях.

A biológiailag aktív anyagok molekulái összetételükben és szerkezetükben is különböznek egymástól. Sok közöttük a nitrogéntartalmú vegyület. Molekuláik gyűrűket tartalmaznak, amelyeket a szénatomok mellett nitrogén és oxigénatomok alkotnak.

Számos gyógyszer biológiailag aktív anyagokat tartalmaz.

**Vitaminok.** A rendes életvitelhez az embernek a vízen, a fehérjéken, a zsírokon, a szénhidrátokon, a sókon kívül vitaminok is szükségesek<sup>1</sup>.

### A vitaminok szerves vegyületek, amelyek kis mennyiségben szükségesek az élő szervezetekben végbemenő fontos biokémiai és élettani folyamatok számára.

A vitaminmolekulák atomcsoportok szállítói, amelyekből a szervezetben enzimmolekulák képződnek (216. oldal). A vitaminok a zöldségtermékekben (108. ábra) és az állati eredetű élelmiszerekben találhatóak. Az emberi és állati szervezetben is kialakul némelyikük, de nem elegendő mennyiségben.

**108. ábra**  
A vitaminok forrásai a zöldségek és a gyümölcsök



Az ember vitaminigénye néhány mikrogrammtól néhány milligrammig terjed, C-vitaminból pedig 50-60 mg.

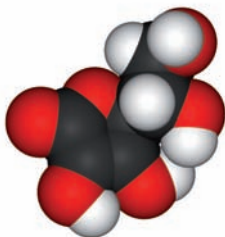
---

<sup>1</sup> A szó a latin *vita* – *élet*-és a szerves vegyületek egyik osztályának a nevéből – *aminből* származik, amelyekhez sok vitamin tartozik.

A vitaminok képlete és neve összetett. Elfogadott jelölésük nagy latin betűkkel (A, B, C stb.) történik, néha szám-indexekkel. A hasonló összetételű és hatású vitaminokat, ugyanolyan betűvel jelölik.

A vitaminok két csoportra oszthatók: vízben oldódó és zsírban oldódó vitaminok. Az utóbbiak sok szerves oldószerben oldódnak, de vízben nem. A szervezet zsírban oldódó vitaminokból sokkal kevesebbet (napi 1 mg-ig) igényel, mint a vízben oldódókból. A vitaminok oldhatósága meghatározza a szervezet általi elsajátítás mechanizmusát.

Vízben oldódó vitaminok. A C-vitamin (aszcorbinsav) az egyik legfontosabb vitamin. Kémiai képlete –  $C_6H_8O_6$  (109. ábra). Fehér, kristályos, savanyú anyag, oldódik vízben és alkoholban.



**109. ábra**  
Az aszcorbinsav molekulájának modellje

Az aszcorbinsav fokozza az ellenálló képességet a különböző fertőzésekkel szemben. A C-vitamin hiánya az élelmiszerben skorbutnak nevezett betegséget okoz; jellemző tünetei – gyengeség, fogínyvérzés.

A C-vitamin megtalálható a csipkebogyóban (körülbelül 1,5 g 100 g száraz gyümölcsben), a dióban (1,2 g), a fekete ribizliben (0,3 g), édes paprikában (piros – 0,25 g), a tormában, a citrusfélékben stb.

A B-vitaminok csoportját több vegyület alkotja. A B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub> és B<sub>12</sub> vitaminok erősítik az idegrendszert, szív- és érrendszert, elősegítik az energia felszabadulását az élelmiszer emésztése

## Érdekes tudnivaló

A B<sub>12</sub> vitamin kobaltot tartalmaz.

során, aktiválják az izmok munkáját, szabályozzák az oxidációs-redukciós folyamatokat a szervezetben. Ezeknek a vitaminoknak a hiánya meggátolja a szervezet fejlődését, ha pedig nincs belőlük elegendő, látási zavarokat, bőr- és nyálkahártya-betegséget okoz.

A B<sub>5</sub>-vitamin (vagy PP) két hasonló összetételű vegyület jelölése, amely elősegíti az idegrendszer és a pajzsmirigy működését, javítja a memóriát, fontos szerepet játszik a sejtekben végbemenő oxidációs-redukciós folyamatokban.

A B-csoportba tartozó vitaminok megtalálhatók a korpában, az élesztőben, a kenyérben, a gabonafélékben, a diófélékben, a babban, a tejben, a tojásban, a májban, egyes zöldségekben, gyümölcsökben és bogyókban.

**Zsírban oldódó vitaminok.** Az A-vitamin (retinol) – C<sub>20</sub>N<sub>29</sub>OH képletű telítetlen egyértékű alkohol. Hozzájárul a szervezet normális fejlődéséhez, különösen a fiatalok esetében, növeli a fertőző betegségekkel szembeni ellenálló-képességet, elősegíti a látást. Ennek a vitaminnak a *hiánya tyúkvakságot okoz* – látási zavarokat alacsony fényviszonyok esetén. A retinol vagy észterei csak állati eredetű termékekben találhatóak – halolaj, máj (többek között tőkehal), tojássárgája, tej.

A D-vitamin kétféle formában létezik: D<sub>2</sub> és D<sub>3</sub>. Mindkettő napfény hatására keletkezik: D<sub>2</sub> – a növényekben, D<sub>3</sub> – az emberi bőrben. Szabályozzák a kalcium és a foszfor elsajátítását, elősegítik a csontok fejlődését és megakadályozzák az angolkór kialakulását. A tojássárgája, máj és a tejtermékek tartalmazzák ezeket a vitaminokat.

A zsírban oldódó vitaminok közé tartoznak az E-, K-vitamin és az F-vitamin is.

***Léteznek anyagok, amelyek az állatok és az ember-ek szervezetében vitaminokká alakulnak. Ezeket provitaminoknak nevezik. Ezek közül a karotin; sárgaré-pában, sütőtökben, paradicsomban, gyümölcsökben, bogyókban található és meghatározza narancs-sárga vagy vörös színüket. A szervezetben egy mole-kula karotiból két molekula A-vitamin képződik.***

### Vitaminok előállítása és felhasználása.

A vitaminokat kémiai reakciók, mikrobiológiai szintézis segítségével kapják, néhányukat természetes nyersanyagokból állítják elő.

A gyógyszergyárak olyan gyógyszereket állítanak elő, amelyek közös neve – multivitaminok. A legegyszerűbbek A-, B- és C-vitaminokat, valamint glükózt, cukrot, keményítőt, élelmiszer-színezékeket tartalmaznak. Egy vagy több tableta, kapszula biztosítja az ember napi vitamin-szükségletét. Ismert hazai multivitamin-készítmény a Revit, a Hexavit, a Decamerate (110. ábra).



110. ábra  
Vitamin-készítmények

Némely vitamint, elsősorban aszkorbinsavat, adalékként használnak italok, édességek, gyermek-élelmiszerekben.

A vitaminokra, mint a többi szerves anyagokra, jellemző, hogy hő hatására felbomlanak. Ezért főzés közben az optimális hőmérsékleti körülményeket és optimális időtartamot be kell tartani.

3Jelentős vitaminhiány miatt (a szervezetnek ezt az állapotát avitaminózisnak<sup>1</sup> nevezik) különböző betegségek alakulnak ki. A vitaminok túlzott használata hypervitaminózishoz<sup>2</sup> vezet, amelynek következményei szintén negatívak.

A vitaminok nemcsak az emberek számára szükségesek. Az állatok takarmányához is hozzá-

<sup>1</sup> A görög *a* – a szó kezdeti része, ami tagadást jelent.

<sup>2</sup> A kifejezés a görög *hyper* szóból ered – *fént, felette*.



adják azokat, amelyek a növényekben kis mennyiségben találhatóak – A, B12, D, E.

**Enzimek** – fehérje alapú anyagok csoportja, amelyek a szervezetben végbemenő biokémiai reakciókban a katalizátor szerepét játsszák. Enzimológia – a biokémia egyik ága, amely az enzimek kutatásával foglalkozik.

Az enzim szerepe egyszerűen az alábbiakkal magyarázható: első lépésben a szerves anyag molekulájával reagál, majd a reakció terméke reagál egy másik anyaggal és az enzim *felszabadul*.

Több mint kétezer enzimet ismernek. Növényekben, az állatok és emberek szervezetében alakulnak ki. Egyes enzimek felgyorsítják a fehérjék szintézisét aminosavakból, mások (proteáz) biztosítják a fordított folyamat – a fehérjék bontását aminosavakká. A lipáz katalizátorként biztosítja a zsírok hidrolízisét –átalakítja azokat glicerinné és zsírsavakká. Az amiláz hozzájárul a keményítőmolekulák bomlásához egyszerű szénhidrátok (monoszacharidok)molekuláira. A szervezetben az enzimhiányt az orvosok javaslatára enzimeket tartalmazó gyógyszerekkel pótolják.

Az enzimek részt vesznek az erjedési folyamatokban, amelyek a bor, sör, ecet, tejtermékek, erjesztett zöldség (111. ábra) termelésének alapját képezik. Az élesztőkben jelen levő enzimek miatt alkalmazzák a kenyér (111. ábra), más különböző liszttermékek előállításához.

Az enzimek tulajdonságait a külső körülmények befolyásolják. Kis hőmérsékletnövekedés hatására elkezdődik az enzimek bomlása, és elveszítik katalitikus aktivitásukat.

Az enzimeket állati és növényi alapanyagból, mikroorganizmusokból, testnedvekből (például a vér) vonják ki.

---

<sup>1</sup> Sok enzim nevének a végződése *-áza*.

**111. ábra**  
Az enzimek  
munkájának ered-  
ménye



*Az antibiotikumok<sup>1</sup> – olyan anyagok, amelyeket egyes mikroorganizmusok (penészgombák, baktériumok, gombák), növények szintetizálnak, antibakteriális és vírusellenes hatást fejtenek ki. Ezeknek a tulajdonságoknak a kimutatásához elegendő az antibiotikumok nagyon alacsony koncentrációja, például 1 mg/100 kg tömegű tápközeg, amelyben hatását kifejti. Az első antibiotikum, melyet az orvostudományban alkalmaztak, a penicillin volt. A huszadik század 40-es éveitől ezt az antibiotikumot tuberkulózis, tüdőgyulladás, számos fertőző és egyéb betegség kezelésére alkalmazták. Később hatékony penicillin-helyettesítőket vezettek be – tetraciklin, sztreptomycin, levomicetin.*

*A baktériumok az antibiotikumok alkalmazása során fokozatosan változnak és kevésbé érzékenyek lesznek rájuk. Ezen anyagok adagjának a növelése negatívan hat az emberi szervezetre; lehetséges allergikus reakció, gyengül az immunrendszer. Ezért az új antibiotikumok keresése fontos feladat azzal, hogy tanulmányozzák a hatásukat nemcsak a káros mikroorganizmusokra, hanem az emberi szervezetre is.*

*A legtöbb antibiotikumot kémiai reakciókkal állítják elő.*

## ÖSSZEFOGLALÁS

**A biológiailag aktív anyagok olyan anyagok, amelyek hatással vannak a szervezetben végbe-**

<sup>1</sup> A kifejezés a görög *anti-* előtagból és a *bios* – élet szóból származik.

menő különböző életfolyamatokra. Vitaminok, enzimek, antibiotikumok és némely egyéb szervesanyag-csoportok tartoznak hozzájuk.

A vitaminok kis mennyiségben elengedhetetlenek különböző biokémiai és élettani folyamatok létrejöttében. Vízben és zsírban oldódó vitaminokat különböztetnek meg. Legtöbbjüket étkezés közben jut a szervezetbe.

Az enzimek a szervezetben előforduló kémiai reakciók katalizátoraként működnek.

## ?

261. A szerves anyagok melyik csoportjait nevezik biológiailag aktívakkak?
262. Mi a vitaminok szerepe az emberek számára?
263. Nevezzetek meg néhány vízben és zsírban oldódó vitamint.
264. Számítsátok ki a B<sub>2</sub>-vitamin relatív molekulatömegét, ha a molekulája négy nitrogénatomot tartalmaz, és ennek az elemnek a tömegszázaléka 14,9%.
265. Milyen szerepet töltenek be a szervezetben az enzimek?

### ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA

#### Alkaloidok

Naponta teát és gyakran kávéat is iszunk. Ezek a népszerű italok egy koffein nevű biológiailag aktív anyagot tartalmaznak. A vegyület tömege a tealevéiben elérheti az 5%-ot, a kávébabban pedig 1,5% (112. ábra). A koffein a kóladióban is megtalálható, amelyből a Coca-Cola italokat készítik.



112. ábra  
Koffeinforrások

A koffein szilárd, vízben oldódó anyag. Egy csésze kávé vagy erős tea után az ember érzi az életerőt, a mentális és fizikai aktivitás növekedését. Így hat a koffein kis adagja a szervezetre. Ez a vegyület némelyik gyógyszer egyik összetevője.

A csokoládé és a tealevél egy másik biológiailag aktív anyagot tartalmaz, a teobromint. Ugyanúgy, mint a koffein, serkenti a szervezetet, értágító és görcsoldó hatású. A teobromin tömegszázaléka a kakaóbabban nem haladja meg a 2%-ot.

A koffein és a teobromin az alkaloidok<sup>1</sup> általános nevű vegyületek csoportjához tartozik. Ezek olyan nitrogéntartalmú szerves vegyületek, amelyek jelentősen befolyásolják a biológiai folyamatokat.

Több ezer alkaloidot ismernek. A magokban, a gyümölcsökben, a kéregben, a levelekben, az őshonos növényekben találhatóak. A legegyszerűbb alkaloidák molekulái szén- és nitrogéntartalmú gyűrűket tartalmaznak.

Az alkaloidokhoz tartozik a káros hatású nikotin. Kis mennyiségben a tüdőbe jutva izgató hatást vált ki. A dohányzás súlyos károkat okoz a szervezetnek, különböző, többek között daganatos, tüdő-, szív- és érrendszeri betegségekhez vezet.

# 37

## A szerves kémia szerepe az emberiség átfogó problémáinak megoldásában, új anyagok létrehozásában

### E téma tananyaga segít nektek:

- megérteni a szerves kémia szerepét a nyersanyagok feldolgozásában;
- megismerkedni a biotechnológiával;
- értékelni a szerves kémia szerepét az energia- és élelmiszerproblémák megoldásában, az egészségvédelemben, új anyagok létrehozásában.

<sup>1</sup> A kifejezés az arab *al-kali* (rét) és a görög *eidos* (faj) szavakból származik. Az alkaloidok, mint az aminosavak, bázisos tulajdonságúak.

### **Érdekes tudnivaló**

Az előrejelzések szerint az olaj és a gáz bizonyított tartalékai 50 évig elegendőek az emberiség számára.

Sok technológiai folyamat alapját a szerves anyagokat érintő kémiai reakciók képezik. Ezeket az olajfinomítás során metanol, etanol, ecetsav, egyéb szerves vegyületek előállításakor végzik. A szerves anyagok átalakítása a könnyűipari és az élelmiszeripari vállalatokon történik.

**A nyersanyagok feldolgozása és a szerves kémia.** Különböző technológiai folyamatok során szerves vegyületeket használnak. Gyakran a szénhidrogének alkotják a kémiai termelés alapanyagát. Tartalékai a természetben korlátozottak és nem helyreállíthatóak. Ezért ezt a nyersanyagot gazdaságosan igyekeznek alkalmazni és a feldolgozást a hasznos anyagok maximális hozamával biztosítani, amit a reakciók optimális körülményeinek a kiválasztásával igyekeznek megoldani. Hatékony technológiai folyamatok kidolgozása az egyik fő feladat, amelyet a vegyészek más szakemberekkel együtt igyekeznek megoldani.

Jelenleg az olajfinomítás nemcsak a desztilláció. A magas hőmérsékletű frakciókat – kerozin, gázolaj, fűtőolaj – magas hőmérsékleten nagy nyomás alatt, katalizátor jelenlétében átalakítják, a folyamatok neve krakkolás, reforming. Ilyen körülmények között a kémiai kötések a szénhidrogén-molekulák szénláncáiban szétszakadnak és új molekulák képződnek. Ennek eredményeképpen nő a benzin kiválása és minősége.

A termelés lehetetlen hulladék keletkezése nélkül. A feldolgozásuk összetett és maximálisan teljesnek kell lennie, a mérgező anyagok egyidejű teljes megsemmisítésével. A felhasznált vagy újrahasznosított hulladékot másodlagos anyagforrásoknak tekintik. Nagyon fontos a használt polimer- és műanyagtermékek újrahasznosítása (113. ábra), ami során újra polimereket állítanak elő.

**A szerves kémia és az energiaprobléma.** A földgáz- és az olajfinomítás termékei a világg-

**113. ábra**  
Műanyag-edények  
újrahasznosítás  
előtt



### **Érdekes tudnivaló**

A szén a gyúlékony ásványok tömegének körülbelül 80%-át teszi ki.

energetika hagyományos alapanyagai. Az olaj- és gázkészletek a bolygón folyamatosan csökkennek. Ezért az új energiaforrások keresésével együtt aktívan bevonják a szenet az energetikába, mivel a tartalékai sokkal nagyobbak a Földön.

Kémiai reakciók segítségével a szén egy részét éghető gázok keverékévé alakítják át. Különleges berendezésekben magas hőmérsékleten, korlátozott mennyiségű levegővel, vízgőzzel, széndioxiddal hatnak a szénre. A keletkező gázkeverékek szén(II)-oxidot, hidrogént és metánt tartalmaznak. Fűtőanyagként jelentős előnye van a szénnel szemben. A világ olyan technológiát is alkalmaz, amely által a szén hidrogén hatására folyékony üzemanyaggá alakul át. Terjed az olajpala felhasználása energia-nyersanyagként. Bizonyos technológiákkal a olajpalából kivonják a palagázt.

**A szerves kémia és az élelmiszerprobléma.** A bolygó lakosságának növekedése az élelmiszertermelés növekedését igényli. Azonban sok országban, amelyek többnyire fejletlenek, élelmiszerhiány van. A talajok idővel elveszítik termékenységüket, és a mezőgazdasági növényeket mind több betegség és kártevő támadja.

Az élelmiszerprobléma megoldására irányuló intézkedések között különböző anyagok használata szerepel, közöttük a peszticidek (növényvédő szerek) és gombaölő szerek a kártevőktől és

betegségek­ről való védelemre (114. ábra), valamint növekedésserkentők a növények számára. Ezek rendszerint szerves vegyületek vagy ezek keverékei. Az állattenyésztés termelékenységét növeli a fehérjetartalmú tápanyagok alkalmazása.

**114. ábra**  
Növényvédő  
szerek



Nem elégséges az élelmiszerek szükséges mennyiségben való előállítás. Biztosítani kell tárolásukat is. A szerves kémia területén dolgozó tudósok hatékony és mégis biztonságos tartósítószer­ek, stabilizátorok, emulgeálószer­ek keresésével foglalkoznak, a technológusok és mérnökök pedig az ipari termelésükkel.

**Biotechnológia.** Az elmúlt években az ipar és más termelési területek olyan technológiákat alkalmaznak, amelyek jelentősen eltérnek a hagyományostól. Különleges helyet foglal el közöttük a biotechnológia – a szerves anyagok átalakulása mikroorganizmusok vagy életermé­keik által.

Az ember által alkalmazott egyik első biotechnológiai folyamat, amelyet az ember alkalmazott, a borkészítés volt szőlőléből, más bogyók és gyümölcsök levéből. Tudjátok, hogy a szénhidrátok erjedését etanol képződésével az élesztő okozza, amely a gyümölcs felületén található. Más mikroorganizmusok részvételével a tej megsavanyodik erjedés következtében. Ezeket a folyamatokat széles körben használják az élelmiszeriparban.

A növények – megújuló természeti erőforrások. A biotechnológia segítségével egyre több

**115. ábra**  
Biogáz  
előállítás



ilyen nyersanyagot és mezőgazdasági hulladékot éghető gázok keverékévé – biogázzá dolgozzák át (115. ábra).

A biotechnológia magában foglalja a fertőző és egyéb betegségek megelőzésére és kezelésére szolgáló gyógyszerek előállítását. A környezetvédelem területén bizonyos baktériumok és mikroorganizmusok képességét – bomlasztani az olajat, a kőolajtermékeket, a mérgező vegyületeket ipari és háztartási szennyvízben – alkalmazzák. A biotechnológia eredményeit a mindennapi életben is használják. Például a korszerű mosószerek olyan adalékokat tartalmaznak, amelyek a szöveteken a szerves szennyeződések bomlasztják.

A biotechnológiák gazdaságilag életképesek és környezetbarátok. Azonban kifejlesztésük hosszadalmas és összetett kísérleteket igényel, mivel a mikroorganizmusokkal kapcsolatos folyamatok viszonylag lassan folynak le.

Ukrajna számára a legígéretesebb alkalmazási területe a biotechnológiáknak a mezőgazdaság, a gyógyszerészet és a bioüzemanyag termelése. A megfelelő képzéssel rendelkező szakembereket a felsőoktatási intézmények képezik.

A szerves kémia és az ember egészsége. A kábítószerek túlnyomó többsége szerves vegyület. Az elmúlt évtizedben jelentősen megnőtt a betegségek felszámolását segítő gyógyszerek száma, beleértve a korábban gyógyíthatatlan betegségeket is. A tudósok, rendelkezve a szerves anyagok molekuláiban levő atomcsoportokra Vonatkozó információval, amelyek meghatározzák a biológ-



**Dorothy Crowfoot Hodgkin**  
(1910—1994)



*Angol vegyész és biokémikus, a Royal Society of London tagja. Az aminosavak, peptidek szerkezetét vizsgálta. Elvégezte a penicillin, a B<sub>12</sub>-vitamin, a hemoglobin és más vérben lelhető fehérjék röntgenszerkezeti vizsgálatát. Meghatározta az inzulinmolekula térszerkezetét, amely közel 800 atomot tartalmaz. Sok országban előadást tartott az inzulin fontosságáról a cukorbetegek számára. A tudósok háborúellenes Pugwashi mozgalmát vezette. Számos ország tudományos akadémiajának a tagja. A kémiai Nobel-díj tulajdonosa (1964).*

giai aktivitást, új vegyületeket szintetizálnak. A biológusok és az orvosok alapos kutatás után meghatározzák, melyik közülük a leghatékonyabb az orvosi gyakorlatban való további felhasználásra. A biológiailag aktív anyagok szerkezetének tanulmányozásában jelentős eredményeket a Nobel-díjas Dorothy Crowfoot Hodgkin ért el.

**A szerves kémia és új anyagok létrehozása.** A modern technológia fejlődése, számítógépek, kommunikációs eszközök, információrögzítés, űrhajók létrehozása, építkezés lehetetlen új anyagok felhasználása nélkül, amelyek a szükséges mechanikai és fizikai tulajdonságokkal, magas hő- és fagyállósággal rendelkeznek. A kémikusok által feltalált anyagok egyre inkább helyettesítik az üveget, a fémeket, a kerámiát. Könnyűek, szilárdak, nem korrodálnak, ugyanakkor könnyen megmunkálhatók és bizonyos forma adható nekik (116. ábra).

A szintetikus szálak számos előnnyel rendelkeznek a természetesekkel szemben. A jobb mechanikai tulajdonságok és a vegyi ellenállóképesség miatt a szintetikus szálakat sikeresen alkalmazzák a könnyűiparban (lábbeli, ruházat, sportfelszerelés, műszaki anyagok), a közlekedés-

**116. ábra**  
Termékek nagy  
szilárdságú  
polimerből –  
teflonból



ben, a tudományos és orvosi berendezésekben, katonai szükségletekre. A szerves polimerekből készült optikai szálak nélkülözhetetlenek az információátviteli rendszerekben, az orvosi diagnosztikai eszközökben.

A felvázolt anyag bizonyítja, hogy civilizációnk fejlődése a szerves kémia és a szerves anyagok technológiájának eredményei nélkül lehetetlen.

## ÖSSZEFOGLALÁS

**A szerves kémiai kutatások lehetővé teszik az olaj, a földgáz és a szén feldolgozásának fejlesztését. Egyre bővül a biotechnológia – a növényi nyersanyagok átalakulása mikroorganizmusok részvételével – hatóköre.**

**A mezőgazdaság számos növényvédő szert kap, ami hozzájárul az élelmiszertermelés növekedéséhez.**

**A kémikusok új, biológiailag aktív szerves vegyületeket szintetizálnak, amelyek sok betegség kezelésében hatékonyak.**

**A polimerek kutatásában elért eredményeknek köszönhetően új tulajdonságokkal rendelkező anyagokat hoznak létre a kutatók, amelyek fokozatosan felváltják a hagyományosakat.**

# ?

266. Nevezeték meg minél több természetes nyersanyagot, amelyekből szerves anyagokat állítanak elő.
267. Szerintetek milyen követelményeknek kell megfelelni a szerves anyagoknak, amelyeknek az alkalmazási területe:
  - a) az űrtechnológia;
  - b) tengerjáró hajók?
268. Képzeljétek el, hogy az olajkészletek a földön majdnem kimerültek. Milyen lépéseket tehetnek a fejlett országok egy ilyen válság közeledtével?
269. A sütemények, a palacsinta és egyéb liszttermékek készítésének melyik receptje tekinthető biotechnológiának?
270. Hogyan távolítható el kémiai reakciók felhasználásával a fenol szennyező anyag a nitrogént, az oxigént és a vízgőzt tartalmazó vegyi üzem gázkibocsátásából.

# Utószó

Ebben a tanévben folytatódott az ismeretségetek a legfontosabb szerves vegyületekkel. Bővítettétek az ismereteiteket a szénhidrogénekről, amelyek a szerves vegyületek alapszerkezetét adják, valamint az alkoholokról, a karbonsavakról, a szénhidrátokról, megismertétek az aldehideket, az észtereket, az aminokat, az aromás vegyületeket – a benzolt és fenolt. Az órákon és a tankönyvből értesültetek a szerves polimerekről és a belőlük készült anyagokról, valamint a biológiailag aktív anyagokról. Most mindannyian tudjátok, hogy a szerves anyagok nagymértékben különböznek a szervetlenektől összetételben, szerkezetben, tulajdonságokban.

A szerves vegyületek között sok van, amelyek az ember egészsége szempontjából fontosak. Az emberi szervezetben számos kémiai reakció megy végbe, amely során szerves anyagok képződnek, és kölcsönhatásba lépnek más anyagokkal.

A modern élet lehetetlen műanyagok, szintetikus szálak, hatékony gyógyszerek, háztartási vegyi anyagok használata nélkül. A tudósok korszerűsítik a technológiai folyamatokat azzal, hogy a természetes ásványi nyersanyagok feldolgozása a lehető legteljesebb legyen, ugyanakkor ne szennyeződjön a természet és ne károsuljon az ember egészsége.

Reméljük, hogy kialakult az elképzelésetek a kémia egyik ágáról – a szerves kémiáról, és rájöttetek, hogy milyen széles kilátásokat nyit az emberiség előtt ennek az ágazatnak a fejlődése.

Hisszük, hogy a kémiatudás, amit a 10.osztályban kaptatok, segít benneteket különböző élethelyzetekben növelni tudásotokat.

*További sikereket kívánunk a tanulásban!*

# 1 melléklet

## A szerves vegyületek tulajdonságai és előállítási módszerei

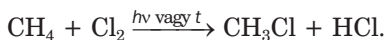
### TELÍTETT SZÉNHYDROGÉNEK

Alkánok

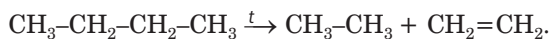
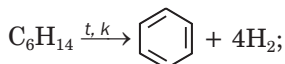
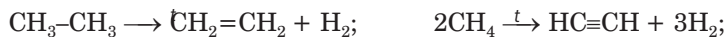


#### Kémiai tulajdonságok<sup>1</sup>

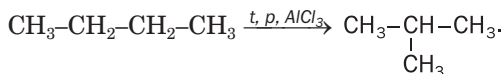
##### 1. Helyettesítési reakció



##### 2. Hőbomlás



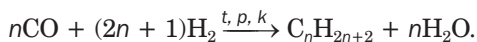
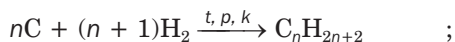
##### 3. Izomerizáció



#### Előállítás

Az iparban –

kőolajból és földgázból



<sup>1</sup> Az alkánok elégnnek a levegőn széndioxidot és vizet alkotva

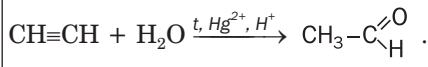
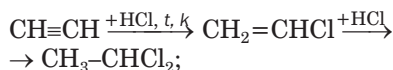
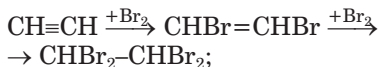
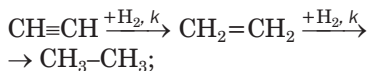
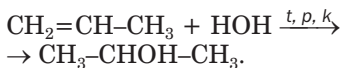
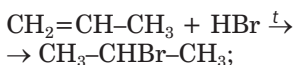
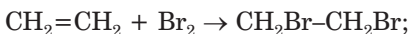
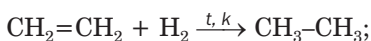
## TELÍTETLEN SZÉNHYDROGÉNEK

ALKÉNEK  
 $C_nH_{2n}$

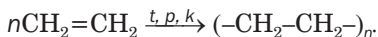
ALKINEK  
 $C_nH_{2n-2}$

### Kémiai tulajdonságok

#### 1. Egyesülési reakció

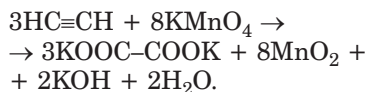
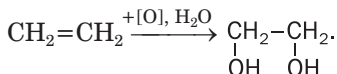


#### 2. Polimerizáció



| Programon kívüli tananyag

#### 3. Oxidációs reakciók<sup>1</sup>

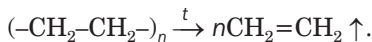
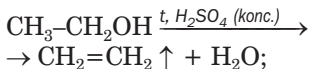


#### Előállítás

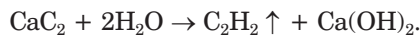
Az iparban – kőolajból és más természetes alapanyagból



Laboratóriumban



Az iparban



Laboratóriumban



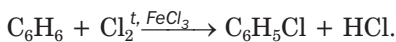
<sup>1</sup> Az alkének és alkinok elégnék a levegőn széndioxidot és vizet alkotva

## AROMÁS SZÉNHYDROGÉNEK

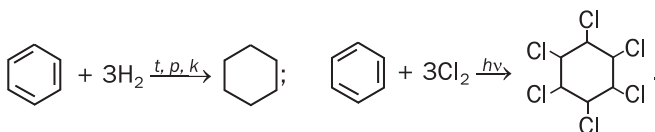
↓  
ARÉNEK  
(benzol C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

### Kémiai tulajdonságok<sup>1</sup>

#### 1. Helyettesítési reakció

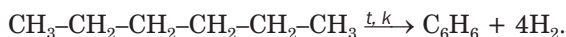


#### 2. Egyesülési reakció



### Előállítás

Az iparban– kőolajból és más természetes alapanyagból



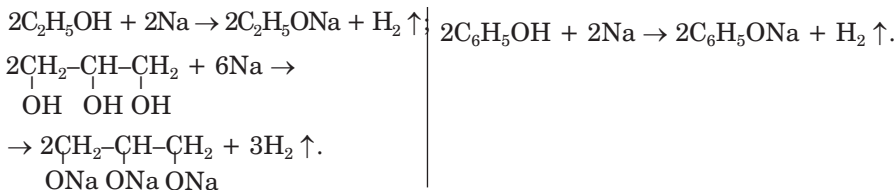
## OXIGÉNTARTALMÚ SZERVES VEGYÜLETEK

↓  
ALKOHOLOK  
C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>OH, C<sub>n</sub>H<sub>n+2</sub>(OH)<sub>n</sub>

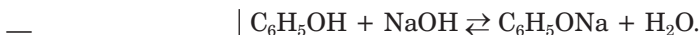
↓  
FENOL  
C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH

### Kémiai tulajdonságok

#### 1. Reakció aktív fémekkel



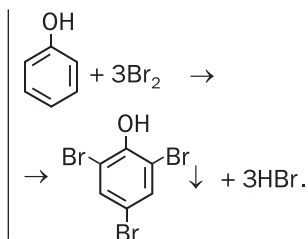
#### 2. Reakció lúgokkal



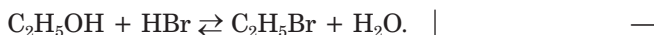
<sup>1</sup> Az arének elégnnek a levegőn széndioxidot és vizet alkotva

### 3. Reakció halogénekkal

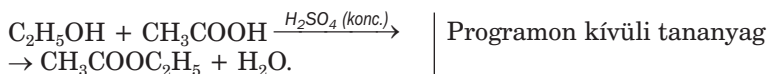
Programon kívüli tananyag



### 4. Reakció hidrogén-halogeniddel

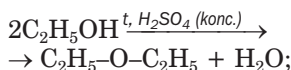


### 5. Reakció savakkal

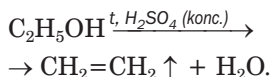


### 6. Dehidratációs reakciók

molekulák között:

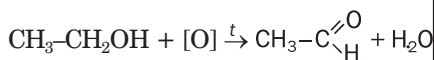


molekulán belüli:



### 7. Oxidációs reakció<sup>1</sup>

elsőrendű alkohol:



Programon kívüli tananyag

### 8. Реакції з деякими гідроксидами, солями

A többértékű alkoholok, amelyek molekulái két szomszédos OH-csoportot tartalmaznak, reagálnak a réz(II)-hidroxiddal, kék színű oldódó vegyületet alkotva.

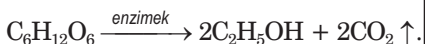
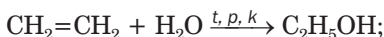
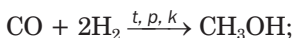
A fenol reakcióba lép a vas(III)-kloriddal, oldódó, ibolyaszínű vegyületet képezve.

<sup>1</sup> Az alkoholok elégnak a levegőn széndioxidot és vizet alkotva



## Előállítás

Az iparban –

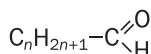


Az iparban –

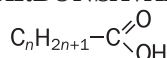
Kátrányból, az olajfinomítás termékeiből– benzolból és propénből.

### OXIGÉNTARTALMÚ SZERVES VEGYÜLETEK

ALDEHIDEK

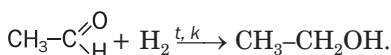


KARBONSAVAK

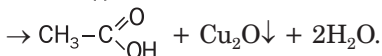
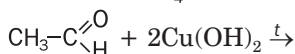
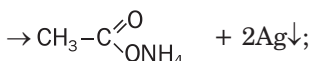
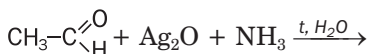
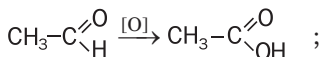


### Kémiai tulajdonságok<sup>1</sup>

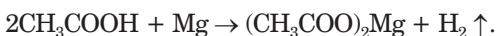
1. Egyesülési reakció



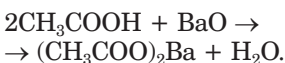
2. Oxidációs reakciók



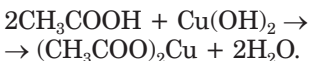
1. Reakció aktív fémekkel



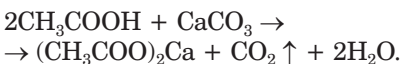
2. Reakció bázisos oxidokkal



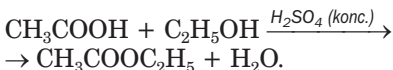
3. Reakció bázisokkal



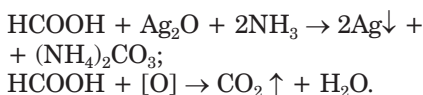
4. Reakció sókkal



5. Reakció alkoholokkal



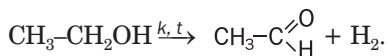
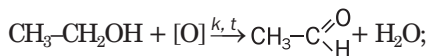
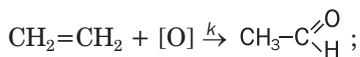
6. A metánsav oxidációjának a reakciója



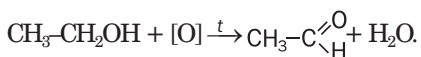
<sup>1</sup> Az aldehidek és a karbonsavak gőzei elégnek a levegőn széndioxidot és vizet alkotva

## Előállítás

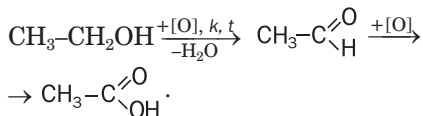
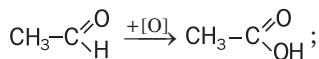
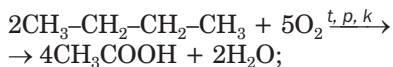
Az iparban –



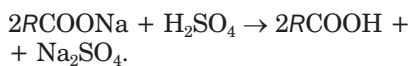
Laboratóriumban –



Az iparban –

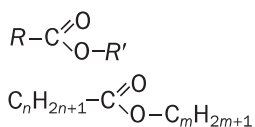


Laboratóriumban –

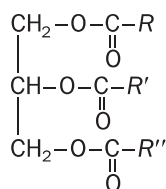


## OXIGÉNTARTALMÚ SZERVES VEGYÜLETEK

### ÉSZTEREK

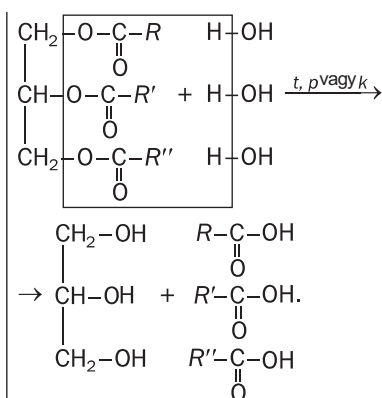
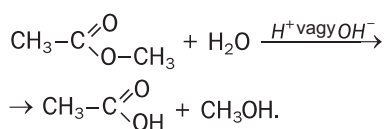


### ZSÍROK



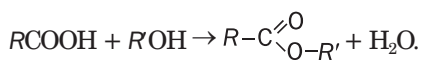
### Kémiai tulajdonságok<sup>1</sup>

#### Hidrolízis

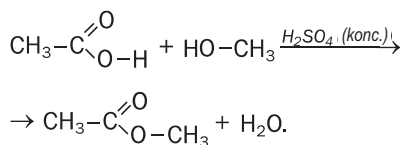


#### Előállítás

Az iparban – természeti alapanyagból



Laboratóriumban –



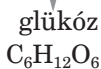
Az iparban – természeti alapanyagból

<sup>1</sup> Az észterek és zsírok elégnék a levegőn széndioxidot és vizet alkotva

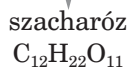
# OXIGÉNTARTALMÚ SZERVES VEGYÜLETEK

## SZÉNHIDRÁTOK

### MONOSZACHARIDOK

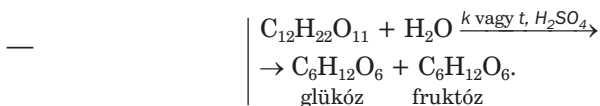


### DISZACHARIDOK

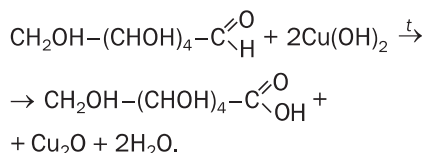
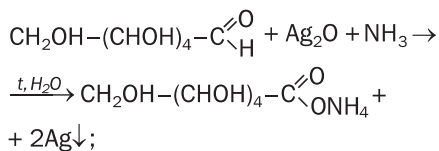


### Kémiai tulajdonságok

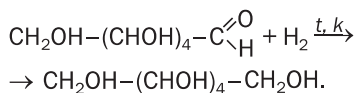
#### 1. Hidrolízis



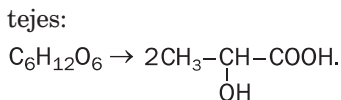
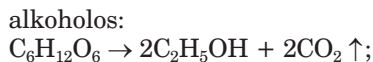
#### 2. Oxidációs reakciók



#### 3. Redukciós reakciók



#### 4. Erjedési reakciók



## 5. Reakciók némelyik bázissal

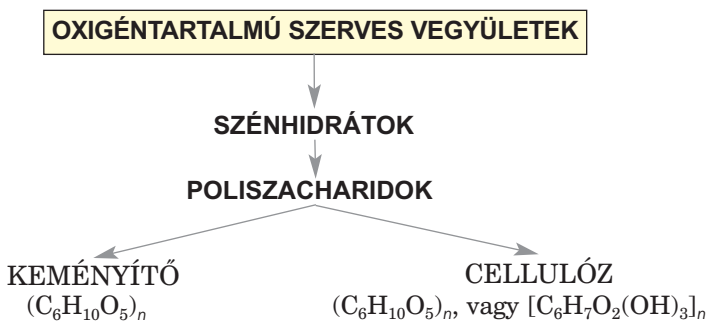
A glükóz reakcióba lép a réz(II)-hidroxiddal, kék színű, oldható vegyületet képezve.

A szacharóz kölcsönhatásba lép a réz(II)-hidroxiddal (reakciótermék – oldható kék vegyület) és a kalcium-hidroxiddal.

### Előállítás

Az iparban – a természetes vegyületek (keményítő, szacharóz) hidrolízise.

Az iparban – a növényekből (cukorrépa, cukornád) vonják ki.



### Kémiai tulajdonságok<sup>1</sup>

Hidrolízis



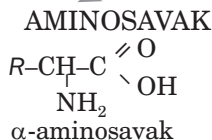
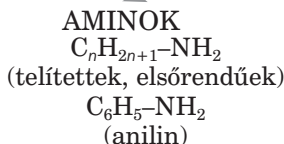
### Előállítás

Az iparban – burgonyából és kukoricából.

Az iparban – fából.

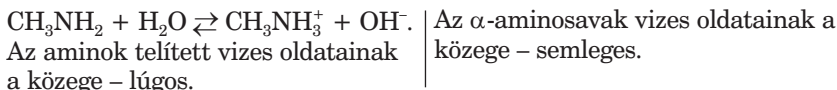
<sup>1</sup> A cellulóz elég a levegőn széndioxidot és vizet alkotva

## NITROGÉNTARTALMÚ SZERVES VEGYÜLETEK



### Kémiai tulajdonságok

#### 1. Reakció vízzel



#### 2. Reakció savakkal



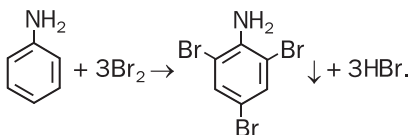
#### 3. Reakció bázisokkal



#### 4. Oxidációs reakciók

Az anilin levegőn könnyen oxidálódik<sup>1</sup>.

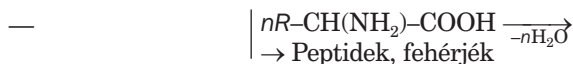
#### 5. Reakció brómos vízzel



#### 5. Reakció réz(II)-hidroxiddal

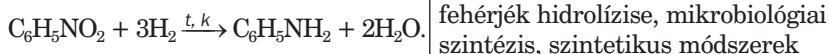
Az  $\alpha$ -aminosav reagál a réz(II)-hidroxiddal, és oldható kék vegyületet képez.

#### 6. Polikondenzáció



### Előállítás

У промышленности —



<sup>1</sup> Az aminok elégnék a levegőn széndioxidot, vizet és nitrogént alkotva

# 2 melléklet

## Minőségi reakciók némely szerves vegyületek kimutatására

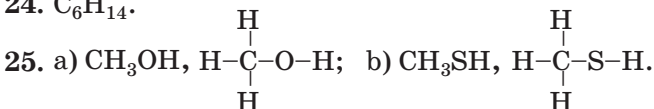
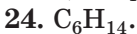
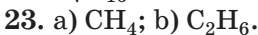
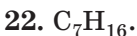
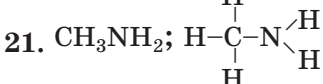
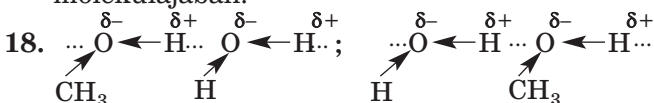
A vegyület neve vagy típusa	Reagens, a reakció körülményei	Megfigyelhető, külső hatások
Alkén, alkin	Brómos víz	A barna színű oldat elszíntelenedése
	KMnO <sub>4</sub> vizes oldata	A lila színű oldat elszíntelenedése és barna MnO <sub>2</sub> üledék keletkezése
Egyértékű alkohol	<b>CuO, melegítés</b>	A szilárd anyag színének sötétvörösre (rézszínű) való változása, új szag megjelenése
Glicerin, glükóz	Cu(OH) <sub>2</sub> melegítés nélkül	Kék oldat keletkezése
Fenol	Brómos víz	A barna színű oldat elszíntelenedése és fehér csapadék keletkezése
	FeCl <sub>3</sub> vizes oldata	Az oldat lila színű lesz
Aldehid, metansav, glükóz	Ag <sub>2</sub> O ammóniás oldata, melegítés	„ezüsttükör” keletkezése
Aldehid, metansav, glükóz	Cu(OH) <sub>2</sub> melegítés	A csapadék színváltozása vörösre
Etánsav, acetát	FeCl <sub>3</sub> vizes oldata	Sötétvörös szín megjelenése
Keményítő	<b>I<sub>2</sub> alkoholos oldata</b>	Sötétkék szín megjelenése
Anilin	Brómos víz	A barna színű oldat elszíntelenedése és fehér csapadék keletkezése
	Klórmező vizes oldata	Az oldat lila színű lesz
α-aminosav	Cu(OH) <sub>2</sub>	Kék színű oldat keletkezése
Fehérje	Cu(OH) <sub>2</sub>	Lila színű oldat keletkezése
	HNO <sub>3</sub> (konc.)	Sárga színű oldhatatlan anyagok keletkeznek

# Feladatok és példák megoldásai

## 1. fejezet

### Szerves vegyületek szerkezetelmélete

5. Lehetséges példák — metilalkohol  $\text{CH}_3\text{OH}$ , hangyasav  $\text{HCOOH}$ .  
6. Etil alkoholban:  $w(\text{C}) = 52, 2 \%$ .  
7.  $\rho(\text{vegyület}) = 2, 946 \text{ g/l}$ ;  $D_{\text{H}_2}(\text{vegyület}) = 33$ .  
10. *a, b, c, d, e.*  
11. *c) igen.*  
12. A C–O kötés az éter molekulájában, az O–H kötés az alkohol molekulájában.



26. Igen.

## 2. fejezet

### Szénhidrogének

30. Az izomerek száma – 3: *n*-pentán, metil-bután és dimetil-propán.  
31. 1b, 2c, 3d, 4a.  
32. Az izomerek száma — 7.  
33. Izomerek — a  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  képletű vegyületek.  
34.  $\rho(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 2, 59 \text{ g/l}$ ;  $D_{\text{H}_2}(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 29$ .  
35. Alkán — dimetil-propán.  
38. Ugyanolyan reakciók, mint amelyek a klórral mennek végbe.  
40.  $V(\text{lev.}) = 77, 9 \text{ M}^3$ .



41.  $C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$ ;  $\Delta H = -2200$  kJ;  
 $2C_4H_{10} + 13O_2 \rightarrow 8CO_2 + 10H_2O$ ;  $\Delta H = -5760$  kJ.
42.  $M(\text{elegy}) = 54$ , 2 g/mol.
43. a)  $C_7H_{16}$ ; b)  $CH_4$ ; c)  $C_3H_8$ .
44.  $C_9H_{20}$ .
45.  $CH_3Br$ .
46.  $C_2Cl_6$ .
47.  $C_4H_{10}$ .
48.  $C_2H_6$ .
49.  $C_2H_4Br_2$ ;  $C_2H_6$ .
51. 1c, 2b, 3a.
54. 5 szerkezeti izomer: pent-1-en, pent-2-en, 2-metilbut-1-en, 3-metilbut-1-en, 2-metilbut-1-en.
55. Egy (2, 3, 3-trimetilbut-1-en).
56. a)  $C_5H_{10}$ ; b)  $C_3H_6$ .
60.  $C_nH_{2n} + \frac{3n}{2}O_2 \rightarrow nCO_2 + nH_2O$ .
61.  $C_3H_6$ .
63. a) pent-1-in; b) 4-metilhex-2-in; c) 4,4-dimetilpent-2-in.
65. Összesen — 3 izomer: pent-1-in, pent-2-in, metilbut-1-in.
67. Metilbut-1-in; 1,2-dibromo-3-metilbut-1-en; 1,1,2,2-tetabromo-3-metilbután.
69.  $V(H_2) = 4$ , 48 l.
70.  $V(CO_2) = 1$ , 2 l.
71. a, b, c —  $C_5H_8$ .
78.  $m(C_6H_{12}) = 16$ , 8 g.
79.  $C_6H_6$ .
80.  $\varphi(C_2H_2) = 0$ , 6;  $\varphi(C_6H_6) = 0$ , 4.
84. a)  $\varphi(C_2H_2) = \varphi(H_2) = 4/9$ ;  $\varphi(C_2H_4) = 1/9$ ;  
 b)  $M(\text{elegy}) = 15$ , 6 g/mol.
85.  $V(C_2H_2) : V(C_6H_6) = 1 : 1$ .

### 3. fejezet

#### Oxigéntartalmú szerves vegyületek

90. a)  $CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{CH}-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_2-CH_3$ ; b)  $CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{OH}{|}}{C}}-\overset{\overset{CH_3}{|}}{CH}-CH_2-CH_2-CH_3$ ;
- c)  $CH_3-CH_2-\overset{\overset{OH}{|}}{C}-CH_2-CH_3$ .
91. 4 ilyen alkohol van: 2-metilbután-1-ol, 3-metilbután-1-ol, 2-metilbután-2-ol, 3-metilbután-2-ol.

92. A szénatomok száma az alkohol molekulájában: a) öt; b) hat; c) kettő; d) egy.
93.  $C_4H_7(OH)_3$ . Használjátok a háromértékű alkohol általános képletét  $C_nH_{2n-1}(OH)_3$ .
94.  $C_3H_7OH$ .
95.  $C_3H_5(OH)_3$ .
103.  $m(Na) = 0,46$  g;  $V(\text{alkohol}) = 1,16$  ml.
104.  $w(C_2H_5OH) = 6\%$ .
105.  $V(C_2H_4) = 905$  l.
106. Két megoldás.
109.  $V(H_2) = 3,36$  l.
110.  $w(\text{glicerin}) = 33,8\%$ .
111.  $C_3H_5(OH)_3$ .
113.  $C_2H_4(OH)_2$ .
119.  $C_6H_5OH$ .
125.  $C_nH_{2n+1}OH + [O] \rightarrow C_{n-1}H_{2n-1}CHO + H_2O$  ( $n = 1, 2, \dots$ )  
vagy  $C_{n+1}H_{2n+3}OH + [O] \rightarrow C_nH_{2n+1}CHO + H_2O$  ( $n = 0, 1, \dots$ ).
126. Aldehid — dimetilpropanal.
127. Nem.
130. b) 2,3-dimetilpentánsav; c) 3-brómpropánsav.
132. 4 ilyen sav létezik: pentánsav, 2-metilbutánsav, 3-metilbutánsav, dimetilpropánsav.
133. 4 ilyen sav létezik: 2-etilbutánsav, 2,2-dimetilbutánsav, 2,3-dimetilbutánsav, 3,3-dimetilbutánsav.
134. a)  $C_6H_{13}COOH$ ; b)  $C_4H_9COOH$ .
135. 2,3-dimetilbutánsav.
136.  $CH_3COOH$ .
143. a)  $w(\text{sav}) = 40\%$ ; b)  $w(\text{sav}) = 44,5\%$ ; c)  $w(\text{sav}) = 49,6\%$ .
144.  $m(\text{oldat}) = 10$  g.
145.  $V(\text{víz}) = 2086,5$  ml.
146.  $w(HCOOH) = 60,5\%$ .
147.  $m(\text{etanol}) = 47,2$  kg.
148.  $w(\text{víz}) = 10,2\%$ .
149. A fenol nem tartalmazott meghatározható mennyiségű szennyeződést.
150.  $m(CH_3CHO) = 12,1$  g.
151.  $V(H_2) = 3,1$  l.
152.  $w(\text{szen.}) = 5,4\%$ .
153.  $m(CO_2) = 3,3$  t.
160.  $m(CH_3OH) = 8$  g.
165.  $m(\text{oldat}) = 2,79$  t.
166.  $m(\text{glicerin}) = 1,02$  kg.

171.  $m(\text{víz}) = 460 \text{ g}$ .  
 172.  $m(5\% \text{-os oldat}) = 150 \text{ g}$ ;  $m(25\% \text{-os oldat}) = 50 \text{ g}$ .  
 173.  $m(\text{Ag}) = 86,4 \text{ g}$ .  
 174.  $V(\text{CO}_2) = 22,4 \text{ l}$ .  
 175.  $m(\text{glükóz}) = 12 \text{ g}$ .  
 179.  $w(\text{C}) = 40\%$ .  
 180. a) telítetlen oldat; b) telített oldat.  
 181.  $m(\text{cukor}) = 22,2 \text{ g}$ ,  $m(10\% \text{-os oldat}) = 177,8 \text{ g}$ .  
 182. 95% szacharóz alakult át monoszacharidokká.  
 184.  $m(\text{oxigén}) = 118,5 \text{ t}$ .  
 186.  $m(\text{etanol}) = 113,6 \text{ kg}$ .

#### 4. rész

##### Nitrogéntartalmú szerves vegyületek

200.  $w(\text{szen.}) = 11,4\%$ .  
 201. a)  $\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_2$ ; b)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ .  
 202.  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ .  
 206.  $m(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2) = 278,4 \text{ kg}$ .  
 215.  $w(\text{glicin}) = 45,7\%$ .  
 222.  $m(\text{N}) \approx 2 \text{ g}$ .

#### 5. rész

##### Szintetikus óriásmolekulájú szerves vegyületek és műanyagok

228.  $\text{CClF}=\text{CF}_2$ . Igen.  
 233. a)  $N(-\text{NH}-\text{CO}-) = 1,8 \cdot 10^{24}$ ; b)  $N(-\text{NH}-\text{CO}-) = 1 \cdot 10^{23}$ .  
 238.  $w(\text{C}) = 38,4\%$ ;  $w(\text{Cl}) = 56,8\%$ .  
 247.  $w(\text{Cl}) = 40,1\%$ .

#### 6. rész

##### A szerves anyagok egymássá való átalakulása.

##### Szerves vegyületek az ember és a társadalom életében

252. Molekulák. A karbonsavak sói ionokból tevődnek össze, az aminosavaké – bipoláris ionokból.  
 258. Két szénhidrogén — bután és izobután.  
 259. Propánsav.  
 260.  $w(\text{benzol}) = 6\%$ .  
 264.  $M_r(\text{vitamin}) = 376$ .

# Szakkifejezések szótára

*Aldehidcsoport* – atomcsoport.

*Aldehidek* – olyan anyagok, amelyekben az aldehidcsoport hidrogénatomhoz vagy szénhidrogén maradékhoz kapcsolódik.

*Alkadién* – nyitott szénláncú szénhidrogén, amelyek molekuláiban két kettős kötés van.

*Alkánok* – nyitott szénláncú telített szénhidrogének.

*Alkének* – nyitott szénláncú szénhidrogének, amelyek molekuláiban egy kettős kötés van.

*Alkinok* – nyitott szénláncú szénhidrogének, amelyek molekuláiban egy hármass kötés van  $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$

*Alkoholok* – szénhidrogének származékai, amelyek molekulái egy vagy több hidroxilcsoportot tartalmaznak.

*Aminocsoport* – az  $-\text{NH}_2$  atomok csoportja.

*Aminok* – az  $\text{NH}_3$  ammóniamolekulákban a hidrogénatomok szénhidrogén maradékra való helyettesítésének termékei.

*a-aminosavak* – aminosavak, amelyek molekuláiban az aminocsoport a karboxilcsoporthoz legközelebbi szénatomhoz kötődik.

*Aminosavak* – szénhidrogén-származékok, amelyekben a molekulák amino- és karboxilcsoportokat tartalmaznak.

*Antibiotikumok* – anyagok, amelyeket egyes mikroorganizmusok és növények szintetizálnak, és antibakteriális, valamint vírusellenes hatást fejtenek ki.

*Arénák vagy aromás szénhidrogének* – szénhidrogének, amelyekben a molekulák egy vagy több benzolgyűrűt tartalmaznak.

*Biológiailag aktív anyagok* – anyagok, amelyek aktív módon befolyásolják az élőlényekben végbemenő folyamatokat.

*Biotechnológia* – technológia, amely az anyagoknak mikroorganizmusok vagy életermékeik által való átalakulásán alapul.

*Bipoláris ion* – ion, amely két atomon egyforma, de ellentétes töltéssel rendelkezik.

*Biuret reakció (próba)* – minőségi reakció a molekulák peptidcsoportjaira.

*Cikloalkánok* – gyűrűs szerkezetű telített szénhidrogének.

*Dehidratációs reakció* – a víz elvonása az anyagból.

*Dehidrogénezési reakció* – a hidrogén elvonása az anyagból.

*Diszacharidok* – szénhidrátok, amelyek molekulái két egyforma vagy különböző monoszacharid molekuláinak a maradékából tevődnek össze.

*Egyértékű alkoholok* – alkoholok, amelyek molekulái egy hidroxilcsoportot tartalmaznak.

*Elemi lánc* – atomok csoportja, amely többször ismétlődik egy polimer makromolekulájában.

*Elengedhetetlen  $\alpha$ -aminosavak* – aminosavak, amelyek szükségesek a fehérjék szintéziséhez a szervezetekben.

*Elsődleges fehérjeszerkezet* – polipeptid lánc, amelyben egyértelmű sorrendben helyezkednek el az aminosav-maradékok.

*Enzimek* – fehérje alapú anyagok csoportja, amelyek katalizátorai a biokémiai reakcióknak a szervezetben.

*Erjedési reakciók* – szerves vegyületek (szénhidrátok) átalakulása mikroorganizmusok vagy az általuk termelt enzimek részvételével.

*Észterek*<sup>1</sup> – karbonsavak származékai, amelyekben a karboxilcsoport hidrogénatomját szénhidrogén-maradék helyettesíti.

*Észterezési reakció* – alkohol és sav közötti reakció észterek és víz képződésével.

*Éter*<sup>2</sup> – szerves vegyületek, amelyek molekuláiban az oxigénatom két szénhidrogén-maradékhoz kapcsolódik.

*Fehérje denaturáció* – a fehérje biológiai funkcióinak elvesztése a térszerkezet rombolásának következtében.

*Fehérje harmadlagos szerkezete* – a fehérjemolekula olyan alakja, amely a polipeptidlánc feltekeredése során alakul ki (globula).

*Fehérje negyedleges szerkezete* – több globuláris szerkezetű fehérje alkotta komplex anyag.

*Fehérjék* – polipeptidek, amelyek az  $\alpha$ -aminosav molekulák részeiből állnak, és különleges szerepet játszanak az élő szervezetekben.

Fehérjék másodlagos szerkezete – a polipeptid-lánc egy bizonyos térbeli alakja.

---

<sup>1</sup> Más megnevezése – összetett éter

<sup>2</sup> Más megnevezése – egyszerű éterek

*Gyűrű* – egymással kötésben lévő atomok zárt lánc.

*Halogénezési reakció* – szerves anyag reakciója halogénnel.

*Helyettesítési (szubsztitúciós) reakció (a szerves kémiában)* – reakció, amelyben a szerves molekulákban lévő atomokat más atomokkal vagy atomcsoportokkal helyettesítik.

*Hidratációs reakció* – az anyag egyesülése vízzel.

*Hidrogénkötés* – elektrosztatikus kölcsönhatás a molekulák között a hidrogénatom részvételével.

*Hidrogénezési reakció* – az anyagn egyesülése hidrogénnel.

*Hidrolízis* – a vegyület és a víz közötti reakció.

*Hidroxilcsoport* – az -OH atomcsoport.

*Homológ különbség* – CH<sub>2</sub> atomcsoport.

*Homológ sor* – szerves vegyületek sora, amelyek molekuláinak szerkezete hasonló, és egy vagy több CH<sub>2</sub> csoportban különbözik az összetételük.

*Homológok* – szerves vegyületek, amelyek egy bizonyos homológ sorhoz tartoznak.

*Hosszú szénláncú karbonsavak* – karbonsavak, amelyek molekulái 10 vagy több szénatomot tartalmaznak.

*Izomerek* – egyforma összetételű, de eltérő szerkezetű vegyületek.

*Izomerizációs reakció* – a vegyületnek az izomerjébe való átalakulása.

*Jellemző (funkciós) csoport* – az egy osztályba tartozó vegyületekben található atomcsoport, amely meghatározza azok jellegzetes kémiai tulajdonságait.

*Karbonilcsoport* – atomcsoport.

*Karbonsavak* – olyan anyagok, amelyek molekuláiban a karboxilcsoport kapcsolódik a hidrogénatomhoz vagy szénhidrogénmaradékhoz.

*Karboxilcsoport* – atomcsoport.

*Kaucsuk* – növényi vagy szintetikus eredetű polimerek, amelyekből gumi készült.

*Klórozási reakció* – a szerves vegyület klórral való reakciója.

*Kopolimer* – a polimerizációs reakcióban képződő anyag, amely két vegyületet (monomert) tartalmaz.

*Legegyszerűbb képlet* – képlet, amely az atomok arányát adja a molekulában.

*Makromolekula* – a polimer molekulája (óriásmolekulájú vegyület).

*Monomer* – a polimerizációs vagy polikondenzációs reakcióban a kiindulási anyag.

*Monoszacharidok* – a  $C_n(H_2O)_m$  általános képletű szénhidrátok, amelyekben az  $n$  és  $m$  értéke 5 és/vagy 6 lehet.

*Műanyagok* – polimer alapú anyagok, amelyek hő és nyomás hatására formázhatók.

*Óriásmolekulájú vegyületek* – anyagok, amelyek relatív molekulatömege több ezertől több tízmillióig terjed.

*Peptid* – 1) az aminosavak molekuláinak reakciójából származó termék; 2) vegyület, amelynek molekulái peptidcsoportokkal összecsatolt aminosavmolekulák maradékaiból tevődnek össze.

*Peptidcsoport* – a -CO-NH- atomcsoport.

*Polikondenzációs reakció* – polimer képződése a monomer funkciós csoportjainak reakciója által, amely során víz, ammónia, hidrogén-klorid válik ki.

*Polimerek* – vegyületek, amelyek molekulái nagyszámú azonos atomcsoportot tartalmaznak.

*Polimerizáció mértéke* – a polimer makromolekulájában lévő elemi láncok száma.

*Polimerizációs reakció* – polimer képződésének a reakciója, amely során a monomerek polimerré kapcsolódnak össze a monomer többszörös kötése egyikének felbomlása eredményeként.

*Poliszacharidok* – szénhidrátok, amelyek molekulái sok monoszacharid-molekula maradékából állnak.

*Rugalmasság* – az anyag képessége deformáció után újra felvenni eredeti alakját.

*Szálak* – hosszú, természetes vagy szintetikus polimerek alkotott rugalmas anyagok.

*Szappan* – a hosszú szénláncú karbonsavak és alkáli fémek sói.

*Szénhidrátok* –  $C_n(H_2O)_m$  általános képletű vegyületek.

*Szénhidrogén-maradék* – szén és hidrogén atomokból álló szubsztituens vagy szerves vegyület molekulájának része.

*Szénhidrogének* – szénvegyületek hidrogénnel.

*Szénhidrogének származékai* – a szénhidrogén hidrogénatomjainak más atomok vagy atomcsoportok által végbement helyettesítés termékei.

*Szerkezeti izoméria* – izoméria, amely a molekulákban lévő kötések eltérő sorrendjével, valamint a többszörös kötések és funkciós csoportok különböző elhelyezkedésével van kapcsolatban.

*Szerves anyagok* – a szén vegyületei (néhány kivétellel).

*Szerves bázisok* – szerves vegyületek, amelyek molekulái alkalmasak a H<sup>+</sup>-kationok kötésére.

*Szerves kémia* – 1) a kémia ága, amely a szerves vegyületeket és azok átalakulásait vizsgálja; 2) a szénhidrogének és származékaik kémiája.

*Szisztematikus (szabályos) nómenklatúra (nevezéktan)* – az anyagok megnevezésének rendszere, amely szerint minden anyag neve utal összetételére és szerkezetére.

*Szubsztituens* – atom<sup>1</sup> vagy egy atomcsoport, amely a szénláncban a mellékláncot alkotja.

*Telítetlen szénhidrogének* – szénhidrogének, amelyekben a szénatomok többszörös kötéssel kötődnek egymáshoz.

*Telített szénhidrogének* – szénhidrogének, amelyekben a szénatomok egyszeri kovalens kötéssel kötődnek egymáshoz.

*Termoplasztikus polimerek* – polimerek, amelyek a hevítést és az azt követő hűtést követően megőrzik tulajdonságukat.

*Termoreaktív (hőre keményedő) polimerek* – polimerek, amelyek a hevítési folyamatok során szerkezeti változáson esnek át, elvesztik olvadási képességüket és más tulajdonságaikat.

*Többértékű alkoholok* – alkoholok, amelyekben a molekulák több hidroxilcsoportot tartalmaznak.

*Valódi képlet* – képlet, amely megfelel a molekula valós összetételének.

*Vitaminok* – szerves vegyületek, amelyek kis mennyiségben fontosak a szervezet számára különböző biokémiai és élettani folyamatok végrehajtásához.

*Xantoprotein-reakció* – az aromás aminosavakat tartalmazó fehérjék jellegzetes reakciója.

*Zsírok* – a glicerín és a hosszú szénláncú karbonsavak észterei.

---

<sup>1</sup> A hidrogénatomon kívül



# Tárgymutató

## A

Acetilén – nézd Etin

Aceton 108

Aldehidcsoport 101

Aldehydekek 101

előállítás 105

felhasználás 106

fizikai tulajdonságok 103

kémiai tulajdonságok 104

megnevezés 102

molekulák szerkezete 103

Alkadien 54

Alkaloid 218

Alkánok 27

izoméria 27

megnevezés 28

fizikai tulajdonságok 34

kémiai tulajdonságok 35

Alkének 45

izoméria 48

megnevezés 46

fizikai tulajdonságok 50

kémiai tulajdonságok 50

Alkinek 55

izoméria 56

megnevezés 56

fizikai tulajdonságok 56

kémiai tulajdonságok 56

Alkoholok 77

egyértékű 77, 83

előállítás 87

elsőrendű 78

felhasználás 88

fizikai tulajdonságok 84

harmadrendű 78

izoméria 79

kémiai tulajdonságok 84

másodrendű 78

megnevezés 78

molekulák szerkezete 83

osztályozás 77

többértékű 77, 91

Amilopektin 147

Amilóz 147

Aminocsoport 155

Aminok 155

fizikai tulajdonságok 157

kémiai tulajdonságok 157

megnevezés 156

molekulák szerkezete 156

telítettek 156

Aminosavak 164

szerkezet 166

tulajdonságok 167

megnevezés 165

elengedhetetlenek 165

Anilin 160

molekulaszerkezete 160

előállítás 162

kémiai tulajdonságok 161

Antibiotikum 217

Arének

*nézd* Aromás szénhidrogének

Aromás szénhidrogének 65

Aszkorbinsav (C-vitamin) 213

## B

Benzin 74

Benzol 60

fizikai tulajdonságok 63

kémiai tulajdonságok 63

molekulák szerkezete 60

Biológiaiailag aktív anyagok 211

Bipoláris ion 166  
Butadién 54, 194

## C

Cellulóz 146, 148  
tulajdonságok 149  
előállítás 150  
felhasználás 150  
összetétel 149  
Cikloalkánok 39

## D

Diszacharodok 136, 142

## E, É

Ebonit 196  
Ecetaldehid  
*nézd* Etanal  
Elemi alkotó 178  
Enzimek 87, 216  
Erjedés  
tejes 140  
alkoholos 87, 140  
Etanal 102  
Etén  
előállítás 69, 181  
molekulaszerkezete 17  
tulajdonságok 50  
Etilénglikol 91  
Etin  
előállítás 68  
molekulaszerkezete 18  
tulajdonságok 56, 106  
Észterek 117, 125  
előállítás 125  
megnevezés 125  
tulajdonságok 126  
Éterek 80, 85

## F

Fehérjék denaturálása 173

Fehérjék 170  
molekulaszerkezete 171  
összetétel 171  
tulajdonságok 172  
Fenol 95  
molekulaszerkezete 95  
felhasználás 99  
fizikai tulajdonságok 96  
kémiail tulajdonságok 97  
Fenol-formaldehid gyanták 190  
Formaldehid 103  
Fruktóz 137  
Funkciós csoport 8

## G

Glicerín 91  
előállítás 93  
felhasználás 93  
fizikai tulajdonságok 91  
kémiail tulajdonságok 92  
Glükóz 136  
molekulaszerkezete 136  
felhasználás 140  
tulajdonságok 138  
előállítás 140  
Gumi 195

## H

Hidrogénkötés 19  
osztályozás 26  
telítetlen 7  
telített 7  
Homológ sor 27  
Homológiai különbség 27  
Homológok 27

## I

Ionos kötés 19  
Izomerek 13  
Izoméria 13  
Izoprén 194

## K

Kapron 202, 209  
Karboxilcsoport 109  
Karbonilcsoport 101  
Karbonsavak 109  
  disszociáció 116  
  egyértékű 110, 114  
  előállítás 118  
  elterjedés 110  
  felhasználás 119  
  fizikai tulajdonságok 115  
  hosszú szénláncú 111  
  izoméria 112  
  kémiai tulajdonságok 116  
  megnevezés 111  
  molekulaszerkezete 114  
  osztályozás 110  
  zsírsavak 130

Kaucsuk 192  
  butadién- 194  
  izoprén- 194  
  kloroprén- 194  
  mesterséges 194  
  természetes 193

Keményítő 146  
  előállítás 148  
  felhasználás 148  
  kémiai tulajdonságok 147  
  összetétel 147

Képlet  
  legegyszerűbb (tapasztalati) 23  
  valódi (molekula) 23

Kloroprén 194  
Kopolimer 184  
Kovalens kötés 15  
Kötés-polaritás 18  
Kőolaj 74  
  lepárlás 74

## L

Laktóz 142

## M

Makromolekula 178  
Maltóz 142  
Metán  
  molekulaszerkezete 16  
Monomer 179  
Monoszacharid 136  
Műanyag 186

## N

Nylon 202  
Nitroglicerín 128

## Ó

Óriásmolekulájú vegyületek 8, 177

## P

Paraffin 35, 70  
Peptid 167  
Peptidcsoport 168  
Polivinilklorid 184, 188  
Polietilén 53, 181, 186  
Polietilén-tereftalát (PET) 201  
Polimerek 178  
  fizikai tulajdonságok 180  
  hálós (térszerkezetűek) 179  
  kémiai tulajdonságok 181  
  lineáris 179  
  szerteágazók 179  
  termoplasztikus 180  
  termoreaktív 181  
Polimerizációs fok 178  
Polimer közép-molekuláris  
  tömege 179  
Polipropilén 188  
Poliszacharid 136, 146  
Polisztirol 189  
Politetrafluoro-etilén 188

## R

### Reakció

- biuret 174
  - brómozási 50
  - dehidratációs 69, 85
  - dehidrogénezési 68
  - eszterefikációs 117, 125
  - ezüsttükör* 104, 118, 138
  - halogénezési 36, 50
  - hidratációs 50
  - hidrogénezési 50, 57, 64, 67
  - hidrolízis 125
  - izomerizációs 37
  - klórozási 36, 64
  - polikondenzációs 184
  - polimerizációs 53, 183
  - xantoprotein 175
- Rugalmasság 192

## S

### Sav

- ecet- 112
- hangya- 111, 118
- olein- 110, 130
- palmitin- 112, 130
- sztearin- 112, 130

## Sz

- Szacharóz 142
- molekulaszerkezete 143
  - előállítás 144
  - felhasználás 144
  - kémiai tulajdonságok 143
- Szappan 133
- Szálak 199
- kémiai 200
  - mesterséges 200
  - osztályozás 199
  - szintetikus 201
  - természetes 199
- Szálak
- acetát 201

poliamid 202

poliészter 201

viszkóz 201

Szerves anyagok 5

osztályozás 7

megnevezés 6

Szerves kémia 26

Szerves vegyületek

szerkezetelmélete 10

Szénhidrátok 136

osztályozás 136

Szénhidrogén 6, 26

aromás 65

előállítás 67

felhasználás 69

Szénhidrogén-maradék 29

Szisztematikus (szabályos)

nevezéktan 6

Szubsztituens 29

Sztirol 184, 189

## T

Teflon

*nézd* Politetrafluoro-etilén

Trigliceridek 129

## V

Vitaminok 212

vízben oldódó 213

zsírban oldódó 214

Vulkanizáció 195

## Zs

Zsírok 129

tulajdonságok 132

hidrolízis 132

hidrogénizáció 133

felhasználás 134

osztályozás 131

oxidáció 134

hidratáció 133

# Irodalom a tanulóк részére

1. Васи́лега М. Д. Ці́кава хі́мія / М. Д. Васи́лега. – К. : Рад. шк., 1989. – 188 с.
2. Воро́ненко Т. І. Хі́мія щодня. Це треба знати кожному / Тетяна Воро́ненко, Тетяна Іваха. – К. : Шк. сві́т, 2011. – 128 с.
3. Котля́р Э. В. Хі́мія елементів / Э. В. Котля́р, В. М. Котля́р. – К. : Вид. дім «Перше вересня», 2016. — 224 с.
4. Ле́нсон І. А. Дивови́жна хі́мія / І. А. Ле́нсон. – Х. : Ранок, 2011. – 176 с.
5. Сма́ль Ю. Ці́кава хі́мія. Життєпис речовин / Ю́ля Сма́ль. – Львів : Вид-во Старого Лева, 2016. – 112 с.

## **Érdekes tudnivalókat tartalmazó Internetes weboldalak:**

1. <http://chemistry-chemists.com>
2. <https://www.facebook.com/www.chemisjohn.org>
3. <http://www.thoughtco.com/chemistry-4133594>

# Tartalom

Kedves tizedikesek! .....	3
---------------------------	---

## 1. rész

### Szerves vegyületek szerkezetelmélete

§ 1. Szerves vegyületek .....	5
§ 2. A szerves vegyületek szerkezetelmélete.....	10
§ 3. Kémiai kötések a szerves vegyületekben .....	15
§ 4. Szerves vegyületek képleteinek meghatározásával kapcsolatos feladatok megoldása (I) .....	21

## 2. rész

### Szénhidrogének

§ 5. Alkánok .....	27
§ 6. Az alkánok tulajdonságai .....	34
<i>Érdeklődők számára. Cikloalkánok.....</i>	<i>39</i>
§ 7. Szerves vegyületek képleteinek meghatározásával kapcsolatos feladatok megoldása (II).....	40
§ 8. Alkének .....	45
§ 9. Az alkének tulajdonságai .....	50
<i>Érdeklődők számára. Alkadiének.....</i>	<i>54</i>
§ 10. Az alkinek .....	55
§ 11. A benzol. Aromás szénhidrogének.....	60
§ 12. Szénhidrogének előállítása és felhasználása.....	67
<i>Érdeklődők számára. Kőolajleparlás.....</i>	<i>73</i>

## 3. rész

### Oxigéntartalmú szerves vegyületek

§ 13. Alkoholok .....	76
§ 14. Egyértékű telített alkoholok.....	83

§ 15. Többértékű alkoholok. Glicerin.....	91
§ 16. Fenol.....	95
§ 17. Aldehidek.....	101
<i>Érdeklődők számára.</i> Aceton.....	108
§ 18. Karbonsavak.....	109
§ 19. Telített egybázisú karbonsavak.....	114
§ 20. Feladatok megoldása, ha a reagensek szennyező anyagokat tartalmaznak.....	121
§ 21. Észterek.....	124
<i>Érdeklődők számára.</i> Nitroglicerin.....	128
§ 22. Zsírok.....	129
§ 23. Szénhidrátok. Glükóz.....	135
§ 24. Diszacharid. Szacharóz.....	141
§ 25. Poliszacharidok. Keményítő, cellulóz.....	145
Gyakorlati munka Kísérleti feladatok megoldása.....	152

## 4. rész

### Nitrogéntartalmú szerves vegyületek

§ 26. Az aminok.....	154
§ 27. Anilin.....	160
§ 28. Aminosavak.....	164
§ 29. A fehérjék.....	170

## 5. rész

### Szintetikus óriásmolekulájú szerves vegyületek és műanyagok

§ 30. Szintetikus óriásmolekulájú vegyületek.....	177
§ 31. Óriásmolekulájú vegyületek előállítás.....	182
§ 32. Műanyagok. A műanyagok alapanyagai.....	185
§ 33. A kaucsuk és a gumi.....	192
§ 34. Természetes és mesterséges szálak.....	199
<i>Érdeklődők számára.</i> Szövetek vasalása.....	203
<i>Érdeklődők számára.</i> Optikai szálak.....	204

## 6. rész

### A szerves anyagok egymással való átalakulása.

#### Szerves vegyületek az ember és a társadalom életében

§ 35. Származási kapcsolatok a szerves anyagok között .....	205
§ 36. Biológiailag aktív anyagok .....	211
<i>Érdeklődők számára. Alkaloidok</i> .....	218
§ 37. A szerves kémia szerepe az emberiség átfogó problémáinak megoldásában, új anyagok létrehozásában .....	219
Utószó .....	227
1. melléklet .....	228
2. melléklet .....	238
A feladatok és a példák megoldásai .....	239
Szakkifejezések szótára .....	243
Tárgymutató .....	248
Irodalom a tanulók részére .....	252



Навчальне видання

ПОПЕЛЬ Павло Петрович  
КРИКЛЯ Людмила Сергіївна

## ХІМІЯ

Рівень стандарту

Підручник для 10 класу  
закладів загальної середньої освіти  
з навчанням угорською мовою

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України*

Видано за державні кошти.  
Продаж заборонено

*Переклад з української*

Перекладачі Е. Арпа, М. Сабов

Угорською мовою

Редактор М. Сабов  
Коректор Є. Сабов  
Технічний редактор С. Максимець  
Комп'ютерна верстка П. Давиденко

в оформленні підручника використано зображення,  
розміщені в мережі інтернет для вільного використання

Формат 60x90/16. Ум. друк. арк. 16., Зам. 1372.

Видавець і виготовлювач видавничий дім «Букрек»,  
вул. Радищева, 10, м. Чернівці, 58000  
Тел./факс: (0372) 55-29-43. Е-mail: info@bukrek.net  
**www.bukrek.net**

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру  
суб'єкта видавничої справи ЧЦ № 1 від 10.07.2000 р.