

## ХЕМИЈА 8

Рецензенти

проф. др Никола Вукелић, професор Факултета физичке хемије у пензији

Иван Николић, професор биологије и хемије

Маријана Легетић, професор у Основној школи „Доситеј Обрадовић“ у Опову

УРЕДНИК

ГОРДАНА ИЛИЋ

Одговорни УРЕДНИК

СЛОБОДАНКА РУЖИЧИЋ

ГлавНИ УРЕДНИК

др МИЛОРАД МАРЈАНОВИЋ

За издавача

др МИЛОРАД МАРЈАНОВИЋ, в. д. директора

---

МИНИСТАР ПРОСВЕТЕ, НАУКЕ И ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ,  
РЕШЕЊЕМ БРОЈ 650-02-00403/2020-7 од 19. 2. 2021. године,  
ОДОБРИО је овај УЏБЕНИК ЗА ИЗДАВАЊЕ И УПОТРЕБУ У ОСМОМ РАЗРЕДУ.

---

© ЗАВОД ЗА УЏБЕНИКЕ, Београд, 2021.

Ово дело не сме се умножавати, фотокопирати и на било који други начин  
репродуктовати, ни у целини ни у деловима, без писменог одобрења издавача.

САША ВАТИЋ  
БИЉАНА АЛАВУКОВИЋ

# ХЕМИЈА

УЏБЕНИК ЗА ОСМИ РАЗРЕД ОСНОВНЕ ШКОЛЕ

ЗАВОД ЗА УЏБЕНИКЕ

# САДРЖАЈ

## ВОДИЧ КРОЗ УЦБЕНИК ..... 8

### I. МЕТАЛИ, ОКСИДИ И ХИДРОКСИДИ – БАЗЕ ..... 10

Општа физичка и хемијска својства метала; налажење метала у природи .....	11
Алкални метали .....	14
Земноалкални метали .....	18
Гвожђе, бакар и алуминијум .....	23
Олово и цинк .....	26
Легуре .....	28
Оксиди метала и хидроксиди .....	31
Лабораторијска вежба I: Испитивање физичких својстава метала; реакција метала са киселинама .....	33

### II. НЕМЕТАЛИ, ОКСИДИ И КИСЕЛИНЕ ..... 34

Општа физичка и хемијска својства неметала и налажење неметала у природи .....	35
Халогени елементи .....	37
Сумпор .....	41
Азот .....	44
Фосфор .....	47
Угљеник .....	49
Оксиди неметала и киселине .....	53
Лабораторијска вежба II: Испитивање физичких својстава неметала .....	56
Лабораторијска вежба III: Доказивање киселости неорганских киселина .....	57

### **III. СОЛИ ..... 58**

Формуле и називи соли .....	60
Добијање соли .....	63
Физичка и хемијска својства соли .....	67
Лабораторијска вежба IV: Добијање и испитивање хемијских и физичких својстава соли .....	70

### **IV. ОРГАНСКА ЈЕДИЊЕЊА И ЊИХОВА ОПШТА СВОЈСТВА ... 72**

Органска хемија .....	73
-----------------------	----

### **V. УГЉОВОДОНИЦИ ..... 78**

Подела и физичка својства угљоводоника .....	79
Засићени угљоводоници .....	84
Незасићени угљоводоници .....	89
Вежба V: Састављање модела молекула угљоводоника, писање структурних формул и именовање угљоводоника .....	91
Хемијска својства угљоводоника .....	93
Ароматични угљоводоници .....	100
Нафта и земни гас .....	105

### **VI. ОРГАНСКА ЈЕДИЊЕЊА СА КИСЕОНИКОМ ..... 108**

Алкохоли .....	110
Карбоксилне киселине .....	121
Естри .....	126
Лабораторијска вежба VI: Физичка и хемијска својства органских једињења са кисеоником .....	128

### **VII. БИОЛОШКИ ВАЖНА ОРГАНСКА ЈЕДИЊЕЊА ..... 130**

Масти и уља .....	133
Угљени хидрати .....	138
Протеини .....	147

Витамини .....	153
Лабораторијска вежба VII: Испитивање растворљивости масти и уља, и угљених хидрата у води; доказивање скроба; денатурација протеина .....	158

## **VIII. ЗАШТИТА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ И ЗЕЛЕНА ХЕМИЈА ..... 160**

Загађивачи, загађујуће супстанце и последице загађивања .....	163
Рециклажа .....	168
Зелена хемија .....	171
Речник основних хемијских појмова .....	174

*Драги ученици,*

Пред вами је уџбеник хемије за 8. разред, осмишљен тако да вам олакша стицање нових знања и вештина на пољу ове науке. Уџбеник ће вас провести кроз осам међусобно повезаних области, које ће допринети лакшем разумевању света који вас окружује. Лабораторијске вежбе и огледи помоћи ће вам у разумевању повезаности науке са свакодневним животом, али и пробудити свест о потреби очувања наше животне средине. Указаће вам, такође, и на повезаност са другим наукама и знањима која у оквиру њих изучавате: биологијом, географијом, физиком и сл.

Онима међу вама чија научна радозналост превазилази програмом предвиђене садржаје, понудили смо додатне текстове, с надом да ћемо их подстакти на даље истраживање хемије.

Будите вредни, радознали и упорни у својим стремљењима ка стицању нових знања.

Желимо вам пуно успеха на том путу!

*Ваши аутори*

# ВОДИЧ КРОЗ УЦБЕН

## НАЗИВ ТЕМЕ

### I. МЕТАЛИ, ОКСИДИ И ХИДРОКСИДИ – БАЗЕ

Слика – 1.1 Злато – племенити метал

10

**К**ада се каже „злато”, одмах се помиšља на нешто ексклузивно, вредно и луксузно. Није ни чудо јер је, у ствари, злато елемент који се налази у природи у елементарном стању. Његова хемијска стабилност, односно хемијска инертност на ваздуху, омогућила је трговину и развој економије применом златних кованица, чemu је помогла ограничена доступност у природи овог метала који сија као Сунце.

#### Шта су метали?

Метали заузимају највише места у Периодном систему и на основу сличности у хемијским својствима, можемо их поделити у неколико група.

Елементе прве групе Периодног система елемената називамо алкални метали (на арапском *al kali* значи пепео бильака), а елементе друге групе називамо земноалкални метали. Заједно чине изразите метали јер су код њих општа својства метала најизраженија.

Прелазни метали су елементи који се налазе од 3. до 11. групе, а осталиим металима називамо оне који се налазе од 12. до 16. групе Периодног система елемената (ПСЕ).

#### Где можемо наћи метале?

У Млечном путу, галаксији у којој се налазе и Земља и Сунце, међу 10 најзаступљенијих елемената налазе само два метала, и то магнезијум (0,058%) и гвожђе (0,109%). Ствар се мења уколико посматрамо само нашу планету, где је сада гвожђе (32,1%) најобилније. Праћа га магнезијум (13,9%), никл (1,8%), калијум (1,5%) и алуминијум (1,4%). Осталих метала има врло мало (мање од 1,2%). Заступљеност је изражена масеним процентним саставом.

Метали одбијају светлост, што их обично чини сјајним. РасТЕГЉИВИ су и ковни, што значи да се могу излазачити у дуге цеви и

кључне речи  
метали  
алкални метали  
земноалкални метали  
изразити метали  
прелазни метали



Слика – 1.2 Камен башар једре



## ОСНОВНИ ТЕКСТ

### НАЗИВ ЛЕКЦИЈЕ



Слика – 1.8 Сер Хемфри Дејви (Sir Humphry Davy), енглески хемичар

кључне речи  
натријум  
калијум  
хидроксиди (базе)

### АЛКАЛНИ МЕТАЛИ

Алкални метали се у ПСЕ налазе с леве стране, односно у првој групи. Осим натријума и калијума, који су већ наведени, ту су још и литијум, рубидијум, цезијум и францијум.

Хемијске елементе **натријум** и **калијум** открио је 1807. године енглески хемичар Хемфри Дејви (Sir Humphry Davy), прави електролизом каустичне соде  $\text{NaOH}$ , други електролизом калијум-хидроксида  $\text{KOH}$ .

Хемфри Дејви (1778–1829) је био енглески хемичар и физичар, члан Британског краљевског друштва. Заслужан је за многа откривања. Осим што је успео да електролизом раздвоји хемијске елементе, изумео је безбедну рударску светиљку, називану Дејвијева светиљка, која је смањила број несрећа у рудницима. Доказао је да је дијамант полиморфи облик угљенника.

#### Каква је реактивност алкалних метала?

Уколико погледамо ове елементе мало боље, прва ствар која упада у очи јесте да им је свима заједничко да у последњем енергетском нивоу имају само по један електрон.

Сваки елемент у ПСЕ тежи да има стабилну електронску конфигурацију, сличну оној коју имају племенити гасови. Алкалним металима је најлакше да отпусте свој један електрон и постигну конфигурацију претходног елемента, односно племенитог гаса. Самим тим, њихова валенца у готово свим јединицама биће један (1).

22,99	Na	1	8	2
11				
НАТРИЈУМ				

39,10	K	1	8	8	2
19					
КАЛИЈУМ					



Попрети камен, тзв. Месечин камен, може се састојати од различних количина натријума и калијума, што утиче на његову боју.



#### Како реагују натријум и калијум?

Елементарни натријум и калијум су веома реактивни и ретко се могу наћи у елементарном стању. Једно од таквих места је хемијска лабораторија, где се чувају у неком инертном растворачу. Разлог за



жице, или се могу исковати у јако танке листове. Злато поседује изузетну ковност и може се истанити у листиће који су дебели само неколико микрометара. Готово сви метали јако добро проводе струју и топлотну енергију. Уколико их загревамо, прелазе у течни облик и као такве их можемо иливати у капуле и од њих правити најразличите облике, који, када се охладе, могу имати одличне техничке карактеристике. Због чега се метали разликују од неметала?

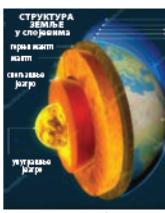
Много тога се може закључити о својствима супстанци уколико познајемо природу везе између атома тих супстанци. И обратно, својства неке супстанце могу упућивати на природу везе међу њеним атомима.

Атоми метала су повезани металним везама.

У седмом разреду смо научили да метали могу градити везе с неметалима, међутим, једна друга веза у којој учествују метали је одговорна за њихову добру топлотну и електричну проводљивост и ковност. Упитање је метална веза и о њој ћете учићи као следиће.

Модел којим се описује метална веза је модел електронског гаса (предложио га је Јон Карл Лудвиг Друде 1900. године и по њему се још зове и Друдов модел). Позитивни јони унутар металне решетке окружени су електронима, који могу слободно да се крећу преко целе решетке. Овакве електроне називамо делокализовани електрони и захваљујући њима, метали имају добру термичку и електричну проводљивост. Сама метална веза представља је у ствари, електростатично привлачење између катиона метала, који су организовани у кристалну решетку, и негативно наелектрисаних електрона, који се слободно крећу као облак. Тада је, у ствари, електронски гас. Сам модел електронског гаса назив је добио по томе што се слободни електрони који се налазе између катиона метала крећу, тако да подсећају на кретање молекула гаса.

Метали ради ступају и у друге врсте хемијских веза и с другим елементима грађе различита јединица. У овом поглављу говориће се о хемијским својствима неких метала и њиховој реактивности. Почекнемо од неких метала који се могу наћи свуда у природи, али ће бити и оних који су јако ретки и комплексни и постоје само у одређеним организмима.



Слика – 1.6 Масени процентнистав галактије-Млечни пут



## ИЛУСТРАЦИЈЕ

овакав начин складиштења разјаснићемо једним једноставним огледом.

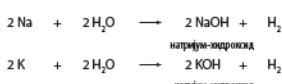
### ДЕМОНСТРАЦИОНИ ОГЛЕД

Током извођења овога огледа обавезно носите заштитне рукавице и наочаре. Уколико немате прописну заштиту, извођење отпада пропустите наставнику. За овај оглед потребни су вам елементарни натријум и/или калијум, пинцета, нохин, сашатно стакло или стакlena плочица, лакмус хартија, стаклена чаша од најмање једног литра, коју ћете напунити водом.

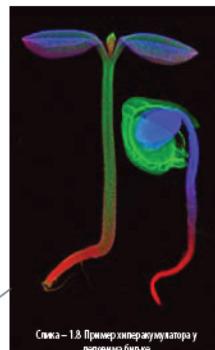
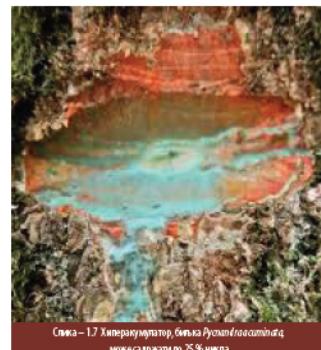
Натријум се чува у петролеуму. Као је јако мекан, користећи пинцету и/или калијум, пинцета, нохин, сашатно стакло или стаклена плочица, лакмус хартија, стаклена чаша од најмање једног литра, коју ћете напунити водом. Тестирајте водени раствор лакмус хартијом. Своја запажања забележите у свесци.

### Шта се додатило?

Натријум и калијум реагују с водом и граде хидроксиде, познатије као базе.



У овој реакцији се издава велика количина топлотне енергије и молекул водоника. Смеша гасовитог кисеоника и гасовитог водоника, који се ослобађају, јако је запаљива и назива се праскави гас.



### ЗАНИМЉИВОСТИ ИЗ БИОЛОГИЈЕ

Хиперакумулатор је биљка способна да расте у земљи или води с врло високом концентрацијом метала, и то тако што абсорбује кроз своје корење и концентрише изузетно високе нивое ових метала у својим ткивима. Због тога су занимљиве за извлачење метала из тла загађених локација (фиторемедијација) да би се екосистем вратио у мање токсично стање. Такође имају потенцијал да се користе за ископавање метала из тла с веома високим концентрацијама сакупљањем метала у својим ткивима (фиторударење).

### ПОДСЕТНИК

Изако метали заузимају највише места у Периодном систему, њихова заступљеност у природи, у поређењу с другим елементима Периодног система, ниска је. Атоми метала су повезани металним везама, што им даје специфична физичка и хемијска својства.

### ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

- Како смо поделили метале према њиховом положају у Периодном систему елемената?
  - Наведи заступљеност метала у живој и неживој природи.
  - Која су основна физичка својства метала?
  - Повеќи физичка својства метала са њиховом применом у свакодневном животу.
  - Да ли се сећаш коју везу метали грађе са неметалима?
- Шематски прикази настајање хемијске везе између:
- а) натријума и хлора,
  - б) магнезијума и хлора.

13

## ПОДСЕТНИК

### ЗАНИМЉИВОСТИ

### ПИТАЊА И ЗАДАЦИ



### ДЕМОНСТРАЦИОНИ ОГЛЕД



### ИЛУСТРАЦИЈЕ ОГЛЕДА

# I. МЕТАЛИ, ОКСИДИИ ХИДРОКСИДИ – БАЗЕ

Слика 1.1. – Злато – племенити метал

**K**ада се каже „злато”, одмах се помиšља на нешто ексклузивно, вредно и луксузно. Није ни чудо јер је, у ствари, злато елемент који се налази у природи у елементарном стању. Његова хемијска стабилност, односно хемијска инертност на ваздуху, омогућила је трговину и развој економије применом златних кованцица, чemu је помогла ограничена доступност у природи овог метала који сија као Сунце.

## Шта су метали?

**Метали** заузимају највише места у Периодном систему и на основу сличности у хемијским својствима, можемо их поделити у неколико група.

Елементе прве групе Периодног система елемената називамо **алкални метали** (на арапском *al kali* значи пепео биљака), а елементе друге групе називамо **земноалкални метали**. Заједно чине **изразите метале** јер су код њих општа својства метала најизраженија.

**Прелазни метали** су елементи који се налазе од 3. до 11. групе, а осталим металима називамо оне који се налазе од 12. до 16. групе Периодног система елемената (ПСЕ).

## Где можемо наћи метале?

У Млечном путу, галаксији у којој се налазе и Земља и Сунце, међу 10 најзаступљенијих елемената налазе се само два метала, и то магнезијум (0,058%) и гвожђе (0,109%). Ствар се мења уколико посматрамо само нашу планету, где је сада гвожђе (32,1%) најобилније. Прате га магнезијум (13,9%), никл (1,8%), калцијум (1,5%) и алуминијум (1,4%). Осталих метала има врло мало (мање од 1,2%). Заступљеност је изражена масеним процентним саставом.

Метали одбијају светлост, што их обично чини сјајним. Растегљиви су и ковни, што значи да се могу извлечити у дуге цеви и

кеључне речи  
**метали**  
**алкални метали**  
**земноалкални метали**  
**изразите метали**  
**прелазни метали**



Слика 1.2. – Калем бакарне жице



Слика 1.3. – Масени процентни састав Земље



Слика 1.4. – Пример металне везе

жице, или се могу исковати у јако танке листове. Злато поседује изузетну ковност и може се истањити у листиће који су дебели само неколико микрометара. Готово сви метали јако добро проводе струју и топлотну енергију. Уколико их загревамо, прелазе у течни облик и као такве их можемо изливати у калупе и од њих правити најразличите облике, који, када се охладе, могу имати одличне техничке карактеристике. Због чега се метали разликују од неметала?

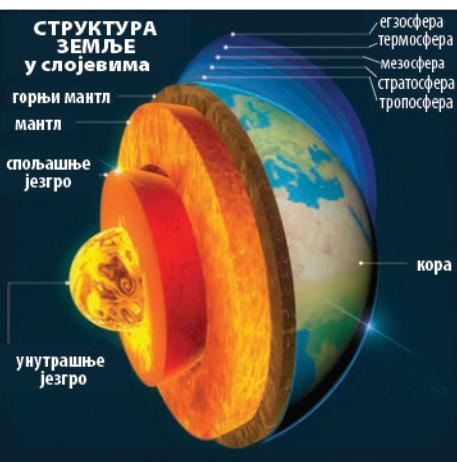
Много тога се може закључити о својствима супстанци уколико познајемо природу везе између атома тих супстанци. И обрнуто, својства неке супстанце могу упућивати на природу везе међу њеним атомима.

Атоми метала су повезани металним везама.

У седмом разреду смо научили да метали могу градити везе с неметалима, међутим, једна друга веза у којој учествују метали је одговорна за њихову добру топлотну и електричну проводљивост и ковност. У питању је метална веза и о њој ћете више учити касније.

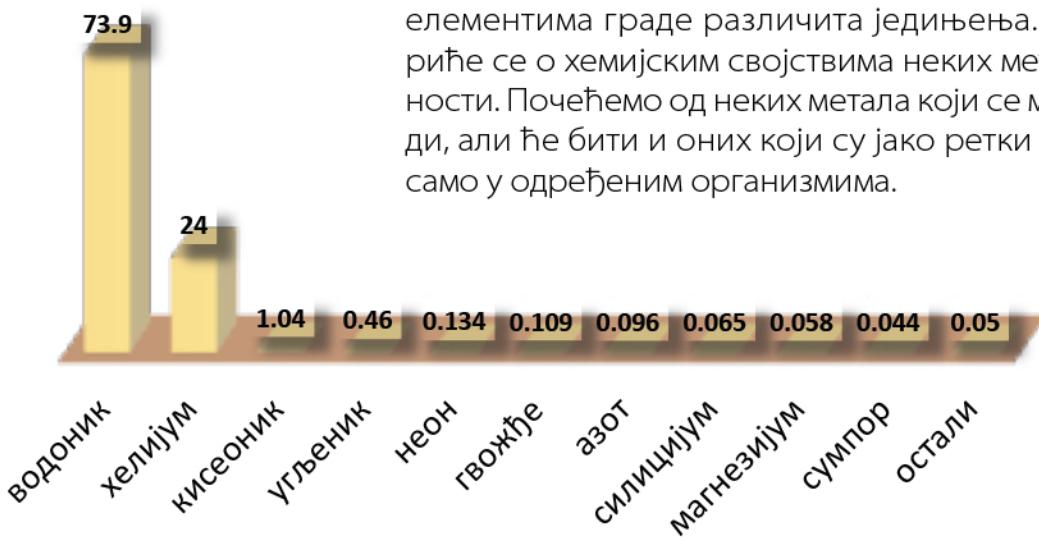
Модел којим се описује метална веза је модел електронског гаса (предложио га је Пол Карл Лудвиг Друде 1900. године и по њему се још зове и Друдов модел). Позитивни јони унутар металне решетке окружени су електронима, који могу слободно да се крећу преко целе решетке. Овакве електроне називамо делокализовани електрони и захваљујући њима метали имају добру термичку и електричну проводљивост. Сама метална веза представља, у ствари, електростатичко привлачење између катјона метала, који су организовани у кристалну решетку, и негативно наелектрисаних електрона, који се слободно крећу као облак. Тада облак је, у ствари, електронски гас. Сам модел електронског гаса назив је добио по томе што се слободни електрони који се налазе између катјона метала крећу, тако да подсећају на кретање молекула гаса.

Метали радија ступају и у друге врсте хемијских веза и с другим елементима граде различита једињења. У овом поглављу говориће се о хемијским својствима неких метала и њиховој реактивности. Почећемо од неких метала који се могу наћи свуда у природи, али ће бити и оних који су јако ретки и комплексни и постоје само у одређеним организмима.



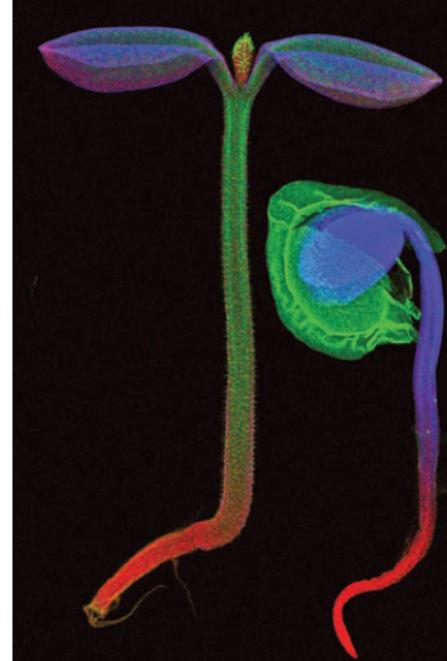
Слика 1.5. – Структура Земље

Слика 1.6. – Масени процентни састав галаксије Млечни пут





Слика 1.7. – Хиперакумулатор, биљка *Pycnandra acuminata*,  
може садржати до 25 % никла



Слика 1.8. – Пример хиперакумулатора  
у деловима биљке

### Занимљивости из биологије ✓

Хиперакумулатор је биљка способна да расте у земљи или води с врло високом концентрацијом метала, и то тако што апсорбује кроз своје корење и концентрише изузетно високе нивое ових метала у својим ткивима. Због тога су занимљиве за извлачење метала из тла загађених локација (фиторемедијација) да би се екосистем вратио у мање токсично стање. Такође имају потенцијал да се користе за ископавање метала из тла с веома високим концентрацијама сакупљањем метала у својим ткивима (фиторударење).

### Подсећник ✓

Иако метали заузимају највише места у Периодном систему, њихова заступљеност у природи, у поређењу с другим елементима Периодног система, ниска је. Атоми метала су повезани металним везама, што им даје специфична физичка и хемијска својства.

### ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Како смо поделили метале према њиховом положају у Периодном систему елемената?
2. Наведи заступљеност металала у живој и неживој природи.
3. Која су основна физичка својства металала?
4. Повежи физичка својства металала с њиховом применом у свакодневном животу.
5. Да ли се сећаш коју везу металали граде с неметалима?

Шематски прикажи настајање хемијске везе између:

- а) натријума и хлора, б) магнезијума и хлора.

## АЛКАЛНИ МЕТАЛИ

Алкални метали се у ПСЕ налазе с леве стране, односно у првој групи. Осим натријума и калијума, који су већ наведени, ту су још и литијум, рубидијум, цезијум и францијум.

Хемијске елементе **натријум** и **калијум** открио је 1807. године енглески хемичар Хемфри Дејви (Sir Humphry Davy), први електролизом каустичне соде  $\text{NaOH}$ , други електролизом калијум-хидроксида  $\text{KOH}$ .

Хемфри Дејви (1778–1829) је био енглески хемичар и физичар, члан Британског краљевског друштва. Заслужан је за многа открића. Осим што је успео да електролизом раздвоји хемијске елементе, изумео је безбедну рударску светильку, названу Дејвијева светилька, која је смањила број несрећа у рудницима. Доказао је да је дијамант полиморфни облик угљеника.

### Каква је реактивност алкалних метала?

Уколико погледамо ове елементе мало боље, прва ствар која упада у очи јесте да им је свима заједничко да у последњем енергетском нивоу имају само по један електрон.

Сваки елемент у ПСЕ тежи да има стабилну електронску конфигурацију, сличну оној коју имају племенити гасови. Алкалним металима је најлакше да отпусте свој један електрон и постигну конфигурацију претходног елемента, односно племенитог гаса. Самим тим, њихова валенца у готово свим једињењима биће један ( $\text{l}$ ).

22,99	
<b>Na</b>	$\begin{array}{c} 1 \\ 8 \end{array}$
11	2
НАТРИЈУМ	
39,10	
<b>K</b>	$\begin{array}{c} 1 \\ 8 \\ 8 \\ 2 \end{array}$
19	
КАЛИЈУМ	



Слика 1.9. – Сер Хемфри Дејви (Sir Humphry Davy), енглески хемичар

кључне речи  
**натријум**  
**калијум**  
**хидроксиди (базе)**



Слика 1.10. – Полудраги камен, тзв. Месечев камен, може се састојати од различитих количина натријума и калијума, што утиче на његову боју.

### Како реагују натријум и калијум?

Елементарни натријум и калијум су веома реактивни и ретко се могу наћи у елементарном стању. Једно од таквих места је хемијска лабораторија, где се чувају у неком инертном растворачу. Разлог за

овакав начин складиштења разјаснићемо једним једноставним огледом.

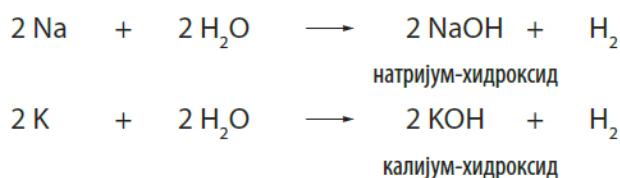
## ДЕМОНСТРАЦИОНИ ОГЛЕД

Током извођења огледа обавезно носите заштитне рукавице и наочаре. Уколико немате прописну заштиту, извођење огледа пропустите наставнику. За овај оглед потребни су вам елементарни натријум и/или калијум, пинцета, ножић, сахатно стакло или стаклена плочица, лакмус хартија, стаклена чаша од најмање једног литра, коју ћете напунити водом.

Натријум се чува у петролеуму. Како је јако мекан, користећи пинцету и ножић исеците врло мало парче и пажљиво убаците у стаклену чашу с водом. Тестирајте водени раствор лакмус хартијом. Своја запажања забележите у свесци.

### Шта се догодило?

Натријум и калијум реагују с водом и граде **хидроксиде**, познатије као **базе**.



У овој реакцији се издваја велика количина топлотне енергије и молекул водоника. Смеша гасовитог кисеоника и гасовитог водоника, који се ослобађа, јако је запаљива и назива се праскави гас.



Слика 1.14. – Горење на-  
тријума у води



Слика 1.11. – Натријум у петролеуму



Слика 1.12. – Калијум у петролеуму



Слика 1.13. – Горење калијума у води

Када пишемо формуле хидроксида, прво стављамо метал, а затим хидроксидну групу, односно OH групу. Пошто је хидроксидна група као целина једновалентна, то значи да ће број хидроксидних група зависити од валенце метала. Како су натријум и калијум та-кође једновалентни, формула њиховог хидроксида садржаће једну хидроксидну групу.

Такође морамо имати на уму да ће хидроксид у води бити дисо-сован на натријумов, односно калијумов катјон и анјон хидро-ксидне групе.



Из експеримента смо видели да лакмус хартија мења боју из цреве-не у плаву и да је главни разлог ове промене присуство хидро-ксидног анјона.

Натријум-хидроксид, познатији као каустична сода, и литијум-хидроксид имају велику употребну вредност. Између остalog, за-ступљени су у индустрији боја, сапуна, хартије, текстила, у биотех-нологији и др.



Слика 1.15. – Примена натријум-хидроксида у производњи сапуна



Слика 1.16. – Примена натријум-хидроксида у производњи боја



Слика 1.17. – Примена натријум-хидроксида у производњи хартије



Слика 1.18. – Примена натријум-хидроксида у биотехнологији

### Подсећник ✓

Алкални метали се у Периодном систему елемената налазе у првој групи (не рачунајући водоник). Како стабилну електронску конфигурацију изузетно лако постижу отпуштањем само једног електрона из валентног нивоа, хемијски су изузетно реактивни. У природи се не могу наћи у елементарном облику, већ искључиво у облику једињења с другим елементима. С кисеоником граде оксиде који након растворавања у води граде хидроксиде (базе).

### ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Опиши физичка својства алкалних метала.
2. Шематски прикажи распоред електрона у атомима натријума иカリјума. Шта им је заједничко?
3. Колика је валенца алкалних метала у једињењима?
4. Зашто натријум на ваздуху брзо губи метални сјај?
5. У празна поља упиши формуле одговарајућих једињења.



6. Натријум-нитрат ( $\text{NaNO}_3$ ) познат је под називом чилска шалитра и користи се као вештачко ђубриво. Израчунај колики је проценат натријума у овом једињењу.

24,31	
Mg	<sup>2</sup> <sub>8</sub>
12	2
МАГНЕЗИЈУМ	

40,08	
Ca	<sup>2</sup> <sub>8</sub> <sub>8</sub>
20	2
КАЛЦИЈУМ	

кључне речи  
магнезијум  
калцијум  
оксиди метала  
хидроксиди (базе)

## ЗЕМНОАЛКАЛНИ МЕТАЛИ

**Магнезијум и калцијум** је 1808. године открио енглески научник Хемфри Дејви. Магнезијум је добио име по грчкој покрајини Магнесији, а калцијум од латинске речи *calx*, што значи креч.

Земноалкални метали су у Периодном систему елемената (ПСЕ) одмах до алкалних метала у другој групи. Заједно с магнезијумом и калцијумом су и берилијум, стронцијум, баријум и радијум. Своје име делимично дугују сличности с елементима прве групе, а делимично свом налажењу у природи. Наиме, најчешће се могу наћи у земљи, о чему ће бити више речи.

### Шта им је слично с алкалним металима, а шта различито од њих?

Због положаја у ПСЕ, можемо да претпоставимо да ће им физичка и хемијска својства бити слична онима које имају елементи који су им близу у Периодном систему елемената. И заиста је тако. У последњем енергетском нивоу имају два електрона и тежије да их предају другим елементима и постигну стабилну електронску конфигурацију племенитог гаса из претходне периоде. Самим тим ће валенца у једињењима износити два (II), односно биће двовалентни.

### Како реагују магнезијум и калцијум?

Хајде да видимо то једним огледом. Посебно ће бити занимљиво да њихову реактивност упоредимо с алкалним металима.



Слика 1.19. – Калцијум



Слика 1.20. – Магнезијум

## ДЕМОНСТРАЦИОНИ ОГЛЕД

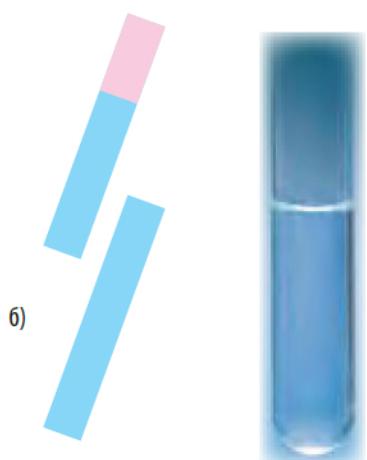
Током извођења огледа обавезно носите заштитне рукавице и наочаре. Уколико немате прописну заштиту, извођење огледа пропустите наставнику.

За овај оглед потребни су вам магнезијумова трака и/или елементарни калцијум, пинцета, ножић, сахатно стакло или стаклена плочица, лакмус хартија, чаше које ћете напунити водом и пламеник, као и пластична цевчица за сок.

Магнезијум и калцијум прво покушајте да оставите на ваздуху, а затим магнезијумову траку и делиће калцијума изложите пламену. Такође покушајте да ставите по једно парче у чаше с водом. Уколико је потребно, загрејте воду у чаши и тестирајте је на лакмус хартији. У чашу у којој се налази калцијум кроз цевчицу дувајте ваздух из плућа правећи мехуриће. Своја запажања забележите у свесци.



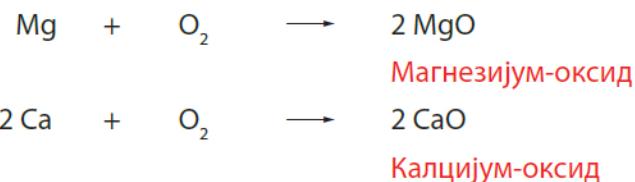
a)



b)

### Шта се догодило?

Магнезијум и калцијум су реаговали с кисеоником из ваздуха тек када се унесу у пламен, при чему се добијају **оксиди**.



Оксиди магнезијума и калцијума су анхидриди и с водом граде **хидроксиде**. То се може видети уколико лакмус хартију доведемо у контакт с овим раствором, при чему ће црвена лакмус хартија променити боју из црвене у плаву.



Хидроксиди магнезијума и калцијума садрже у свом молекулу две хидроксидне групе. Хидроксидна група је као целина једновалентна, док су магнезијум и калцијум двовалентни. Број хидроксидних група у хидроксиду зависиће од валенце метала који гради одређени хидроксид. Уколико желимо да напишемо општу формулу хидроксида, она ће бити:

метал (хидроксидна група)<sub>n</sub>, где n представља валенцу метала.

Слика 1.21. – Оглед са магнезијумом који се загрева на отвореном пламену шпиритусне лапе или у епрувети са водом (а) и промена боје лакмус хартије из црвене у плаву у присуству раствора магнезијум-хидроксида добијеног из првог дела огледа (б)



Слика 1.22. – Калцијум-оксид или негашени креч



Слика 1.23. – Магнезијум-оксид



Слика 1.24. – Палење магнезијумове траке

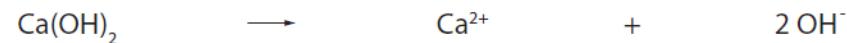
Уколико се реакција дешава у течној води, одмах их прати реакција формирања хидроксида. Лакмус хартија такође може показати базност овог раствора променом црвене боје у плаву.



У води ће ова два хидроксида дисосовати дајући катјон магнезијума, односно калцијума и по два хидроксидна анјона:



**Магнезијум-хидроксид**                   **Катјон магнезијума**                   **Хидроксидни анјон**



**Калцијум-хидроксид**                   **Катјон калцијума**                   **Хидроксидни анјон**

Како што смо видели у огледу, због присуства  $\text{OH}^-$  јона лакмус хартија ће променити боју из црвене у плаву.

Уколико у раствор калцијум-хидроксида унесемо угљеник (IV)-оксид, створиће се талог калцијум-карбоната.



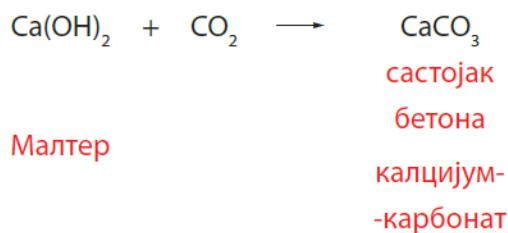
**Калцијум-хидроксид**                   **Угљеник(IV)-оксид**                   **Калцијум-карбонат**

Калцијум-карбонат или кречњак се може лако наћи у природи и један је од незаобилазних материјала у грађевинарству. Уколико кречњак подвргнемо високим температурама у постројењима познатијим као кречане, добићемо калцијум-оксид, односно негашени креч. Уколико креч растворимо у води, калцијум-хидроксид или гашени креч можемо мешати с песком или силицијум(IV)-оксидом, при чему се добија малтер. Уколико га оставимо на ваздуху, мал-

Слика 1.25. – Површина мермера



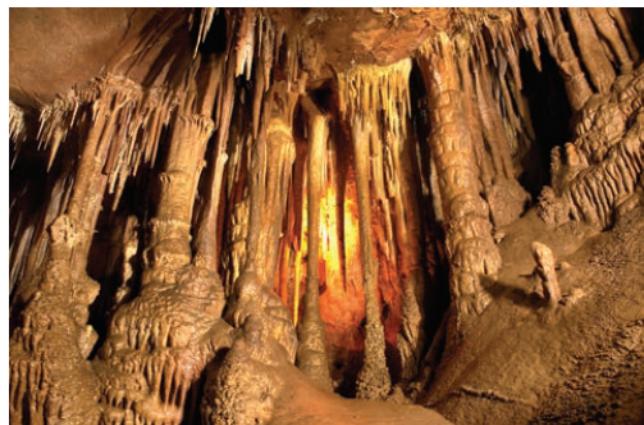
тер ће с временом апсорбовати угљеник(IV)-оксид, очврснуће калцијум-карбонат из малтера и добићемо бетон. Тако се зидају куће.



Гашени креч се од давнина користио за крчење зидова, дезинфекцију, заштиту стабала дрвећа. Фреске у манастирима, које су сликане на свеже омалтерисаним зидовима, вековима су остале непромењене јер их је танак слој калцијум-карбоната, који је настао, штитио од пропадања.



Слика 1.26. – Византијска фреска Богородице с Христом добар је пример утицаја хемијских процеса међу елементима, чија су новонастала једињења помогла конзервацију фреске.



Слика 1.27. – Сталактити и сталгмити у пећинама представљају природни кречњачки украс.

## *Подсјетник ✓*

Земноалкални метали се у Периодном систему елемената налазе у другој групи. По својим својствима слични су алкалним металима, с тим што стабилну електронску конфигурацију постижу отпуштањем два електрона. С кисеоником реагују дајући оксиде који су анхидриди хидроксида (базе). Пошто су хемијски врло реактивни, у природи се могу наћи искључиво у облику својих једињења.

### ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Опиши физичка својства земноалкалних метала.
2. Колика је валенца земноалкалних метала у једињењима?
3. Који су састојци малтера?
4. Зашто малтер с временом постаје чврсти  $\text{CaCO}_3$ ?
5. Напиши једначине реакција, као и називе реакционих производа:
  - а) сагоревање магнезијума,
  - б) реакција магнезијум-оксида с водом,
  - в) гашење креча,
  - г) увођење угљеник(IV)-оксида у кречну воду.
6. Шта су хидроксиди (базе)? На који начин се доказује њихово присуство у воденом раствору?
7. На основу демонстрационог огледа могли сте да уочите да натријум и калијум с водом реагују бурно, калцијум мање бурно, а магнезијум реагује тек с кључалом водом. Шематски прикажи распореде електрона у атомима ових елемената и на основу тога покушај да објасниш разлику у њиховој реактивности.

# ГВОЖЂЕ, БАКАР И АЛУМИНИЈУМ

Гвожђе и бакар су познати од давнина; први елемент се на латинском каже *ferrum*, што значи гвожђе. Назив другог елемента потиче од латинског назива за Кипар *cuprum*, јер су стари Римљани бакар издавали из земље с острва Кипар. **Алуминијум** је 1827. године изоловао немачки научник Фридрих Велер. Овај елемент је добио назив од латинске речи *alumen*, која значи стипса. (Стипса је назив за једињење алуминијума.)

Фридрих Велер (1800–1882) је немачки хемичар који је, осим за откриће алуминијума, заслужан и за откриће берилијума. Први је успео да синтетише органску супстанцу (уреу-карбамид) од неорганских, што се у то време сматрало немогућим.

Гвоздено доба је периодprotoисторије (1200–550. пре н. е.), назван по једном од најпознатијих метала. Бакарно доба (3500–2000. пре н. е.), које се назива и енеолит, иако старије од гвозденог, име је добило по овом црвенкастом сјајном металу. Разлог што су ова доба добила имена баш по њима је изузетна употребна вредност ових метала, који су коришћени за израду оружја, оруђа, накита. (Да ли знате које доба је између гвозденог и бакарног?)

За разлику од изразитих метала, који су релативно сличних карактеристика, прелазни и остали метали су често специфичних карактеристика. Оно што им је релативно заједничко јесте стабилност на ваздуху, метални сјај, проводљивост струје и топлоте, ковност, савитљивост. Иако се у природи налазе у облику минерала и руда, неке мале количине гвожђа и бакра могу се наћи и у елементарном облику. Док су гвожђе и алуминијум тамно и сивометалне боје, бакар је црвенкаст. Међутим, уколико их оставимо на ваздуху, кородирају.

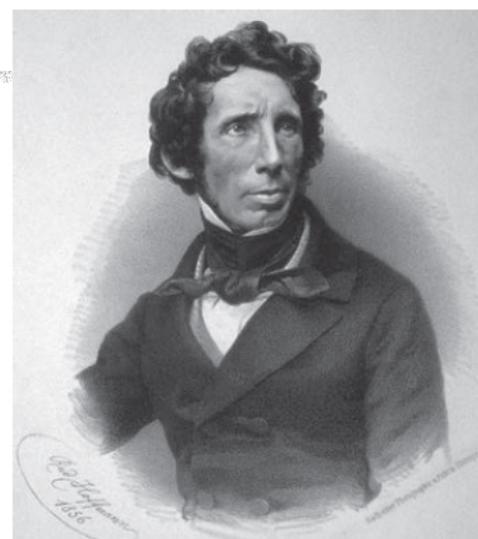
## Шта је корозија?

Корозија је физичко-хемијска реакција оксидације метала која се одвија под утицајем кисеоника, водене паре, угљен-диоксида. Погледајмо то на примеру гвожђа, бакра и алуминијума:

Слика 1.29. – Систем за гасно снабдевање, дотрајао од корозије

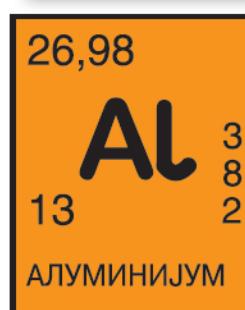
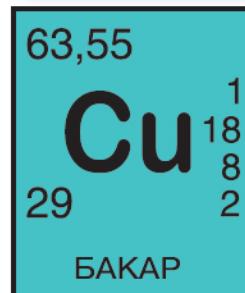
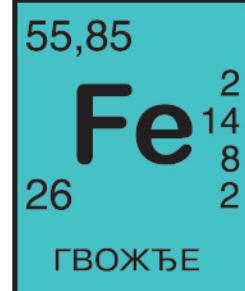


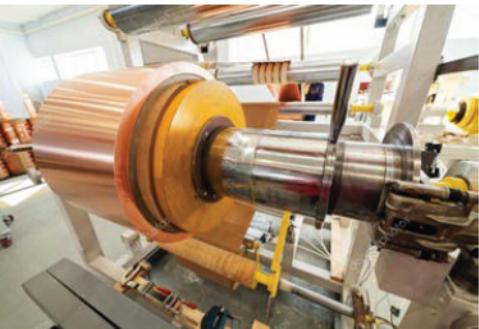
23



Слика – 1.28. Фридрих Велер (Friedrich Wöhler), хемичар

кључне речи  
гвожђе  
бакар  
алуминијум  
корозија





Слика 1.30. – Бакарни лим у ролнама



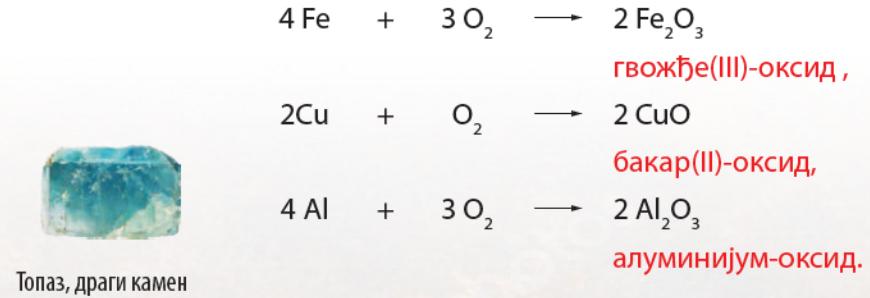
Слика 1.31. – Алуминијумски лим у ролнама



Слика 1.32. – Алуминијум се употребљава у авио-индустрији.



Слика 1.33. – Кров Народне библиотеке Србије је пресвучен бакарним лимом и карактеристично је зелене боје.



Слика 1.34. – Драго и полудраго камење

Свима нам је позната црвенкаста боја рђе гвожђа. Уколико се доволно дуго остави на ваздуху, чврсто елементарно гвожђе превући ће се слојем црвеног оксида. Нажалост, рђа нема заштитна својства и рђање се наставља. Гвожђе(III)-оксид у контакту с водом се хидратише у  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \times n\text{H}_2\text{O}$  и не реагује даље с водом, али се у виду љуспица одваја од неизреагованог гвожђа и омогућава његово даље оксидовање. Овај процес је непожељан и због тога гвожђе од директног контакта с водом и кисеоником штитимо на различите начине.

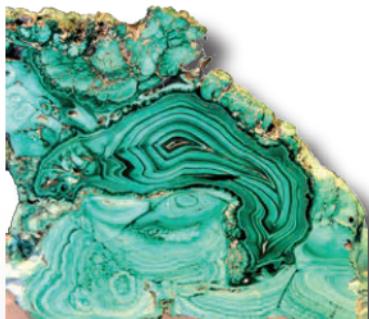
Осим гвожђе(III)-оксида, који још називамо и фери-оксид, може се наћи и гвожђе(II)-оксид, односно феро-оксид  $\text{FeO}$ . Обично ова два оксида у природи налазимо заједно у облику руде магнетита  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , коју називамо и феро-фери-оксид. За разлику од гвожђа, стварање оксида успорава даље пропадање бакра и алуминијума јер се на површини ствара заштитни слој. Овај процес се назива пасивизација.

Бакар(II)-оксид, који је црне боје, на ваздуху прелази у једињење бакра зелене боје, које се с временом ствара. Можете га уочити на бакарним крововима, куполама и споменицима.

Алуминијум-оксид се у природи налази као минерал корунд и, поред дијаманта, једна је од најтврђих познатих супстанци. Врло често овај оксид садржи и примесе других метала, који могу дати различите боје. Модро обојени корунд назива се сафир и садржи примесе кобалта, а црвени рубин садржи хром. Сви наведени се користе као драго или полудраго камење.



Корунд  $\text{Al}_2\text{O}_3$



Малахит у пресеку  $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$



Магнетит  $\text{Fe}_3\text{O}_4$



Пирит  $\text{FeS}_2$



Халкопирит  $\text{CuFeS}_2$



Сидерит  $\text{FeCO}_3$



Лимонит  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$



Хематит  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

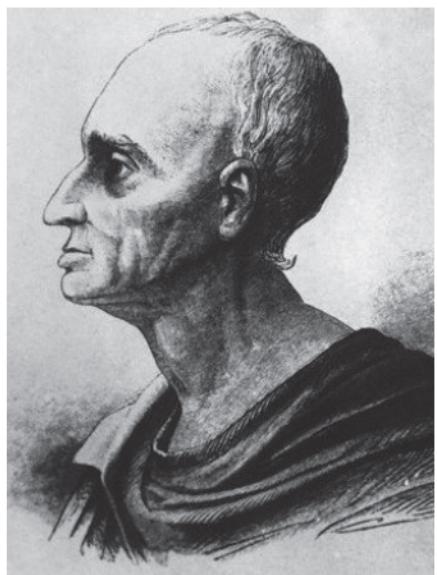
Слика 1.35. – Руде метала

## Подсјеник ✓

Гвожђе и бакар су представници прелазних метала и, за разлику од алкалних и земноалкалних метала, у природи се могу наћи у елементарном облику, као и у облику једињења и имају специфична хемијска својства. Оксидација ових метала назива се кородирање. У природи се могу наћи у облику руде, при чему се неке руде алуминијума и бакра сматрају полудрагим и драгим камењем. Њихова физичка својства, као што су чврстоћа и проводљивост електричне струје, чине их изузетно корисним индустријским материјалима.

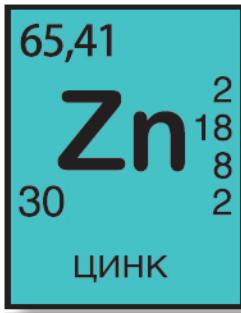
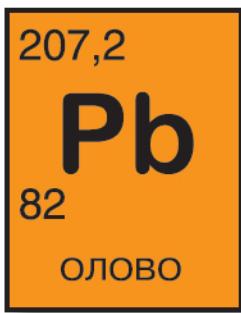
## ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Упореди физичка својства гвожђа, бакра и алуминијума.
2. Шта је корозија и како настаје?
3. Како штитимо гвоздене предмете од корозије?
4. Повежи својства бакра и алуминијума с њиховом применом у свакодневном животу.



Слика 1.36. – Андреас Марграф (Andreas Sigismund Marggraf), немачки хемичар

кључне речи  
**олово**  
**цинк**



## ОЛОВО И ЦИНК

**Олово** је елемент познат од давнина (најстарији артефакт стар је 6.000 година). Симбол Pb потиче од латинског назива за олово – *plumbum*. **Цинк** је 1746. године изоловао немачки научник Андреас Марграф.

Андреас Марграф (1709–1782) је био немачки хемичар који је увео неколико нових метода у експерименталну хемију. Иако није био једини који је изоловао цинк, њему се приписују заслуге јер је детаљно описао поступак изоловања овог елемента.

Олово је сјајан, плавосребрнаст метал. Карактеристике су му висока густина, ниска тачка топљења, ковљивост, дуктилност (на латинском *ductiles* значи мек, означава својство материјала да се под утицајем спољашње силе може деформисати) и висока отпорност на корозију услед пасивизације. Олово изложено влажном ваздуху формира заштитни слој различитог састава, углавном од оксида и соли карбоната. Олово је неуротоксин\* који се таложи у меким ткивима и костима. Оштећује нервни систем и омета функцију биолошких ензима изазивајући неуролошке поремећаје.

Елементарни цинк је крт на собној температури и има такође плавосребрнаст изглед. За разлику од олова, цинк је есенцијални минерал важан за правилно функционисање организма. Мањак цинка узрокује успоравање раста и правилног развоја, осетљивост на инфекције. Ензими са цинковим атомом у реактивном центру су распрострањени у биохемији (као што је алкохол-дехидрогеназа, коју ћемо разматрати касније). Техничке примене цинка су у електричним батеријама, малим неструктурним одливима и легурама као што је месинг.

\*Неуротоксини су супстанце које мењају структуру или функције нервног система.

Слика 1.37. – Минијум, минерал  $Pb_3O_4$



Слика 1.38. – Литаргит, минерал  $PbO$

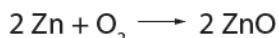


## Која су најпознатија једињења олова и цинка?

Позната су три оксида:  $PbO$ ,  $PbO_2$  и  $Pb_3O_4$  (који се назива и минијум и комбинација је оксида  $2PbO + PbO_2$ ). Олово(II)-оксид, који се такође назива и олово-моноксид, јавља се у два полиморфна облика: црвени а-облик, и жути  $\beta$ -облик.

$PbO$  се углавном примењује за добијање индустриског стакла на бази олова и индустриске керамике, укључујући ту и рачунарске компоненте.

У неким аспектима цинк је хемијски сличан магнезијуму: оба елемента су увек двовалентни.



Иако се природно појављује као минерал цинкит, већина цинковог оксида производи се синтетички. Бели прах цинк-оксида нерастворљив је у води и користи се као адитив у многим материјалима и производима, укључујући ту и гуме, пластику, керамику, стакло, цемент, мазива, боје, масти, лепкове, пигменте, храну, батерије, средства за гашење пожара, траке за прву помоћ.

### Подсетник ✓

Олово и цинк су примери метала и у природи се могу наћи у облику руда и минерала. Њиховом оксидацијом добијају се оксиди. Имају изузетну употребну вредност и корисни су материјали у многим гранама индустрије.

## ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Која су физичка својства олова и цинка?
2. Наведи примену  $PbO$  и  $ZnO$  у свакодневном животу.
3. Напиши формуле следећих једињења:
  - а) хидроксиде олова, б) гвожђе(III)-оксид, в) гвожђе(II)-хидроксид,
  - г) бакар(I)-оксид, д) корунд, ћ) бакар(II)-хидроксид.



Слика 1.39. – Постројење за прераду челика

кључне речи

легуре  
бронза  
челик  
месинг  
дуралуминијум  
силумин

## ЛЕГУРЕ

Неки метали о којима се досада дискутовало хемијски су нестабилни и лако оксидују и кородирају.

### Шта се добија ако се смеше метала изложе на високим температурама?

Управо тако се добијају **легуре**, смеше добијене мешањем једног метала с једним или више других елемената. Поступак добијања легура назива се легирање и изводи се тако што се тачно одређене количине састојака растопе на високој температури, помешају на високим температурама, а затим охладе.

Метал ког у легури има највише назива се основни метал, а елементи који му се додају називају се легирајући елементи.

### Која својства имају легуре?

Карakterистична својства легура различита су од својстава појединачних елемената који их чине и на тај начин побољшавамо нека својства метала која нам не одговарају. Нека од нових својстава легура могу се променити и побољшати даљом механичком или термичком обрадом.

### Које су најпознатије легуре и каква је њихова примена у свакодневном животу?

**Бронза** је најпознатија легура бакра, позната је од давнина, и пре открића гвожђа била је најважнији метал. Иначе је назив за бројне легуре, које се добијају најчешће легирањем бакра калајем, али и с другим елементима, као што су фосфор, манган, алуминијум и силицијум. Ове легуре имају већу тврдоћу у односу на бакар, као и већу отпорност на спољашње утицаје. Користе се за израду најразличитијих производа, укључујући и израду уметничких предмета, делова за бродове, звона, новца, медаља.

Друга позната легура бакра, која настаје мешањем бакра са цинком, јесте **месинг**. Има већу савитљивост у односу на бронзу и отпорнији је на механичка оштећења. По боји подсећа на злато, због чега има примену у изради украсних предмета. Такође се користи за израду цеви, вентила, славина, али и музичких инструмената, јер ствара добру акустичност.

Да бисмо побољшали својства гвожђа, мешамо га с угљеником (до 2,11%) и на тај начин добијамо **челик**, који се одликује великим



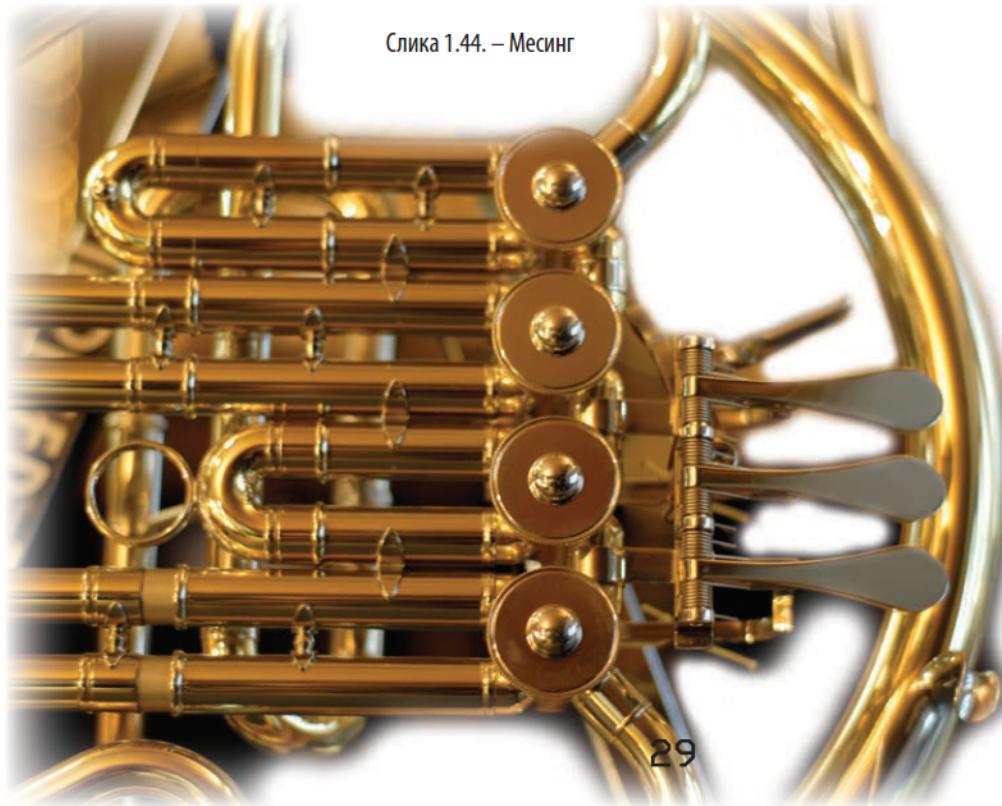
Слика 1.40. – Биста Луја Пастера у родној кући, израђена од бронзе

тврдоћом и еластичношћу. Уколико додамо волфрам, хром, молибден, ванадијум, манган, никл, кобалт или неки други метал, појединачно или у комбинацијама, добијају се легирани челици, који се користе за специјалне сврхе. Тврдоћа, дуктилност, затезна чврстоћа и др. могу се даље контролисати комбинованим или појединачним методама као што су термичка обрада (жарење, каљење) и механичка прерада (ваљање, извлачење). Овако добијени челици имају широку примену.

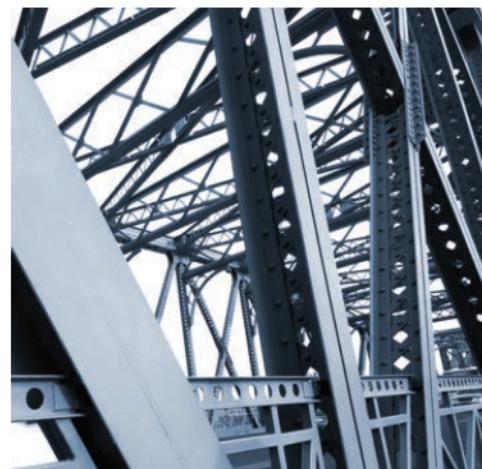
Од легура алуминијума, можемо издвојити **дуралуминијум** и **силимин**. Прављењем обе легуре повећавамо тврдоћу алуминијума.

Дуралуминијум добијамо мешањем алуминијума с манганом, бакром и магнезијумом. Добра механичка својства, проводљивост топлоте и отпорност на корозију узрок су што се од дуралуминијума праве клипови, блокови и пумпе мотора, делови за спортска возила и летелице.

Силимин, легура алуминијума са силицијумом (од 5 до 13%), осим што има већу тврдоћу у односу на алуминијум, одликује се и великом отпорношћу на корозију и малом густином. Чврстоћа се може повећати уколико се додају бакар и магнезијум. Од њих се могу правити делови различитог попречног пресека, који су понекада врло танки. Због ових својстава, од ових легура се праве делови лаких конструкција у авио и аутомобилској индустрији и имају велику примену у изради делова за чамце и бродове.



Слика 1.44. – Месинг



Слика 1.41. – Челична конструкција моста



Слика 1.42. – Дуралуминијум се употребљава приликом израде авио-мотора.



Слика 1.43. – Месинг

## Подсетник ✓

Легура представља смешу метала и једног елемента или више елемената који се називају легирајући елементи. Процес добијања легура назива се легирање и изводи се загревањем метала, при чему се он преводи у течно агрегатно стање. Потом му се додају легирајући елементи, а затим се добијена смеша хлади. Легура има промењена физичка и хемијска својства у односу на полазни метал, што чини поступак легирања изузетно важним у индустрији материјала. Примери легура су бронза, месинг, челик, дуралуминијум и силумин.

### ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Шта су легуре?
2. Зашто правимо легуре?
3. Наведи називе елемената који улазе у састав следећих легура:
  - а) челик, б) бронза, в) месинг.
4. Уз назив легуре наведи предмете из свакодневног живота који су од ње направљени.

Месинг

Бронза

Челик

Дуралуминијум

5. Челик је легура гвожђа која настаје мешањем гвожђа са угљеником (до 2,11%).

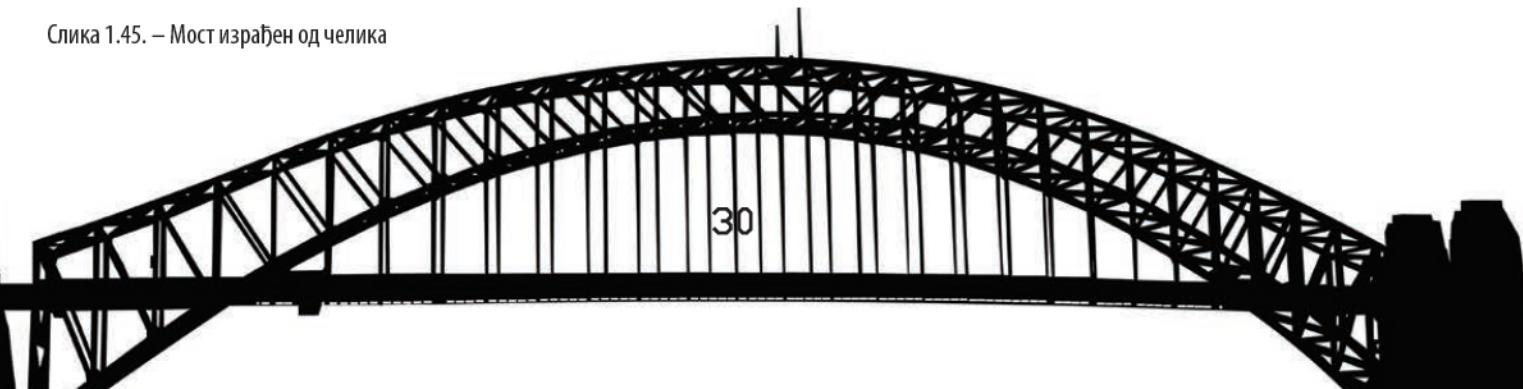
6. Испитивани су узорци челика:

- а) 200 грама челика који садржи 1,5% угљеника,
- б) 150 грама челика који садржи 1,7% угљеника.

Који узорак садржи више угљеника?

7. Где се све користи челик?

Слика 1.45. – Мост израђен од челика

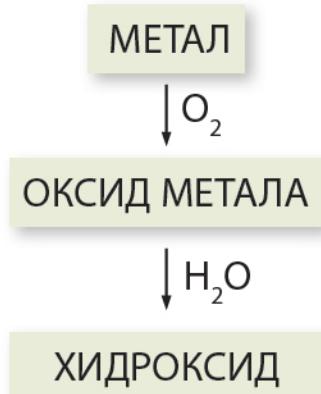


# ОКСИДИ МЕТАЛА И ХИДРОКСИДИ

Како што смо видели на примерима појединачних метала, при њиховој хемијској реакцији с кисеоником настају **оксиди** одговарајућих **метала**. Ови оксиди су, у ствари, анхидриди база или **хидроксида** и, уколико оксид реагује с водом и у њој се раствори, у тој реакцији настају хидроксиди.

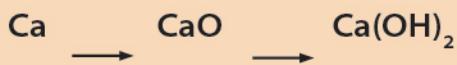
Важно је напоменути да је валенца коју метал има у анхидриду хидроксида иста као и валенца метала у самом хидроксиду.

кључне речи  
оксиди метала  
хидроксиди



## ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Шта повезује све метале?
2. Шта су изразити метали?
3. По чему се метали разликују?
4. Који метали су најреактивнији?
5. Заокружи ДА ако је исказ тачан или НЕ уколико је нетачан.
  - а) Основно хемијско својство метала је да граде хидроксиде. ДА НЕ
  - б) Хидроксиди настају у реакцији метала с кисеоником. ДА НЕ
  - в) Валенца метала у хидроксиду и у одговарајућем анхидриду хидроксида је увек једнака. ДА НЕ
  - г) Хидроксиди мењају црвену боју лакмус хартије у плаву. ДА НЕ
6. У празна поља изнад стрелице упиши формуле потребних реактаната тако да шема буде исправно написана.



7. На линији поред формуле супстанце напиши њен назив.



8. На линији поред назива супстанце напиши њену формулу.

Гвожђе(II)-хидроксид \_\_\_\_\_

Гвожђе(III)-оксид \_\_\_\_\_

Натријум-оксид \_\_\_\_\_

Калцијум-оксид \_\_\_\_\_

Алуминијум-хидроксид \_\_\_\_\_

Цинк-хидроксид \_\_\_\_\_

Бакар(II)-оксид \_\_\_\_\_

9. Напиши једначине реакција:

а) синтезе магнезијум-оксида,

б) загревање алуминијум-хидроксида,

в) калијума с водом,

г) литијум-оксида с водом.

10. Колико грама оксида настаје у реакцији сагоревања  
30 грама магнезијума?

11. Колико грама калцијум-хидроксида настаје у реакцији  
0,5 молова калцијума с одговарајућом количином воде?

12. У реакцији тровалентног метала с 2,4 грама кисеоника  
настаје 5,1 грам производа. Колика је релативна атомска маса  
метала?

# ЛАБОРАТОРИЈСКА ВЕЖБА I

Током извођења огледа обавезно носите заштитне рукавице и наочаре. Уколико немате прописну заштиту, извођење огледа пропустите наставнику. За овај оглед потребни су вам различити предмети од метала или легура метала, батерија, сијалица, жице, магнет, упаљач, чаша, разблажена хлороводонична киселина.

Пронађите предмете у вашем окружењу који су израђени од метала или легура метала. Детаљно испитајте њихова физичка и хемијска својства, нацртајте табелу у свеску и унесите своја запажања. Уколико испитивани метал реагује с разблаженом хлороводоничном киселином, запишите своја запажања у облику једначина хемијских реакција. Детаљна упутства за извођење вежби можете наћи у збирци са лабораторијским вежбама.



# II. НЕМЕТАЛИ



Слика 2.1. – Дијамант и графит

**Н**еметали су добили име по томе што се не понашају као метали и од њих су изузетно различити. Углавном имају ниску температуру топљења, ниску температуру кључања и густину. То значи да су у елементарном стању на собној температури углавном гасовити, мада могу да буду и течни или чврсти. Обично слабо одбијају светлост, што значи да нису сјајни јер нису повезани металним везама и немају електронски облак. Што се проводљивости топлоте и електричне струје тиче, углавном спадају у изолаторе, а врло ретко у проводнике или полупроводнике (нешто више речи о томе биће касније).

Даље ћемо разматрати осам неметала: угљеник (C), азот (N), флуор (F), фосфор (P), сумпор (S), хлор (Cl), бром (Br) и јод (I). Водоник (H) и кисеоник (O) су нам већ добро познати, али ће и они играти веома важну улогу у реакцијама које следе.

### Где можемо наћи неметале?

У односу на метале, неметали су малобројни и по својим карактеристикама битно се разликују од њих, али су у природи веома распрострањени. Неки од њих могу се наћи у елементарном стању у облику дво- или полијатомних молекула, а неки искључиво у облику једињења с атомима других елемената.

Најзаступљенији неметал у свемиру је водоник, док је на Земљи најзаступљенији кисеоник, који се у елементарном стању налази у саставу ваздуха.

Неметали улазе у састав живих организама, јер су њихова једињења саставни део живог света, па су неметали угљеник, водоник, кисеоник, азот, фосфор и сумпор добили назив **биогени елементи** (*bios* на грчком значи живот, *genos* – порекло).

Неметали се разликују по боји. Такође, различити су по мирису – неки су без мириса (кисеоник, водоник, азот), а неки од њих имају оштар, непријатан мирис и не смеју се удисати јер су штетни (хлор, бром)!

Неметали могу градити јонска једињења с металима или ковалентна једињења с другим неметалима. С водоником граде постојана једињења.

кључне речи  
**неметали**  
**физичка својства**  
**неметала**  
**биогени елементи**

Неметали се јако често налазе у облику алотропских модификација.

Алотропија је способност елемента да постоји у више облика и структура. Има значење као и термин полиморфизам, који се користи за супстанце које имају више облика кристалних структура.

### **Да ли већ знате неке неметале који се јављају у облику алотропских модификација?**

Сетите се да се кисеоник у природи може наћи у две алотропске модификације, као молекул кисеоника  $O_2$  и молекул озона  $O_3$ . Кисеоник је гас без боје и мириса, док је озон бледоплаве боје, интензивног мириса, слабо растворљив у води и чини заштитни слој у атмосфери који нас штити од штетног зрачења.

### **Подсетник ✓**

Неметали су име добили по томе што им се физичка и хемијска својства изузетно разликују од метала. Иако малобројни у Периодном систему елемената, у природи спадају у најзаступљеније елементе. С металима граде јонска једињења, а атоми неметала повезани су ковалентним везама. У природи се могу наћи у елементарном облику, при чему могу формирати различите алотропске модификације.

## **ПИТАЊА И ЗАДАЦИ**

- 1. Наброј све неметале и напиши њихове хемијске симболе.**
- 2. Који неметал је најзаступљенији:**  
а) у свемиру, б) на Земљи, в) у ваздуху?
- 3. По којим својствима су неметали слични, а по којим се разликују?**
- 4. Заокружи слово испред низа у ком су написани симболи само гасовитих неметала.**  
а) C, S, N, H; б) N, O, H, Cl; в) O, S, N, F
- 5. Шта су биогени елементи?**
- 6. Шта је алотропија? Да ли знаш неки елемент који се јавља у алотропском или полиморфном стању?**
- 7. Шта је сублимација? Који неметал може да сублимује?**
- 8. Шематски прикажи настајање хемијске везе у молекулу:**  
а) водоника, б) кисеоника, в) азота.  
**Упореди јачину везе у молекулима тих неметала.**

# ХАЛОГЕНИ ЕЛЕМЕНТИ

Иако се о постојању флуора зело још 1813. године, када му је научник Хенри Дејви и дао име по аналогији са хлором, велики проблем је било изоловање овог елемента јер се чинило да ниједан суд није довољно отпоран према његовом хемијском дејству. Тај проблем је решен тек 1886. године Моисановом методом.

Хлор је 1774. године изоловао Шеле, а назив му је дао Дејви по грчкој речи хлор, што значи жутозелен.

Бром је 1826. године изоловао Балард. У преводу с грчког његов назив значи непријатног мириза.

Фердинанд Фредерик Хенри Моисан (1852–1907) био је француски хемичар, добитник Нобелове награде за хемију 1906. године за рад на изоловању флуора.

Карл Вилхелм Шеле (1742–1786) био је шведски хемичар и фармацеут који је открио много хемијских елемената. Претпоставља се да је он тај који је 1771. године открио кисеоник пре Пристлија и Лавоазјеа. Први је окарактерисао винску, лимунску, бензоеву и јабучну киселину. Сматра се да је његова рана смрт последица дугогодишњег излагања отровним супстанцима које је синтетисао.

**Халогени елементи** се у ПСЕ налазе у 17. групи, одмах до племениних гасова. Ова група је добила име по томе што њени елементи са металима граде соли (άλας – со, γένος – градити). То су флуор (F), хлор (Cl), бром (Br), јод (I) и астат (At). (Металоид астат је недовољно испитан и радиоактиван елемент с кратким полувременом полураспада од 7,5 часова и њега у овом поглављу даље нећемо обраћивати.)

У елементарном стању ови елементи се јављају у виду двоатомних молекула који су повезани једноструком ковалентном неполарном везом. У овим молекулима сви електрони су спарени.

У складу с порастом атомског броја халогених елемената, расту њихове атомске и молекулске запремине и запремине њихових једињења, као и температура топљења и кључања. Тако су флуор и хлор гасовити, бром је течан, а јод чврстог агрегатног стања. Занимљиво је видети да елементи ове групе имају изразиту реактивност. Наиме, да би постигли стабилну електронску конфигурацију племениних гасова, недостаје им само један електрон.

И боја елемената се с порастом атомског броја мења и постаје све тамнија. Хлор је и име добио по својој боји (на грчком χλωρός – жутозелен). Сви молекули халогених елемената су изузетно оштргот



Слика 2.2. – Карл Вилхелм Шеле (Carl Wilhelm Scheele), шведски хемичар (1742–1786)

кључне речи  
**халогени елементи**

19,00		
	F	
9		7
флуор		

35,45		
	Cl	
17		7
хлор		

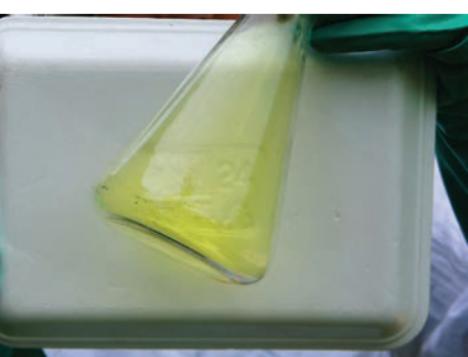
79,90		
	Br	
35		7
бром		



Слика 2.3. – Фердинанд Фредерик Хенри Моисан (*Ferdinand Frédéric Henri Moissan*) (1852–1907), француски хемијар, добитник Нобелове награде за хемију за изоловање флуора



Слика 2.4. – Флуор у течном агрегатном стању под повишеним притиском



Слика 2.5. – Хлор у гасовитом агрегатном стању

мириса. Удисање чак и малих количина изазива надражај органа за дисање, упалу слузокоже носа и грла, док су веће количине токсичне.

### Како халогени елементи реагују с водом?

У води се халогени елементи слабо растварају (боље у органским растварачима). Флуор снажно реагује с водом, при чему се ослобађају кисеоник ( $O_2$ ) и флуороводонична киселина (HF):



#### *За one који желе да знају више*

Растворени хлор реагује с водом и формира хлороводоничну киселину (HCl) и хипохлорасту киселину (HClO), раствор који се може користити као одлично дезинфекционо средство или као избельивач:



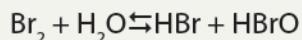
Обратите пажњу, ова реакција је повратна или реверзибилна. То значи да се може одвијати у оба правца.

### Због чега се хипохлораста киселина користи као дезинфекционо средство?

Хипохлораста киселина је врло нестабилна и веома брзо се распада на хлороводоничну киселину и елементарни кисеоник. Али тај кисеоник није обичан кисеоник! Он је изузетно реактиван и има изузетно изражену тежњу да се спаја са свиме што му се налази у близини. То може да буде други кисеоник или ма које друге једињење. Уколико се у његовој околини налази неки микроорганизам, он му нарушава молекулску структуру и може да га неутралише. Ова реакција је изразито неповратна.



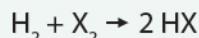
Бром има нешто бољу растворљивост од хлора (3,41 g на 100 g воде), али врло споро реагује и формира бромоводоничну киселину (HBr) и хипобромасту киселину (HBrO):



Флуориди се налазе у слоновачи, костима, зубима, крви, јајима, урину и длаци. Хлоридни анјони су неопходни за бројне врсте, укључујући ту и људе.

Халогени елементи реагују с водоником.

Сви халогени елементи реагују с водоником и формирају одговарајуће флуоро, хлоро, бромо и јодоводоничне киселине. Ова реакција може се збирно написати у следећем облику:



Халогено-водоници, који су у овој реакцији приказани са HX, за разлику од халогених елемената, растварају се у води, дисосују и понашају као киселине бојећи лакмус хартију у црвено:



Слика 2.6. – Бром у течном агрегатном стању

## ДЕМОНСТРАЦИОНИ ОГЛЕД

Током извођења огледа обавезно носите заштитне рукавице и наочаре. Уколико немате прописну заштиту, извођење огледа пропустите наставнику. За овај оглед су вам потребни дестилована вода, раствор хлороводоничне киселине, лакмус хартија, две чаше, стаклени штапић, сијалица, батерија и жица.

У једну чашу сипајте дестиловану воду, а у другу хлороводоничну киселину. Тестирајте оба раствора лакмус хартијом. Креирајте струјно коло тако да струја може да пролази кроз раствор. Своја запажања забележите у свесци.



Слика 2.7. – Јод у гранулама

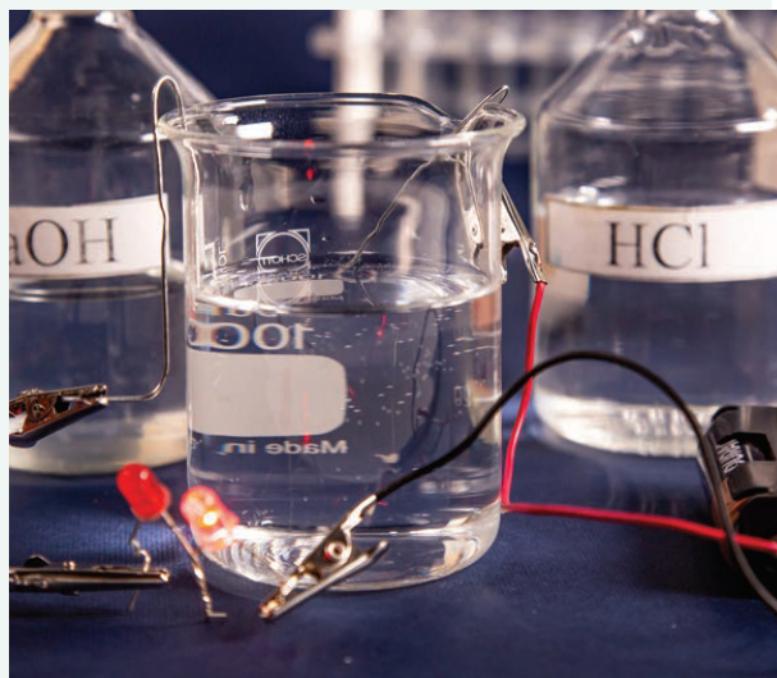


Слика 2.8. – Минерал флуорит  $\text{CaF}_2$



Слика 2.9. – Дестилована вода и хлороводонична киселина

Слика 2.10. – Детаљ испитивања проводљивости електричне струје у раствору хлороводоничне киселине



## За one који желе да знају више

Оксиди халогенида и њихове киселине

Халогениди с кисеоником могу градити најразличитије оксиде и њихова валенца може ићи од I до VII. Наравно, ови оксиди су анхидриди и ако их растворимо у води, градиће одговарајуће киселине. Јачина киселина повећава се с бројем кисеоника који је граде. Формуле за бромо и јодо оксиде и оксо-киселине имају аналогне формуле и називе као и за хлор, који је приказан у табели.

**Табела 1.** Оксиди хлора и одговарајуће оксо-киселине

Оксид	Валенца	Име	Киселина	Име
$\text{Cl}_2\text{O}$	I	хлор(I)-оксид	$\text{HClO}$	хипохлораста киселина
$\text{Cl}_2\text{O}_3$	III	хлор(III)-оксид	$\text{HClO}_2$	хлораста киселина
$\text{Cl}_2\text{O}_5$	V	хлор(V)-оксид	$\text{HClO}_3$	хлорна киселина
$\text{Cl}_2\text{O}_7$	VII	хлор(VII)-оксид	$\text{HClO}_4$	перхлорна киселина



Слика 2.11. – Таблете соли хипохлорита за дезинфекцију воде ( $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ , калцијум-хипохлорит)

### Подсетник ✓

Халогени елементи се у Периодном систему елемената налазе у седамнастој групи и за постизање стабилне електронске конфигурације недостаје им један електрон. У њиховој реакцији с водоником добијају се безкисеоничне киселине.

Нешто раније смо рекли да је реакција хлора с водом реверзибилна. То значи да, уколико у раствор хипохлорасте киселине додамо концентровану хлороводоничну киселину, због ниске растворљивости хлора у води, хлор се може издвојити као гас.



Гасовити хлор

Ова повратна реакција је разлог што, када купатило перемо неким средством на бази хипохлорита, оно касније мирише на хлор.

### ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Како се мењају својства халогених елемената унутар групе?
2. Напиши формуле и називе свих оксида хлора.
3. Напиши формуле киселина које ови оксиди граде растварањем у води.
4. Шематски прикажи настајање везе у молекулу хлора.
5. Објасни зашто се халогени елементи слабо растварају у води.
6. Напиши једначину реакције, као и назив добијених реакционих производа:
  - а) хлора с водоником, б) брома с водоником.

# СУМПОР

Сумпор је познат од давнина.

Име сумпора изведено је из латинске речи *sulphur*. Сумпор је десети најчешћи елемент у свемиру, а пети најчешћи на Земљи. Један је од главних хемијских елемената потребних за биохемијско функционисање свих живих организама. Улази у бројна органо-сумпорна једињења, као што су амино-киселине (цистеин, цистин и метионин) и два витамина (биотин и тиамин). Везе које гради сумпор дају механичку чврстоћу и нерастворљивост протеину кератина, који се налази у спољашњем делу коже, коси и перју.

32,07	
S	6
16	8
	2
СУМПОР	

## Где можемо наћи сумпор?

Иако сумпор у Земљиној кори није особито заступљен (масени удео је свега 0,035%), ипак се може лако наћи и као слободан елемент у природи. У укупном саставу Земље учествује са чак 2,9%, и зато се најчешће може наћи у вулканима. Осим вулканског порекла, постоје знатна налазишта сумпора који се добија као производ метаболизма микроорганизама. Саставни је део многих органских једињења која улазе у састав сумпорних минералних вода, као и биљног и животињског света.

Елементарни сумпор може да буде вулканског и седиментног порекла. У нормалним условима атоми сумпора формирају цикличне октатомске молекуле који су повезани неполарном ковалентном везом и можемо их представити хемијском формулом  $S_8$ , али број може да варира (сумпор који се састоји из дугих ланаца  $S_n$ ) и може се јавити у више алотропских модификација. Разликујемо ромбични, моноклиннични и аморфни сумпор.

Ромбични и моноклиннични сумпор се сastoјe од истог  $S_8$  молекула који, у ствари, имају различито паковање кристалне решетке. Ромбични сумпор поседује доста гушће паковање и може се добити хлађењем моноклинничног сумпора и обратно, загревањем моноклинчиког се може добити ромбични. Аморфни или колоидни сумпор је смеша сумпора који у свом молекулу имају варирајући број атома.

кључне речи

сумпор

оксиди сумпора

киселине сумпора



Слика 2.12. – Минерал сумпора

Слика 2.13. – Рудник сумпора

## ДЕМОНСТРАЦИОНИ ОГЛЕД



Слика 2.14. – Детаљ промене боје латица цвета услед присуства раствора киселина

Током извођења огледа обавезно носите заштитне рукавице и наочаре. Уколико немате прописну заштиту, извођење огледа пропустите наставнику. За овај оглед су вам потребни елементарни сумпор, лакмус хартија, стаклени балон, поклопац за балон који има кашику и упаљач.

Најпре чист балон с унутрашње стране попрскајте дестилованим водом и на влажан зид налепите плаву лакмус хартију. На кашику која има запушач ставите елементарни сумпор. Запалите сумпор и опрезно је заједно с упаљеним сумпором убаците у балон, и истовремено га затворите. Своја запажања о промени боје лакмус хартије забележите у свесци.

### Како сумпор реагује с кисеоником?

Сумпор сагорева плавичастим пламеном, при чему настаје сумпор(IV)-оксид.



Сумпор(IV)-оксид или сумпор-диоксид је гас који се јавља као нуспродукт рада аутомобилских мотора и фабричких постројења. Уколико се раствори у капљицама кише, гради сумпорасту киселину, чији је анхидрид.



Овакав раствор делује као избељивач и, иако је врло користан у индустрији хране и пића као конзервант, уколико се нађе у кишним капима, добијамо киселе кише, које су штетне по животну средину. Киселе кише су штетне за дисајне органе људи и животиња и уништавају биљке, металне конструкције и грађевине.

Даљом оксидацијом сумпор(IV)-оксида настаје сумпор(VI)-оксид, који је анхидрид сумпорне киселине, која се добија његовим растворавањем у води.



### Како разблажити концентровану сумпорну киселину?

Концентрована сумпорна киселина је безбојна, густа течност без мириса и спада у јаке киселине. Оно што је интересантно је да се изузетно добро раствара у води уз ослобађање велике количине енергије. Та енергија је толико велика да се, када се вода додаје у сумпорну

киселину, она толико загреје да прокључа и прска свуда унаоколо и, уколико смеша дође у додир с кожом, изазива опекотине! Да би се то избегло, увек се киселина додаје у воду у малим порцијама, уз зид суда, и уз хлађење раствора. Пошто је киселина тежа од воде, она пада на дно и избегава се нагла промена температуре.

Сумпор гради једињења с водоником.

Водоник-сулфид  $H_2S$  је отрован гас и аналоган је молекулу воде. Може да буде смртоносан у малим количинама. Мирише на покварена јаја. Може се наћи у вулканским гасовима, а у лабораторији га можемо добити уколико загрејемо елементарни сумпор под струјом водоника.



Растварањем водоник-сулфида у води настаје сумпороводонична киселина. Налази се у неким минералним водама. Многе бање су познате по сумпорним водама у којима се налази водоник-сулфид који настаје и током труљења органског материјала.

### Подсетник ✓

Сумпор се у природи може наћи у елементарном облику и у различитим минералима и рудама. У елементарном стању налази се у облику молекула с осам атома (ромбични и моноклинични сумпор) или у виду дугих ланаца који имају различит број атома (аморфни сумпор). Оксидацијом се добијају сумпор(IV)-оксид и сумпор(VI)-оксид, који у реакцији с водом граде сумпорасту и сумпорну киселину. У реакцији молекула водоника са сумпором добија се водоник-сулфид.

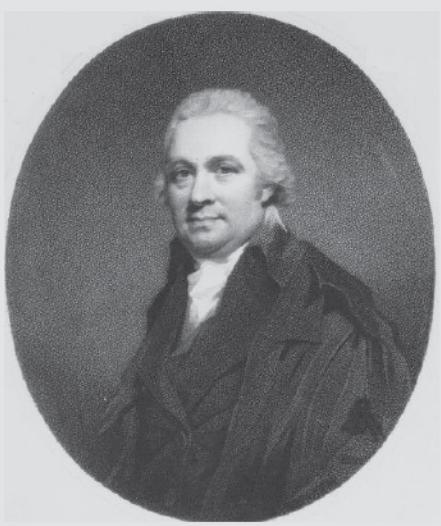
### ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Наведи физичка својства сумпора.
2. У ком облику се сумпор јавља у природи?
3. Описи поступак разблаживања киселина.
4. Попуни шему тако да буде тачна.



5. Колико је молова кисеоника потребно за добијање 1,28 грама сумпор(IV)-оксида?

# АЗОТ



Слика 2.15. – Данијел Радерфорд (Daniel Rutherford), шкотски хемичар

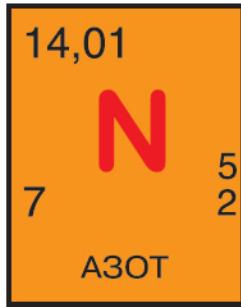
кључне речи

азот

амонијак

киселине азота

оксиди азота



Слика 2.16. – Азот је биогени елемент и између осталих улази у састав молекула дезоксирибонуклеинске киселине.

**АЗОТ** је 1772. године открио енглески научник Данијел Радерфорд. Назив је изведен из грчких речи нитрон геноз (νιτρον γενοζ), што значи градитељ шалитре. Лавоазје је касније извео назив од грчких речи а зое (α ζωον), што значи – неживот.

## Где можемо наћи азот?

Главни је састојак ваздуха, чини 78% његове запремине и, за разлику од кисеоника, слабо је реактиван. Уобичајени је елемент у свемиру, а у Млечном путу и Сунчевом систему отприлике седми по заступљености. Јавља се у свим организмима, пре свега у амино-киселинама (а самим тим и у протеинима), у нуклеинским киселинама (ДНК и РНК) и другим органским молекулима. Нека од занимљивих једињења азота су кевлар, који се користи у тканини велике чврстоће (панцирима) и цијаноакрилати, који се користе у суперлепку. Азот је саставни део сваке главне фармаколошке класе лекова, укључујући ту и антибиотике.

Елементарни азот је због велике стабилности свог молекула нашао примену у конзервирању неких животних намирница. Намирнице се пакују у атмосфери азота, чиме се спречава њихова оксидација. Течни азот се употребљава за замрзавање хране и у медицини.

## Због чега је азот слабо реактиван?

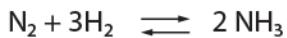
Пошто се азот налази у 15. групи ПСЕ, у последњем енергетском нивоу имаће 5 e<sup>-</sup>. Стабилан распоред e<sup>-</sup> (електронски октет) постиже грађењем три заједничка електронска паре, односно троструком везом.

Азот је у гасовитом агрегатном стању, нема боју, мирис, нити укус. Томе можемо да додамо још једно физичко својство, а то је слаба растворљивост у води.

Ово својство можемо објаснити постојањем неполарне ковалентне везе у молекулу азота, а с обзиром на то да је вода поларна супстанца, азот је слабо растворљив у води.

Азот реагује с водоником.

Атоми азота су повезани јаком троструком везом и то је разлог његове слабе реактивности. Ипак, у одређеним условима (при високом притиску и високој температури) реагује с водоником грађећи амонијак. Ова реакција је повратна.



## Амонијак

**Амонијак** је једињење азота са три атома водоника, гас без боје, оштргог, непријатног мириса. Одлично се раствара у води.

### Да ли је амонијум-хидроксид кисео или базан?

Уколико гас амонијака уведемо у воду и овако добијени раствор тестирамо лакмус хартијом, видећемо да ће црвена хартија прећи у плаву, док се плава неће променити. Растварањем амонијака добија се амонијум-хидроксид:



Стрелице нам и овог пута говоре да се реакција одвија у оба смера, односно да је реакција повратна или реверзибилна и да се амонијум-хидроксид разлаже назад на воду и амонијак, који испарава као гас. Амонијум-хидроксид даље у води дисосује дајући амонијум катјон и хидроксидни анјон који у ствари мења боју лакмус хартије из црвене у плаву:



### Које оксиде гради азот?

Азот има чак пет оксида, у којима му је валенца од I до V.

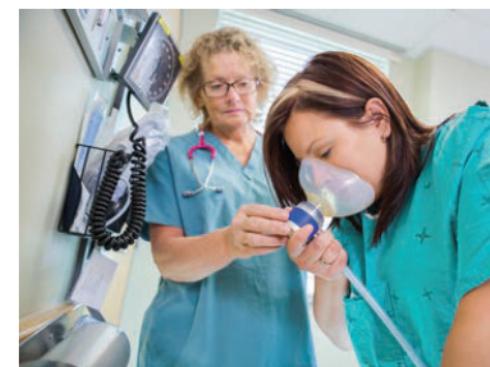
Формула оксида	Валенца	Назив оксида	Тривијални назив оксида
$\text{N}_2\text{O}$	I	азот(I)-оксид	азот-субоксид
NO	II	азот(II)-оксид	азот-монооксид
$\text{N}_2\text{O}_3$	III	азот(III)-оксид	азот-триоксид
$\text{NO}_2$	IV	азот(IV)-оксид	азот-диоксид
$\text{N}_2\text{O}_5$	V	азот(V)-оксид	азот-пентоксид

Не добијају се киселине од свих оксида азота.

Од азот-триоксида добија се нестабилна азотаста (нитритна) киселина, која је слаба киселина:



Слика 2.17. – Постројења за прераду азотних једињења

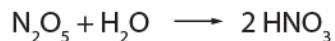


Слика 2.18. – Гас смејавац ( $\text{N}_2\text{O}$ ) и његова употреба у медицинске сврхе



Слика 2.19. – Азот се чува у челичним бочама под повишеним притиском у течном агрегатном стању.

Азот-пентоксид реагује с водом, при чему се добија азотна (нитратна) киселина, која је, за разлику од азотасте, јака киселина:



Азотна киселина реагује са свим металима, осим са златом, платином, иридијумом и родијумом. Злато се растворава у смеши концетрисане азотне и хлороводоничне киселине запреминског односа 1 : 3. Настала смеша назива се „царска вода”.

## Падсејник ✓

Азот у елементарном молекулском облику чини 78% запремине ваздуха, а има га и у облику једињења. Елементарни азот је врло хемијски инертан захваљујући изузетној трострукотој вези. У реакцији с молекулима водоника добија се амонијак. Растварањем амонијака у води настаје амонијум-хидроксид. Азот у својим једињењима може имати валенце од I до V и оксидацијом се може добити пет оксида. Најважнији оксиди су азот(III)-оксид и азот(V)-оксид, који растворавањем у води дају азотасту и азотну киселину.

### ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Зашто је азот слабо реактиван?
2. Опиши физичка својства азота.
3. Опиши физичка својства амонијака.
4. Наведи примену азота и његових једињења у свакодневном животу.
5. Напиши формуле:
  - а) азот (III)-оксида, б) амонијака, в) азот-субоксида, г) азотне киселине.
6. Напиши једначине реакције добијања:
  - а) амонијака, б) азотне киселине.



# ФОСФОР

**Фосфор** је 1669. године открио немачки алхемичар Хениг Бранд.

У грчкој митологији Фоифорос, „носилац светлости“ (латински Lucifer), односи се на „Јутарњу звезду“, планету Венеру.

## Где можемо наћи фосфор?

Због велике реактивности, фосфор се не налази слободан у природи. Убраја се у биогене елементе јер улази у састав ДНК, РНК, АТП и фосфолипида. Самим тим, есенцијалан је за све ћелије.

Алотропски облици фосфора су бели, црвени и црни фосфор.

Бели фосфор ( $P_4$ ) састоји се из 4 атома који су неполарним ковалентним везама везани у облик тетраедра. Јако је запаљив и отрован. Сија зеленкасто-жуто у мраку (у присуству кисеоника). Ова карактеристична физичка појава назива се фосфоресценција, односно хемилуминисценција. Мирис који се ослобађа при његовом сагоревању је налик миришу белог лука.

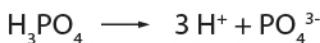
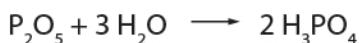
Црвени фосфор добија се загревањем белог фосфора на  $250^{\circ}\text{C}$ , чиме се добија ланчани распоред атома и већа стабилност. Црни фосфор има ромбичну кристалну решетку и најмање је реактиван. Састоји се из међусобно повезаних шесточланих прстенова.

## Како фосфор реагује с кисеоником?

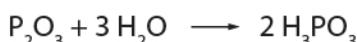
Иако фосфор у реакцији с кисеоником, у зависности од услова реакције и типа алотропске модификације, може дати различите оксиде, овде ћемо поменути онај који је петовалентан. Бели фосфор је веома рективан, с кисеоником реагује врло лако и из тог разлога се чува под водом. Ту реакцију можемо записати у следећем односу:



Овако добијени оксид је анхидрид фосфорне (фосфатне) киселине, која је изузетно јака:



Поред оксида у ком је фосфор петовалентан, постоји и онај у којем је фосфор тровалентан. Фосфор(III)-оксид у реакцији с водом гради фосфорасту или фосфитну киселину.



30,97	P	5
8		2
15		ФОСФОР

кључне речи

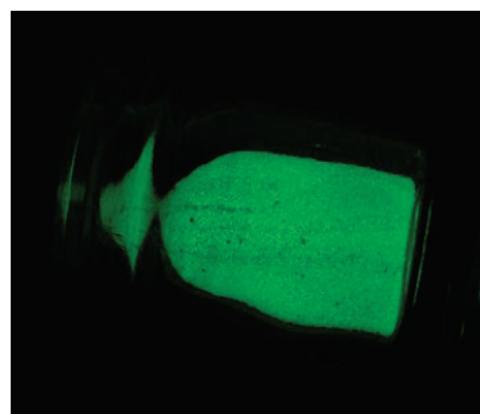
фосфор

оксиди фосфора

фосфорна киселина



Слика 2.20. – Црвени фосфор



Слика 2.21. – Фосфоресценција



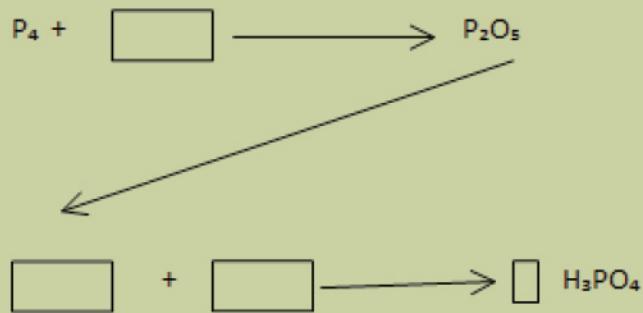
Слика 2.22. – Палидрвце са фосфором

### Подсетник ✓

Елементарни фосфор може се наћи у облику алотропских модификација које називамо бели, црвени и црни фосфор. Од оксида фосфора, истичемо фосфор(V)-оксид, чијим растворавањем у води настаје фосфорна киселина.

### ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Наведи физичка својства фосфора.
2. Који алотропски облици фосфора постоје?
3. Попуни дату шему тако да једначине буду исправно написане.



- 
4. Напиши једначину електролитичке дисоцијације фосфорне киселине.
  5. Колико молова киселине је потребно за добијање 0,2 мола фосфор(V)-оксида у реакцији с одговарајућом количином фосфора?

# УГЉЕНИК

Угљеник је име је добио по угљу (латински: *carbo*).

## Где можемо наћи угљеник?

Угљеник је четврти најзаступљенији елемент у свемиру по маси након водоника, хелијума и кисеоника. У Земљиној кори је тек на 15. месту, што му не смета да гради разна једињења. Необична способност да формира полимере на температурама уобичајеним на Земљи омогућава овом елементу да буде заједнички елемент свих познатих живих бића.

У елементарном стању његови најчешћи алотропски облици су графит и дијамант. Иако су изграђени од истог елемента, својства ова два облика угљеника су изузетно различита.

Графит је црноносив, крт и мек, проводи електричну струју и топлоту. Дијамант је прозиран, не проводи струју ни топлоту и важи за најтврђи кристал. Ова различита својства дuguју различитом начину повезивања атома угљеника. Пошто се налази у 14. групи, има 4 електрона, која могу градити 4 везе. У дијамантима су те четири везе правилно распоређене у простору у облику тетраедра, који чини основну подјединицу кристалне решетке.

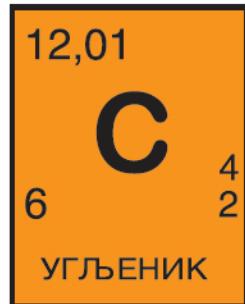


Слика 2.23. – Сирови дијамант

На структуру графита се можете вратити након што се упознate с бензеном.

Међутим, у графиту имамо три везе које су у истој равни у облику хексагона, налик пчелињем саћу. Ти слојеви се слажу један преко другог а преостали електрон, који није учествовао у грађењу веза, биће делокализован и омогућиће изузетно слабо повезивање хексагоналних листова. Притом, слично као и код метала, омогућиће да графит проводи струју. Ови слојеви се лако могу лјуштити и омогућавају да се од графита праве наноматеријали слоја дебelog само један атом.

## Како да направите наноматеријал?



клучне речи  
угљеник  
оксиди угљеника  
угљена киселина  
ефекат стаклене баште

## ДЕМОНСТРАЦИОНИ ОГЛЕД

За овај оглед вам није потребна заштитна опрема. Све што вам треба су графитна оловка и селотејп трака. Залепите траку на графит и онда је лагано одлепите. На траци је остао нанослој, који се даље може истањити тако што се за лепљиву страну траке на којој се налази графит поново залепи лепљива страна траке и лагано поново одлепи. И тако неколико пута док не остане само један слој.

Честитамо, управо сте синтетисали свој први графен!

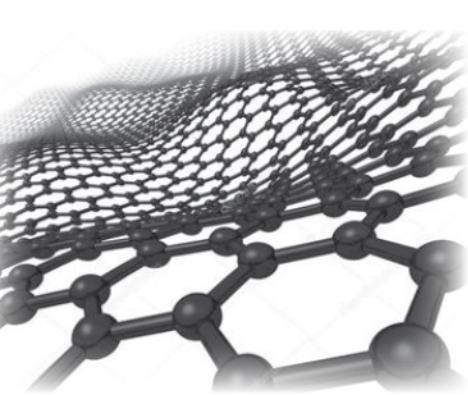
Графен је алотропска модификација угљеника у облику једног слоја атома у шестоугаоној дводимензионалној решетки, у којој по један атом заузима сваки врх. Он је, у ствари, основни структурни елемент других алотропских облика, укључујући ту и графит, као и синтетички добијене угљеничне наноцези.

Једна од интересантних алотропских модификација угљеника је фулерен. Лоптастог је облика и, за разлику од графена, има петочлане и шесточлане прстенове, слично као фудбалска лопта, по којој је добио име.

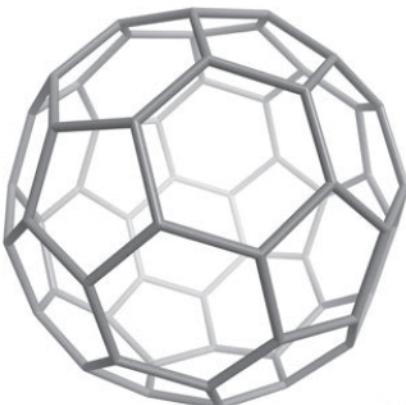
Угљеник се такође може наћи у аморфним облицима као што су



Слика 2.24. – Експеримент са графитом и лепљивом траком



Слика 2.25. – Графен



Фулерен

Грумен аморфног угља



Угљеник у облику чаји (угљеног праха)

Слика 2.26. – Аморфни облици угљеника



Дијамант, најчвршћа угљеникова алотропска модификација

чађ, кокс и угља, који су познати по својој адсорпционој моћи. Адсорпција је способност неке супстанце да на својој површини физички веже друге супстанце. Због своје велике активне површине, они могу да упијају боје, мирисе, отрове. То је разлог њиховог коришћења за пречишћавање воде, ваздуха и у заштитним маскама.

### Како сагорева угљеник?

Сагоревањем угљеника у присуству недовољне количине ваздуха добија се угљеник(II)-оксид или угљен-монооксид.



Угљеник(II)-оксид је веома отрован гас без боје, укуса и мириса. Удисање угљеник(II)-оксида у већим количинама доводи до смрти. Иако је у природи врло редак, у градској средини се налази у знатним количинама и производ је непотпуног сагоревања горива у моторима. Угљеник(II)-оксид не реагује с водом, односно није анхидрид киселине. Његовим даљим сагоревањем добија се угљеник(IV)-оксид или угљен-диоксид:



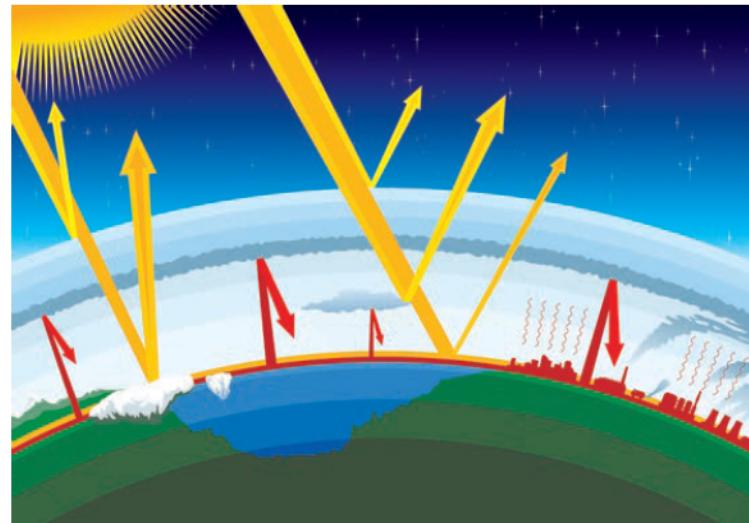
Исти молекул може настати и потпуним сагоревањем угљеника



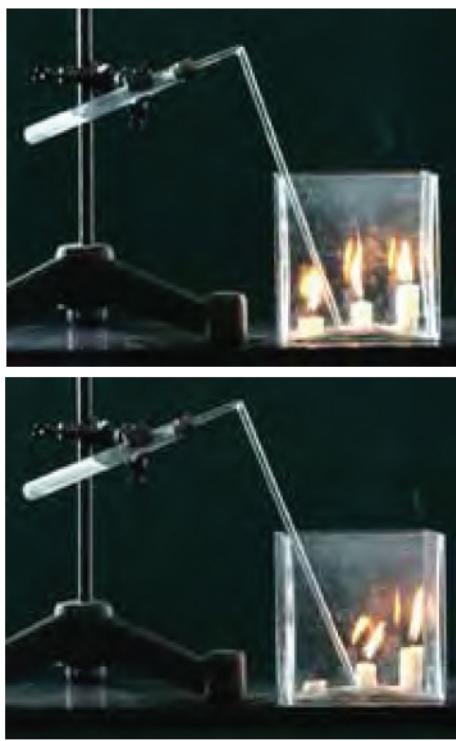
Угљеник(IV)-оксид је безбојни гас тежи од ваздуха. Састоји се од атома угљеника који је са две двоструке ковалентне везе повезан за два атома кисеоника, тј. атом угљеника везан је за сваки атом кисеоника двоструком везом. Јавља се природно у Земљиној атмосфери као гас и његова тренутна концентрација у ваздуху је око 0,04%. Производе га сви аеробни организми метаболизмом шећера и липида при дисању, док га биљке троше у процесу фотосинтезе. Нагомилање већих количина угљеник(IV)-оксида у атмосфери узрокује пораст температуре на Земљи, што би могло да буде штетно за животну средину (**ефекат стаклене баште**).



Слика 2.27. – Ефекат сагоревања угљеника (угља)



Слика 2.28. – Ефекат стаклене баште



Слика 2.29.

## Подсећник ✓

Елементарни угљеник се у природи може наћи у облику алотропских модификација графита и дијаманта, као и у аморфном облику. Познате су и синтетичке алотропске модификације графена и фулерена. Његова једињења су изузетно заступљена и разнолика. Оксидацијом се могу добити угљеник(II)-оксид и угљеник(IV)-оксид, од којих угљеник(IV)-оксид растворавањем у води гради угљену киселину.

## ДЕМОНСТРАЦИОНИ ОГЛЕД

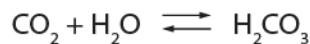
Током извођења огледа обавезно носите заштитне рукавице и наочаре. Уколико немате прописну заштиту, извођење огледа преласком наставнику. За овај оглед потребни су вам дистилована вода, хлороводонична киселина (или сирће), лакмус хартије плаве боје, пнеуматска кадица, сода бикарбона.

Саставите апаратуру као на слици. Парче лакмус хартије плаве боје навлажено дистилованом водом ставите на дно каде. У епрувету ставите кашичицу уситњеног мермера и сипајте  $10\text{ cm}^3$  раствора хлороводоничне киселине и дистиловане воде (1 : 1). Брзо затворите епрувету запушачем кроз који пролази цев коју ћете уронити у кадицу у коју сте претходно поставили три свеће различите висине и запалили их. Своја запажања запишите и објасните.

Пошто је угљен-диоксид тежи од ваздуха, он ће падати на дно кадице гурајући кисеоник нагоре, при чему се свећице гасе почев од најниже. Лакмус хартија је променила боју у црвену јер се на влажном папиру наградила угљена киселина.

## Како се угљеник(IV)-оксид растворава у води?

У реакцији између угљеник(IV)-оксида и воде гради се угљена, односно карбонатна киселина:



**Угљена киселина** је нестабилна и лако се распада на угљеник(IV)-оксид и воду. То значи да у готово свим природним водама има угљеник(IV)-оксида. Вода која га садржи у већим количинама има кисеоник, освежавајући укус и зовемо је минерална вода.

## ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Упореди физичка својства графита и дијаманта.
2. Који молекул настаје потпуним, а који непотпуним сагоревањем угљеника? Напиши формуле тих молекула.
3. Попуни табелу уписујући ДА или НЕ поред својстава која се односе на оксиде угљеника.

ОКСИД/СВОЈСТВО	АГРЕГАТНО СТАЊЕ	БОЈА	МИРИС	РАСТВОРЉИВОСТ У ВОДИ	АНХИДРИД КИСЕЛИНЕ	ОТРОВНОСТ
CO						
CO <sub>2</sub>						



# ОКСИДИ НЕМЕТАЛА И КИСЕЛИНЕ

Видели смо да неметали имају различита физичка својства, упознали смо се с њиховим агрегатним стањима, бојама, мирисима. Нису тако добри у провођењу електричне струје и топлоте, с неким изузетцима. Основно заједничко хемијско својство неметала је да граде киселине.

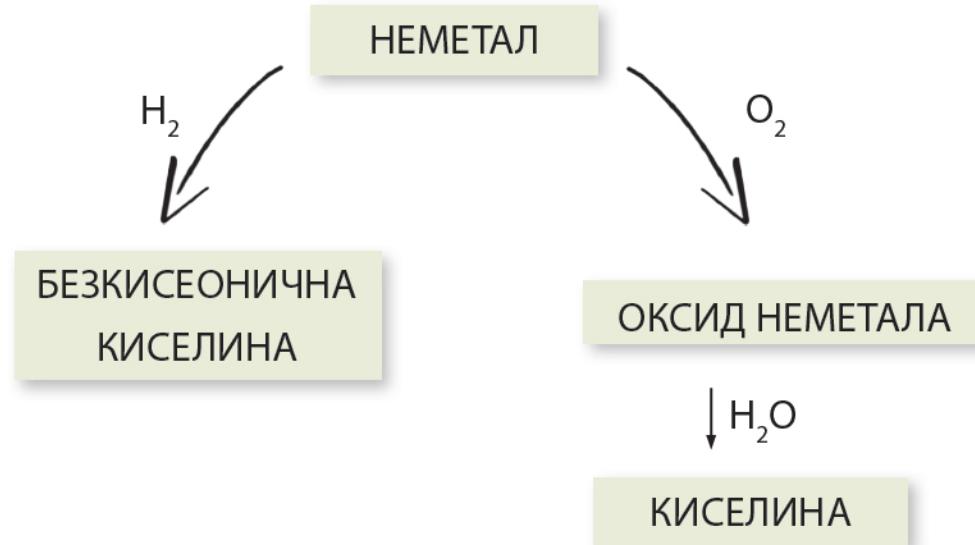
## Како настају киселине?

У реакцији оксидације неметала настају њихови кисели оксиди – анхидриди киселина. У реакцији анхидрида с водом добијају се **кисеоничне киселине**. Међутим, поред киселина које у својим молекулима садрже кисеоник, постоје и **безкисеоничне киселине**. Оне настају у реакцији неметала с водоником. Све киселине у воденом раствору дисосују на позитивни водоников катјон и негативни анјон, који још називамо и **киселински остатак**.

Да ли знате неко једињење неметала и водоника које није киселина? Напишите његову формулу и реакцију с водом у којој се види да није киселина.

кључне речи

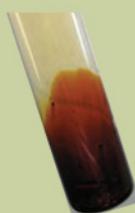
кисеоничне киселине  
безкисеоничне киселине  
киселински остатак



## ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Повежи слику неметала с његовим хемијским симболом.

Cl



I



C



Br



S



P

2. Направите парове тако што ћете повезати формуле киселина са формулама њихових анхидрида.

$\text{HNO}_3$	$\text{SO}_3$
$\text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{P}_2\text{O}_5$
$\text{H}_2\text{CO}_3$	$\text{SO}_2$
$\text{H}_3\text{PO}_4$	$\text{N}_2\text{O}_3$
$\text{H}_2\text{SO}_3$	$\text{CO}_2$
$\text{HNO}_2$	$\text{N}_2\text{O}_5$

3. \*За сваку од понуђених супстанци важи по једна тврдња. Упиши одговарајућу формулу поред сваке тврдње.

$\text{O}_2$     $\text{N}_2$     $\text{H}_2$     $\text{CO}_2$     $\text{NO}$

- а) Гас сам без боје и мириса и подржавам горење. \_\_\_\_\_
- б) Најзаступљенији сам гас у ваздуху. \_\_\_\_\_
- в) Кисели сам оксид, гасовита супстанца. \_\_\_\_\_
- г) Однос маса елемената који ме изграђују је 7 : 8. \_\_\_\_\_
- д) С гасом под б) градим најважнију течност на Земљи. \_\_\_\_\_

4. \*У табели су наведена нека својства графита, амонијака, угљеник(II)-оксида и сумпора. Напиши податке који недостају на начин приказан у табели.

Симбол/ формула супстанце				S
Боја	без боје			
Растворљивост у води			НЕ	
Проводљивост електричне струје			НЕ	

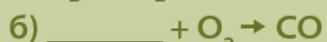
5. Оксиде сумпора и фосфора поређај у низ према порасту валенце тих елемената у тим оксидима.

6. Напиши формуле и називе оксида азота. Заокружи формуле оксида који су анхидриди киселина.

7. Напиши формуле:

- а) амонијака, б) угљеник(II)-оксида, в) сумпорасте киселине,
- г) хлор(VII)-оксида, д) водоник-сулфида, ђ) сумпор(VI)-оксида.

8. Допуни и изједначи једначине хемијских реакција.



9. Колико је грама сумпор(IV)-оксида потребно да се у реакцији с одговарајућом количином кисеоника добије 50 грама сумпор(VI)-оксида?

10. Колико је грама азота потребно да би у реакцији с водоником настало 6 молова молекула амонијака?

11. Израчунај количину молекула угљеник(IV)-оксида која настаје оксидацијом 56 грама угљеник(II)-оксида.

# ЛАБОРАТОРИЈСКА ВЕЖБА II

## Испитивање физичких својстава неметала

Током извођења огледа обавезно носите заштитне рукавице и наочаре. Уколико немате прописну заштиту, извођење огледа препустите наставнику. За овај оглед су вам потребни различити елементарни неметали који су вам доступни у складу с могућностима, батерија, сијалица, жице, магнет, упаљач, чаша.

Детаљно испитајте њихова физичка својства и запажања унесите у табелу. Обавезно запишите своја запажања. Детаљна упутства за извођење вежбе можете наћи у збирци са лабораторијским вежбама.



# ЛАБОРАТОРИЈСКА ВЕЖБА III

## Доказивање киселости неорганских киселина

Током извођења огледа обавезно носите заштитне рукавице и наочаре. Уколико немате прописну заштиту, извођење огледа препустите наставнику. За овај оглед су вам потребне различите неорганске киселине које су вам доступне у складу с могоћностима, чаше, лакмус хартија.

Да бисте боље увидели реактивност киселина, испитајте шта ће се дододити уколико их помешамо са свежим соком од црвеног купуса или цвекле. Пробајте да убаците свеж цвет у раствор неке јаке киселине. Запажања детаљно запишите. Детаљна упутства за извођење вежбе можете наћи у збирци са лабораторијским вежбама.



# III. СОЛИ



**C**ва неорганска једињења можемо поделити у четири групе:

- оксиде,
- киселине,
- хидроксиде и
- соли.

До сада смо се упознали углавном са прве три групе једињења. Најмање излагања до сада је било посвећено **солима**.

### Шта су соли?

Вероватно сте пуно пута чули реч со у свакодневном животу и вероватно имате идеју шта би соли могле да буду. Уколико сте помислили на кухињску со коју додајемо јелима да бисмо им побољшили укус, потпуно сте у праву. Она је један од најпознатијих представника соли. NaCl или натријум-хлорид је хемијски назив кухињске соли. Један од начина да се добије је директном хемијском реакцијом између елементарних стања натријума и хлора:



Већ знамо да се у овој реакцији добијају позитивно наелектрисани катјон натријума и негативно наелектрисани анјон хлора, који се, пошто су супротно наелектрисани, привлаче. Ово електростатичко привлачење између различито наелектрисаних јона називамо јонска веза.

# ФОРМУЛЕ И НАЗИВИ СОЛИ

кључне речи  
соли  
киселински остатак  
валенца  
формуле соли  
називи соли

## Како састављамо формуле соли?

Формуле соли састављамо врло једноставно. Како со мора бити без наелектрисања, то значи да морамо имати исту количину позитивног наелектрисања, које потиче од катјона и исту количину негативног наелектрисања, које потиче од анјона. Погледајмо то на примеру писања формуле соли која настаје мешањем калцијум-хидроксида и хлороводоничне киселине. Напишимио прво како оне дисосују у води (допуните реакције):



Да би со била неутрална, мора садржати два анјона на један калцијум, па ће формула бити  $\text{CaCl}_2$  и збирна реакција се може записати овако:



Формуле соли се могу састављати и на основу **валенци**.

Валенцу **киселинског остатка** можемо одредити на основу броја атома у молекулу киселине, па тако киселински остатак хлороводоничне киселине  $\text{HCl}$  има вленцу I, киселински остатак сумпорне киселине  $\text{H}_2\text{SO}_4$  има валенцу II а фосфорне III:



Као што смо научили, налажењем најмањег заједничког садржаоца и сређивањем добијамо



## Како дајемо називе солима?

Називе солима дајемо врло лако. Прво иде назив катјона и пошто је у овом случају то катјон калцијума, прво ћемо писати његов назив. Затим следи назив киселинског остатка који се добија након електролитичком дисоцијацијом дате киселине. Како при дисоцијацији хлороводоничне киселине као анјон добијамо хлорид, његов назив ћемо писати на другом месту.



Слика 3.1. – Кристал камене соли

## $\text{CaCl}_2$ Калцијум-хлорид

Погледајмо пример именовања соли која се добија када помешамо хлороводоничну киселину и гвожђе(III)-оксид.

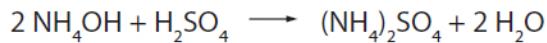
## $\text{FeCl}_3$ Гвожђе(III)-хлорид

У овом случају се након назива катјона у загради пише и валенца (сетите се да гвожђе може имати валенцу II и III); ово правило важи уколико метал има више валентних стања.

Амонијум јон, као катјон може да с хлороводоничном или сумпорном киселином гради следећа једињења:



## $\text{NH}_4\text{Cl}$ амонијум-хлорид,



## $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ амонијум-сулфат.

Приметимо да је амонијум катјон наелектрисан једном позитивно. Пошто је супорни анјон (киселински остатак сумпорне киселине) наелектрисан двапут негативно, за грађење неутралне соли потребна су нам два амонијум катјона, које пишемо у загради.

### Шта су киселе и базне соли?

Не морају све соли да буду неутралне. Неке могу да буду киселе или базне и добијају се реакцијом непотпуне неутрализације, чиме ћемо се детаљно бавити касније. Њихове називе добијамо тако што за киселе соли додајемо инфикс -хидроген (или -би), а за базне -хидрокси. Ево неких примера:

## $\text{NaHCO}_3$ натријум-хидрогенкарбонат,



### Подсетник ✓

Соли су једињења која се састоје од катјона и анјона међусобно повезаних јонском везом. Формуле соли састављају се на основу валенци. Имена соли формирају се тако што се прво пише назив катјона, а затим назив киселинског остатка одвојеног цртицом од назива катјона.

### ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Шта су соли?
2. Како дајемо називе солима?
3. Зашто се у називу неких соли у загради пише валенца, а код неких се не пише?
4. Напиши формуле.
  - а) калијум-хлорид
  - б) натријум-нитрат
  - в) алуминијум-сулфит
  - г) бакар(II)-сулфат
5. Напиши називе соли.
  - а)  $ZnSO_4$
  - б)  $AlPO_4$
  - в)  $Mg(NO_3)_2$
  - г)  $Na_2SO_3$

# ДОБИЈАЊЕ СОЛИ

Сетимо се самог почетка наше приче о солима. Видели смо да од изузетно реактивног натријума и отровног хлора добијамо њихову со, која може да се користи у исхрани. Неопходна је јер правилно функционисање организма зависи од концентрације не само натријум-хлорида већ и разних других соли. Сама крв има одређену концентрацију соли и уколико је неко изгубио доста течности, не можемо му дати дестиловану воду. То мора да буде раствор који ће омогућити нормално физиолошко стање – физиолошки раствор, који је, у ствари, 0,9% раствор NaCl-а. Али уколико претерамо с концентрацијом, можемо изазвати и супротан ефакат и со искористити за процес усљавања, односно конзервирања хране. Тиме спречавамо микроорганизме, као што су бактерије и гљивице, да нормално функционишу.

кључне речи  
реакција  
неутрализације  
потпуна  
неутрализација  
непотпуна  
неутрализација

## Да ли постоји неки безбеднији начин да се добију соли?

Размислите... Соли се састоје од катјона и анјона... Базе и киселине имају анјоне и катјоне... Уколико помешамо базу и киселину – неутрализацијом добијамо, у ствари, соли и воду!

## ДЕМОНСТРАЦИОНИ ОГЛЕД

Током извођења огледа обавезно носите заштитне рукавице и наочаре. Уколико немате прописну заштиту, извођење огледа препустите наставнику. За овај оглед потребни су вам разблажени раствор хлороводоничне киселине и разблажени раствор натријум-хидроксида исте концентрације, црвене и плаве лакмус хартије, стаклени штапић, епрувете.

Проверите киселост, односно базност раствора разблажене хлороводоничне киселине и разблаженог раствора натријум-хидроксида плавом и црвеном лакмус хартијом. Помешајте штапићем те растворе у неколико односа (нпр. 1 : 2, 2 : 1, 1 : 1) и тестирајте поново киселост и базност лакмус хартијама. Уколико постоје разлике у обојености хартија, своја запажања објасните и забележите у свесци.

Уколико помешамо базу и киселину у истом односу, лакмус хартије неће мењати боју. То можемо записати следећом једначином хемијске реакције:



Мешањем истих количина (истог броја молова) натријум-хидроксида и хлороводоничне киселине добија се по један мол соли натријум-хлорида и један мол воде (при чему се испуњава Закон сталних масених односа). Уколико мало боље погледамо, можемо приметити да се у овој реакцији, од катјона водоника и хидроксидног анјона наградила вода. Овакав раствор није ни кисео, ни базан, већ је неутралан.

Реакција базе и киселине у којој се добијају со и вода назива се **реакција неутрализације**.

Након неутрализације со се из раствора може добити поступком управања или кристализације.

Постоји пуно начина да се добију соли. Ево неких примера реакција:

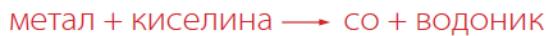
– директно између метала и неметала



1 : 1

гвожђе(II)-сулфид (феро-сулфид);

– између неких метала (не свих) и киселина добијамо не само со већ се издваја и водоник:



1 : 2 калцијум-хлорид,



1 : 1 цинк-сулфат;

– у реакцији између оксида метала (анхидрида базе) и киселина



1 : 2 калијум-хлорид,



1 : 1 калцијум-сулфат;

– реакцијом између оксида неметала (анхидрида киселина) и база, при чеми настају со и вода:

оксид неметала + база  $\longrightarrow$  со + вода



1 : 2 калијум-сулфат,



1 : 2 натријум-карбонат;

– и наравно, реакцијом **потпуне неутрализације**, односно реакцијом између хидроксида и киселина у стехиометријском односу настају со и вода:

киселина + база  $\longrightarrow$  со + вода



2 : 3 калцијум-фосфат,

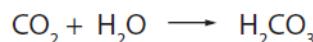


2 : 1 натријум-сулфат.

Међутим, уколико променимо стехиометријски однос реаганата, додолиће се реакција **непотпуне неутрализације**.

Шта се догађа у реакцији непотпуне неутрализације?

Видели смо да увођењем угљеник(IV)-оксида у дестиловану воду можемо добити угљену киселину која је у реакцији с натријум-хидроксидом у стехиометријском односу 1 : 2, при чему се добијају со натријум-карбоната и вода:



1 : 2 со натријум-карбоната,

или збирно:



1 : 2

Уколико смањимо количину натријум-хидроксида и променимо стехиометријски однос у 1 : 1, додолиће се реакција непотпуне неутрализације и добићемо киселу со натријум-хидрогенкарбонат (натријум-бикарбонат) или соду бикарбону:



1 : 1 натријум-хидрогенкарбонат.

Натријум-хидрогенкарбонат или натријум-бикарбонат или сода бикарбона је со која је изузетно корисна. Састојак је прашка за пециво.

## Подсећник ✓

Соли се могу добити на више начина, од којих издвајамо следеће реакције:

- у директној реакцији метала и неметала,
- у реакцији метала (не свих) и киселина,
- у реакцији оксида метала (анхидрида базе) и киселина,
- у реакцији оксида неметала (анхидрида киселина) и база,
- у реакцији потпуне неутрализације хидроксида и киселина.

### ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Шта је реакција неутрализације?

2. Допуни једначине хемијских реакција тако да буду тачне:



3. Напиши реакцију добијања следећих соли реакцијом неутрализације из одговарајуће киселине и базе.

а) гвожђе(III) -сулфат,

б) калцијум-хлорид,

в) калијум-нитрит.

# ФИЗИЧКА И ХЕМИЈСКА СВОЈСТВА СОЛИ

## Како изгледају соли?

Физичка својства соли често могу да варирају. Како је јонска веза једна од најјачих, у природи се соли углавном могу наћи у чврстом агрегатном стању у облику кристала с високим температурама топљења (кухињска со прелази у течни облик на  $800^{\circ}\text{C}$ ). Чврсте соли имају тенденцију да буду прозирне и могу да буду различитих боја. Могу имати свих пет основних укуса: слани, слатки, кисели, горки и умами. Умами је реч јапанског порекла (јап. うま味) „пријатан укус“ и један је од пет основних укуса, заједно са слатким, киселим, горким и сланим. Уколико су неиспарљиве, немају мирис, међутим често могу имати врло јак и специфичан мирис, на основу ког их можемо разликовати.

Соли су изразити изолатори и не проводе струју. Међутим, уколико их растворимо у води, њихов раствор ће проводити струју. Због тога растворе соли називамо **електролити**, а реакцију растварања електролита називамо **електролитичка дисоцијација**.

Ево неких примера електролитичких дисоцијација.

## ДЕМОНСТРАЦИОНИ ОГЛЕД

Током извођења огледа обавезно носите заштитне рукавице и наочаре. Уколико немате прописну заштиту, извођење огледа пропустите наставнику. За овај оглед потребни су вам разблажени раствор натријум-хидроксида и разблажени раствор гвожђе(III)-хлорида, 1%-ни раствор сребро-нитрата, 1%-ни раствор натријум-хлорида, кесица соде бикарбоне, разблажена хлороводонична киселина, стаклени штапић, епрувете, сахатно стакло.

У епрувету сипајте  $3\text{ cm}^3$  разблаженог раствора гвожђе(III)-хлорида,  $\text{FeCl}_3$ , а затим у капима додајте  $3\text{ cm}^3$  раствора натријум-хидроксида,  $\text{NaOH}$ . Протресите епрувету и оставите је у сталку. У другу епрувету сипајте  $3\text{ cm}^3$  1%-ног раствора сребро-нитрата,  $\text{AgNO}_3$ , и додајте једнаку запремину 1%-ног раствора натријум-хлорида,  $\text{NaCl}$ . Протресите епрувету. На сахатно стакло ставите мало прашка за пециво и додајте неколико капи хлороводоничне киселине. Запажања објасните и забележите.

кључне речи

физичка својства соли  
хемијска својства соли  
електролити  
електролитичка  
дисоцијација



Слика 3.2. – Пример таложења

### Да ли соли могу реаговати међусобно?

Уколико се гвожђе(III)-хлорид и натријум-хидроксид помешају, ствара се тешко растворни гвожђе(III)-хидроксид, мркоцрвене боје, који пада на дно епрувете, док у раствору остаје со натријум-хлорида.



На тај начин добијају се хидроксиди метала који се не могу добити у реакцији оксида метала и воде или у директној реакцији између метала и воде. Осим гвожђе(III)-хидроксида, оваквом врстом реакције могу се добити и алуминијум-хидроксид  $\text{Al(OH)}_3$  и бакар(II)-хидроксид  $\text{Cu(OH)}_2$ .

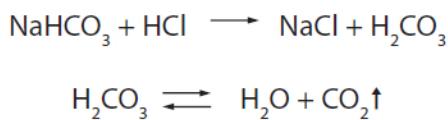
Слично као и у претходном примеру, сребро-нитрат и натријум-хлорид међусобно разменjuју јоне и ствара се тешко растворни талог беле боје, који се састоји од сребро-хлорида. У раствору остаје со натријум-нитрата:



Када је со тешко растворна у води, можемо је добити тако што ћемо изменити јоне солима које су у води растворне. Ове реакције називамо таложне реакције. Оне се користе у аналитичкој хемији да би се доказало присуство одређених јона у неком раствору и обично се једињење које се таложи при писању реакције подвуче и таложење се нагласи вертикалном стрелицом усмереном надоле.

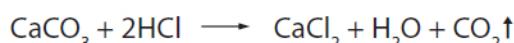
### Како би сте доказали да у прашку за пециво има соде бикарбоне?

Видели смо да се, уколико прашку за пециво додамо хлороводоничну киселину, издвајају мехурићи. Ова реакција је, у ствари, повратна реакција добијања угљене киселине:



Мехурићи који се издвајају у ствари су угљен-диоксид. У аналитичкој хемији ова реакција је прилично убедљив доказ присуства карбонатних или бикарбонатних јона. Издавање гаса обично се представља вертикалном стрелицом усмереном нагоре.

Приметимо да се слична реакција може догодити уколико неком киселином прелијемо нама већ познати кречњак:



Сада, када знамо како се одиграва ова реакција, врло лако можемо очистити наслаге кречњака који се накупио у кувалу за воду. Сону (хло-



Слика 3.3. – Реакција соде бикарбоне и раствора хлороводоничне киселине

роводоничну) киселину можемо заменити сирћетном, која је безбеднија.

Калцијум-хидрогенкарбонат је растворан у води и одређена количина је, у ствари, потпуно нормална и пожељна. Међутим, уколико дољно дуго стоји на ваздуху, ствара се нерастворни калцијум-карбонат:



Овај процес је у природи врло спор. На овај начин настају кречњачки украси у пећинама.

### Занимљива географија ✓

На часу географије можете разматрати како својства калцијум-карбоната и калцијум-хидрогенкарбоната утичу на облик кречњачког рељефа и стварање сталактита (грчкисталактос – капљати), сталагмита и др.

### ДЕМОНСТРАЦИОНИ ОГЛЕД

За овај оглед није вам потребна заштитна опрема. Све што вам треба је неколико флашица различитих вода за пиће. Оне могу да буду газиране, негазиране, минералне или које год имате код себе. Направите једну табелу и у њу унесите концентрације јона написане на етикети. Упоредите их и прокоментаришите разлике и сличности у концетрацији растворених супстанци. Да ли постоји разлика у укусу?



Слика 3.4. – Кречњак у природном облику који се наградио на грејачу бојлера за воду, познатији као каменац



### ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Опиши физичка својства кухињске соли и калцијум-карбоната.
2. Наведи примену кречњака и гипса у свакодневном животу.
3. Напиши једначине следећих хемијских реакција:
  - а) гвожђе(II)-сулфат са цинком,
  - б) алуминијум-сулфат са натријум-хидроксидом,
  - в) сребро-нитрат са калцијум-хлоридом.

### Подсетник ✓

С обзиром на то да су соли јонска јединења, у природи се налазе у чврстом агрегатном стању у облику јонских кристалних решетки с високим температурама топљења. Иако су саме соли изолатори, њихови водени раствори проводе електричну струју, због чега их називамо електролити. У зависности од својстава, хемијска реактивност соли, као и њихових растворова може бити врло разнолика.

# ЛАБОРАТОРИЈСКА ВЕЖБА IV

## Добијање и испитивање хемијских и физичких својстава соли

Током извођења огледа обавезно носите заштитне рукавице и наочаре. Уколико немате прописну заштиту, извођење огледа прелестите наставнику. За овај оглед потребне су вам различите соли, киселине и базе, које су вам доступне у складу с могућностима, чаше, лакмус хартија. За огледе треба бирати супстанце којима се најмање утиче на животну средину.

Запажања детаљно запишите.



## Систематизација знања о својствима оксида, киселина, хидроксида и соли

1. Заокружи ДА ако је исказ тачан, или НЕ, ако је нетачан.

- |   |    |    |
|---|----|----|
| а) Натријум-хлорид је нерастворан у води.             | ДА | НЕ |
| б) Све соли су беле.                                  | ДА | НЕ |
| в) Соли могу имати горак укус.                        | ДА | НЕ |
| г) Неке соли могу реаговати с другим солима.          | ДА | НЕ |
| д) Соли се могу добити у реакцији метала с киселином. | ДА | НЕ |

2. Разврстай формуле датих једињења:  $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{Li}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe(OH)}_2$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  на:

- а) киселине: \_\_\_\_\_  
б) оксиде: \_\_\_\_\_,  
в) хидроксиде: \_\_\_\_\_,  
г) соли: \_\_\_\_\_.

3. Поред формуле једињења у левој колони напиши број којим је означен њен назив у десној колони.

$\text{NaOH}$ _____	1. Калцијум-оксид
$\text{CaO}$ _____	2. Сумпорна киселина
$\text{NaNO}_3$ _____	3. Натријум-хлорид
$\text{NaHCO}_3$ _____	4. Натријум-нитрат
$\text{NaCl}$ _____	5. Натријум-хидрогенкарбонат
$\text{H}_2\text{SO}_4$ _____	6. Натријум-хидроксид

4. Напиши називе следећих једињења:

- а)  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,    б)  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,    в)  $\text{FeO}$ ,  
г)  $\text{HNO}_2$ ,    д)  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ,    ђ)  $\text{Fe(OH)}_3$ .

5. Напиши по једну формулу оксида гвожђа, алуминијума и бакра, тако да у сваком оксиду валенца метала буде различита.

Формула оксида бакра: \_\_\_\_\_

Формула оксида гвожђа: \_\_\_\_\_

Формула оксида алуминијума: \_\_\_\_\_

6. Напиши једначину реакције којом се може добити:

- а) сребро-хлорид у реакцији двоструке измене,  
б) калцијум-сулфат реакцијом неутрализације,  
в) калцијум-карбонат у реакцији оксида метала с угљен-диоксидом.

7. \*Напиши формуле једињења која су у једначинама означена словима А, Б, В, Г и Д.



$$\text{A} = \text{_____} \quad \text{Б} = \text{_____} \quad \text{В} = \text{_____} \quad \text{Г} = \text{_____} \quad \text{Д} = \text{_____}$$

8. Колико је грама натријум-хлорида, а колико дестиловане воде потребно одмерити да би се припремило 500 грама физиолошког раствора?

9. Колико је грама гвожђе(III)-хидроксида могуће добити реакцијом воденог раствора  $\text{NaOH}$  с 0,5 mol  $\text{FeCl}_3$ ?

# **IV. ОРГАНСКА ЈЕДИЊЕЊА И ЊИХОВА ОПШТА СВОЈСТВА**

## Шта је органска хемија?

На грчком језику организам или οργανισμός – организмос је сваки облик супстанце који има својства живота. Било да се ради о маленој амеби од само једне ћелије, невидљивој људском оку или киту, највећем сисару, тешком и до 80 тона, састављеном од више од милијарду милијарди ћелија, они имају заједничко име – организам. Према томе, молекуле који чине организме и саму основу живота који познајемо на планети Земљи називамо **органска једињења**. Област хемије која се бави органским молекулима, њиховом структуром и хемијским својствима називамо **органска хемија**.

### Како настају органски молекули?

Органски молекули, као и сва друга једињења, настају у реакцијама хемијских елемената и/или молекула.

У центру готово сваког органског једињења налази се угљеник.

Понекада се и сама органска хемија назива хемија угљениковог атома. Осим угљеника, други елемент јако заступљен у органским молекулима је водоник. Следи га кисеоник, који се у атмосфери налази захваљујући аутотрофним организмима као што су алге или цијано бактерије. Ту су још и азот, фосфор и сумпор. Иако само ових пет неметала изграђује органска једињења, често се у неким од најважнијих органских молекула налазе и мале количине осталих елемената, као што су метали калцијум, натријум, калијум, гвожђе и магнезијум.

Међутим, погледајмо можемо ли и на основу физичких својстава донекле разликовати органске молекуле од неорганских.

Кључне речи  
органска једињења  
органска хемија  
једнострука, двострука и трострука ковалентна веза  
четворовалентни атом угљеника  
отворени и затворени низ

## ДЕМОНСТРАЦИОНИ ОГЛЕД

Током извођења огледа обавезно носите заштитне рукавице и наочаре. Уколико немате прописну заштиту, извођење огледа препустите наставнику. За овај оглед потребни су вам калцијум-карбонат, кристал-шећер, шпиритусна лампа, метални сталак или троножац и метална плочица.

На металну плочицу ставите одвојено малу количину калцијум-карбоната и кристале шећера. Загревајте благо плочицу пламеном лампе или упаљача и пратите промене које се дешавају. Своја запажања забележите.

Очигледно постоје разлике између органских и неорганских једињења. Као што смо рекли, главна разлика је у присуству атома угљеника, који ће органска једињења готово увек садржати. Изузетак су угљен-моноксид, угљен-диоксид, угљена киселина и њене соли карбонати, цијаниди, метални карбонили као и алотропске модификације угљеника дијамант и графит који су неорганска једињења.

На пример, калцијум-карбонат ( $\text{CaCO}_3$ ) садржи угљеник као и шећер ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ). Уколико их загрејемо, видећемо да се органски молекули много брже топе, односно да имају нижу тачку топљења. Такође, много лакше ће се јавити и хемијске промене, што се може приметити по промени боје при загревању. Сетите се на којој температури се од кречњака добија негашени креч!

Следеће врло важно својство је карактер везе у самим молекулама. Како су углавном органски молекули састављени од неметала, они ће углавном бити повезани ковалентним везама.

### Због чега је угљеник тако специјалан?

Угљеник може да буде четворовалентан, као у угљеник(IV)-оксиду –  $\text{CO}_2$ . Јако ретко је двовалентан (угљеник(II) -оксид –  $\text{CO}$ ). То је због тога што у валентном нивоу садржи четири електрона који учествују у стварању ковалентних веза.

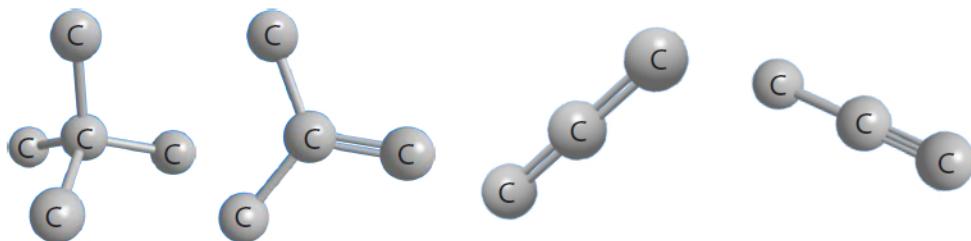
Атоми угљеника међусобно могу градити различите алотропске облике.

### На које се начине могу повезати два атома угљеника?

Како би атом угљеника постигао стабилну електронску конфигурацију и испунио октетно правило, њему недостају још четири електрона. Он те електроне може да добије тако што ће их поделити с другим атомом угљеника на неколико начина:



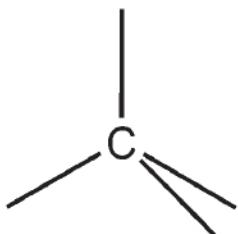
Угљеник може градити **једноструку**, **двеструку** или **троструку везу** с другим угљеником. Приметимо да у овом случају још увек постоје електрони који не граде везе и да још увек није испуњено октетно правило. Оно што је занимљиво и чиме се ствар усложњава јесте то што је сада сваки од тих преосталих електрона доступан за грађење везе с другим атомом угљеника. Тако сада сваки угљеник може градити различите једноструктуре, двеструке и троструке везе да би постигао стабилност, односно четири једноструктуре, две једноструктуре и једну двеструку, две двеструке или једноструку и троструку везу:



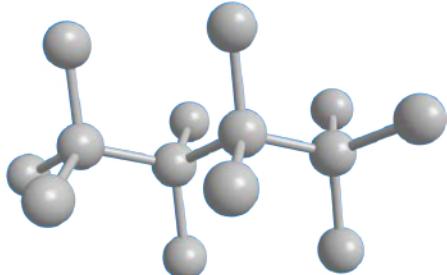
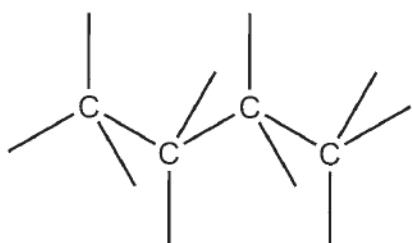
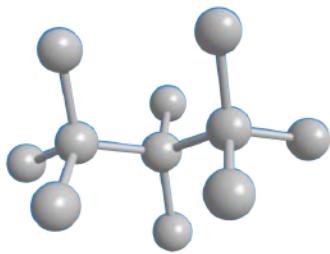
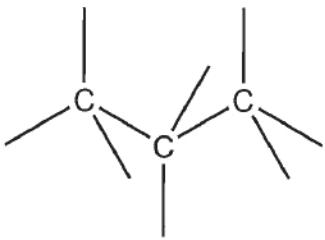
И тако се на много начина може повезивати много угљеникових атома. Уколико томе додамо још и друге атоме елемената који граде органске молекуле с њиховим валенцама, могу се добити најразличитија једињења. Једно важно органско једињење као што је протеин може садржати хиљаде атома с изузетно прецизном валенцом и прецизно утврђеним редоследом.

Које су неке од могућности повезивања?

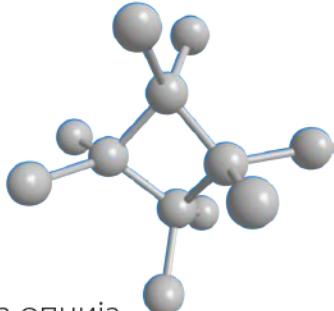
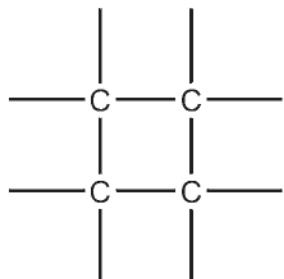
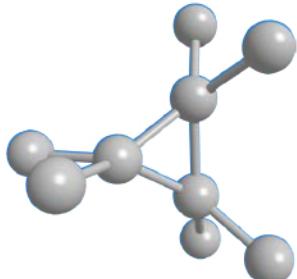
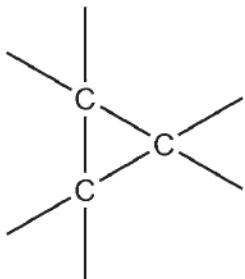
Погледајмо неке од њих за молекуле у којима три или четири угљеника граде једноструктуре везе.



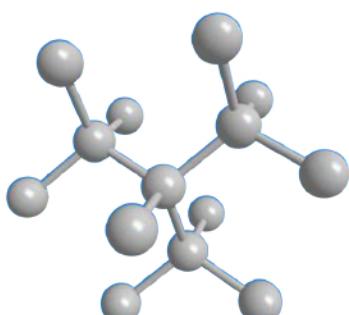
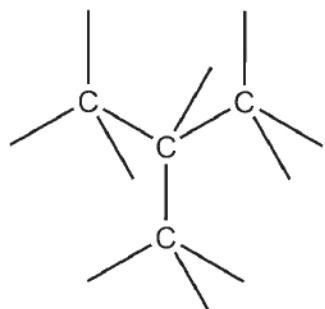
У молекулима у којима угљеник гради само једноструктуре везе оне су у простору распоређене подједнако далеко, што резултује тродимензионалним обликом тетраедра.

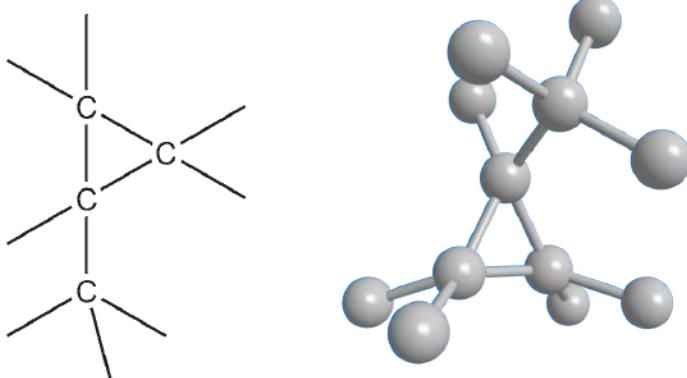


Нормалан или **отворени низ** је једна опција.



Прстен или **затворени низ** је друга опција.





Постоји и могућност да се низ или прстен на неком месту рачују.

## ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

### *Подсјетник ✓*

Органска једињења су она која садрже атоме угљеника (изузев угљен-монооксида, угљен-диоксида, угљене киселине и њених соли-карбоната, цијанида и аллотропских модификација угљеника –дијаманта и графита, који су неорганска једињења). Када се узме у обзир да је угљеник четворовалентан, атоми угљеника међу собом могу градити различите аллотропске облике. Два угљеникова атома могу градити између себе једноструке, двоструке и троструке везе, а пошто сами молекули могу садржати више угљеникових атома, комбинаторика којом се граде молекули је врло разноврсна. То их чини изузетно погодним за изградњу органске супстанце.

#### 1. За што

органску хемију називамо још и хемија угљеникових атома?

2. Напиши формуле и називе неколико неорганских једињења угљеника.

3. Који елементи осим угљениковог атома улазе у састав органских једињења?

4. Структурно представи на које се све начине могу повезати два угљеникова атома.

5. Структурном формулом представи молекул састављен од шест угљеникових атома који су повезани тако да граде:

а) отворен низ,                          б) затворен низ.

# V. УГЛОВОДОНИЦИ

## Где можемо наћи угљоводонике и каква су им физичка својства?

Када сипамо гориво, бензин или дизел у резервоар аутомобила с унутрашњим сагоревањем, срећемо се с угљоводоницима. Када желимо нешто да угрејемо на шпорету на „гас”, срећемо се с угљоводоницима. Када се шетамо тротоаром направљеним од битумена, поново се срећемо с угљоводоницима. Мириси цвећа, парфеми и феромони инсеката су јако често угљоводоници, као и наранџаста боја шаргарепе.

Погледајмо каква су им својства помоћу неких од ових огледа.

### ДЕМОНСТРАЦИОНИ ОГЛЕД

Током извођења огледа обавезно носите заштитне рукавице и напочаре. Уколико немате прописну заштиту, извођење огледа препустите наставнику. За овај оглед потребни су вам упальач, сталак са епруветама, дестилована вода, хексан, бензин, нафта и други угљоводоници које можете наћи, као, на пример, азулен из камилице, петрол-етар.

У неколико епрувета ставите мале количине неког од угљоводоника и помиришите тако што ћете руком усмерити испарења ка носу (немојте удисати испарења директно из епрувете). Затим додајте помало воде у епрувете и благо протресите. Своја запажања забележите.

Готово сва својства угљоводоника зависе од величине молекула. Нека од физичких својстава су ниске температуре топљења и кључања. Неки су лако запаљиви и на ваздуху лако сагоревају, при чему ослобађају знатну количину енергије. На собној температури могу постојати као гасови, течности и чврсте супстанце. Углавном су неполарни и не мешају се с водом. Неки имају јако специфичан мирис, који често називамо и ароматичним.

## Да ли су сви угљоводоници течни?

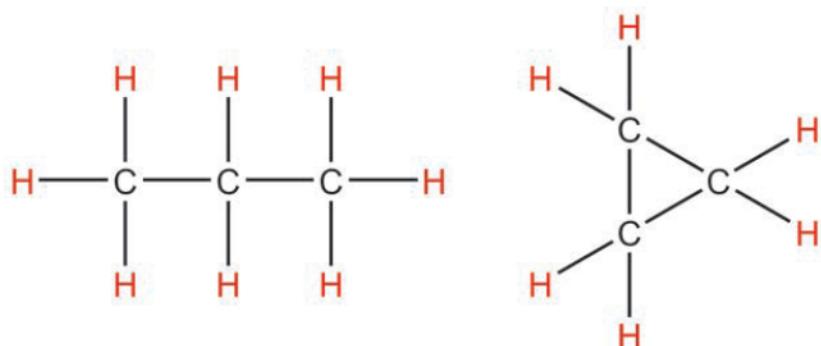
Угљоводоници који садрже мање од пет угљеникових атома (нижи угљоводоници) обично су гасовити на собној температури. Они који садрже од 5 до 16 угљеникових атома, обично су течног, а они с више од 16 угљеникових атома углавном су чврстог агрегатног стања.

кључне речи

угљоводоници  
ациклични  
угљоводоници  
циклични  
угљоводоници  
алканы  
алкени  
алкины  
рационалне  
структурне формуле

## Шта су угљоводоници?

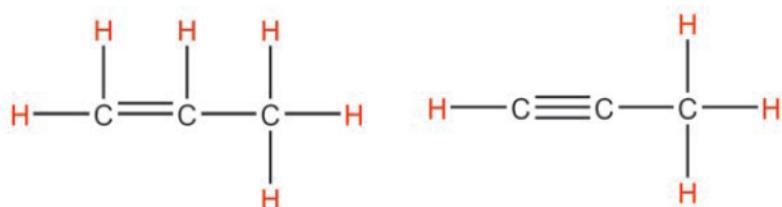
Најједноставнија органска једињења изграђена само од угљеника и водоника називамо **угљоводоници**. Као што смо већ видели, угљеник може да гради четири ковалентне везе, док водоник има могућност да гради само једну. Из овога видимо да ће компликованост самих молекула угљоводоника зависити искључиво од тога колико атома угљеника изграђује сам молекул и од начина на који су они повезани. Погледајмо то на примеру из претходне лекције.



Структурне формуле ацикличних и цикличних угљоводоника

Када знамо колико има атома угљеника у молекулу и на који начин су они распоређени, на непопуњена места једноставно долазе водоникови атоми.

Угљоводонике у којима су све везе само једноструке називамо још и засићени угљоводоници. Уколико постоје двоструке или троструке везе, ове угљоводонике називамо још и незасићени. На исти начин можемо креирати и молекуле у којима постоје двоструке или троструке везе.



Неки од незасићених угљоводоника

Како све можемо представљати органске молекуле?

Изузетно је важно на који су начин повезани атоми у органским молекулима. Због тога су хемичари, међу којима је и немачки органски хемичар Фридрих Август Кекуле (*Friedrich August Kekulé von Stradonitz*), предложили више начина којима можемо представљати органске молекуле. Погледајмо како изгледају неке од њих у следећој табели.

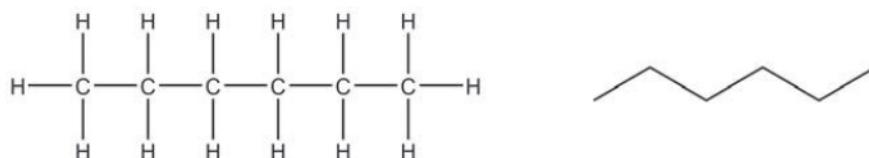
**Табела 1.** Начини представљања органских молекула

Молекулска формула	Рационална формула	Структурна Кекулеова формула	Структурна рационална формула
$C_3H_8$	$CH_3CH_2CH_3$		$CH_3-CH_2-CH_3$
$C_3H_6$	$CH_2=CHCH_3$		$CH_2=CH-CH_3$
$C_4H_{10}$	$CH_3CH(CH_3)CH_3$		

Молекулском формулом приказујемо само укупан број атома у молекулу, али не и начин на који су они повезани. Због тога су развијени другачији начини приказивања. Код рационалних или сајетих формулса основни угљоводонични низ се пише хоризонтално, угљеникови атоми су раздвојени, при чему се водоникови атоми обично пишу с десне стране угљеника за који су везани. Једноструке везе се не пишу, а гранања се пишу у загради иза угљеника за који су везани. Овај начин приказивања је изузетно погодан за писање мањих молекула, али када број атома и комплексност порасту, донекле може да буде компликовано растумачити распоред. Структурне формуле, које је предложио Кекуле, приказују све везе и сваки атом појединачно. Најсличније су Луисовим (*Lewis*) формулама и њима се најтачније приказује сама структура. Мана ових формулса је то што с порастом броја атома могу заузимати много простора. Из тих разлога често се користи хи-

бридни начин приказивања, који комбинује неколико начина истовремено. Један од примера је структурна рационална формула, која занемарује везе водоника јер се подразумева да је он увек једновалентан.

(Често ћете пронаћи и скелетне формуле, где се угљоводонични низ црта цик-цак линијом, а сваки врх и раачање представљају угљеников атом. Водоникови атоми су изостављени и подразумевају се.)



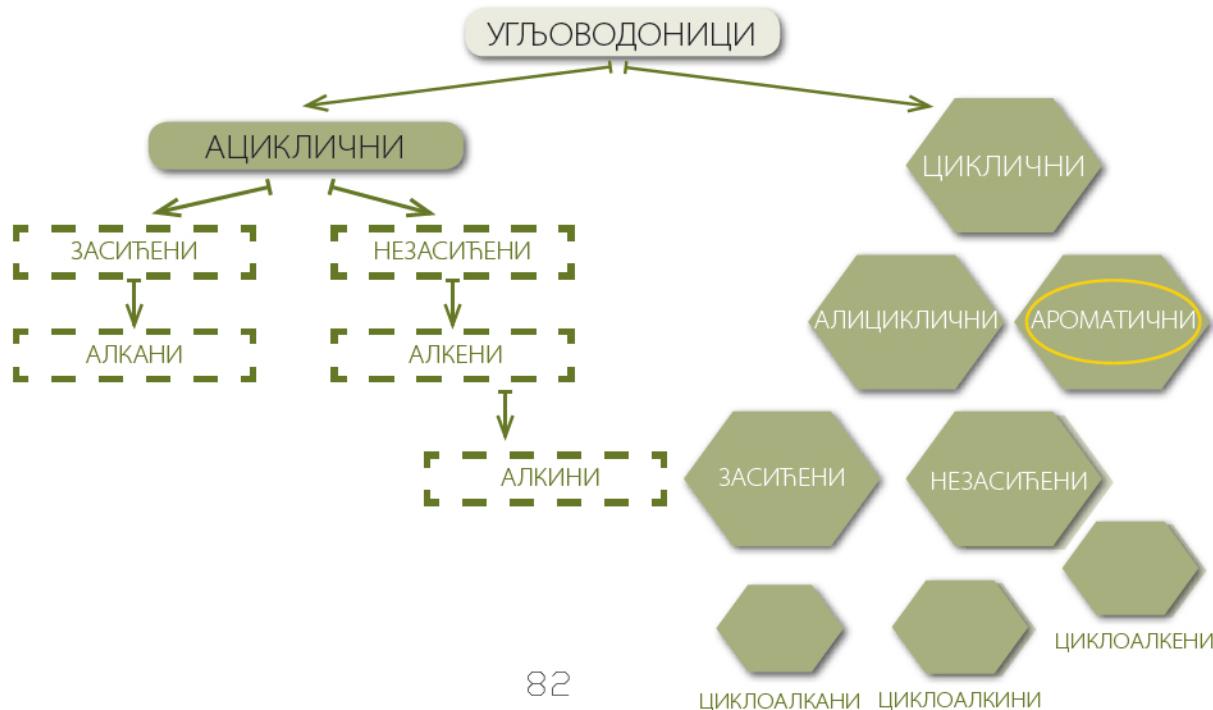
Структурна и скелетна формула

Распоред се најбоље може видети уколико молекуле представљамо моделима и зато је врло важно да током учења молекуле превасходно визуелизујете као тродимензионалне.

Ради лакшег снalaжења, све угљоводонике можемо поделити на много начина. На слици је представљен један од њих (више речи о ароматичним угљоводоницима биће на 100. страни).

Како именовати толико молекула?

У почетку је сваки новооткривени органски молекул добијао своје име. Врло брзо постало је очигледно да то и није тако практично и предложен је универзални начин за именовање свих



органских молекула. IUPAC (*International Union for Pure and Applied Chemistry* – Интернационална унија за чисту и примењену хемију), развила је систем за именовање молекула на основу њиховог састава и структуре (систематска номенклатура). Овај систем, који се и даље усавршава, могу разумети сви хемичари, невезано за то који језик говоре и одакле потичу. Номенклатури у органској хемији посвећена је плава књига, а он-лајн верзију можете наћи на овој веб-адреси: <https://www.acdlabs.com/iupac/nomenclature/>.

### Подсећник ✓

Угљоводоници су органска једињења која се сastoјe само од атома угљеника и водоника. Разликујемо ацикличне и цикличне угљоводонике, односно угљоводонике отвореног или затвореног низа. Такође, угљоводонике можемо поделити на оне који имају искључиво једноструке везе, које називамо засићеним угљоводоницима или алканима и оне који имају двоструке и троструке везе, које називамо незасићеним угљоводоницима или алкенима и алкинima. Именовање угљоводоника се врши по систематској номенклатури коју је предложио IUPAC (Интернационална унија за чисту и примењену хемију).

### ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Шта су угљоводоници?
2. Опиши општа физичка својства угљоводоника.
3. Структурном, рационалном структурном и молекулском формулом прикажи молекул који садржи пет атома угљеника и дванаест атома водоника.
4. Шта су засићени а шта незасићени угљоводоници?

## ЗАСИЋЕНИ УГЉОВОДОНИЦИ

кључне речи  
алкани  
хомологи низ  
структурна изомерија  
алкил-група  
номенклатура алкана

Засићени угљоводоници или **алкани** су специфични по томе што се састоје од атома угљеника и водоника који су повезани искључиво једноструким везама. Ово их чини најједноставнијим угљоводоничним структурима. Њихов назив по систематској номенклатури је представљено у табели.

**Табела 2.** Називи и формуле првих десет алкана

Молекулска формула	Структурна рационална формула	Назив по IUPAC номенклатури
$\text{CH}_4$	$\text{CH}_4$	метан
$\text{C}_2\text{H}_6$	$\text{CH}_3\text{-CH}_3$	етан
$\text{C}_3\text{H}_8$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	пропан
$\text{C}_4\text{H}_{10}$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	бутан
$\text{C}_5\text{H}_{12}$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	пентан
$\text{C}_6\text{H}_{14}$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	хексан
$\text{C}_7\text{H}_{16}$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	хептан
$\text{C}_8\text{H}_{18}$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	октан
$\text{C}_9\text{H}_{20}$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	нонан
$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	декан

Можемо приметити да то колико има водоникова атома зависи од броја угљеникових атома у низу, тако да можемо написати општу формулу алкана:



Мало  $n$  представља број угљеникових атома који се налазе у молекулу.

Такође, можете приметити да се називи свих алкана у пређашњој табели завршавају с -ан.

Нормални низови алкана су основа за именовање осталих органских молекула и њихови називи се даље изводе из њихових назива.

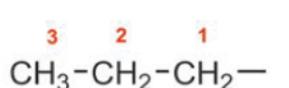
Неразгранате структурне формуле алкана почев од бутана у називу имају ознаку -н.



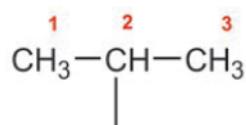
Прва три члана хомологог низа алкана немају изомере, па се код њих ова ознака не ставља.

### Како се називају алканси који се рачвају?

Интересантно је да се, осим код метана, који је најједноставнији алкан, појављују понављајуће групе. Уколико од алкана елимини-шемо један атом водоника настају групе које називамо **алкил-гру-пама** и врло су важне за именовање алкана који се рачвају. Алкил-групе настају рачвањем основног низа. Група која се састоји од два узастопна угљеникова атома  $\text{CH}_3\text{-CH}_2$ - носи назив етил, који је изведен од етана. Код алкил-група које имају већи број угљенико-вих атома у низу мора се циром означити атом угљеника којем недостаје водоник. На пример:



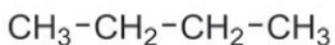
1-пропил-група



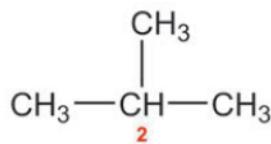
2-пропил-група  
(изопропил)

Уколико се група налази у средини низа, назива се метиленска, има облик  $-\text{CH}_2-$  и представља део хомологог низа. У хомологом низу два узастопна члана тог низа се разликују за исту атомску групу.

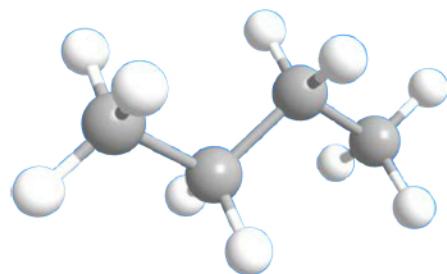
Сада, када знамо алкил-групе, можемо да састављамо различите структуре. Постоји пропан не може да се рачва, почевши с првим алканом који се може рачвати, а то је бутан.



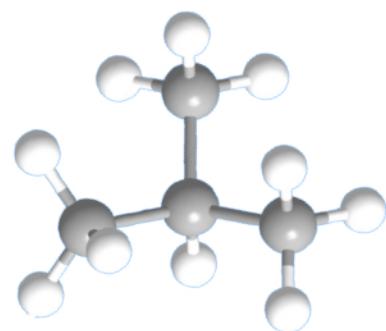
$\text{C}_4\text{H}_{10}$   
п-бутан



$\text{C}_4\text{H}_{10}$   
2-метил пропан



п-бутан

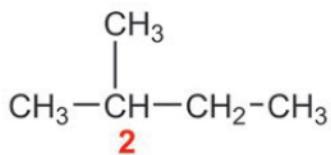


2-метил пропан

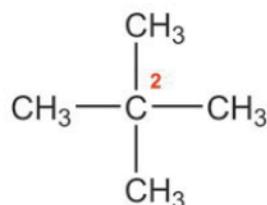
Уколико повећамо број угљеникових атома, добићемо следеће молекуле:



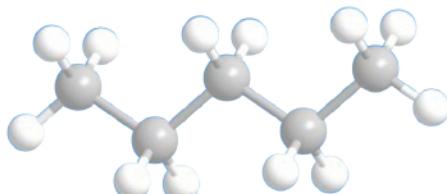
$\text{C}_5\text{H}_{12}$   
пентан



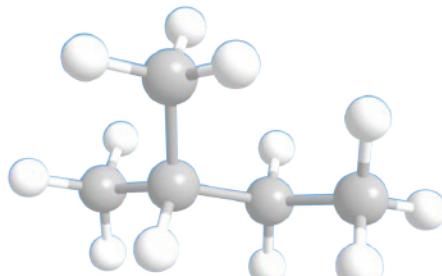
$\text{C}_5\text{H}_{12}$   
2-метил бутан



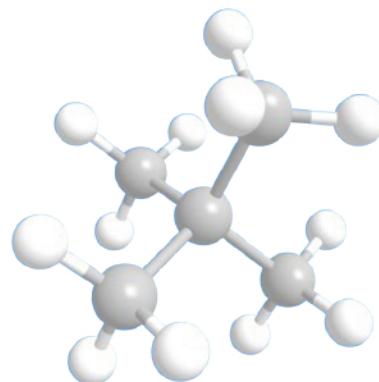
$\text{C}_5\text{H}_{12}$   
2,2-диметил пропан



$\text{C}_5\text{H}_{12}$   
пентан



$\text{C}_5\text{H}_{12}$   
2-метил бутан



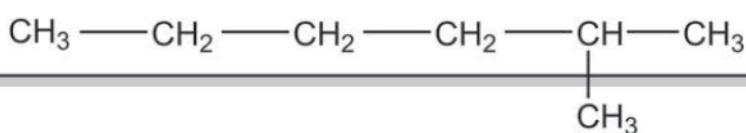
$\text{C}_5\text{H}_{12}$   
2,2-диметил пропан

Може да се примети да се број атома у овим молекулима не мења и да се мења само распоред веза у самом молекулу. Овакви молекули називају се изомери, а појава да да два или више молекула имају исти хемијски састав, исту молекулску масу, исту молекулску формулу, али различиту хемијску структуру, физичка својства, и различиту структурну формулу, назива се **изомерија**.

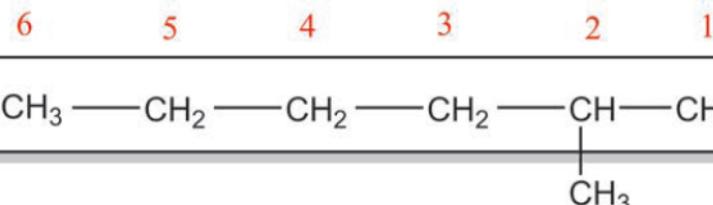
Како се дају називи изомерним алканима?

Називи изомерним алканима дају се на основу **систематске номенклатуре**. Ево правила.

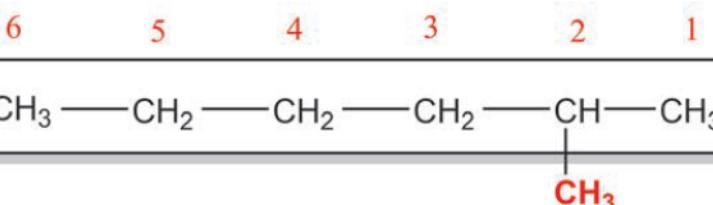
Систематско правило 1. Нађите најдужи низ у молекулу и имењујте га (као у табели на страни 84).



Систематско правило 2. Нумерација најдужег низа од оног дела низа који је наближи првој алкилној групи.



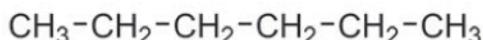
Систематско правило 3. Све групе везане за најдужи низ именујте као алкил-групе.



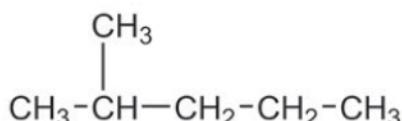
2-метил-n-хексан

Систематско правило 4. Када се пише назив, прво се пишу називи супституената, и то абецедним редом, при чему се испред сваког ставља број за позицију супституента. Уколико молекул садржи више истих алкил-група, именујте алкил-групе додајте префиксe ди-, три-, тетра-, пента- итд., у зависности од тога колико их има. На крају додајте назив основног низа. Групе, бројеве и назив низа одвојте цртицама, а бројеве исте алкил-групе одвојте зарезом.

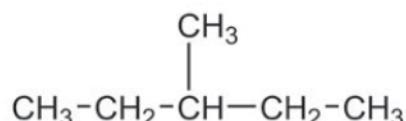
Сада, када знамо сва правила за именовање алкана, хајде да покушамо да именујемо све изомере хексана, којих има укупно пет. Покушајте прво сами, а онда упоредите с одговорима који се налазе на крају књиге.



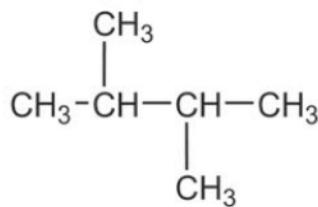
I



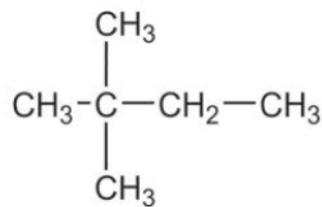
II



III



IV



V

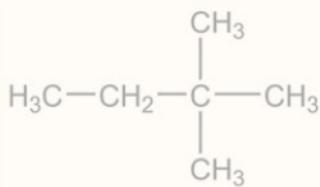
## Подсјетник ✓

Засићени угљоводоници или алкани су угљоводоници повезани само једноструким везама. Њихова имена се завршавају суфиксом -ан. Угљоводоници с истим бројем атома у молекулу, али с различитим структурним рационалним формулама јесу изомери, а та изомерија назива се изомерија низа. Алкани се именују по систематским правилима.

### ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

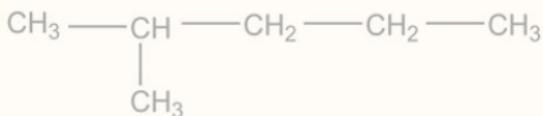
1. Шта су алкани?
2. Наведи првих десет чланова хомологог низа алкана.
3. Која је општа формула алкана?
4. Напиши рационалне структурне формуле следећих алкана:
  - а) 2,3-диметилхексан, б) n-хептан, в) 3-метилпентан,
  - г) 2,2,3,4-тетраметилоктан, д) 2-етилхептан.
5. Напиши називе следећих алкана:

а)



'

б)



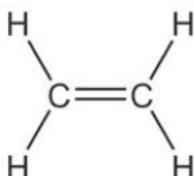
# НЕЗАСИЋЕНИ УГЉОВОДОНИЦИ

Угљоводонике који имају двоструку или троструку везу између угљеникових атома називамо **незасићени угљоводоници**. У зависности од тога да ли имају двоструке везе, називамо их још и **алкени**, а оне с троструким везама називамо **алкини**.

## Како се пишу формуле алкена и алкина?

Врло слично као и код алкана, с тим што први и најједноставнији представници морају имати минимум од два угљеникова атoma. Њихов пандан је алкан етан, по ком добијају име тако што се суфикс -ан мења с -ен за алкене, а за алкине с -ин.

Кључне речи  
**незасићени**  
**угљоводоници**  
**алкени**  
**алкини**  
**изомерија положаја**

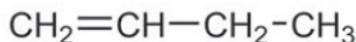


Етен  
(ранији назив етилен)

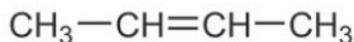


Етин  
(ранији назив ацетилен)

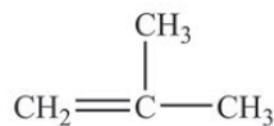
Називи за пропен и пропин су такође изведени од пропана. Међутим, како се повећава број атома и молекули усложњавају, поново је важно да следимо систематска правила за именовање органских молекула. Погледајмо на једноставном примеру бутена, који сада има три изомера:



1-бутен

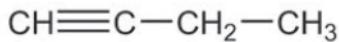


2-бутен



2-метил пропен

Код бутина постоје само два изомера јер је веза за рачвање потрошена у троструком вези:



1-бутир



2-бутир

Из ових примера можемо видети да је важно истаћи на којој се позицији у низу налази двострука, односно трострука веза. Ово није потребно код етена и етина, а код пропена и пропина се под-

разумева да се с бројањем креће од угљениковог атома, који је најближи двострукој вези, тако да се подразумева да је пропен увек, у ствари, 1-пропен. Дакле, молекули алкена и алкина могу се разликовати по положају двоструке, односно троструке везе, што представља још један облик изомерије који се зове **изомерија положаја**.

Због чега је важно где се налазе двострука или трострука веза у молекулу?

Двострука и трострука веза су карактеристика алкена и алкина. Оне дају специфична својства самом молекулу и због тога их зовемо функционалне групе. **Функционална група** је група атома у органским молекулима која даје карактеристична својства тим молекулима и њиховим реакцијама. Осим двоструке и троструке везе, свака нова група уводи нову функцију у молекул. Оваквих функционалних група има врло много и даље ћемо се бавити неким од њих.

Систематско правило 1. Пронађите најдужи низ који обухвата функционалну групу;

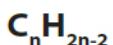
Систематско правило 2. Место двоструке или троструке везе означите бројем полазећи од краја најближем двострукој или трострукој вези;

Систематско правило 3. Имену алкена или алкина додајте групе везане за основни низ.

Општа формула за алкене је:

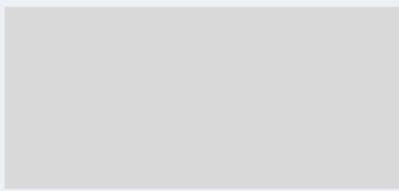


а за алкине:



Приметите да за једну двоструку C=C везу недостају по два водоника у општој формули за алкене у поређењу са општотом формулом за алкане.

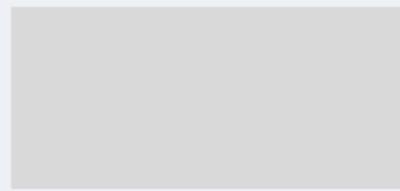
У следећој вежби, на основу назива, напишите изомере пентина. Решења се налазе на kraju књиге.



1-пентин



2-пентин



3-метил-1-бутин

## ВЕЖБА V

Састављање модела молекула угљоводоника, писање структурних формул и именовање угљоводоника



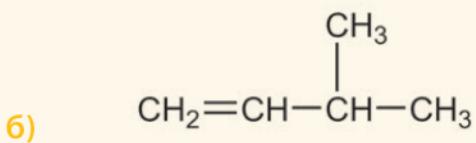
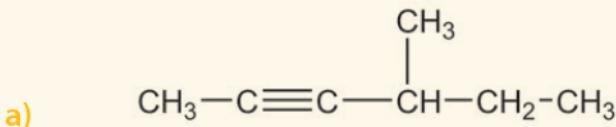
Слика 5.1. – Модели атома и молекула

## Поглавник ✓

Незасићени угљоводоници су угљоводоници који могу бити повезани двоструким (алкени) и/или троструким везама (алкини). Њихова имена завршавају се суфиксом -ен, односно -ин. У незасићеним угљоводоницима, осим изомерије низа, јавља се и изомерија положаја. Двострука и трострука веза незасићеним угљоводоницима омогућавају специфична својства, па се зато називају и функционалне групе. Алкени и алкини именују се по систематским правилима.

### ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Шта су алкени?
2. Шта су алкини?
3. Која је општа формула:
  - а) алкена,
  - б) алкина?
4. Који је:
  - а) пети члан хомологог низа алкина,
  - б) седми члан хомологог низа алкена?
5. Објасни појам изомерија положаја на примеру хексена.
6. Напиши рационалне структурне формуле следећих угљоводоника:
  - а) 2-бутен,
  - б) 2-метил-1-хексен,
  - в) 3,3-диметил-1-пентин,
  - г) 3-етил-1-хексен.
7. Напиши називе следећих угљоводоника:



# ХЕМИЈСКА СВОЈСТВА УГЉОВОДОНИКА

Већ смо рекли да се угљоводоници користе као гориво и да се на тај начин ослобађа енергија која се може користити и претварати у разне друге облике, као што су механичка, топлотна и електрична енергија. Неки од енергената који имају широку примену су земни и рафинеријски гас, бензин, дизел гориво, мазут.

Која се хемијска промена одиграва сагоревањем угљоводоника?

Хајде да сагоревање видимо на једном огледу.

кључне речи

реакција сагоревања  
реакција супституције  
реакција адиције  
реакција  
полимеризације

## ДЕМОНСТРАЦИОНИ ОГЛЕД

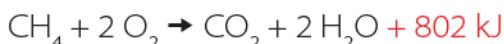
Током извођења огледа обавезно носите заштитне рукавице и наочаре. Уколико немате прописну заштиту, извођење огледа препустите наставнику.

За овај оглед потребни су вам палидрвце (шибица), порцуланска шољица, сахатно стакло, штипалька, хексан или медицински бензин, нафта, и други угљоводоници које можете наћи, као, на пример, петрол-етар.

У порцуланску шољицу ставите малу количину (неколико капије сасвим доволично) неког од испитиваних угљоводоника и запалите упаљеним палидрвцем. Врху пламена штипальком принесите сахатно стакло. Своја запажања забележите.

Сви угљоводоници сагоревају у кисеонику, при чему настају угљеник(IV)-оксид и вода и ослобађа се знатна количина енергије.

Ево примера ове реакције с алканима, алкенима и алкинима.



Покушајте да изједначите сагоревање гаса пропана који се налази у упаљачу који садржи пропан:

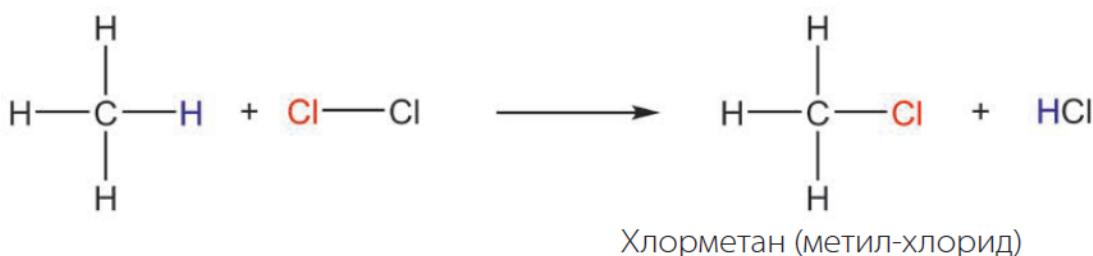


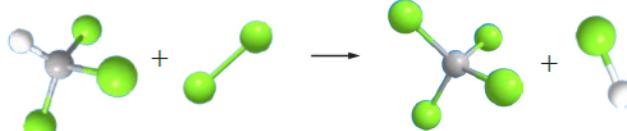
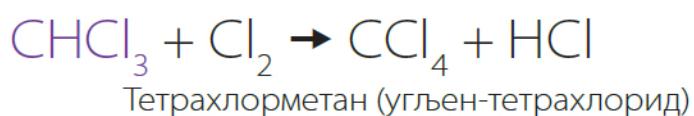
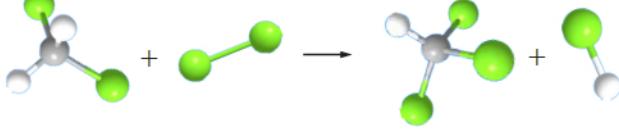
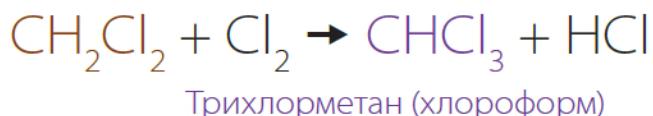
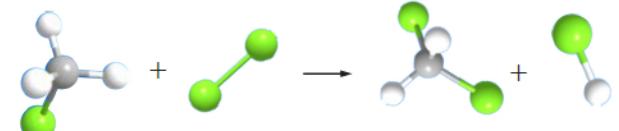
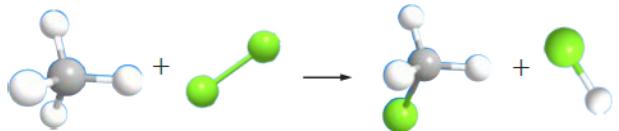
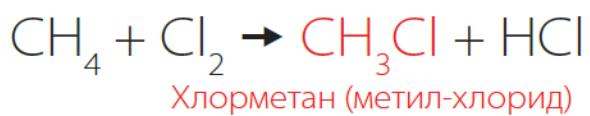
И засићени и незасићени угљоводоници сагоревају у присуству кисеоника. Међутим, рекли смо да постоји разлика у њиховим хемијским својствима и она се огледа у реакцијама супституције (замене) и адиције. Реакције супституције су углавном специфичне за засићене угљоводонике, а реакције адиције за незасићене.

## Реакције супституције

Реакције супституције углавном су специфичне за засићене угљоводонике, алкане.

Погледајмо како можемо од метана и хлора у реакцији супституције добити хлорметан. Уколико су помешани на собној температури, али се њихова смеша стави на мрачно место и ускрати јој се светлост, неће бити реакције. Међутим, уколико се смеша изложи светlostи или температури од 300°C, почеће реакција супституције.



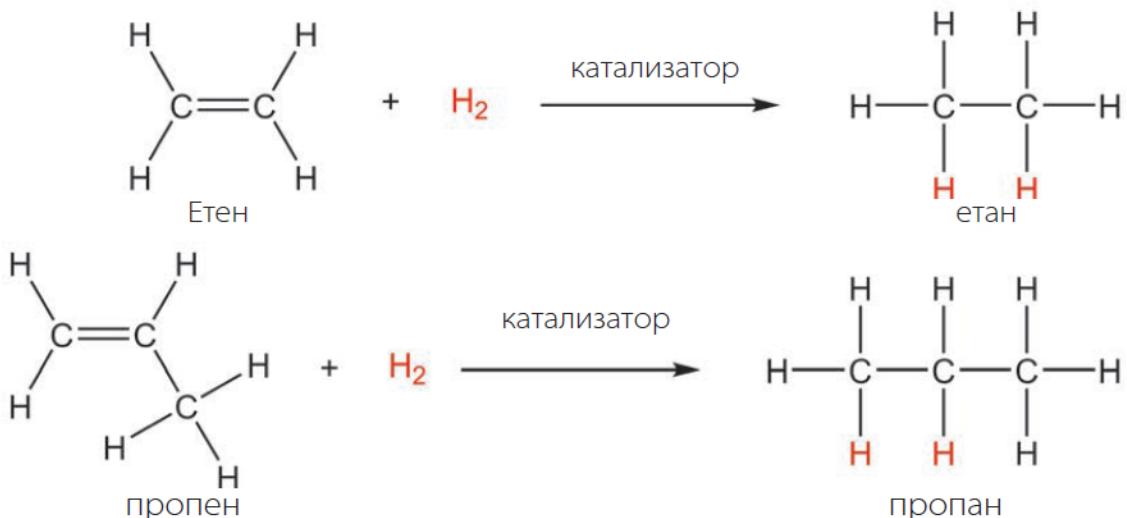
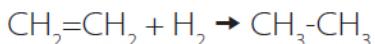


У реакцијама супституције догађа се замена једног атома другим. У овом случају се водоник замењује хлором, при чему настају одговарајући хлорметани и хлороводоник. Обично се добијају најмање два производа у реакцији супституције. Атом или атомска група која је заменила водоников атом назива се супституент, који је у овом случају хлор. Ова реакција, осим с хлором, може се дрогодити и с бромом или неким другим халогеним елементом, при чему услови за реакцију могу варирати у зависности од алкана и халогених елемената.

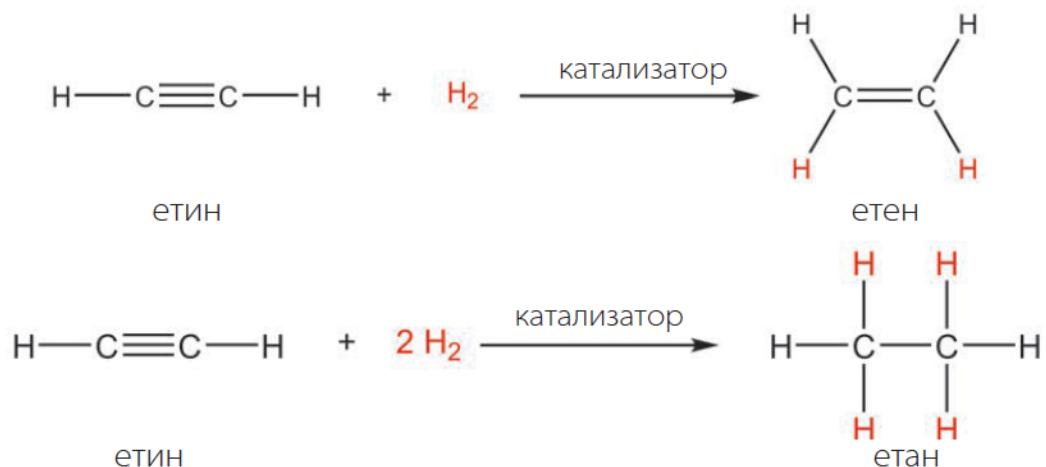
Халогено-алканси су своју употребну вредност нашли у производњи пластичних маса, тефлона, фреона, боја, инсектицида. Међутим, они понекад могу имати негативан утицај на животну средину уколико се не користе на прави начин. Пошто су ови молекули често инертни, они врло лако могу доспети на места на којима могу штетити. Инсектициди (нпр. ДДТ који је забрањен), добијају се реакцијом супституције и користе се за контролу инсеката (на пример комараца који преносе маларију). Лако улазе у наш ланац исхране и на крају могу завршити на нашој трпези. Фреони (хлор-флуор-угљеници као што је CFC-11  $\text{CFCl}_3$ ), који, иако су нешкодљиви, нетоксични и инертни, ипак могу нанети штету. Реагују с озоном из озонског омотача и на тај начин стварају озонске рупе кроз које може проћи штетно ултраљубичасто зрачење.

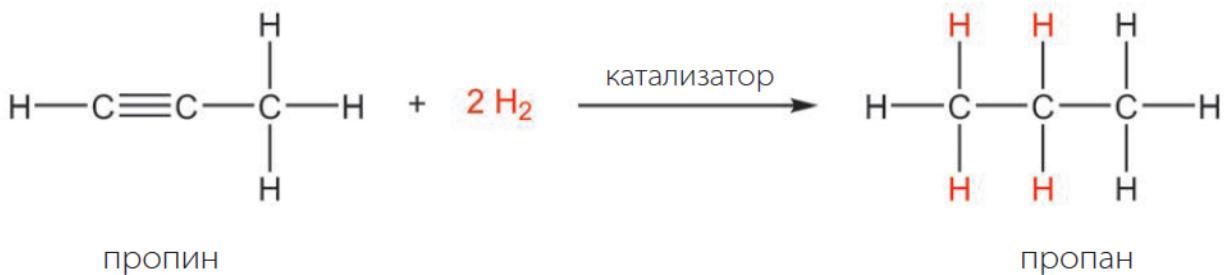
## Реакције адиције

Карактеристична реакција за незасићене угљоводонике је **адиција** или додавање. Сетите се да за сваку C=C везу недостају два водоника у односу на одговарајући алкан. У овој реакцији и од алкена можемо добити алкане. Ова реакција адиције се још назива и хидрогенизација и за њено одигравање је потребан катализатор и гасовити водоник под повишеним притиском.

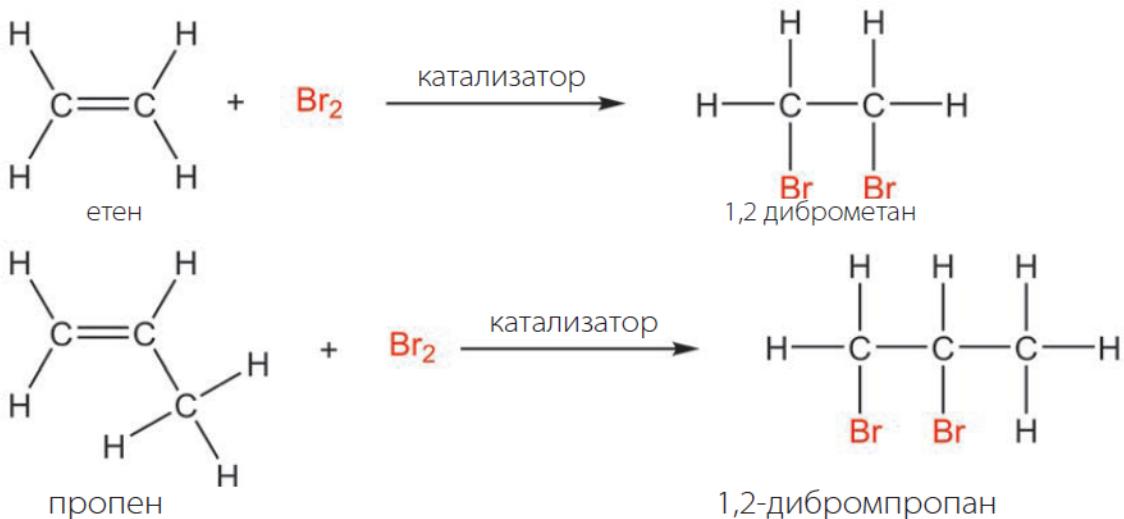


Уколико као полазиште за хидрогенизацију узмемо алкине, увођењем само једног мола водоника можемо добити алкен. Ова хидрогенизација назива се непотпуна хидрогенизација. Уколико уведемо два мола водоника на алкин, добићемо одговарајући алкан и ову хидрогенизацију називамо потпуна.





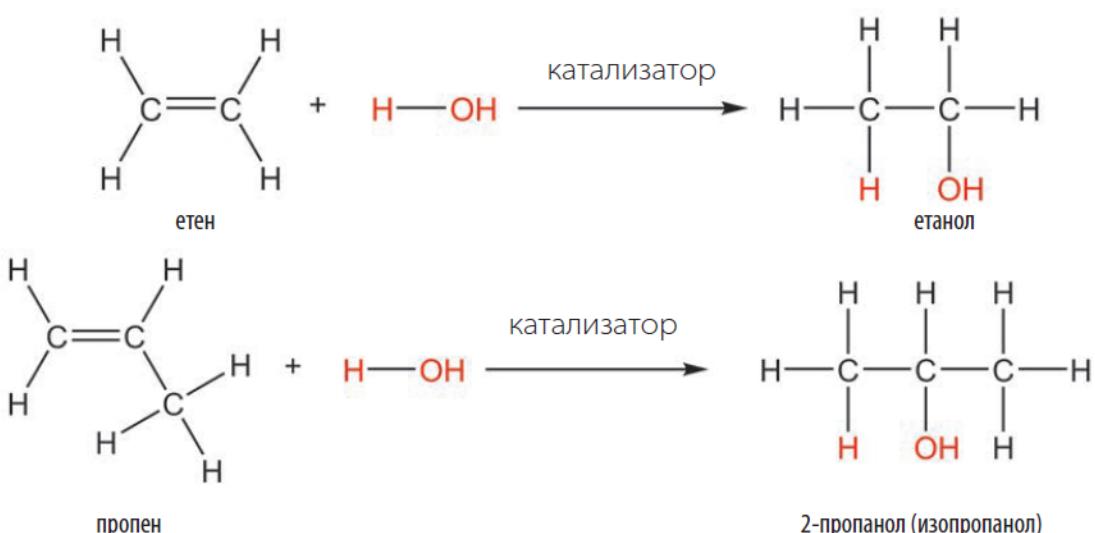
У реакцијама адиције можемо добити и халогениде алкана њиховим адирањем на двоструку везу. Ево примера адиције брома на двоструку везу етена и пропена.



Адиција није резервисана само за водоник и бром већ на двоструку везу можемо додати различите молекуле. У најопштијој реакцији се на алкен или алкин могу адирати реагенси A-B.

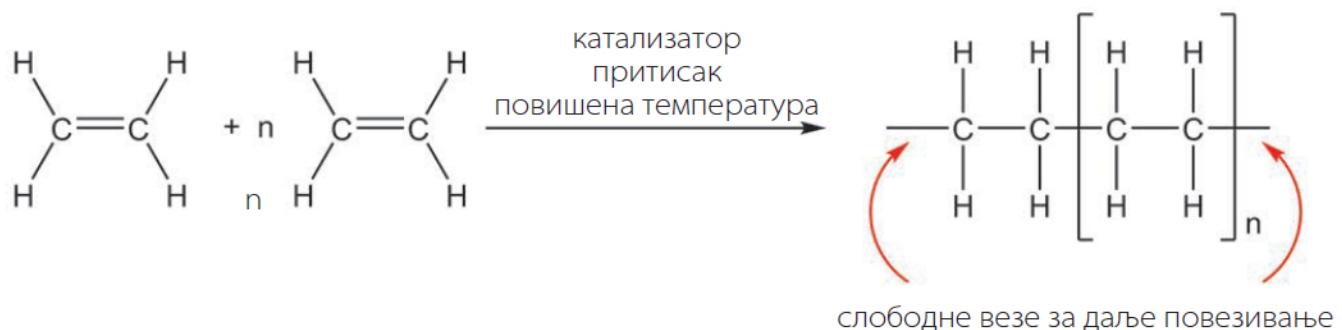


Један од примера је адирање воде. Ово је и реакција којом се добија следећа класа органских једињења коју ћете обрадити у наредном поглављу – алкохоли.

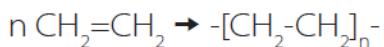


### Реакције полимеризације

На двоструку везу могу се адирати и сами алкени! При тој реакцији добијају се дуги ланчани молекули које називамо полимери, а сама реакција је позната и као **реакција полимеризације**.



При томе се општа реакција за  $n$  молекула може представити следећом реакцијом:



Добијена једињења, односно полимери су, у ствари, свима познатији као пластика. Од гасовитог једињења углавном се добијају пластичне масе, које су на собној температури чврстог агрегатног стања. Ова једноставна хемијска реакција направила је револуцију у индустрији материјала јер се од нечега што је изузетно јефтино добијају материјали који, у зависности од састава, имају изузетне и корисне карактеристике.

Једна од њих је да се користе за тродимензионално штампање различитих облика. Уколико постоји могућност, организујте с наставником технике и технологије заједничку активност на којој ћете се упознати с такозваним 3Д штампачима.

Слика 5.2. – 3Д штампач



Слика 5.3. – Модел лобање диносауруса израђен на 3Д штампачу

### Подсјетник ✓

Карактеристичне реакције за алкане су реакције супституције, а за алкене и алкине реакције адиције и полимеризације, док су реакције сагоревања заједничке свим угљоводоницима.

## ДЕМОНСТРАЦИОНИ ОГЛЕД

За овај оглед вам није потребна заштитна опрема. Све што вам треба су различити пластични производи као што су флашице, кесе, цеви итд. Направите табелу у свесци и у њу унесите њихове физичке и хемијске карактеристике. Упоредите и прокоментарите разлике и сличности у хемијским формулама.

Полиамиди (ПА) или најлони – влакна, чекиње за четкице, цеви, делови мотора

Поливинил-хлорид (ПВЦ) – водоводне цеви и олуци, електрична изолација каблова

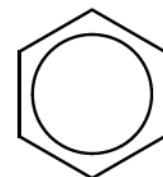
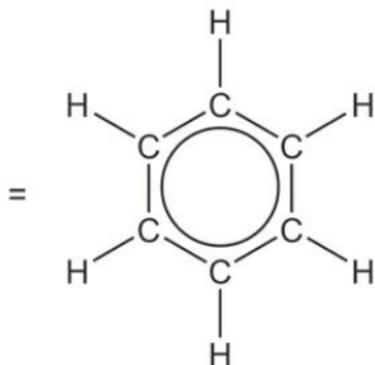
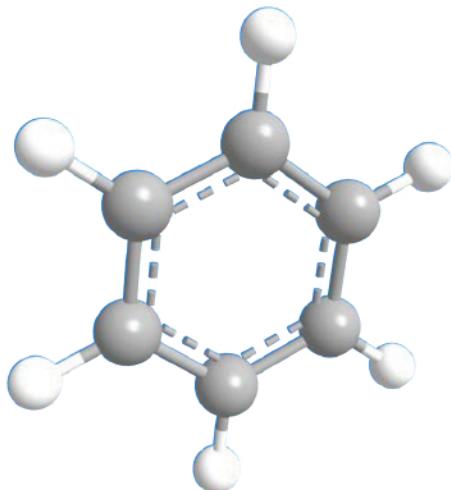
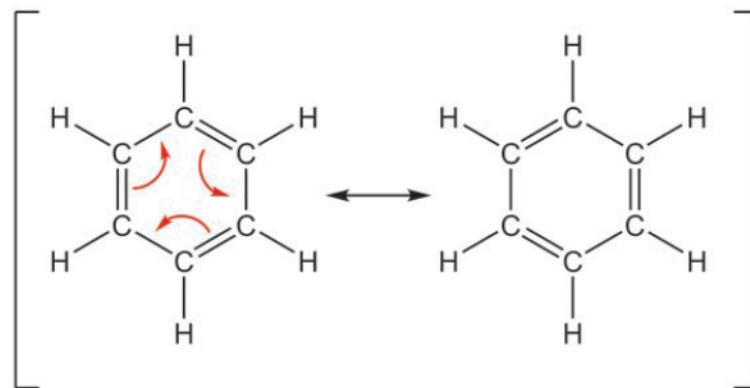
Полистирен (ПС) – посуде за храну, пластични прибор за јело, шоље за једнократну употребу, тањири, компакт-дискови

Полиетилен (ПЕ) – широк спектар јефтиних употреба, укључујући врећице за супермаркете и пластичне боце

## АРОМАТИЧНИ УГЉОВОДОНИЦИ

При проучавању незасићених угљоводоника, који имају цикличну структуру, наилазимо на врло интересантну појаву. Погледајмо шта се догађа уколико имамо три двоструке везе у шесточланом прстену.

кључне речи  
ароматични  
угљоводоници  
бензен



Скелетна формула

Структурна рационална формула бензена и његова ароматичност

Често ћете у литератури наићи и на приказивање бензена скелетном формулом, где је сваки угао по један угљеников атом, а атоми водоника се подразумевају.

Врло је интересантно да ове наизменичне везе у молекулу могу бити између било која два наизменична атома угљеника. Реална слика је нешто између, односно свака веза има карактер једноструке и двоструке везе у исто време. Због тога се обично приказују кружницом, јер не постоји могућност да са сигурношћу тврдимо у ком се положају везе налазе. Ову појаву називамо

**ароматичност.** Један од представника аромата је шесточлани прстен, који има три наизменичне двоструке везе и обично га називамо бензен.

Уколико поредимо молекулску формулу бензена  $C_6H_6$  с молекулским формулама хексана  $C_6H_{14}$ , хексена  $C_6H_{12}$  и хексина  $C_6H_{10}$ , можемо видети да је бензен јако незасићен и да би његова хемијска и физичка својства требало да буду слична алкенима и алкинima.

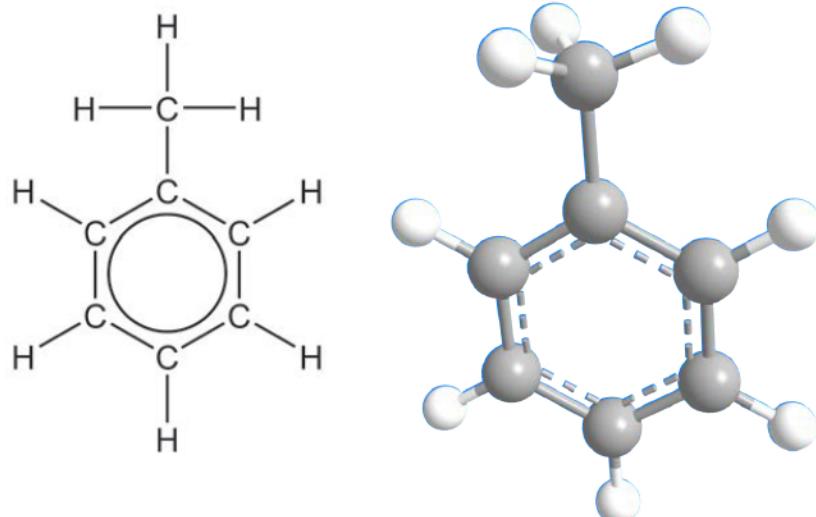
### Како реагује бензен?

Иако им је по незасићености сличан, бензен се не понаша увек као алкени или алкини.

### ДЕМОНСТРАЦИОНИ ОГЛЕД

Током извођења огледа обавезно носите заштитне рукавице и наочаре. Уколико немате прописну заштиту, извођење огледа пропустите наставнику. За овај оглед потребни су вам пламеник, циклохексан, циклохексен, толуен (метилбензен), раствор калијум-перманганата, разблажена сумпорна киселина и сталак с епруветама.

Сипајте испитивање угљоводонике до једне трећине запремине епрувете, а затим свакој додајте неколико капи сумпорне киселине и једну кап раствора калијум-перманганата. Добро промућкајте и благо загревајте епрувете. Своја запажања запишите.

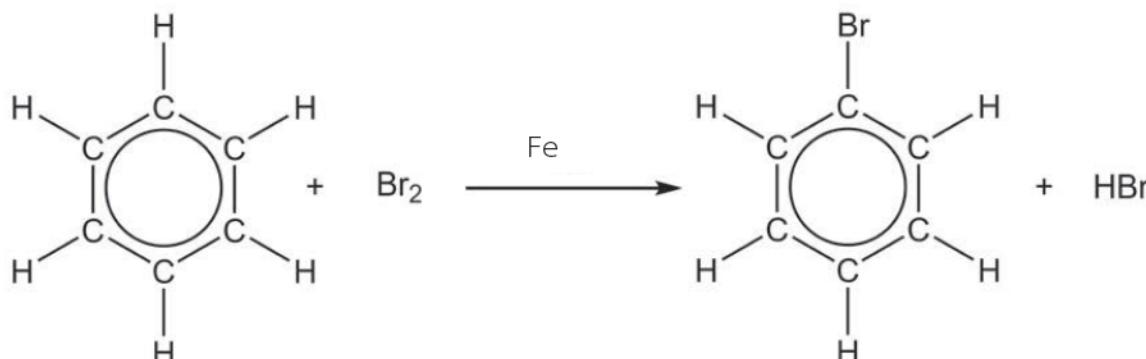


Толуен

Помоћу реакције калијум-перманганата разликују се засићени од незасићених угљоводоника, при чему ће незасићени обезбојити љубичасти калијум-перманганат, док засићени неће реаговати.

У реакцији са толуеном долази до обезбојавања раствора калијум-перманганата, при чему се толуен оксидује до бензоеве киселине.

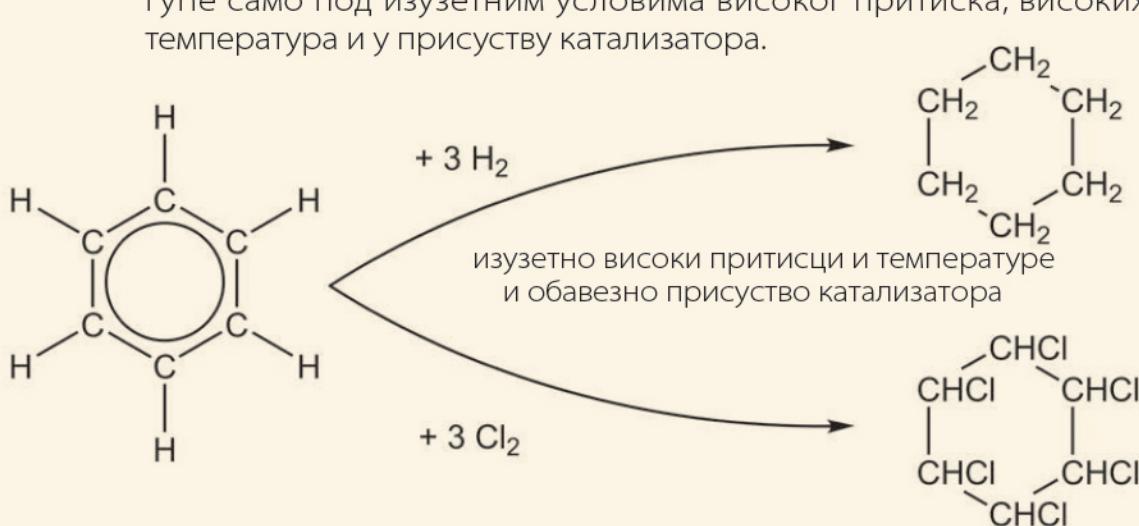
Међутим, уколико реакцију покушамо с бензеном, реакција се не врши чак и ако реакциону смешу загревамо. Када узмемо у обзир да су једињења која поседују ароматичност незасићена, њихова хемијска инертност делује чудно. Чак и у реакцији с бромом неће се додати адиција, као код алкена и алкина, већ супституција, као код алкана. У овој реакцији настају бромбензен и бромоводонична киселина.



### За one који желе да знају више

#### Шта је разлог оваквих хемијских својстава бензена?

Ароматично језгро, односно двоструке везе које представљамо кружницом изузетно су инерктне и не воле да им било шта нарушава структуру. Ово је једна од хемијских специфичности ароматичних једињења. Класичне реакције адиције водоника и хлора су могуће само под изузетним условима високог притиска, високих температура и у присуству катализатора.



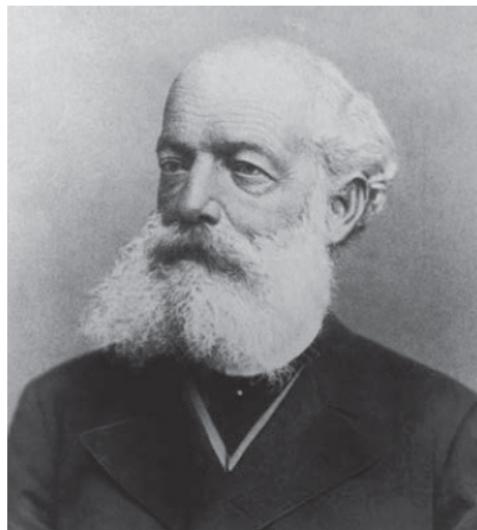
Иако је била позната молекулска формула бензена, хемичари су имали доста муке да представе његову структурну формулу. Ону какву данас познајемо предложио је Фридрих А. Кекуле 1865. године.

## Где можемо наћи ароматичне угљоводонике и каква су њихова физичка својства?

Ароматични угљоводоници се налазе као састојци нафте. Има их у различитим облицима и обично иду у смеши. Они се из ових сложених смеша могу добити поступком фракционе дестилације или кондензације. Такође се могу добити и сувом дестилацијом угља (разлагањем угља загревањем на високим температурама, без присуства ваздуха) при чemu настаје катран – течна, сложена фракција из које се даље арени фракционишу.

На собној температури бензен је безбојна течност карактеристичног ароматичног мириза, по ком је ова група једињења и добила име. Раствају се у неполарним растворачима. Пошто се слично у сличном раствору, ароматични угљоводоници се не могу растворити у поларним растворачима као што је вода.

Бензен је веома отрован и канцероген!



Слика 5.4. – Фридрих Аугуст Кекулé фон Штадониц (Friedrich August Kekulé von Stradonitz), немачки хемичар који је поставио основе модерном схватању структуре органских једињења



Слика 5.5. – Ароматични угљоводоник бензен

## **Подсетник ✓**

Ароматични угљоводоници се по хемијским својствима разликују од осталих угљоводоника јер, иако су незасићени, за њих су специфичне превасходно реакције супституције.

### **ПИТАЊА И ЗАДАЦИ**

- 1. Шта су полимери?**
- 2. Наведи неке од примена полимера у свакодневном животу.**
- 3. Шта су ароматични угљоводоници?**
- 4. Описи физичка својства бензена.**
- 5. Напиши структурну формулу: а) бензена, б) толуена.**
- 6. По којим хемијским својствима су ароматични угљоводоници слични алканима?**

## НАФТА И ЗЕМНИ ГАС

На самом почетку наше приче поменули смо нафту и земни гас као примере природних извора угљоводоника. Познато нам је из свакодневног живота да су сирова нафта и земни гас врло важни извори енергије на нашој планети јер се њиховим сагоревањем ослобађа велика количина енергије.

Научници сматрају да су нафта и земни гас настали од биљних и животињских организама који су изумрли веома давно, пре неколико милиона година и услед разних поремећаја и померања Земљине коре доспели су у дубину Земље. Њиховим распадањем под посебним условима (високом притиску, температури и у одсуству кисеоника) настала су ова фосилна горива.

**Нафта** је густа, уљаста течност, тамне боје и непријатног мириза. По хемијском саставу, то је сложена смеша засићених ацикличних, цикличних и ароматичних угљоводоника и других једињења која, осим угљеника и водоника, могу садржати и кисеоник, азот, сумпор и атоме других елемената.

Иако је природни **земни гас** без мириза, у домаћинству га препознајемо по специфичном миризу јер му се због запаљивости пре дистрибуције додају гасови карактеристичног мириза да бисмо његове и најмање концентрације осетили у ваздуху. По хемијском саставу, земни гас је смеша метана, који је његова главна компонента, и мањих количина етана, пропана, бутана и неких виших угљоводоника.

Већ смо поменули да је нафта веома сложена смеша. Најбољи начин да се развоје састојци ове смеше је фракциона дестилација. Поступак фракционе дестилације одвија се тако што се сирова нафта у фракционим колонама загрева на високим температурама, и вишим од  $500^{\circ}\text{C}$  и на тај начин се одвајају **фракције** (делови) нафте тако што лакши угљоводоници (они с мањим бројем C-атома) иду према врху колоне, а тежи ка дну. Тако добијене фракције нафте још су увек сложене и даље се пре-рађују, након чега добијамо производе нафте који имају широку примену у свакодневном животу: сви смо чули за дизел-гориво, бензин, керозин, битумен...

Кључне речи  
нафта  
земни гас  
фракције нафте



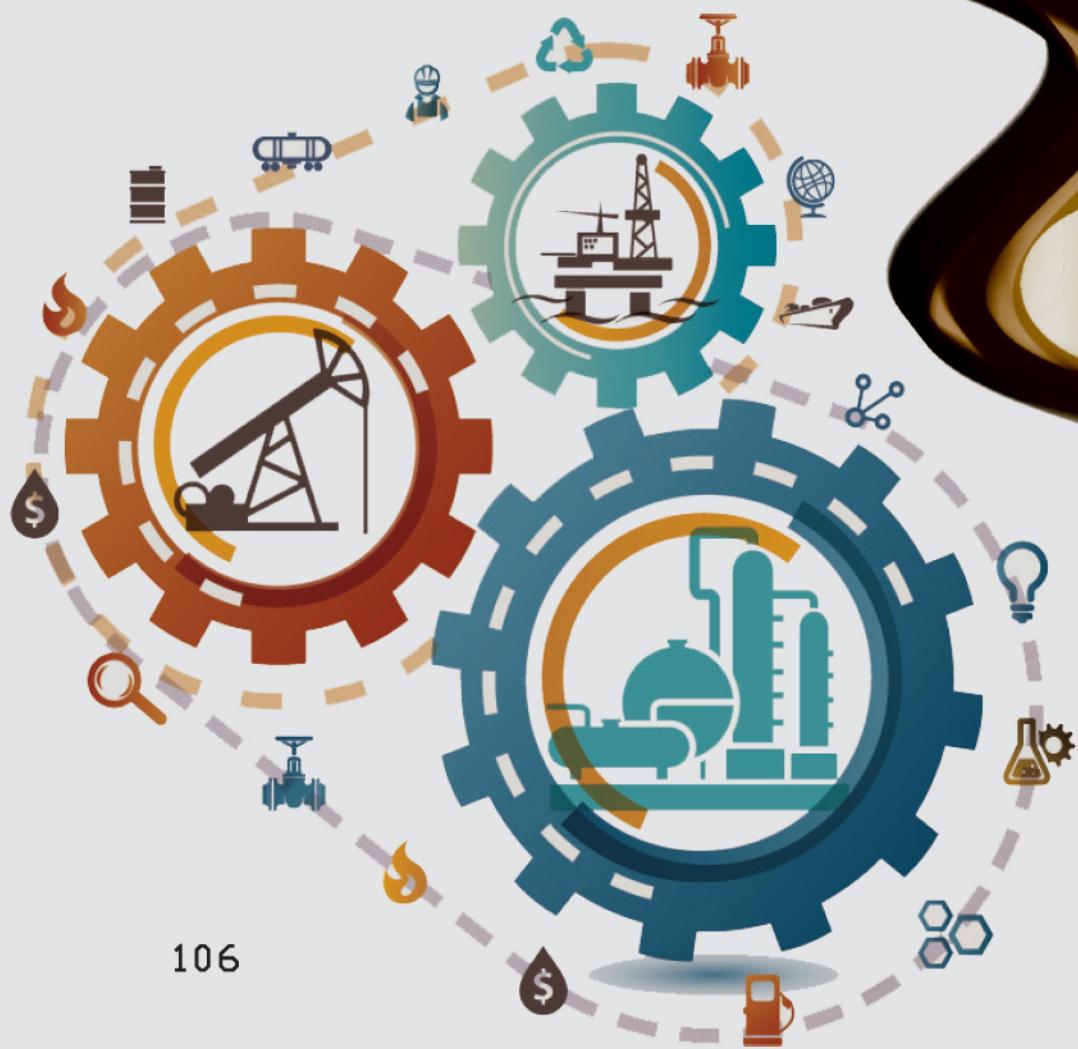
Слика 5.6. – Нафта



Слика 5.7. – Земни гас

## П одсјак ✓

Нафта и земни гас су сложене смеше угљоводоника и представљају облике у којима их можемо наћи у природи. Потичу од распадања органске материје под посебним условима (високом притиску, температури и у одсуству кисеоника). Како се њиховим сагоревањем ослобађа знатна количина енергије, користе се као горива.



## **ПИТАЊА И ЗАДАЦИ**

- 1. Опиши физичка својства нафте и земног гаса.**
- 2. Шта је нафта по хемијском саставу?**
- 3. Шта је земни гас по хемијском саставу?**
- 4. Опиши поступак фракционе дестилације нафте.**
- 5. Наведи најважније деривате нафте и њихову примену у свакодневном животу.**

# VI. ОРГАНСКА ЈЕДИЊЕЊА С КИСЕОНИКОМ



**O**сим угљеника и водоника, још један елемент је изузетно важан када разговарамо о органским молекулима. То је кисеоник.

Као што смо видели код угљоводоника, увођење новог атома у органско једињење доводи до нових физичких и хемијских својстава тих једињења. Те нове атоме или групе атома називамо функционалне групе. Увођењем кисеоника, добијамо једну нову функционалну групу. Кисеоник може градити како једноструке везе с угљеником или водоником, тако и двоструке везе с угљеником. Органска једињења с кисеоником о којима ће бити речи су:

- алкохоли,
- карбоксилне киселине,
- естри.

Покушајте да се сетите када сте раније говорили о некима од њих.

# АЛКОХОЛИ

кључне речи

алкохоли  
хидроксилна група  
примарни алкохоли  
секундарни алкохоли  
терцијарни алкохоли  
полихидроксилни  
алкохоли  
алкохолати  
алдехиди  
кетони  
карбонилна група

## Где можемо наћи алкохоле?

Вероватно је, када чујемо реч „алкохол”, свима прва помисао на алкохолна пића. Главни састојак сваког алкохолног пића јесте алкохол етанол, познатији као етил-алкохол. Већ смо видели да се лабораторијски може добити у реакцијама адиције воде на алке-не. Алкохол се може добити и метаболичким процесима бактерија и квасца у процесу који је познат као алкохолно врење. Наиме, ови сићушни организми, глукозу коју се налази углавном у вођу преводе у етанол и угљеник(IV)-оксид:



Да се заиста издава угљеник(IV)-оксид можемо доказати уколико га уводимо у раствор баријум-хидроксида, при чему се формира бели талог баријум-карбоната:



Ову реакцију ћемо показати огледом.

## ДЕМОНСТРАЦИОНИ ОГЛЕД

Током извођења огледа обавезно носите заштитне рукавице и наочаре. Уколико немате прописну заштиту, извођење огледа пропустите наставнику. За овај оглед потребни су вам 2 g свежег квасца, 5 g грожђаног шећера (глукозе), 40 ml дестиловане воде, ерленмајер, гумени запушач са стакленом цеви, раствор баријум-хидроксида, водено купатило.

Растворите глукозу у дестилованој води и ставите у ерленмајер, а затим додајте смрвљен свеж квасац и поклопите гуменим запушачем са стакленом цеви. Ерленмајер с реаクционом смешом благо загревајте у воденом купатилу на од 30°C до 40°C. Затим у епрувету у којој се налази раствор баријум-хидроксида уводите гас који се ослобађа из ерленмајеровог суда путем цеви за увођење гаса. Своја запажања забележите и опишите.

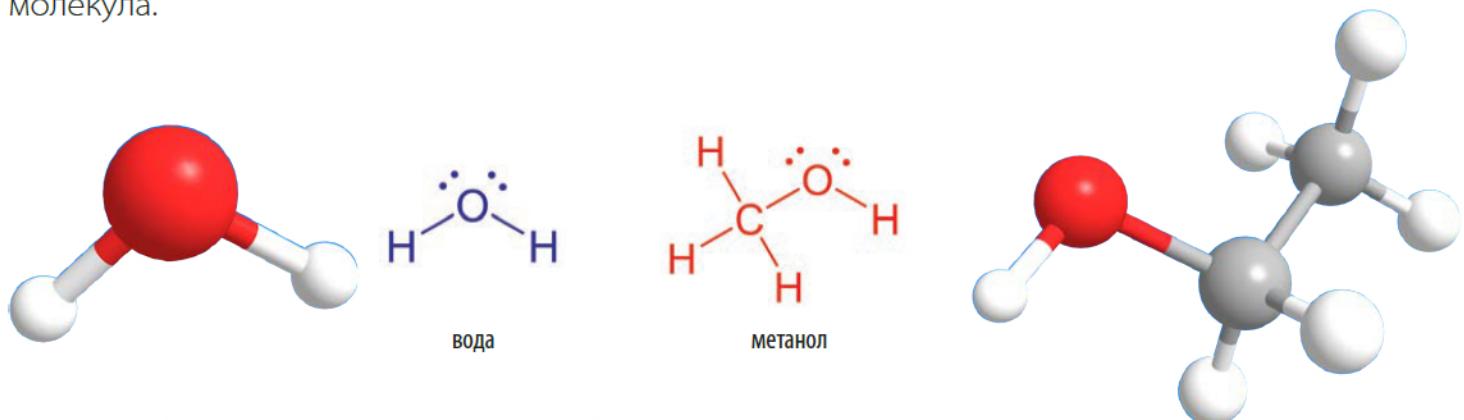
## Шта су алкохоли у ствари?

Алкохоли у свом саставу као функционалну групу садрже **хидроксилну групу** или –OH групу везану за атом угљеника. Важно је нагласити да једна хидроксилна група може да буде

везана само за по један угљеников атом, то јест за један атом угљеника може да буде везана само једна хидроксилна група.

### Какве су карактеристике хидроксилне групе?

Саму хидроксилну групу можемо замислiti као воду којој је један водоник замењен алкилним низом, а саме алкохоле можемо сматрати дериватима воде. Као је вода поларна супстанца, тако ће и алкохоли захваљујући својој хидроксилној групи бити поларни. Због тога се неки алкохоли лако растварају у води и поларним растварачима и имају више тачке кључања од одговарајућих аналогних угљоводоника. Важно је напоменути да не проводе струју. Они су сјајан пример како функционална група може потпуно да промени хемијска и физичка својства органских молекула.



Ова својства лако можемо доказати једноставним огледима.

### ДЕМОНСТРАЦИОНИ ОГЛЕД

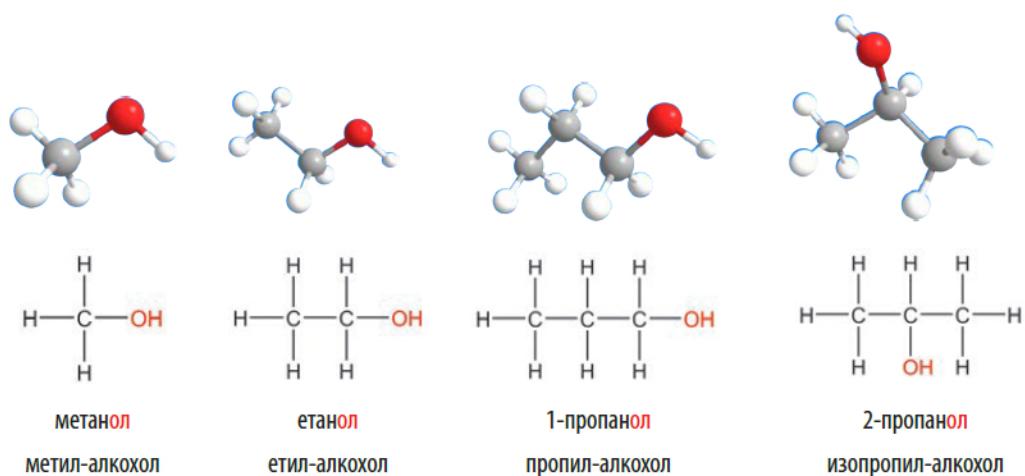
Током извођења огледа обавезно носите заштитне рукавице и наочаре. Уколико немате прописну заштиту, извођење огледа преласките наставнику. За овај оглед потребни су вам сталак с епруветама, дестилована вода, хексан, бензин, хлороформ или метилен-хлорид, етанол, глицерол или неки други алкохол који имате. Такође вам је потребан и прибор за проверавање проводљивости струје.

У неколико епрувeta ставите мале количине неког од угљоводоника или алкохола. Помиришите тако што ћете руком усмерити испарења ка носу. Затим додајте помало воде у епрувete и благо протресите како бисте проверили растворљивост изабраног јединења у води. Проверите да ли алкохоли проводе струју. Упоредите сличности и разлике алкохола и угљоводоника и своја запажања забележите.

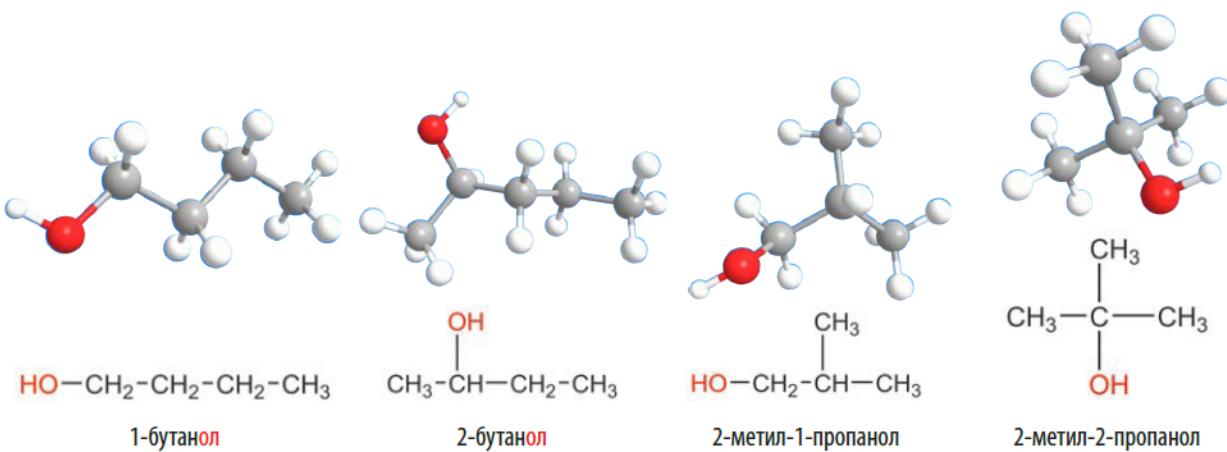
## Како именујемо алкохоле?

За именовање алкохола важе иста систематска правила као и за угљоводонике. Све што треба да урадимо је да имену најдужег низа на ком се налази хидроксилна група додамо наставак **-ол**. Такође морамо нумерисати атом угљеника на ком се налази хидроксилна група. Притом тај број мора да буде што мањи, односно бројање мора почети с оне стране која је ближа хидроксилној групи. Ова нумерација почиње од пропанола.

Хајде да видимо неколико примера.



Код пропанола постоји изомерија положаја функционалне хидроксилне групе и зато бројем морамо нагласити на ком се она угљениковом атому налази, на почетку (1) или у средини (2). Када повећамо број угљеникових атома на четири, осим о изомерији положаја, морамо да водимо рачуна и о изомерији низа.

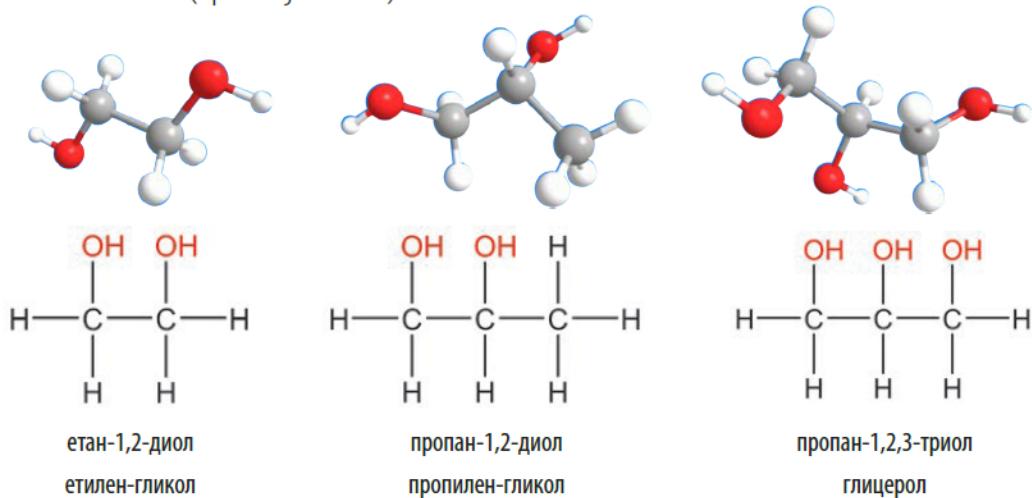


Алкохоле који имају само једну хидроксилну групу у молекулу називамо **монохидроксилни алкохоли**. Њихова општа формула може се представити на следећи начин:



Често ћете наићи и на приказивање општих формул органских молекула са R, које представља део молекула који је органског порекла и који је везан за функционалну групу – као нпр. RCOOH, где је COOH карбоксилна група.

Ако постоје монохидроксилни, претпостављате да постоје и **полихидроксилни алкохоли**. Пошто се за сваки угљеников атом може везати по једна хидроксилна група, њих може бити онолико колико има и угљеникових атома. Они се именују тако што се након имена главног низа и пре наставка -ол ставља инфикс -ди-, -три- или -тетра-, у зависности од тога колико има хидроксилних група: две, три или четири итд. Ево неких примера најпознатијих полихидроксилних алкохола с њиховим систематским, као и несистематским (тривијалним) именима.

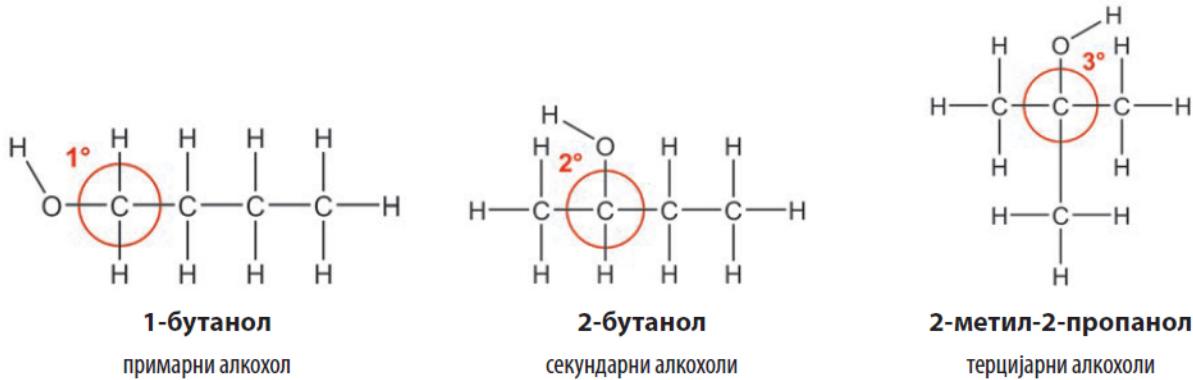


У зависности од тога где се налази хидроксилна група у молекулу, можемо разликовати три групе алкохола:

– **примарни алкохоли**, код којих је хидроксилна група везана за угљеник (примарни  $1^\circ$ ), који је везан за само један угљеников атом;

– **секундарни алкохоли**, код којих је хидроксилна група везана за угљеник (секундарни  $2^\circ$ ), који је повезан с још два угљеникова атома и

– **терцијарни алкохоли**, који имају хидроксилну групу везану за угљеников (терцијарни  $3^\circ$ ) атом, који је затим везан за три угљеникова атома.



### Каква су хемијска својства алкохола?

Алкохоли, као и угљоводоници, могу горети и, наравно, то можемо видети и у следећем огледу.

#### ДЕМОНСТРАЦИОНИ ОГЛЕД

Током извођења огледа обавезно носите заштитне рукавице и наочаре. Уколико немате прописну заштиту, извођење огледа препустите наставнику. За овај оглед потребни су вам упаљач, порцуланска шољица, сахатно стакло, штипалька, парче вате и етанол или неки други алкохол.

Натопите парче вате алкохолом и затим га ставите у порцуланску шољицу и запалите упаљачем. Врху пламена штипальком прнесите сахатно стакло. Угасите пламен тако што ћете порцуланску шољицу поклопити сахатним стаклом и тиме онемогућити доток кисеоника из ваздуха. Своја запажања забележите.

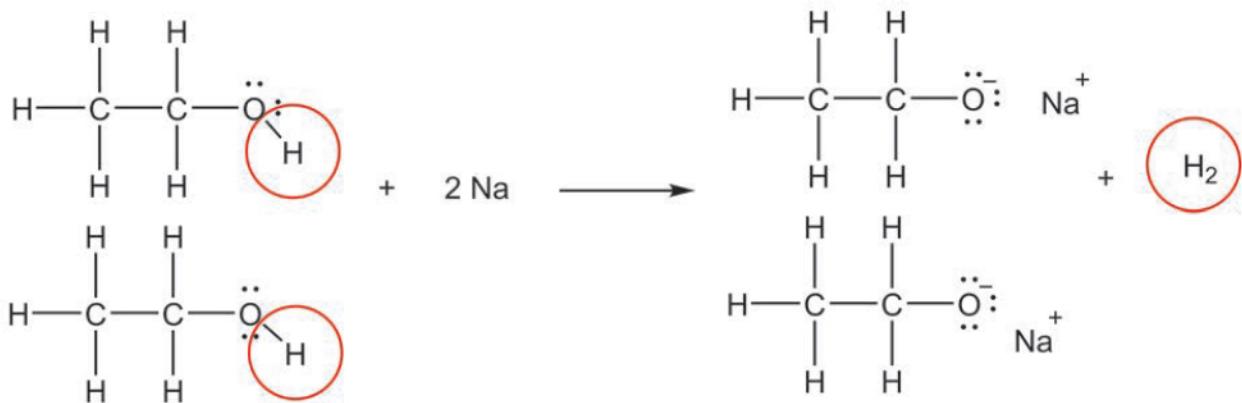
Као што сте могли да видите, етанол гори у присуству кисеоника, при чему добијамо угљеник(IV)-оксид и воду и ослобађа се знатна количина енергије у виду топлоте. Ово је разлог што се етанол и иначе користи као гориво за, на пример, шпиритусне лампе. Шпиритус је несистемски назив за етанол, који је нижег квалитета јер садржи различите примесе.



Слика 6.1. – Сагоревање етанола у шпиритусној лампи

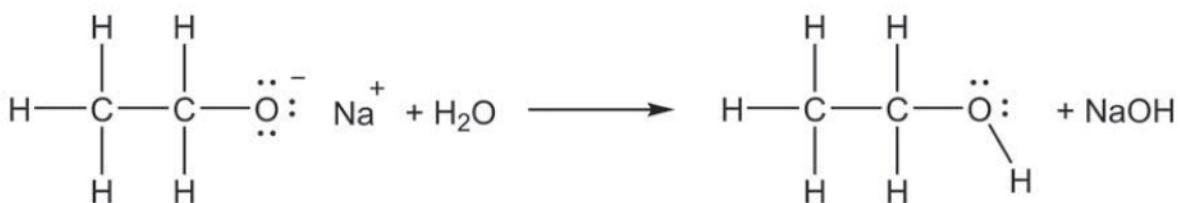
#### Алкохоли могу реаговати с металима.

Уколико у алкохоле убацитмо елементарни натријум, он ће, слично као што с водом гради хидроксиде, градити јонска једињења, при чему се ослобађа водоник. Ова једињења називамо **алкохолатима** или алкоксидима. Уобичајени начин именовања алкооксида подразумева писање имена метала испред алкохола и додавање суфикса **-ат** самом имену алкохола. Можете приметити да у овој реакцији не учествује цела хидроксилна група, већ само водоник са хидроксилне групе.



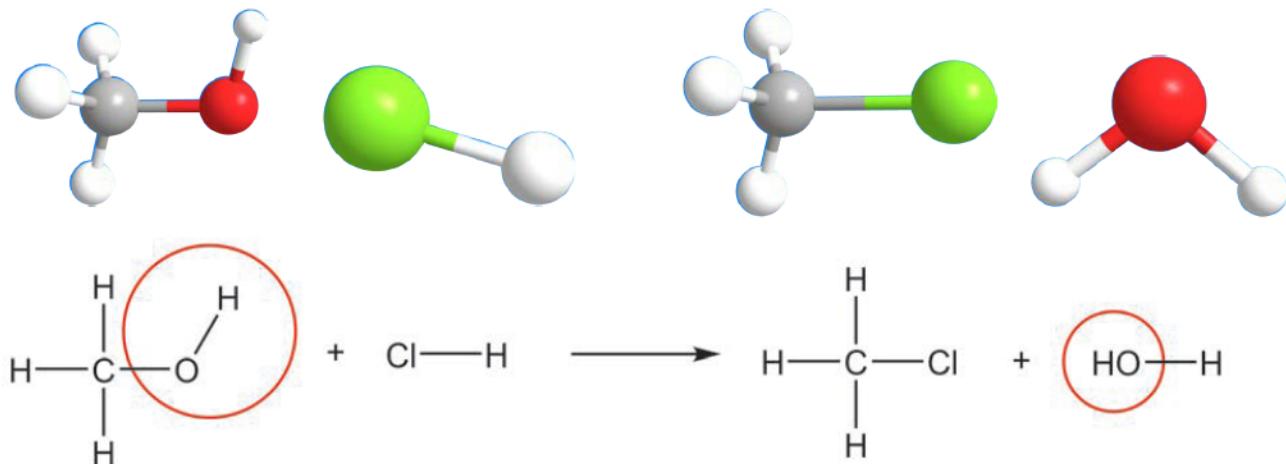
натријум-етанолат (натријум-етоксид)

Ова реакција мора се изводити без присуства воде јер ће врло лако доћи до хидролизе и у том случају нећемо добити алкохоле, већ само натријум-хидроксид. Хидролиза је хемијска реакција у којој се молекул распада на два нова молекула под утицајем или у контакту са водом или воденом паром.



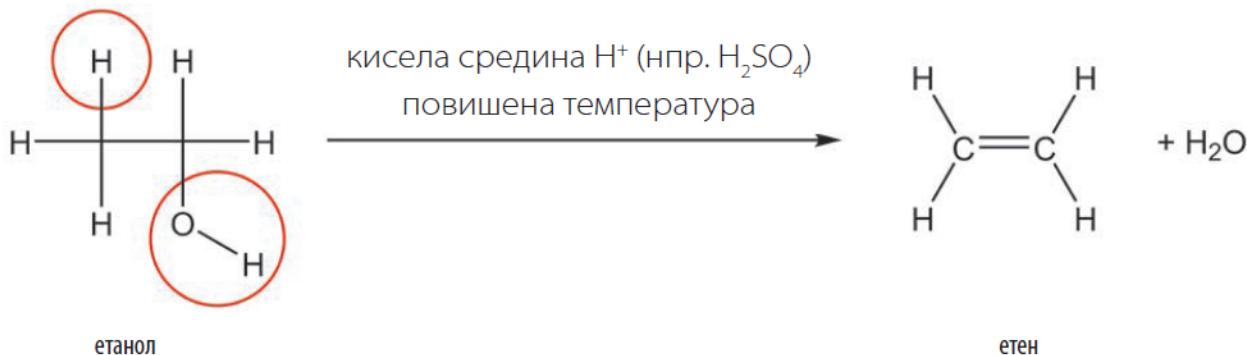
### Да ли се може извршити супституција на алкохолима?

Алкохоли могу учествовати у реакцијама супституције и, за разлику од алкана, ова реакција не изискује светлост. Ипак је важно да раствор у ком се реакција одвија буде кисео, односно да садржи  $\text{H}^+$  јоне. Овом реакцијом се на пример могу добити халогено-алкани на врло једноставан начин. Приметите да у овој реакцији учествује цела хидроксилна група.



## Да ли се алкохоли могу претворити у алкене?

Уколико би то било могуће, таква реакција била би супротна реакцији адиције воде на алкене. И заиста је тако! Уколико се алкохоли загреју у присуству киселина као катализатора, десиће се управо добијање алкена. Ова реакција назива се реакција дехидратације. У овој реакцији учествује не само хидроксилна група већ и један водоников атом са суседног угљениковог атома, који одлазе као вода са молекулом. Такве реакције називају се интрамолекулске реакције и у њима се догађају хемијске промене у самом молекулу.

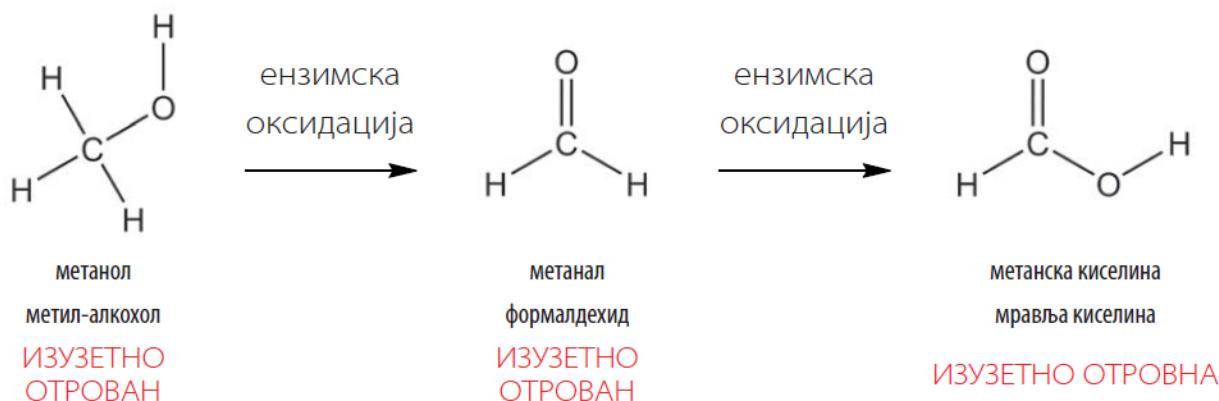
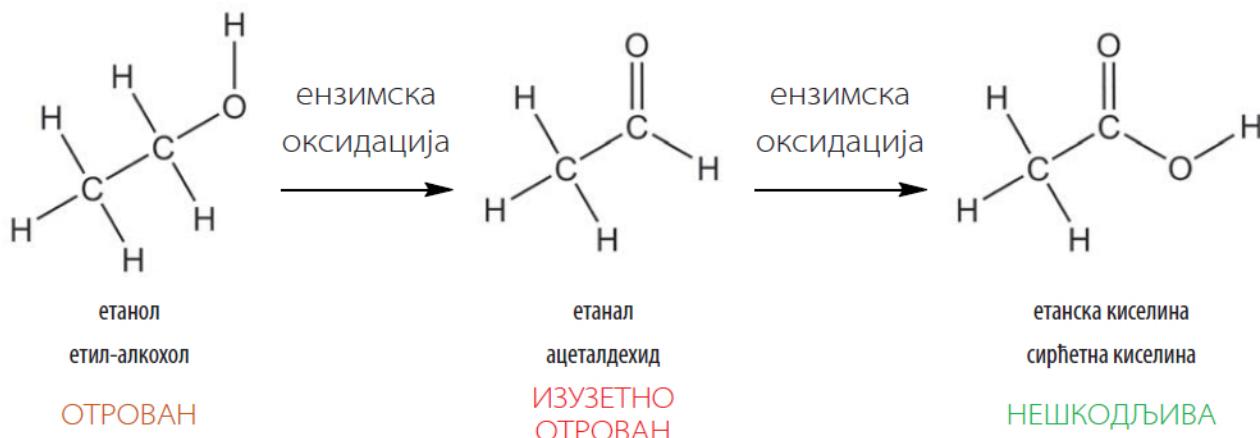


## Због чега су алкохоли јако штетни по здравље?

Иако је сам алкохол врло користан јер служи као дезинфекцијенс, односно може да неутралише микроорганизме који узрокују болести, његова конзумација има више нежељених ефеката.

Ово поглавље можете повезати с наставом биологије јер се оним о чему ћемо разговарати бави посебна грана хемије, која се назива биохемија. Она представља мост од хемије ка биологији.

Када се унесе нека количина етанола, он најпре даје пријатан осећај, чак се можемо осећати и еуфорично. Особа која га конзумира осећа се расположено и постаје причљива. Међутим, како се етанол мора на неки начин избацити из организма, почиње његова оксидација, односно метаболизам у људском телу. То се до гађа уз помоћ великих макромолекула који су познати као ензими и у ствари су катализатори. Касније ће имати цело своје поглавље. Реакција, коју они у овом случају катализују, јесте реакција оксидације. Погледајмо шта се догађа.

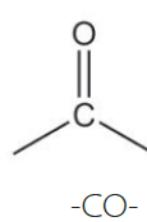
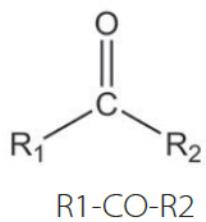
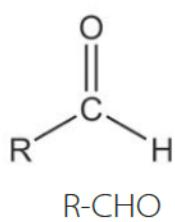


У процесу оксидације у организму ензими ће у низу хемијских реакција покушати да етанол преведу у једињење које је мање шкодљиво, а то је сирћетна киселина. Али на том путу један од корака је једињење које је изузетно токсично. Ово једињење је ацеталдехид, који спада у групу органских једињења алдехида и оно је разлог за изузетно штетно дејство које алкохол посредно и непосредно има на организам.

Још већи проблем представља метанол. Пошто је веома тешко раздвојити поступком дестилације етанол од метанола, метанол се у некој количини увек налази у алкохолним пићима. Понекад је проценат његове заступљености у алкохолним пићима врло висок. Јако је лоше то што је сваки степен у процесу његове оксидације, почев од самог метанола, изузетно токсичан, и формалдехид и мравља киселина.

## Шта су алдехиди и кетони?

Као што смо већ рекли, алдехиди су органска једињења у којима је кисеоник везан двоструком везом за угљеник. Поред алдехида још једна група органских једињења има двоструку везу између кисеоника и угљеника, а то су **кетони**. Алдехиди и кетони се могу добити делимичном оксидацијом одговарајућих алкохола. Алдехиди се добијају оксидацијом примарних алкохола, а кетони оксидацијом секундарних алкохола. То значи да ће се алдехидна група увек налазити на почетку неког од низа и њихова функционална група се у рационалним формулама пише као -CHO. Кетони као функционалну групу имају -CO- групу и налази се у средини низа. Заједничко име за обе групе је **карбонилна група**.



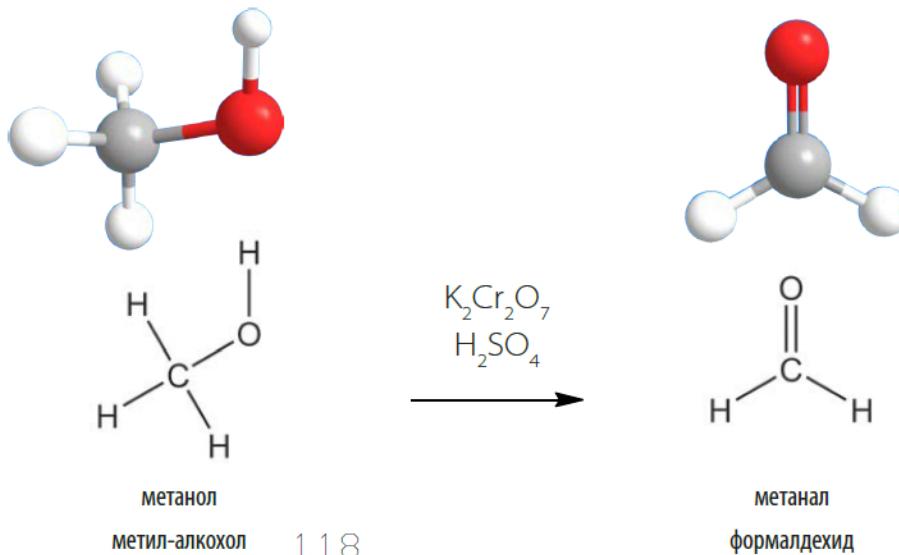
Општа формула алдехида

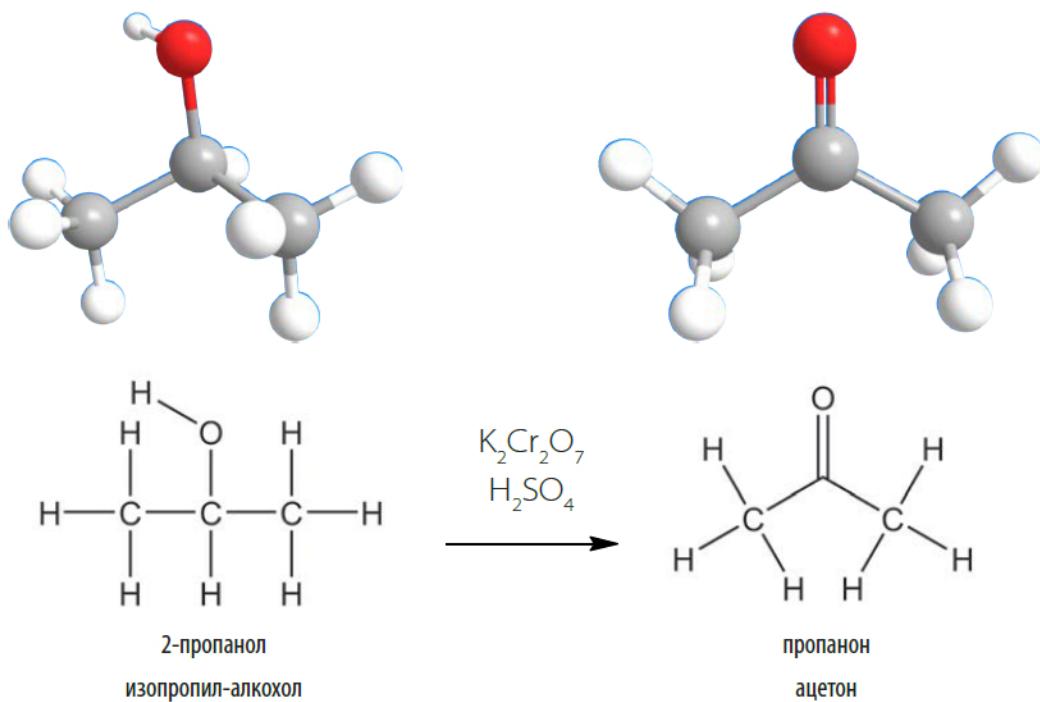
Општа формула кетона

Карбонилна група

Њихово именовање је врло једноставно, важе иста систематска правила као и до сада, само се низу на ком се налази алдехидна група додаје суфикс **-ал**, а за молекул који поседује кето групу додаје се наставак **-он**. Притом се мора водити рачуна о изомерији положаја код кетона а положај мора да се нагласи што мањим бројем, као код алкохола или алкана и алкена.

Обично се они у лабораторији добијају оксидацијом с калијум-дихроматом  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  и сумпорном киселином као катализатором.





### Где се најчешће примењују алкохоли, алдехиди и кетони?

Метанол, иако отрован, нашао је своју примену као сировина за производњу метанске киселине и пластичних маса, као растворач боја и лакова и као гориво.

Етанол се примењује у производњи козметичких средстава, полазна је сировина за добијање бројних супстанци, а 70%-ни етанол се користи у медицини као дезинфекцијоно средство.

Етилен-гликол, када се помеша с водом, добија се смеша позната под називом антифриз; ова течност се зими сипа у хладњаке моторних возила јер снижава тачку мржњења воде.

Пропан-1,2,3-триол (глицерол) примењује се у производњи козметичких препарата, лекова, прехранбеној индустрији и производњи експлозива.

Формалдехид, иако отрован, има широку примену у индустрији пластичних маса и коже, као дезинфекцијоно средство, помоћу њега можемо фиксирати ткива (заштитити их од даљег распадања), па се користи у биологији за чување препарата.

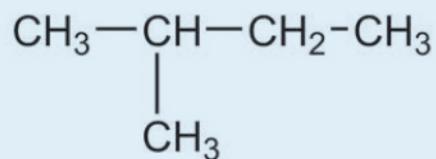
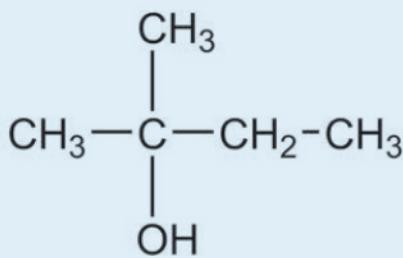
Пропанон (ацетон) се користи као одстрањивач лака за нокте и разређивач боја и лакова.

## Подсетник ✓

Алкохоли су органска једињења која поседују хидроксилну функционалну групу (-OH) због које су, за разлику од угљоводоника, поларни молекули. Алкохоли се именују по IUPAC-овим правилима, при чему се именују одговарајућих угљоводоника од који потичу додаје суфикс -ол. Алкохоли учествују у реакцијама сагоревања, супституције, дехидратације и оксидације. У реакцијама непотпуне оксидације примарних алкохола настају алдехиди, а при оксидацији секундарних алкохола настају кетони који у својој структури поседују карбонилну групу.

### ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Шта су алкохоли? Која је њихова функционална група?
2. Опиши поступак добијања етанола из глукозе.
3. Напиши структурну формулу и назив једног примарног, секундарног и једног терцијарног моногидроксилног алкохола.
4. Напиши формуле следећих алкохола:
  - а) 1-хексанол, б) 2-метил-2-пропанол, в) 2-пентанол.
5. Напиши називе следећих алкохола:
  - а)
  - б)



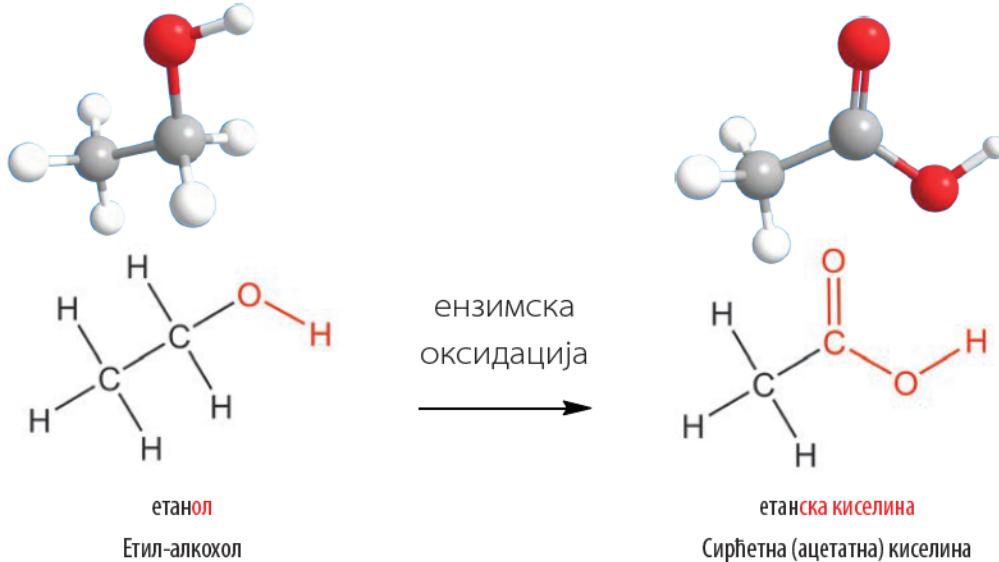
6. Напиши једначине хемијских реакција:
  - а) сагоревања пропанола, б) етанола с калијумом.
7. Којој класи органских једињења припадају:
  - а) пропанал, б) бутанон?
8. Шта су карбонилна једињења и на који начин се могу добити?
9. Где се у свакодневном животу користе:
  - а) етанол, б) етан-1,2-диол, в) пропан-1,2,3-триол, г) пропанон?

# КАРБОКСИЛНЕ КИСЕЛИНЕ

Непотпуном оксидацијом алкохола добијају се алдехиди и кетони. Једињења која се добијају потпуном оксидацијом алкохола позната су као **карбоксилне киселине** с одговарајућом **карбоксилном групом** као функционалном групом. Она се пише као -COOH. По системској номенклатури, име им се прави тако што се одговарајућем алкену дода наставак **-ска** и након тога се нагласи да је то киселина. Важно је да при нумерисању карбоксилна група има предност над двоструком везом. Пошто карбоксилне киселине имају велику употребну вредност, врло често имају несистемска или тривијална име на која су се одомаћила. Њихова општа формула се често пише и као:



(општа формула карбоксилних киселина).



У овом случају R је алкил-группа. У зависности од дужине алкил-группе, можемо разликовати ниже карбоксилне киселине, које имају неколико угљеникових атома, и више киселине, које могу имати много угљеникових атома. У зависности од тога да ли у алкил-группи постоје неке двоструке везе, карбоксилне киселине могу да буду **незасићене**. Уколико нема двоструких веза, то су **засићене карбоксилне киселине**.

На једном органском молекулу можемо имати две карбоксилне групе, када говоримо о дикарбоксилним киселинама, а уколико их има више од две, то су поликарбоксилне киселине. Именујемо их тако што имену основног низа додајемо наставак -дикиселина, -трикиселина итд. уколико имају две или три карбоксилне групе и притом остављамо цртицу.

кључне речи  
карбоксилне киселине  
карбоксилна група  
засићене карбоксилне  
киселине  
незасићене  
карбоксилне киселине  
више масне киселине

Неке од примера киселина и њихово налажење у природи можете пронаћи у табели.

**Табела 4.** Примери разних карбоксилних киселина

Рационална формула	Назив по IUPAC номенклатури	Тривијални назив киселине	Називи соли киселина	Порекло назива киселина
HCOOH	метанска	мравља	формијати	мрави (л. <i>formica</i> )
CH <sub>3</sub> COOH	етанска	сирћетна	ацетати	сирће (Л. <i>acetum</i> )
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	пропанска	пропионска	пропионати	млеко или лој (гр. Πρώτος πίων)
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH	бутанска	бутерна	бутирати	бутер (посебно ужегли) (л. <i>butyrum</i> )
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH	пентанска	валеријанска	валеринати	корен валеријане
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> COOH	хексанска	капронска	капроати	коза (л. <i>Caper</i> )
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH	хексадеканска	палмитинска	палмитати	биљке и животиње (палмино уље)
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH	октадеканска	стеаринска	стеарати	маст (гр. Στέαρ)
HO <sub>2</sub> C-COOH	етан-дикиселина	оксална	оксалати	биљке (л. <i>oxalis</i> )
CH <sub>2</sub> (COOH) <sub>2</sub>	пропан- -дикиселина	малонска	малонати	јабука (ст. гр. μαλον)

Карбоксилне киселине су изузетно распрострањене у природи и њихова понекада корисна, а понекада штетна дејства су често добро позната. У зависности од тога где се налазе и како се добијају, често су по томе добијале своје тривијалне називе. Тако се, на пример, мравља киселина добија деструктивном дестилацијом мрава. На латинском се мрав назива *formica*, па се сама киселина понекада назива и формијатна.

Своју употребну вредност карбоксилне киселине нашле су као врло важне индустријске хемикалије. Пример је сирћетна киселина, која се производи у велиkim количинама јер је изузетно практична као градивна јединица за добијање комплекснијих органских једињења. Она се може добити оксидацијом етанола реакцијом познатом као сирћетно врење и као споредан производ при сувој дестилацији дрвета.

Чиста сирћетна киселина (100%-на) назива се и глацијална (ледена) сирћетна киселина јер је на око 17°C у чврстом кристалном облику, који је сличан леду. Такође се користи и као зчин у концентрацијама 3–9%.

Која је разлика између карбоксилних (органских) и неорганских киселина?

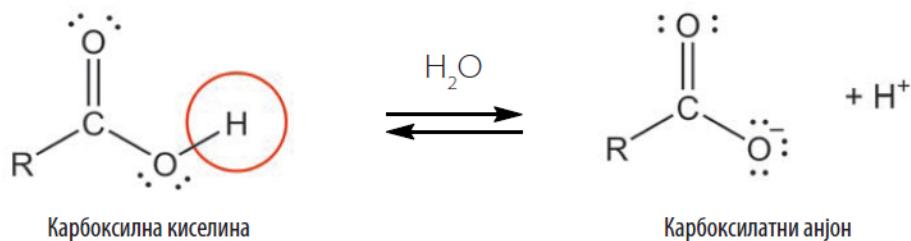
До сада сте се вероватно навикили на то да је хемијска својства најбоље проверити огледом.

## ДЕМОНСТРАЦИОНИ ОГЛЕД

Током извођења огледа обавезно носите заштитне рукавице и наочаре. Уколико немате прописну заштиту, извођење огледа прелажене органске и неорганске киселине (на пример сирћетна, хлороводонична, сумпорна итд.), стаклене чаше и стаклени штапићи, лакмус хартије, прибор за проверавање проводљивости.

Обратите пажњу на мирис органских и неорганских киселина. Лакмус хартијом тестирајте сваку од одабраних киселина и проверите проводљивост. Запишите своја запажања.

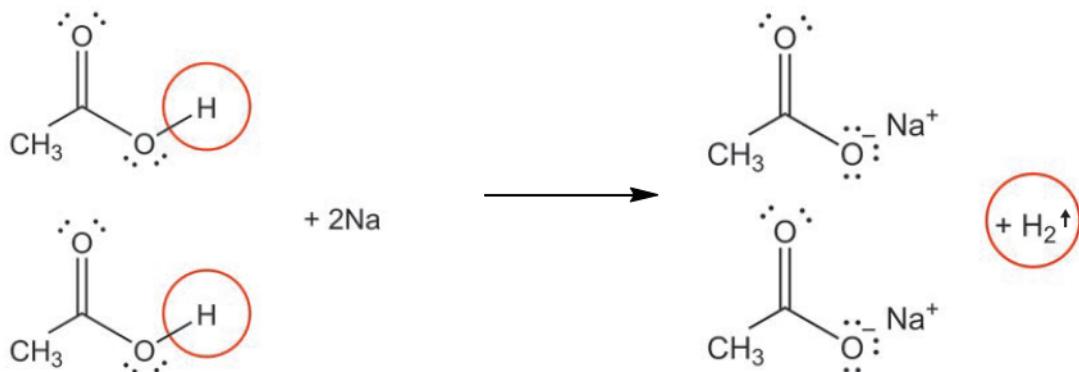
При растворавању органских киселина у води оне дисосују. У овој реакцији добијамо карбоксилатни анјон и катјоне водоника. Приметите да је ова реакција повратна.



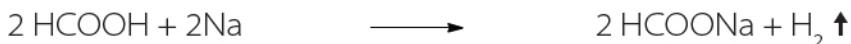
У зависности од тога да ли је киселина дисосована и у којој мери, можемо разликовати јаке и слабе киселине. Јаче киселине боље проводе електричну струју.

## Да ли и органске киселине граде соли?

Органске киселине граде соли, и то на сличне начине на који се добијају соли с неорганским киселинама. Као што већ знате, можемо их добити у директној реакцији киселина с елементарним металима или у реакцијама неутрализације у којима реагују с базама, при чему се добија вода. Карактер везе у овим солима је наравно јонски. И у овој реакцији учествује само водоник карбоксилне групе.



Називе соли карбоксилних киселина добијамо тако што наставак -ска киселина заменимо наставком **-оат**. Тако смо у реакцији између етанске киселине и натријума добили натријум-етаноат и водоник. У реакцији неутрализације метанске киселине и натријум-хидроксида добијају се натријум-метаноат и вода. Што се несистематских назива тиче, даје се назив киселинског остатка, па се натријум-метаноат може називати и натријум-формијат, а натријум-етаноат је познат и као натријум-ацетат.



## Које се све карбоксилне киселине растворају у води?

Да би смо на прави начин одговорили на ово питање, морамо анализирати грађу карбоксилних киселина. Оне се састоје од карбоксилне групе, коју можемо сматрати главом и од R- остатка, који називамо реп. Карбоксилна група је изузетно поларна, док је реп, уколико га чини алкил-група, неполаран. Међутим, уколико је реп кратак, преовлађиваће поларна својства и сам молекул биће поларан и добро ће се растворати у поларним растворачима као што је вода. Ова својства су специфична за ниже карбоксилне киселине.

Уколико је алкил-низ репа дуг, неполарна својства молекула биће преовлађујућа и сам молекул имаће неполарне карактеристике и неће се растворати у води или поларним растворачима. Оваква својства су карактеристична за више карбоксилне киселине, које још називамо и **више масне киселине**.

### Где можемо наћи више масне киселине?

Сам назив више масне киселине добиле су по томе где их можемо наћи, улазе у састав масти и уља. Неки од примера су палмитинска и стеаринска киселина, које су засићене монокарбоксилне киселине, док је олеинска киселина незасићена и садржи једну двоструку везу. На собној температури палмитинска и стеаринска киселина су у чврстом агрегатном стању и беле су боје, а олеинска је безбојна и уљаста течност. Нешто више речи о њима биће у поглављу које се бави само њима.

### Подсетник ✓

Карбоксилне киселине су органска јединења која садрже функционалну карбоксилну групу (-COOH). Могу се добити потпуном оксидацијом алкохола. Изузетно су распрострањене у природи и могу бити и корисне и штетне. Реакције карбоксилних киселина су грађење соли. Растворљивост карбоксилних киселина у води варира, при чему се више масне киселине слабо растварају у води. Карбоксилне киселине се именују по IUPAC-овим правилима, при чему се именују одговарајућих угљоводоника од којих потичу додаје суфикс -ска киселина.

### ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Шта су карбоксилне киселине?
2. Напиши рационалне структурне формуле:
  - а) мравље киселине, б) сирћетне киселине, в) 3-метилбутанске киселине.
3. Како се добија и где се примењује сирћетна киселина?
4. Напиши једначине реакција и називе добијених реакционих производа: а) метанска киселина и калијум,  
б) пропанска киселина и натријум.
5. Напиши једначине реакције које повезују дата јединења:  
**1-бутанол-бутанал-бутанска киселина.**



# ЕСТРИ

кључне речи

естри

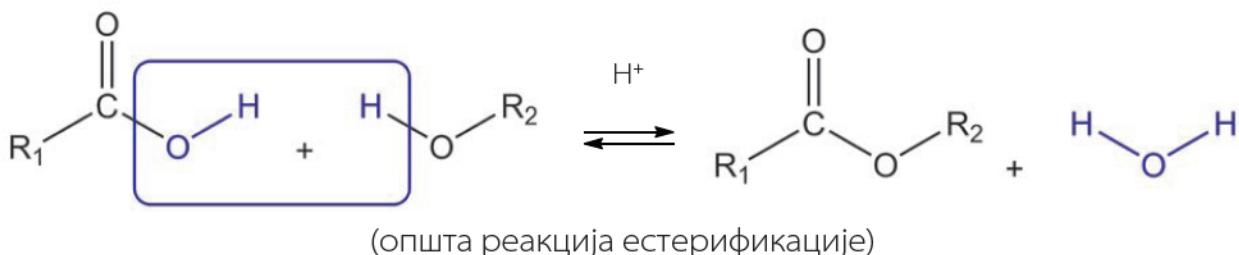
реакција

естерификације

повратна реакција

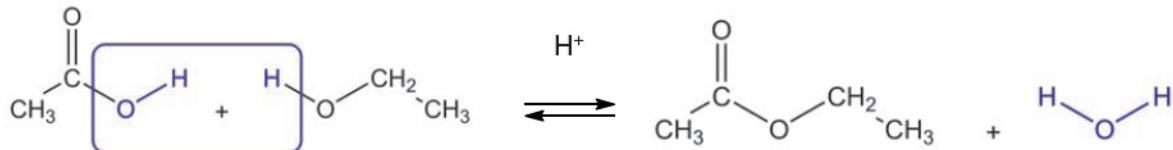
## Како реагују карбоксилне киселине с алкохолима?

У реакцији карбоксилних киселина с алкохолима, у присуству киселина као катализатора, догађа се **естерификација**, при чему се добија нова класа једињења, које називамо **естри**, и вода. Ова реакција је повратна и може се одигравати у оба смера, у зависности од услова. Општа реакција естерификације је следећа:



(општа реакција естерификације)

Ево и једног конкретног примера реакције сирћетне киселине и етанола:



Ову реакцију можемо извести и у лабораторији.

## ДЕМОНСТРАЦИОНИ ОГЛЕД

Током извођења огледа обавезно носите заштитне рукавице и наочаре. Уколико немате прописну заштиту, извођење огледа пропустите наставнику. За овај оглед потребни су вам апсолутни етанол и концентрована сумпорна киселина, концентрована етанска (глацијална) киселина, засићени раствор натријум-хлорида као и епрувете, чаше, шпиритусна лампа, палидрвце и гумени запушач са стакленом цеви.

У епрувету сипајте 2 см<sup>3</sup> апсолутног (100%) етанола и постепено пажљиво додајте 2 см<sup>3</sup> концентроване сумпорне киселине (подсетите се како се додаје концентрована сумпорна киселина – уз хлађење у чаши с водом или под млазом хладне воде). У тако охлађену смешу додати 2 см<sup>3</sup> концентроване (глацијалне) етанске киселине. Епрувету затворите чепом са дугом стакленом цеви која

ће имати улогу ваздушног кондензатора, и смешу пажљиво загревајте на пламену шпиритусне лампе до благог кључања, које треба наставити у трајању од пет минута. Отвор епрувете и стаклене цеви никако не окрећите према себи или другима. Затим реакциону смешу охладите и излијте у чашу у којој се налази  $10\text{ cm}^3$  засићеног раствора натријум-хлорида, у ком ће се боље раздвојити слојеви добијене смеше.

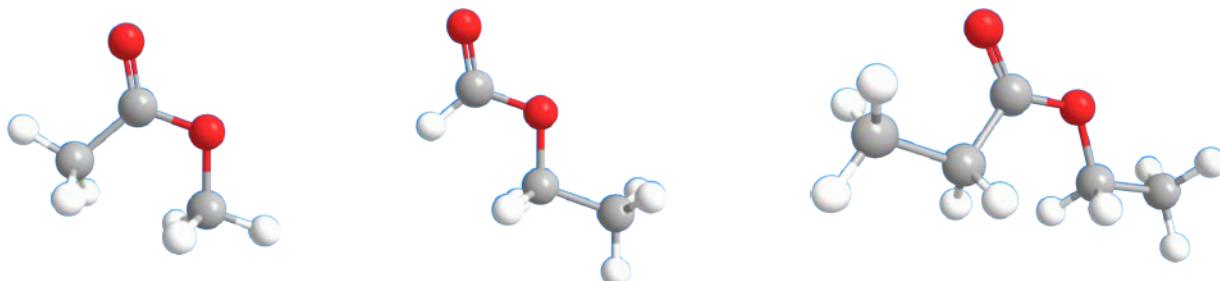
### Где можемо наћи естре?

Естри су распрострањени у природи и много се користе у индустрији.

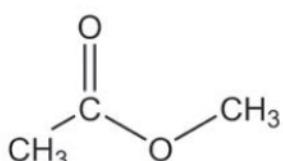
Естри глицерола и масних киселина су у ствари масти и уља. Арому многим врстама воћа, укључујући ту јабуке, крушке, банане, ананас и јагоде, дају естри. Годишње се индустријски производи неколико милијарди килограма разних полимера естра – полиестера.

### Како се естри именују?

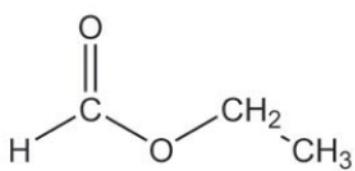
Назив естра, по систематској номенклатури, састоји се од две речи, где је прва назив алкил-групе алкохола који гради естар, а друга одговара називу соли карбоксилне киселине (наставак **-оат**). Тако се естар етанола и етанске киселине назива етил-етаноат, а не-



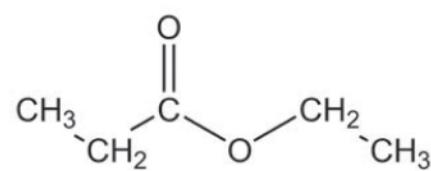
систематски назив овог естра је етил-ацетат. Ево још примера.



метил-етаноат  
метил-ацетат



етил-метаноат  
етил-формијат



етил-пропаноат  
етил-пропионат

## ЛАБОРАТОРИЈСКА ВЕЖБА VI

Током извођења огледа обавезно носите заштитне рукавице и наочаре. Уколико немате прописну заштиту, извођење огледа пропустите наставнику.

### Физичка и хемијска својства органских једињења с кисеоником

За овај оглед потребна су вам различита органска једињења која садрже кисеоник, као што су алкохоли, карбоксилне киселине и њихове соли.

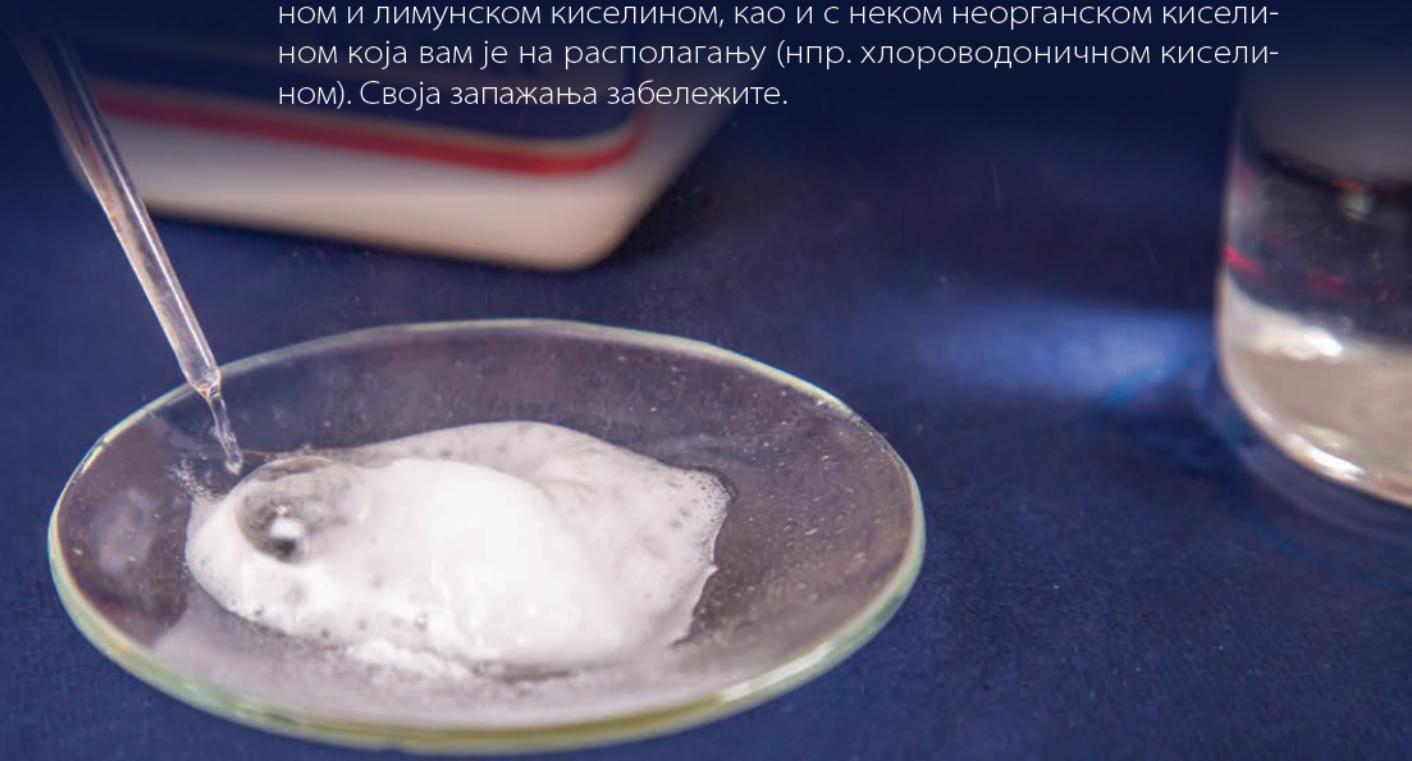
Испитајте растворљивости алкохола и карбоксилних киселина с различитим бројем атома угљеника у води и неком неполарном растворачу који вам је на располагању.

### Реакција етанске и лимунске киселине с натријум-хидрогенкарбонатом

Да ли се сећате како сода бикарбона реагује с неорганским киселинама?

Да ли ће се исто догодити и с органским?

Упоредите реакције натријум-хидрогенкарбоната са сирћетном и лимунском киселином, као и с неком неорганском киселином која вам је на располагању (нпр. хлороводоничном киселином). Своја запажања забележите.

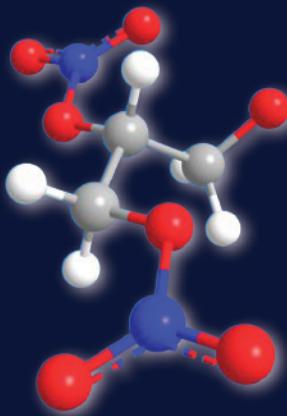


## Подсјетник ✓

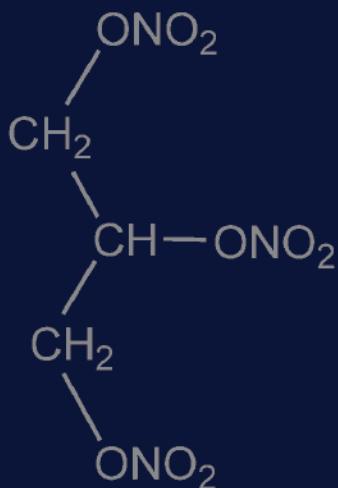
Естри су органска једињења која се добијају у реакцији естерификације између карбоксилних киселина и алкохола. Естри глицерола и масних киселина називају се масти. Назив естра, по систематској номенклатури, гради се од назива алкил-групе алкохола који гради естар, и соли одговарајуће карбоксилне киселине (наставак -оат).

### ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

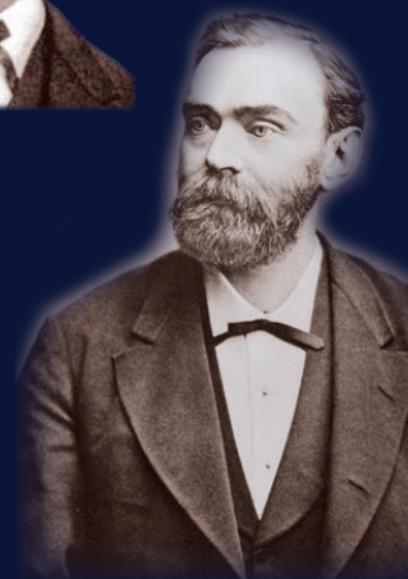
1. Како настају естри?
2. Наведи примену естара у свакодневном животу.
3. Напиши рационалне структурне формуле следећих естара:
  - а) метил-пропаноат,
  - б) пропил-бутаноат,
  - в) метил-бутаноат.
4. Напиши једначине реакције естерификације и називе добијених естара:
  - а) етанска киселина и етанол,
  - б) метанска киселина и метанол,
  - в) етанска киселина и метанол.



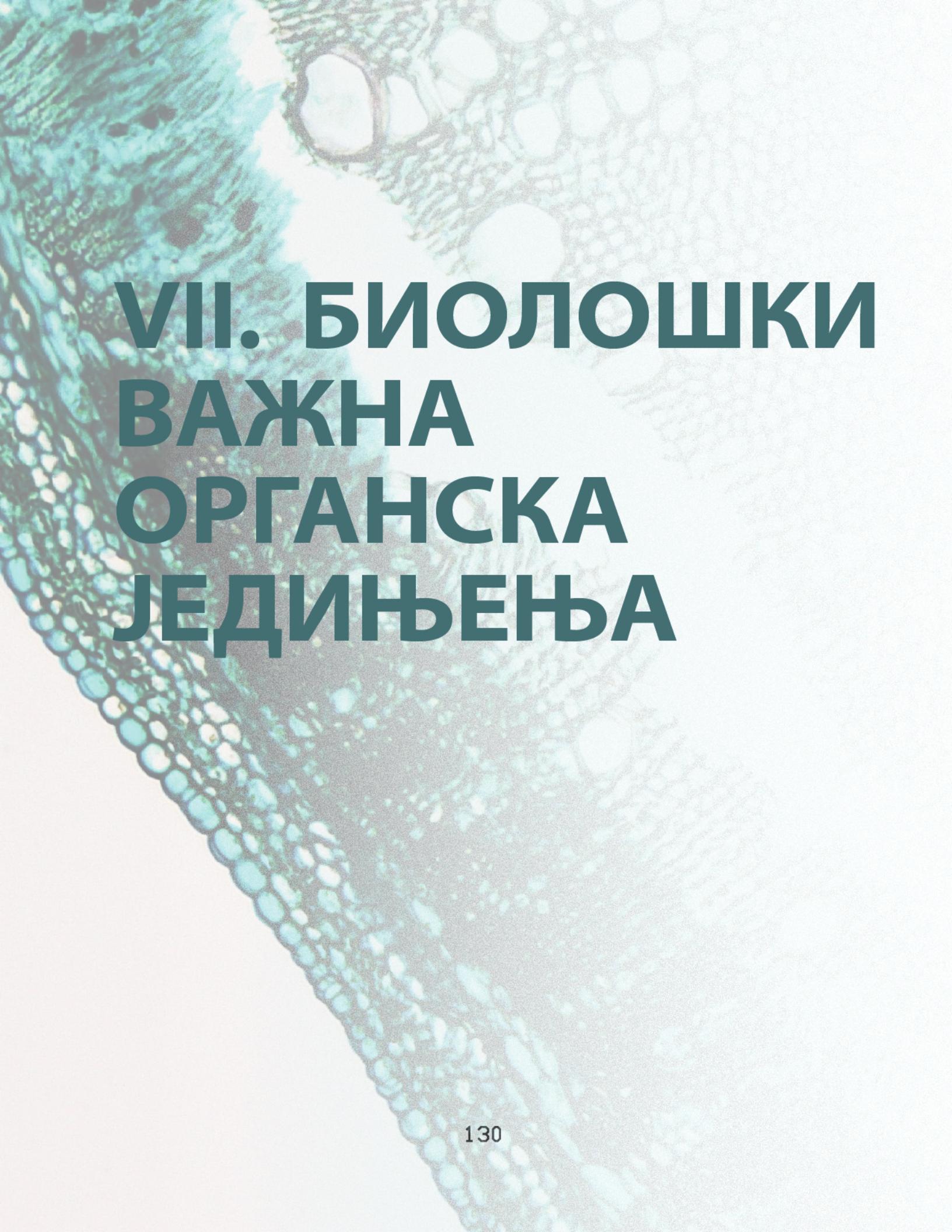
Слика 6.2. – Нитроглицерин, неогрански естар азотне киселине и глицерола, пронашао је Асканио Собреро.



Слика 6.3. – Асканио Собреро (Ascanio Sobrero), италијански хемичар који је први синтети-сао нитроглицерин



Слика 6.4. – Алфред Бернارد Нобел (Alfred Bernhard Nobel), шведски хемичар, проналазач динамита



# VII. БИОЛОШКИ ВАЖНА ОРГАНСКА ЈЕДИЊЕЊА

**O**д чега је изграђен један организам?

Да бисмо правилно одговорили на ово питање, морамо се подсетити неких ствари које смо до сада научили из биологије. Узмемо ли за пример нас и ако се погледамо у огледалу, видећемо да наше тело има различите делове. Можемо видети косу, кожу, очи, уши, нокте, зубе. Сигурно до сада знате, иако не можете да их видите, да унутар тела такође имамо кости, срце, јетру, мозак. Све те делове тела називамо органи. Уколико наставимо да анализирамо органе, зnamо да се они сastoјe од појedinačnih ћeliјa, којe су razlichite za razlichite organe. На пример, znamo da se мозак углавном сastoјi od moždaniх ћeliјa koјe називамо неурони. Неурони сe даљe сastoјe od органела, a свака органела је изграђена од специфичних органских једињења. И на kraju, свако од tих једињења сastoјi сe od atoma.

Постоји много могућности за повезивање угљеника, водоника и кисеоника у биолошки важна органска једињења, која имају различите и сложене функције у органелама, ћелијама, организма и организму као целини.

### *Занимљива биологија ✓*

На часу биологије можете разматрати од којих су органских једињења изграђене ћелијске органеле.

Сва биолошки важна органска једињења можемо сврстати у свега неколико група, а то су masti и уља, угљени хидрати – шећери, протеини, витамини и нуклеинске киселине. Ова органска једињења су основ грађе и функције свих организама.

#### **БИОЛОШКИ ВАЖНА ОРГАНСКА ЈЕДИЊЕЊА**

**масти и уља**

**угљени хидрати**

**протеини**

**витамини**

**нуклеинске киселине**

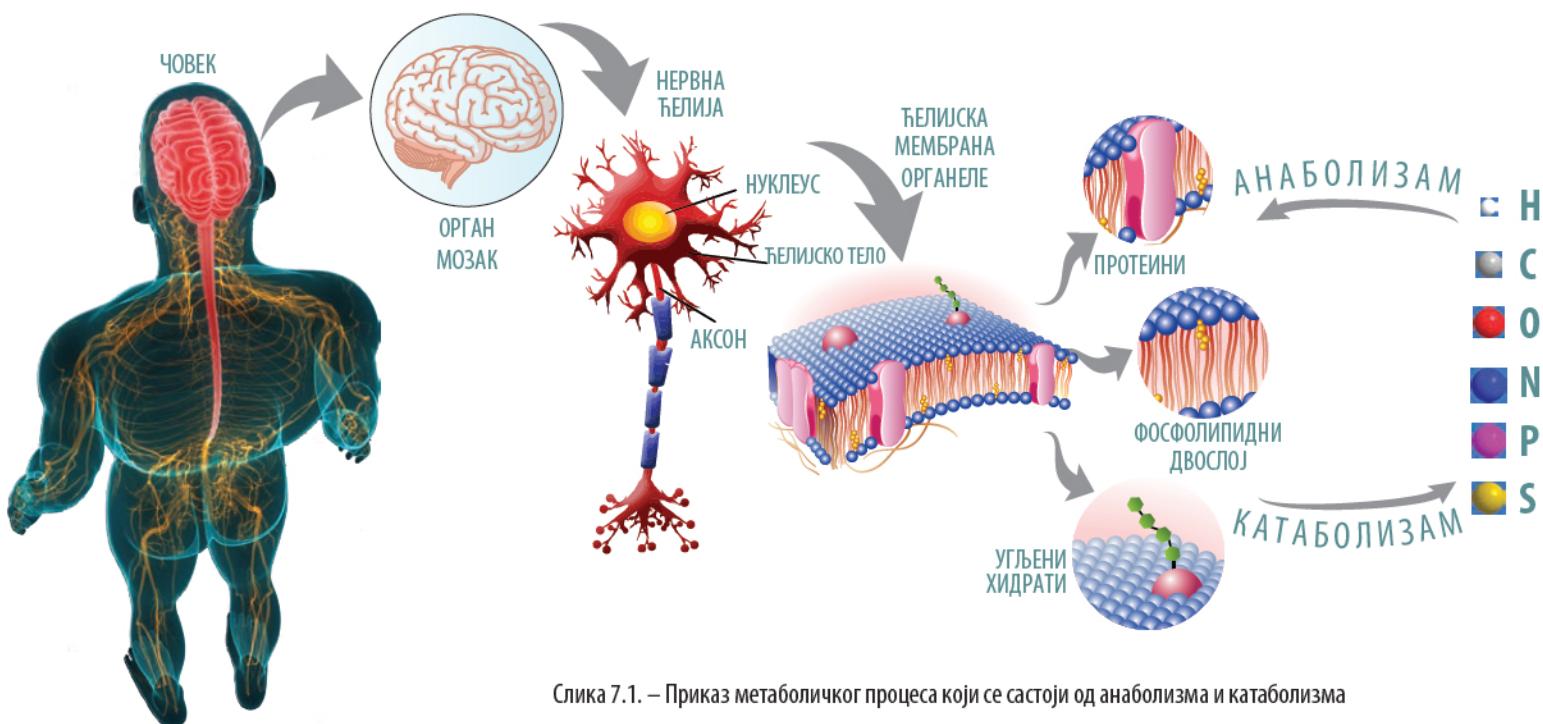
## Како се могу добити ова једињења?

Основни начин добијања свих органских једињења су наравно хемијске реакције које се дешавају унутар организама и на њима се заснива и сам живот. Међутим, да би се од атома или мањих једињења добила већа једињења (масти, уља, шећери, протеини, витамини, нуклеинске киселине), потребно је уложити енергију. И обрнуто, разградњом великих једињења на мања једињења, добија се енергија. Ова два процеса позната су као **анаболизам** и **катализа** и ове реакције се стално одвијају заједно. Тада круг називамо метаболизам и док је неко жив, он се одвија.

Такође вероватно знате да постоје две врсте организама: аутотрофни и хетеротрофни.

Аутотрофни организми сами себи обезбеђују енергију за изградњу великих органских једињења (као што билоје енергију добијају од Сунца), док се хетеротрофни организми ослањају на енергију коју добијају разлагањем великих једињења које уносе путем хране.

Можемо закључити да масти и уља, угљени хидрати, протеини, витамини и нуклеинске киселине имају важну улогу у изградњи живих бића, да учествују у сложеним животним процесима и да представљају важан извор енергије и начин за њено складиштење.



Слика 7.1. – Приказ метаболичког процеса који се састоји од анаболизма и катализа

# МАСТИ И УЉА

## Шта су масти и уља?

По хемијској структури и **масти** и **уља** су у ствари естри. Као што смо већ видели, естри су једињења која се састоје од алкохола и карбоксилних киселина повезаних естарском везом. Међутим, масти и уља не чине било који алкохоли, већ је то нама познати, 1,2,3-пропантриол-глицерол. Естарске везе, међутим, граде карбоксилне киселине, које имају дугачке угљоводоничне низове, које још називамо и више масне киселине. Глицерол може градити три естарске везе са три више масне киселине. Према томе, масти и уља су триестри глицерола и виших масних киселина или **три-ацилглициероли**.

## По чему се разликују масти и уља?

Одговор на ово питање лежи у томе које масне киселине изграђују одређени триацилглициероли. У самом молекулу естарски не морају бити везане исте масне киселине. Оне могу бити различите, односно мешовите. Разликују се по томе што могу имати различиту дужину угљоводоничног низа – репа. Угљоводонични низ може имати двоструке везе – незасићења. Због тога масти и уља нису чисте супстанце, већ смеше триацилглициерола награђених од различитих масних киселина.

Триацилглициероли који садрже више масних киселина које имају незасићене везе су уља, док масти садрже више масних киселина које су засићене и имају нормалан низ.

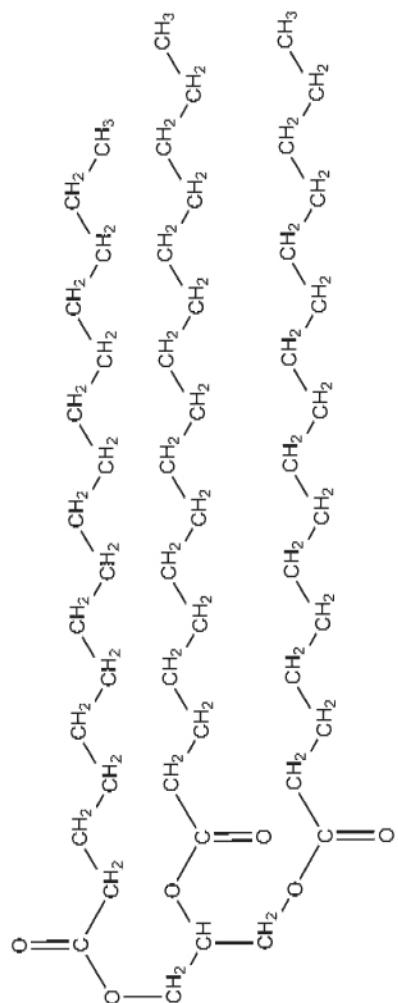
Осим хемијске структуре, још једно важно физичко својство их раздава. Уља су течног, а масти су чврстог агрегатног стања.

## Каква је биолошка улога масти и уља?

Биолошка улога масти и уља је двојака – енергетска и градивна.

Масти и уља могу бити складишта енергије. Пошто се за њихову синтезу у процесу анаболизма користи много енергије, јако је згодно да се енергија, у ствари, чува управо као масти или уље. Уколико храном уносимо много више енергије него што активностима током дана потрошнимо, наш организам енергију неће бацити, већ ће синтетисати масне наслаге – сало! Ово је врло користан

кључне речи  
**масти** и **уља**  
**триацилглициерол**  
**хидрогенизација уља**  
**реакција сапонификације**  
**сапуни**



Слика 7.2. – Формула естра



Слика 7.3. – Уље од маслине које употребљавамо у исхрани



Слика 7.4. – Непостојана мешавина воде и уља

систем јер ће у нестацици хране наше тело имати енергију коју ће добити кatabолизмом, односно разградњом масних наслага. Иако није здраво имати превише масних наслага, није здраво ни немати их уопште јер су оне нормалан и саставни део метаболизма. Масти имају и терморегулациону улогу – одржавају сталну телесну температуру.

Док су масти главни депои енергије за животиње, уља су за биљке. И то је врло уочљиво у семенкама. Разлог што је то тако јесте тај да семенка мора имати довољно енергије да би из ње исклијала цела нова здрава биљка. Некада је довољно да семенка у почетку има само воду, а енергију добија из уља. Цећењем семенки биљака сунцокрета, бадема, кикирикија, сусама врло лако и јефтино добијамо уља која можемо и ми да конзумирамо.

Да бисмо на прави начин видели градивну улогу коју имају масти и уља, морамо најпре видети њихово занимљиво физичко својство на молекулском нивоу. То ћемо најлакше показати једним огледом.

## ДЕМОНСТРАЦИОНИ ОГЛЕД

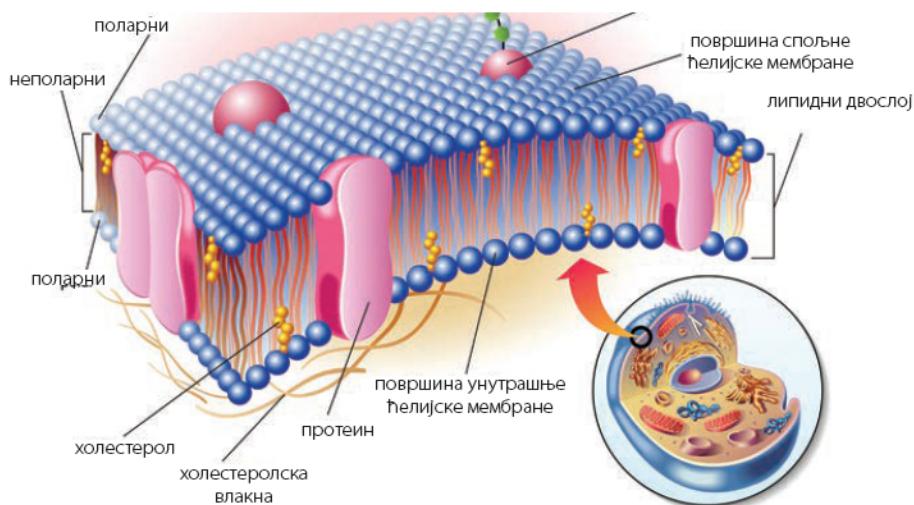
За овај оглед није вам потребна заштитна опрема. Све што вам треба су стакlena флашица, уље и вода.

Сипајте пола флашице воде и затим у капима додајте уље. Пратите какве облике уље прави у додиру с водом. Када сте додали таман толико уља да прекрије површину воде, престаните да додајете, затворите флашицу, а затим снажно мућкајте неколико минута. Оставите флашицу да стоји и пратите шта се дешава. Своја запажања запишите и објасните.

Као што смо рекли, масти и уља се не растварају у води. Али ако уложимо довољно напора, ова два слоја ипак ће се помешати, бар на неко време. Да бисмо на прави начин објаснили шта се додило, морамо се спустити на молекулски ниво.

На додирној површини уља и воде постоји одређено уређење. Пошто естарска веза има извесну дозу поларности, она ће бити окренута ка води, а остаци масних киселина биће окренути од воде. Према липидима се можемо односити слично као према масним киселинама, оне имају поларну главу и неполаран реп. Уколико разбијемо ово уређење мућкањем, формираће се малене капи којима су главе окренуте ка води, а репови ка унутрашњости капљица. Након што се оставе да стоје, с временом ће се слојеви поново одвојити јер су липиди већи од воде и тежиће да се одвоје изнад воде и поново сједине гурајући воду од себе.

Занимљиво је да ће се у неким тренуцима формирати липидни двослојеви. Можете их замислiti као сендвич од два слоја воде између којих су два слоја липида. Ова појава је врло интересантна јер се на овом принципу заснива изградња ћелијске мембране, која је у ствари липидни двослој.



Слика 7.5. – Липидни двослој ћелијске мембране

## ДЕМОНСТРАЦИОНИ ОГЛЕД

Оглед изводите уз мере заштите. Потребно вам је маслиново уље, дестилована вода, NaOH, чаше, грејно тело, азбестна мрежица, силиконска шпатула и термометар.

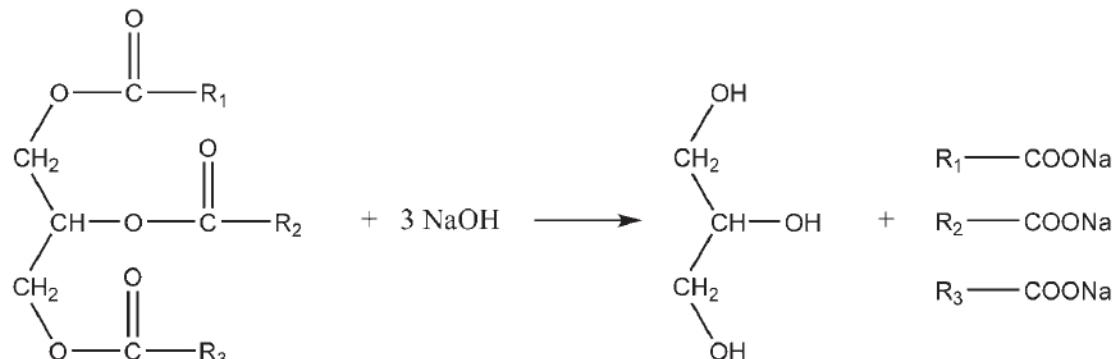
У једној чаши пажљиво растворите 31g NaOH у 68 ml дестиловане воде. У другу сипајте 200 ml уља и загрејте до 40°C. Уз стално мешање додајте раствор NaOH и одржавајте на 40°C, док се не згусне. Оставите да се охлади, па пробајте да добијеним производом оперете руке. Представите процес једначином хемијске реакције.

### Шта се дододило?

У реакцији масти или уља са хидроксидима долази до раскидања естарске везе, при чему настају глицерол и соли виших масних киселина. Ове соли се називају **сапуни**, а сама хемијска реакција назива се **сапонификација**.



Слика 7.6. – Тоалетни сапун



Реакција сапонификације

### Како се од уља могу добити масти?

Рекли смо да уља у својим молекулима садрже незасићене масне киселине. То значи да се једноставном реакцијом хидрогенизације од уља могу добити масти. И заиста је тако.

На тај начин се од биљног уља може добити маргарин.

Занимљиво је да су овај процес осмислили француски хемичари за самог Наполеона Бонапарта. Он је жељео да његови војници могу увек да имају уз доручак путер, који се добија од масти из крављег млека. Међутим, пошто није било толико млека да би могле да се подмире потребе целе његове војске, хемичари су смислили да би добра замена могао да буде – маргарин. Исправа се маргарин никоме није свидeo па су му, поред биљних масти и витамина, додали и друге супстанце које му дају пријатан мирис и укус. Такав маргарин и данас користимо за исхрану.



Слика 7.7. – Маргарин



Слика 7.8. – Наполеон Бонапарта

### ECEJ

Напишите кратак рад о енергетској улози масти и уља у живим бићима. Истражите у уџбеницима и на интернету значај биолошких важних органских једињења за правилан развој човека. Посебну пажњу посветите проучавању витамина, есенцијалних масних киселина, омега-масних киселина, као и поремећајима у исхрани услед држања рестриктивних дијета или преједања.

## Подсетник ✓

По хемијској структури, масти и уља су естри триестриглицерола и виших масних киселина или триацилглицероли. Разлика између масти и уља је у врсти виших масних киселина које их изграђују, при чему више масне киселине уља садрже незасићене везе, а више масне киселине које изграђују масти су засићене и имају нормалан низ. Такође, уља су течности, а масти су у чврстом агрегатном стању. Биолошка улога масти и уља може да буде енергетска и градивна. Са хидроксидима ступају у реакције сапонификације.

## ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Шта су триацилглицероли?
  2. По чему се разликују, а по чему су слични масти и уља?
  3. Које су улоге масти и уља у живим бићима?
  4. Шта су сапуни?
  5. На који начин сапуни уклањају нечистоћу?
  6. Како се од уља могу добити масти?
  7. Објасните због чега је важно да имамо масне наслаге.
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
-

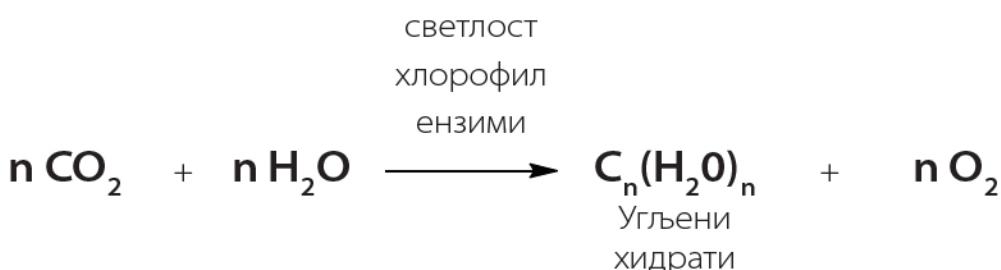
# УГЉЕНИ ХИДРАТИ

кључне речи

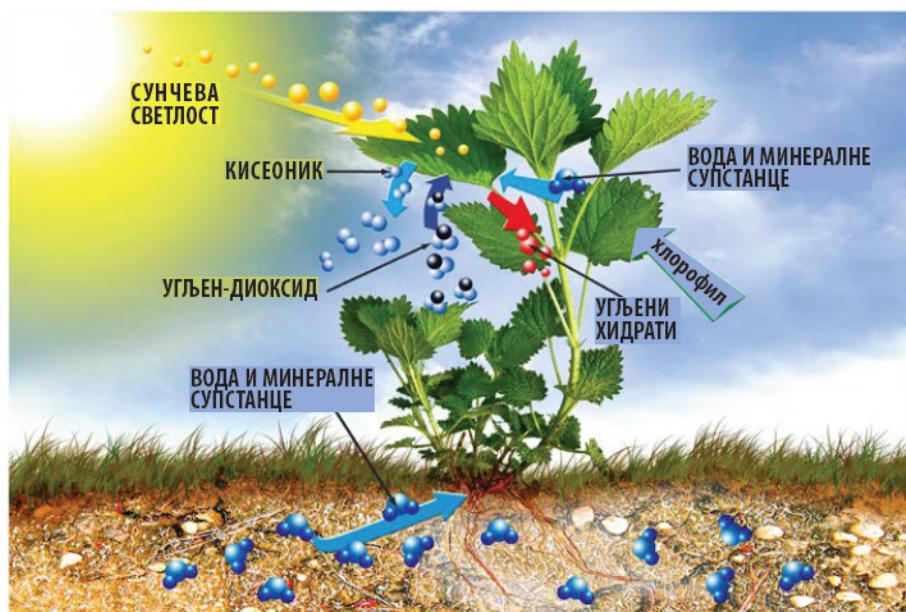
угљени хидрати  
фотосинтеза  
моносахариди  
глукоза  
фруктоза  
алдохексоза, кетохексоза, дисахариди,  
сахароза  
лактоза  
инвертни шећер  
олигосахариди  
полисахариди  
скроб  
целулоза

## Како се аутотрофни организми хране?

Већ смо рекли да аутотрофни организми могу сами да синтетишу храну тако што енергију и органску материју за те реакције црпе из своје околине. Једна од реакција је **фотосинтеза**, у којој биљке користе енергију коју добијају од Сунца и у присуству катализатора, пигмента хлорофилла, ову енергију користе за синтезу угљених хидрата. Полазни рејктанти за ову реакцију су угљеник(IV)-оксид и вода. Врло је важно да се у овој реакцији као нуспроизвод добија и кисеоник.



Можемо слободно рећи да се живот какав данас познајемо заснива на овој реакцији. Прво, из ње добијамо кисеоник који за дисање користе сви организми на планети Земљи, укључујући ту и биљке, које кисеоник користе преко ноћи, када нема светlostи. Друго, добијени угљени хидрати су сјајан полазан материјал за биљке које их користе за изградњу ћелијских зидова изузетних техничких перформанси. И треће, угљени хидрати су важан депо и извор енергије не само за аутотрофне организме који их производе већ су основ целог ланца исхране. Због тога сав живот зависи од ове реакције и од енергије која долази од Сунца.



Слика 7.9. – Угљени-хидрати у биљкама настају процесом фотосинтезе

## Шта су угљени хидрати?

**Угљени хидрати** су органски молекули који у свом хемијском саставу имају угљеник, водоник и кисеоник. Међутим, анализом њихове молекулске формуле може се доћи до закључка да је однос ових атома такав да на сваки атом угљеника C долази један молекул воде H<sub>2</sub>O. Такође су познати и као сахариди или једноставно шећери.

Молекулска формула глукозе	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>
Однос	C : H : O
	6 : 12 : 6
	1 : 2 : 1
Општа формула шећера	C <sub>n</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>n</sub>

Важно је напоменути да, иако је ова формула општа за све угљене хидрате, и друга органска једињења могу имати сличну молекулску и општу формулу. Пример је етанска или сирћетна киселина, која има тачно такав однос, али није угљени хидрат (CH<sub>3</sub>COOH = C<sub>2</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub>).

Каква је хемијска структура молекула угљених хидрата?

Основна јединица грађе свих угљених хидрата или сахарида су **моносахариди**, који су, хемијски гледано, полихидроксилни алкохоли који имају једну алдехидну или кетонску групу. У зависности од тога да ли је алдехид, моносахарид називамо алдоза, од корена речи алдехид и наставка **-оза**. Уколико је кетон, моносахарид називамо кетоза, од кетон и **-оза**. Наставак -оза је специфичан за угљене хидрате.

У зависности од броја угљеникових атома у молекулу, моносахариди се деле на триозе, тетрозе, пентозе и хексозе, које имају три, четири, пет и шест угљеникових атома. Моносахариди с пет и шест угљеникових атома су најважнији и у природи најзаступљенији. Према овој подели, моносахариди ће се називати алдопентозе и **алдохексозе**, односно кетопентозе и **кетохексозе**.

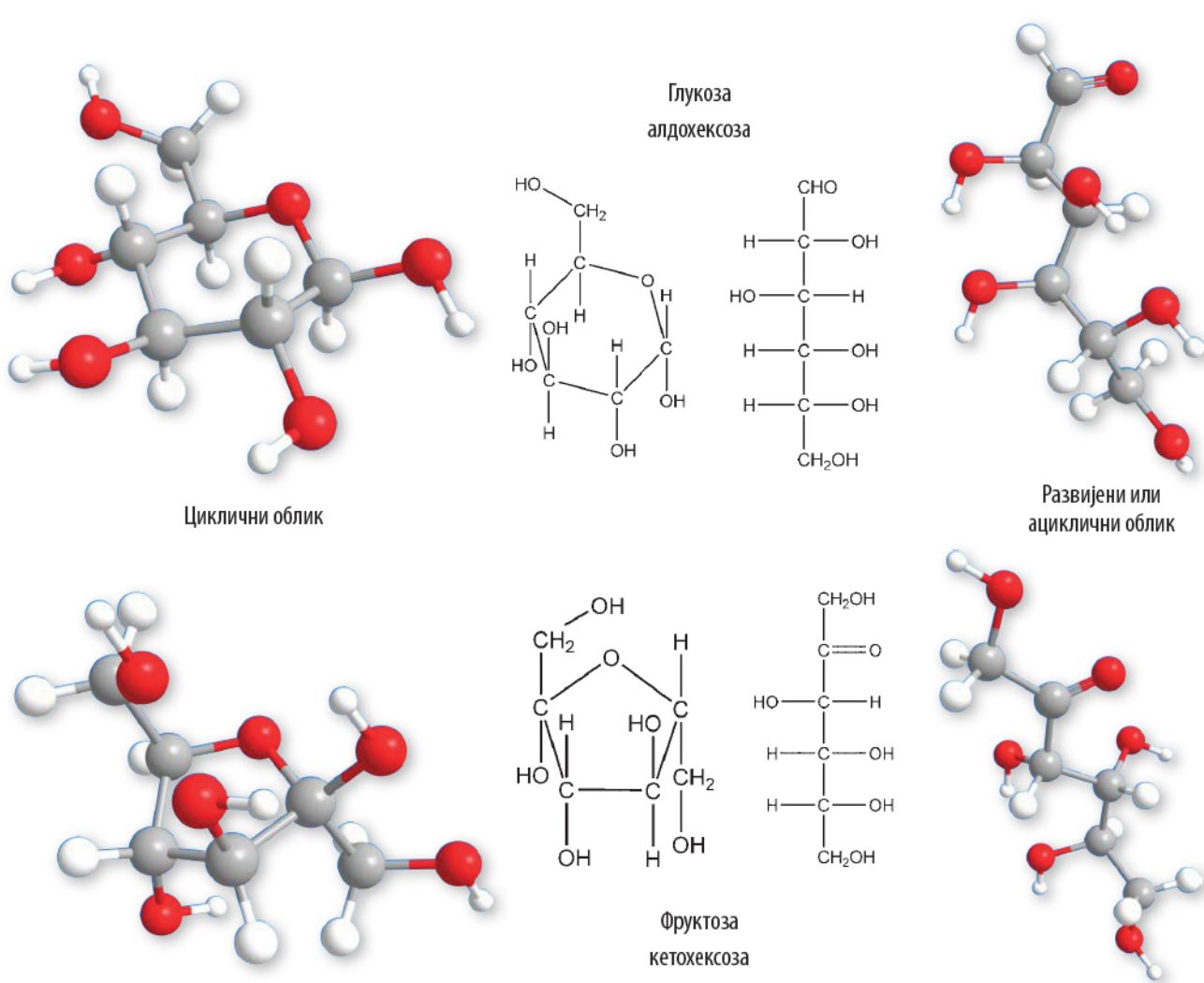
Најпознатији и најважнији представници алдохексоза и кетохексоза су глукоза и фруктоза.

**Глукоза** се често назива и грожђани шећер је се у великој количини налази у грожђу. Јако је заступљен и у људској исхрани јер представља извор енергије и саставни је део метаболизма људи. То је разлог што се и други шећери у организму увек трансформишу баш у молекуле глукозе. Она се нормално може наћи у крви.

Осим у грожђу, пуно га има и у крушкама и меду. Због тога су ове и друге намирнице које садрже глукозу забрањене људима који имају шећерну болест, дијабетес.

**Фруктоза** је позната као воћни шећер јер је заступљена углавном у воћу. Заједно с глукозом се такође налази и у меду.

Моносахариди се, осим у развијеном или ацикличном облику, обично налазе и у цикличном облику у виду петочланих или шесточланих прстенова. У оваквој форми они имају уређенију структуру и основ су за изградњу виших полимерних облика.



### Како можемо показати присуство шећера у неком раствору?

Готово сви моносахариди се налазе у кристалном облику, безбојни су, чврстог агрегатног стања и добро се растварају у води.

За њихово доказивање постоји много начина. Једна од њих је реакција с Толенсовим реагенсом. Главни састојци овог реагенса су сребро-нитрат, натријум-хидроксид и амонијум-хидроксид, а додањем неког алдехида и благим загревањем на зидовима суда издаваја се елементарно сребро. Уколико је суд од стакла, елементарно сребро, које се издава на зидовима, даће ефекат огледала и зато се ова реакција често назива и реакција сребрног огледала.

## ДЕМОНСТРАЦИОНИ ОГЛЕД

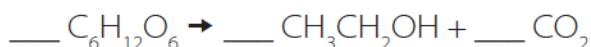
Током извођења огледа обавезно носите заштитне рукавице и наочаре. Уколико немате прописну заштиту, извођење огледа препустите наставнику. За овај оглед потребни су вам сталак с епруветама, шпиритусна лампица, раствор глукозе, Толенсов реагенс.

Сипајте  $1\text{cm}^3$  раствора глукозе и додајте  $3\text{ cm}^3$  Толенсовог реагенса. Промуђкајте и благо загревајте епрувету на шпиритусној лампи до појаве елементарног сребра. Запишите своја запажања.



Слика 7.10. – Реакција сребрног огледала. Слева надесно су епрувете на почетку, током и на крају реакције. У последњој епрувети се може уочити елементарно сребро, које је на унутрашњим зидовима епрувете.

Уколико се сетите алкохолног врења, рекли смо да је то начин добијања етанола од шећера метаболизмом бактерија и квасаца. Подсетите се ове реакције тако што ћете дописати стехиометријске коефицијенте овој реакцији.



## Како да покажемо да су шећери кристалног облика?

Већ смо рекли да се шећери као што су фруктоза и глукоза налазе у меду, и то у врло високим концентрацијама, чак 70–80%! Као што знамо, оваква смеша је, у ствари, презасићени раствор.

## ДЕМОНСТРАЦИОНИ ОГЛЕД

За овај оглед није вам потребна заштитна опрема. Све што вам треба су тегла меда, фрижидер и топла вода.

Ставите теглу бистрог меда у фрижидер и оставите је преко ноћи. Температура у фрижидеру је око  $+4^\circ\text{C}$ , због чега ће доћи до кристализације шећера који се налазе у меду. Кристале шећера у меду можете поново растворити уколико теглу меда неко време загревате у топлој некипућој води. Како ће мед кристалисати, зависи од тога који је мед у питању. На пример, мед који су пчеле направиле од цвета багрема спорије кристалише од меда цвета

Слика 7.11. – Мед



вреска или сунцокрета. Запишите и објасните своја запажања.

### Каква је улога угљених хидрата у биолошким системима?

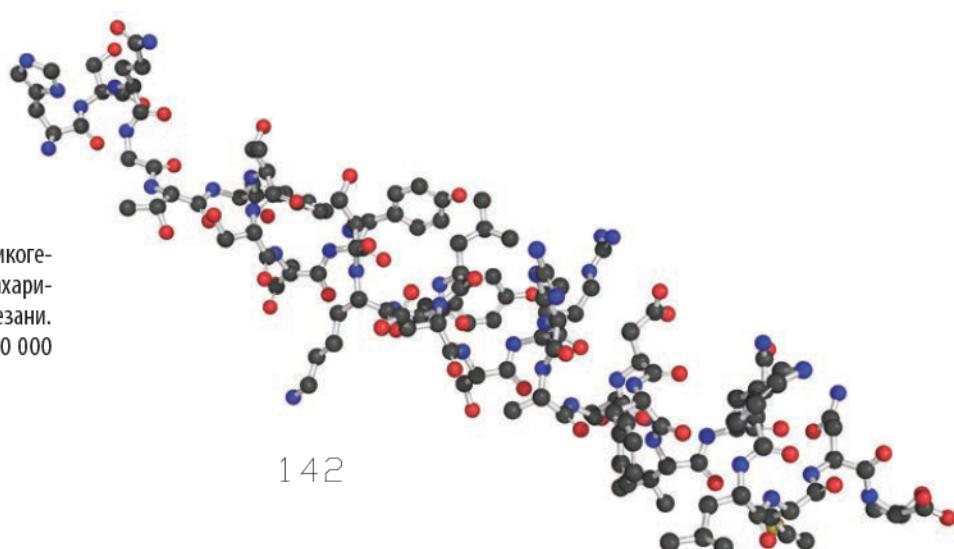
Угљени хидрати које у организам уносимо храном, хемијским реакцијама трансформишу се у молекуле глукозе, која се даље разграђује у ћелијама уз ослобађање енергије. Можемо рећи да је глукоза универзални извор енергије, а њена сличност са липидима огледа се у томе да се разградњом и синтезом липида и сахарида омогућава циркулација енергије и нормалан метаболизам.

Да би смо разумели разлику између њиховог метаболизма, прво се морамо сетити да је глукоза растворна у води, а масти нису. То значи да се глукоза веома брзо може крвотоком транспортовати где је потребна. С мастима је другачије, јер се оне морају прво разградити у мање молекуле који крвотоком могу да оду на одређено место.

Узмимо за пример трчање. Уколико трчимо мале дистанце, мишићи ће као енергију користити глукозу која се налази у крви и олигосахарид гликоген који се налази у самим мишићима. Тек када се те залихе потроше, активира се машинерија за разградњу масти или свима познато „сагоревање“ масти. Зато, уколико неко жeli да смрша и изгуби масне наслаге, мора имати дуготрајне тренинге. Притом, они који вежбају, с временом ће развити и депое гликогена у мишићима и јетри, који су у директној вези с крвотоком.

### Шта је гликоген?

Гликоген је угљени хидрат који се састоји из више молекула глукозе који су међусобно повезани. Овакав тип угљених хидрата, који се састоје од више међусобно повезаних јединица моносахарида, називамо олигосахариди или **полисахариди**.



Слика 7.12 – Тркач на маратону троши огромну количину енергије.

Слика 7.13. – Детаљ молекула гликогена. Гликоген се састоји од олигосахарида глукозе који су међусобно повезани. Гликоген садржи од 2 000 до 60 000 молекула глукозе.

Олигосахариди садрже између две и десет јединица моносахарида.

Подгрупа олигосахарида су дисахариди, који се састоје од само два моносахарида. Два примера за која сте сигурно чули су сахароза и лактоза.

**Сахароза**, позната и као бели или стони шећер, јесте дисахарид, који се састоји од међусобно повезаних моносахаридних цикличних јединица глукозе и фруктозе. Она се индустријски добија из шећерне репе или шећерне трске.

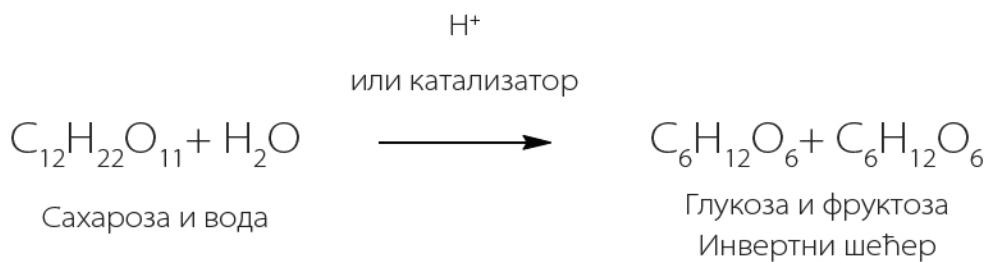
**Лактоза** или млечни шећер се налази у млеку и састоји се од глукозе и галактозе. Она беби обезбеђује довољну количину енергије за нормалан раст и развој.



Слика 7.14. – Лактоза се налази у млеку.

### Како од дисахарида можемо добити моносахариде?

Уколико направимо раствор сахарозе и затим га закиселимо неком киселином као што је хлороводонична, раскинуће се везе и у раствору ћемо имати глукозу и фруктозу. Смеша глукозе и фруктозе назива се **инвертни шећер**, а овако добијени раствор је раствор инвертног шећера. Ако се вратимо на мед, 70–80% шећера је, у ствари, инвертни шећер, а само 2–5% је сахароза.



Иако се сastoјe од истих castoјaka, ipak постоji разлиka između сахарозе и инвертног шећera. Jedno od њih je смеша, а jedno je чистa cупстанца. Povежите стрелицама шta је шta.

Сахароза  
Инвертни шећер

Смеша  
Чистa cупстанца

### Шта су полисахариди и каква им је улога у биолошким системима?

Полисахариди су угљени хидрати изграђени од више од десет моносахаридних јединица. Најчешће је то глукоза. Али у зависности од тога како су оне повезане и која им је намена, разликујемо више врста полисахарида.

**Целулоза** је полисахарид састављен од хиљада јединица глукозе повезаних у ланце. Ти ланци су даље међусобно



Слика 7.15. – Жан Гијом Лугол (Jean Guillaume Auguste Lugol), француски лекар, проналазач јодне тинктуре која је коришћена за дезинфекцију



Слика 7.16. – Тинктура јода

испреплетени и повезани у густу мрежу. Она је основ изградње ћелијског зида биљака и неких микроорганизама, којима даје изузетну механичку стабилност и заштиту. Практично је нерастворна у води и људи немају ензиме који би могли да је сваре, тако да се не може користити у сврху исхране. Па ипак, када се путем намирница биљног порекла унесе у организам, има позитивну улогу у дигестивном тракту јер побољшава квалитет цревне флоре и омогућава квалитетније цревно пражњење. Целулоза има високу индустријску употребну вредност, која њена механичка својства искоришћава у производњи текстила, папира, за израду изолатора у грађевинској индустрији, емулгатора и пунилаца у прехранбеној и фармацеутској индустрији, подлога за аналитичке методе у хемијској технологији.

**Скроб** је полисахарид који је састоји из амилозе и амилопектина. И амилоза и амилопектин су изграђени од јединица глукозе, али постоји разлика у начину њиховог повезивања. Док је амилоза једноланчани полимер кога чини 500–1.500 молекула глукозе, амилопектин је разгранати полимер састављен од главног ланца и неколико стотина кратких бочних ланаца. Скроб се углавном налази у воћу, семенкама, корењу, кртолама биљака и служи као депо енергије. Врло је сличан гликогену који је животињског порекла. Скроб такође има изузетну употребну вредност у прехранбеној и фармацеутској индустрији, као и у индустрији папира и картона.

Скроб и целулоза се не растварају у хладној води. Уколико загрејемо воду, скроб ће се врло мало растворити, при чему ћемо добити лепљиву смесу која се може користити баш тако – као лепак. Целулоза се не раствара чак ни у кипућој води.

За доказивање скроба може се користити раствор јода, познат и као Луголов раствор, по француском лекару Жан Гијому Луголу, који га је осмислио и користио за дезинфекцију. У присуству амилозе овај раствор из мрке боје прелази у плаву.



Слика 7.17. – Јод у чврстом стању

## ДЕМОНСТРАЦИОНИ ОГЛЕД

Током извођења огледа обавезно носите заштитне рукавице и наочаре. Уколико немате прописну заштиту, извођење огледа препустите наставнику. За овај оглед потребни су вам нож, кртола кромпира и Луголов раствор.

Пресеците кртолу кромпира и қаните неколико капи Луголовог раствора на место пресека. Своја запажања забележите.

	МОНОСАХАРИДИ	ДИСАХАРИДИ	ПОЛИСАХАРИДИ
АГРЕГАТНО СТАЊЕ	чврсто	чврсто	чврсто
СТРУКТУРА	кристална структура	кристална структура	аморфна или кристална структура
БОЈА	бела	бела	бела
РАСТВОРЉИВОСТ У ВОДИ	растворљиви	растворљиви	нерастворљиви

Физичка својства угљених хидрата



## Подсетник ✓

Угљени хидрати или шећери су органска једињења састављена од атома угљеника, кисеоника и водоника с општом формулом  $C_n(H_2O)_n$ . Обично су полихидроксилни алдехиди или кетони с различитим бројем угљеникових атома, па се и према томе именују (наставак -оза). Могу се налазити у развијеном и цикличном облику. Према степену сложености, могу да буду моносахариди, дисахариди, олигосахариди и полисахариди. Угљени хидрати имају превасходно енергетску улогу у свим организмима, док код биљака имају и грађивну улогу.

## ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Шта су угљени хидрати?
  2. Како можемо поделити угљене хидрате?
  3. Шта су: а) моносахариди, б) дисахариди, в) полисахариди?
  4. Наведи сличности и разлике у физичким својствима моносахарида, дисахарида и полисахарида.
  5. Каква је улога угљених хидрата у живим бићима?
  6. Напиши структурне формуле: а) фруктозе, б) глукозе.
  7. На који начин можемо доказати присуство скроба у кромпиру?
  8. Шта је инвертни шећер?
  9. Наведи примену угљених хидрата у свакодневном животу.
- 
- 
- 
- 
-

# ПРОТЕИНИ

Име им потиче од грчке речи πρώτειος (протеос), која значи први или најважнији. И заиста је тако, они су основ функције и грађе свих живих организама. Такође их називамо беланчевине јер су јако често беле боје.

## Шта су по хемијском саставу протеини?

Готово сви протеини су јако велики молекули и често за њих кажемо да су макромолекули. Међутим, њиховим дугогодишњим проучавањем хемичари су увидели да се протеини сastoје од малих градивних јединица – **амино-киселина**. Свака амино-киселина сastoји се од два дела, две функционалне групе. Први је амински део и може се посматрати као амонијак код ког је азот, уместо с три водоника, везан за угљеник и два водоникова атома. Друга функционална група је карбоксилна група, која је једном везом повезана с истим угљениковим атомом са којим је повезан амонијак, односно амино-група. Ове две групе су одговорне за хемијска својства молекула амино-киселина. Угљеников атом, за који су везане амино-група, карбоксилна група и аминокиселински остатак, називамо и алфа угљеников атом и обележавамо га грчким словом α.

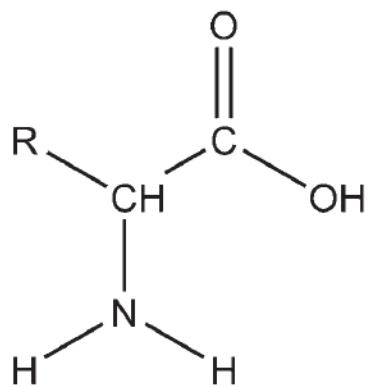
За исти угљеников атом може бити везана још једна група, коју називамо аминокиселински остатак и она се разликује у зависности од тога која је амино-киселина у питању. Разлагањем протеина киселинама и базама и анализом добијених амино-киселина, установљено је да постоји двадесет основних амино-киселина. Тих двадесет киселина су протеинске амино-киселине јер изграђују протеине. Све имају несистематске називе која се чешће користе од њихових одговарајућих систематских назива. Неке од њих ваш организам може сам да синтетише. Оне које не може да синтетише, морају се унети храном и такве протеинске амино-киселине називају се **есенцијалне**.

## Како су амино-киселине повезане у протеину?

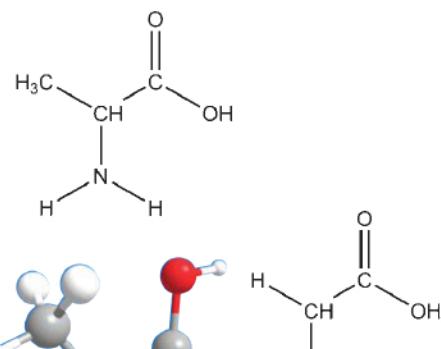
Видели смо раније да се полимери везују један за други и граде ланце који могу да буду врло велики. Иста је ствар и с амино-киселинама. Амино-група и карбоксилна група повезују две амино-киселине такозваном **пептидном везом**. Ова реакција слична је реакцији у којој се добијају естри.

Кључне речи

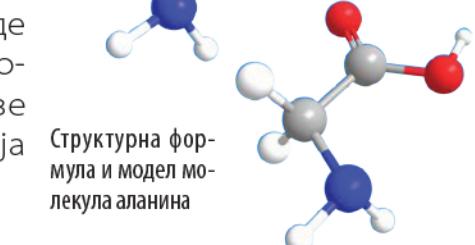
амино-киселине  
есенцијалне амино-  
-киселине  
пептидна веза  
влакнасти (фибриларни) протеини  
лоптасти (глобуларни) протеини  
денатурација протеина



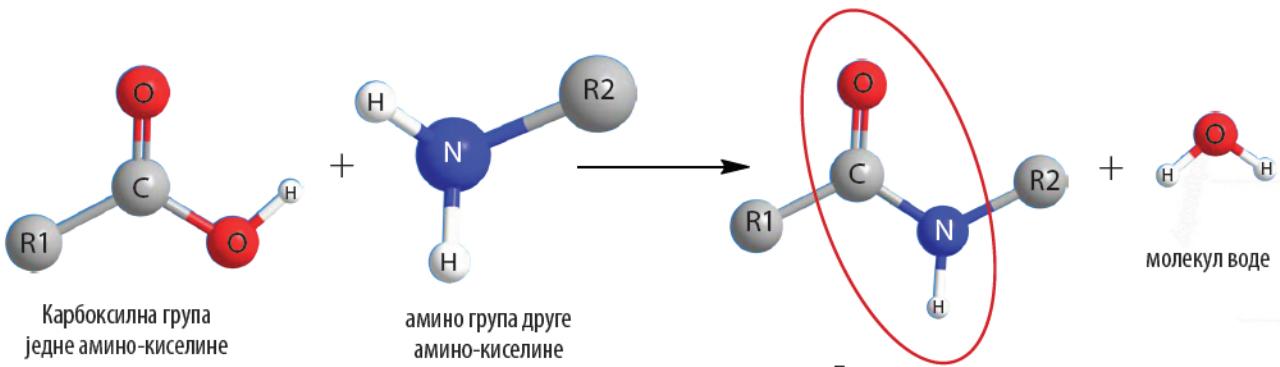
Општа формула амино-киселина (R представља амино киселински остатак)



Структурна формула и модел молекула аланина



Структурна формула и модел молекула глицина



Грађење пептидне везе између две амино-киселине

Али то још увек није протеин. Уколико су пептидном везом повезане само две амино-киселине, то једињење назива се дипептид. Уколико је у ланац повезано до десет амино-киселина, то једињење називамо олигопептид, а да би се полипептид звао протеином треба да има бар 40 амино-киселина у свом ланцу.

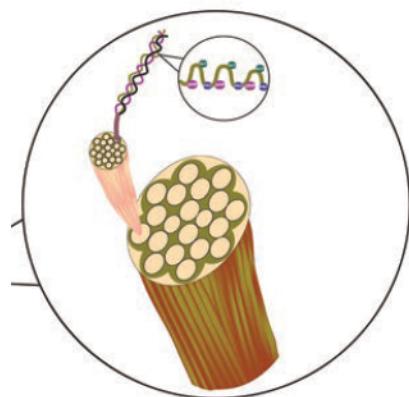
### Шта су протеини?

Да би се молекул називао протеин, потребно је да се један полипептидни ланац или више полипептидних ланца обликује у одређену и специфичну тродимензионалну структуру. Од тога у какав се облик развије један полипептидни ланац или више полипептидних ланца, зависиће и хемијска и физичка својства самог протеина, а самим тим и његова биолошка улога. Два најчешћа облика су **влакнаст** или фибриларан облик и **лоптаст** или глобуларан облик.

Ту није крај сложености протеина. Они могу садржати, осим полипептидних ланца, и друге молекуле и јоне, због чега имају невероватан распон нових хемијских и физичких карактеристика.

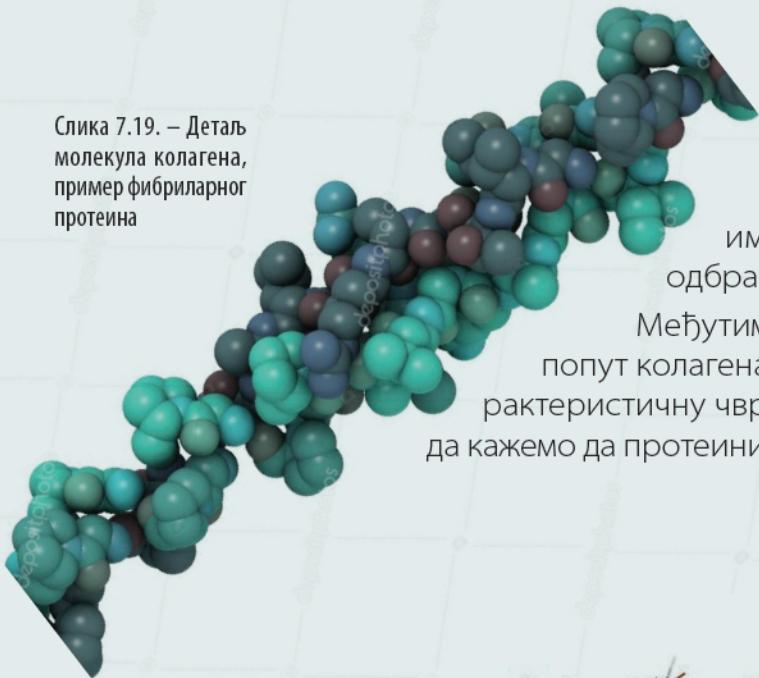
### Каква је улога протеина у биолошким системима?

Протеини су у центру биолошких процеса. Својеврсни су регулатори хемијских реакција које су важне за нормално одвијање метаболизма било као ензимски катализатори, било у облику хемијских гласника, познатих као хормони. Истовремено служе и као пријемници хемијских сигнала за те хормоне и на тај начин регулишу најразличитије процесе. Они делују на транспорт и складиштење биолошки важних супстанци као што су јони метала, кисеоника за дисање, глукозе, липида витамина и многих других молекула. У облику мишићних влакана протеини, под контролом нервног система стварају координисано механичко кретање, попут покрета ваших очију док чitate ову страницу. Протеини, као што је родопсин у мрежњачи вашег ока, добија сензорне надрађаје који се процесуирају деловањем протеина нервних ћелија.



Слика 7.18. – Влакнаст облик протеина

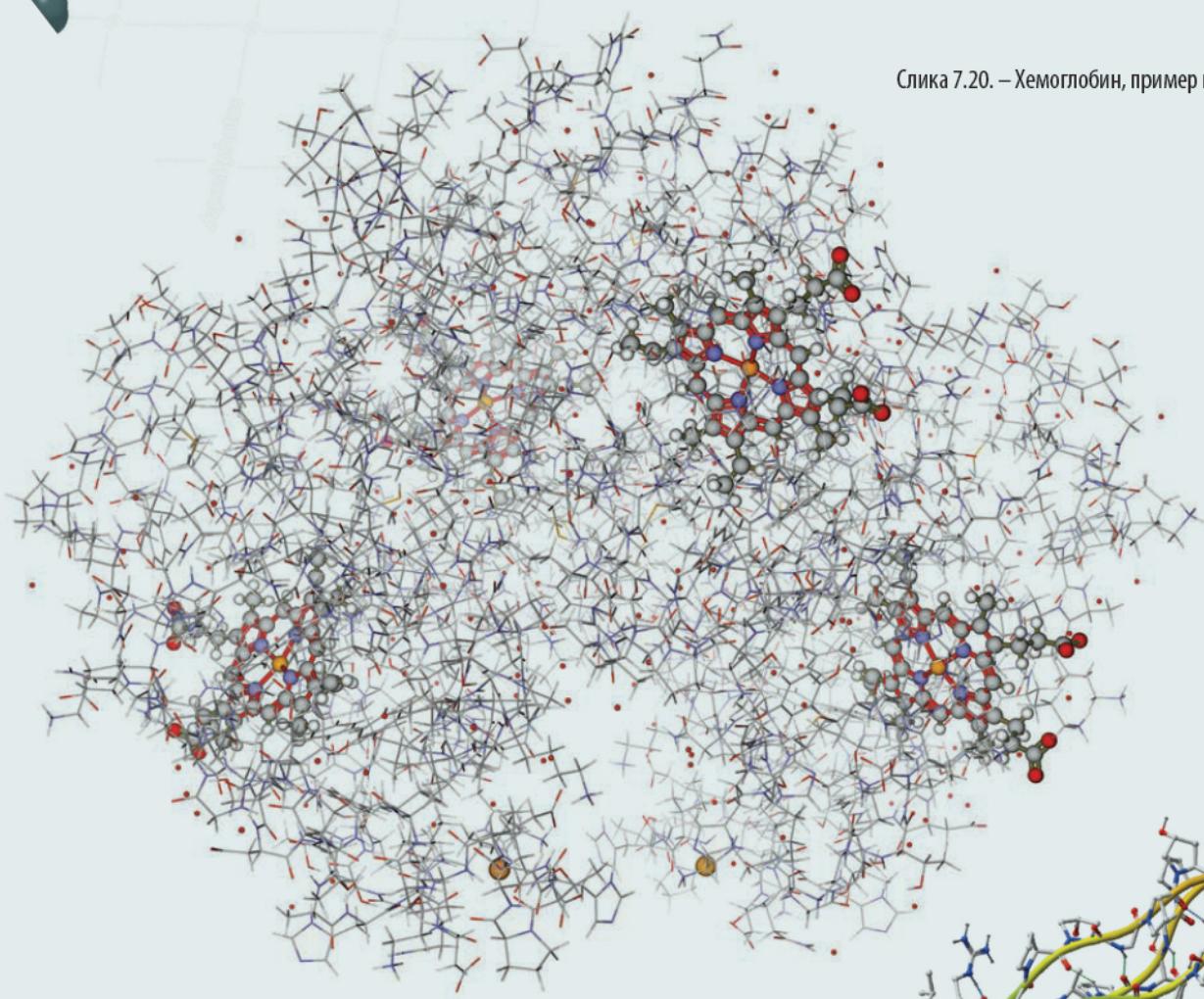
Слика 7.19. – Детаљ молекула колагена, пример фибриларног протеина



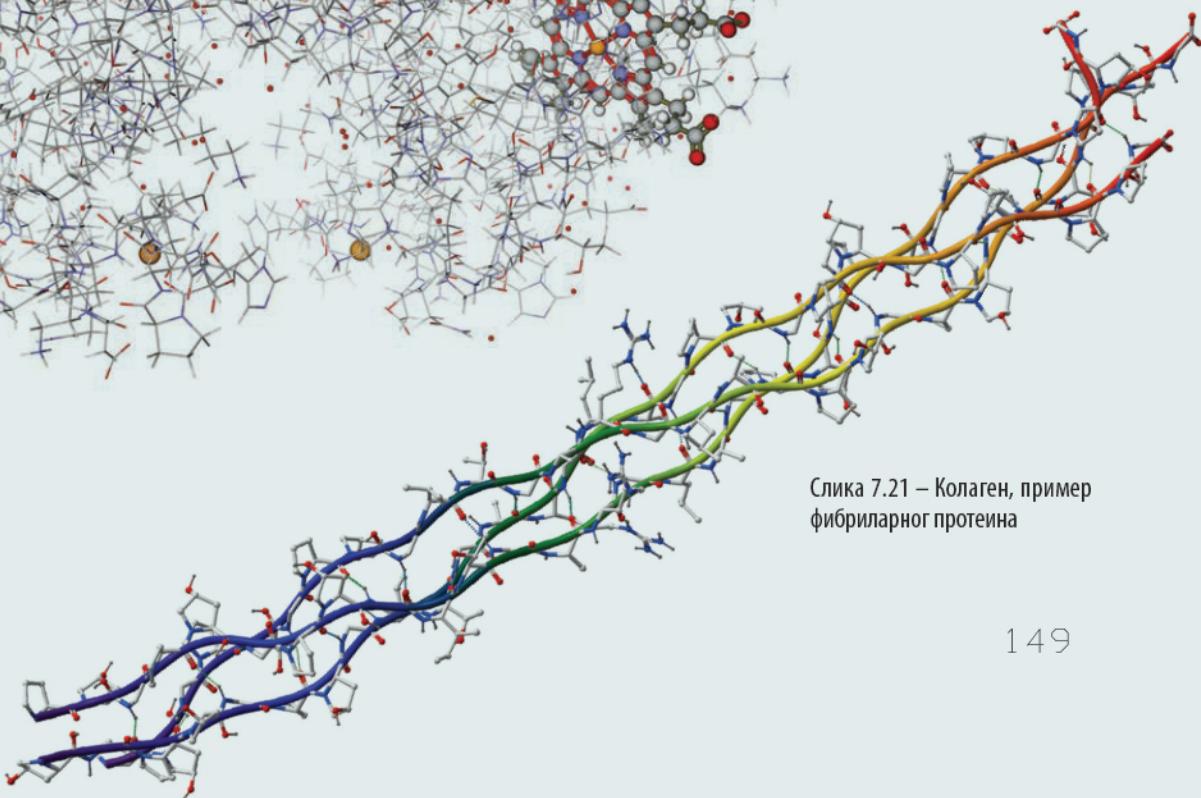
Протеини имунолошког система, као што су имуноглобулини, формирају кључни биолошки одбрамбени систем вашег организма.

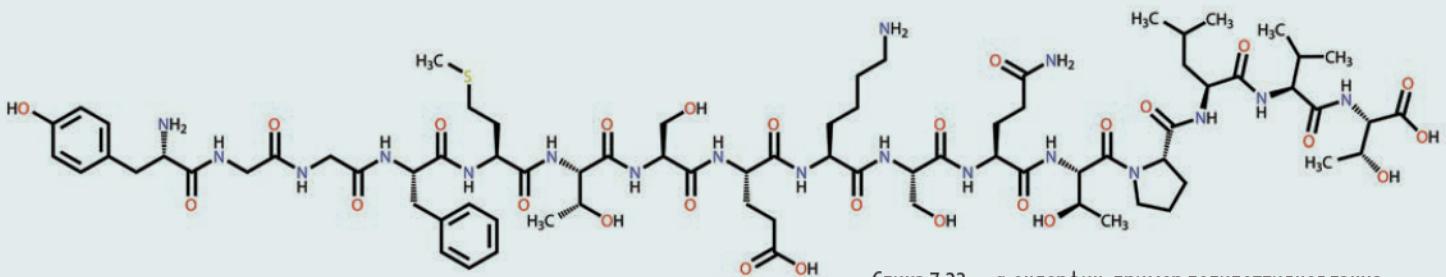
Међутим, протеини такође имају важне пасивне улоге, попут колагена, који костима, тетивама и лигаментима даје карактеристичну чврстоћу или гипкост. Потпуно слободно можемо да кажемо да протеини јесу „грађевински блокови“ живота.

Слика 7.20. – Хемоглобин, пример глобуларног протеина

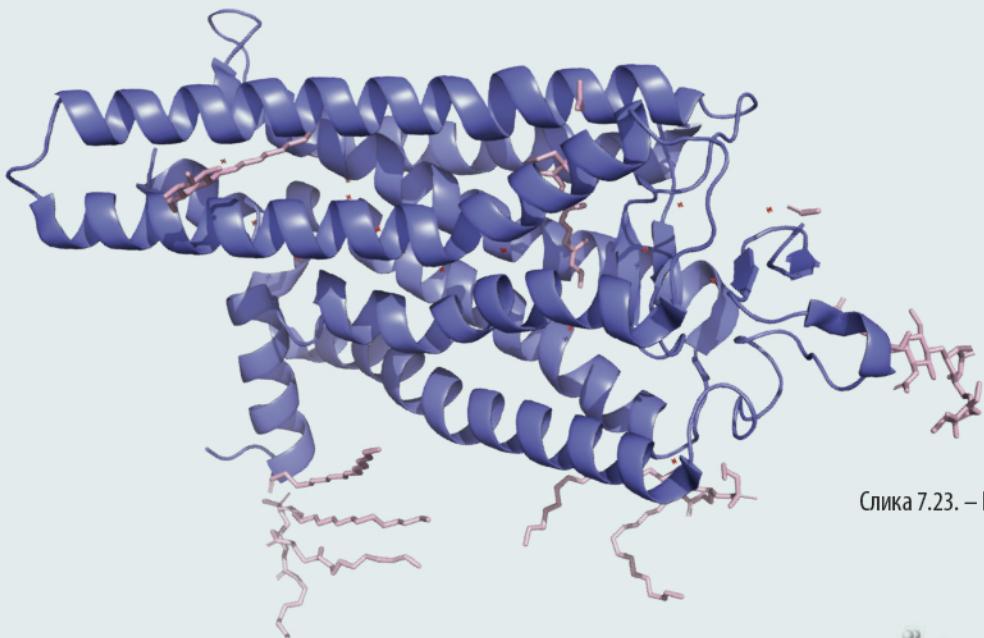


Слика 7.21 – Колаген, пример фибриларног протеина

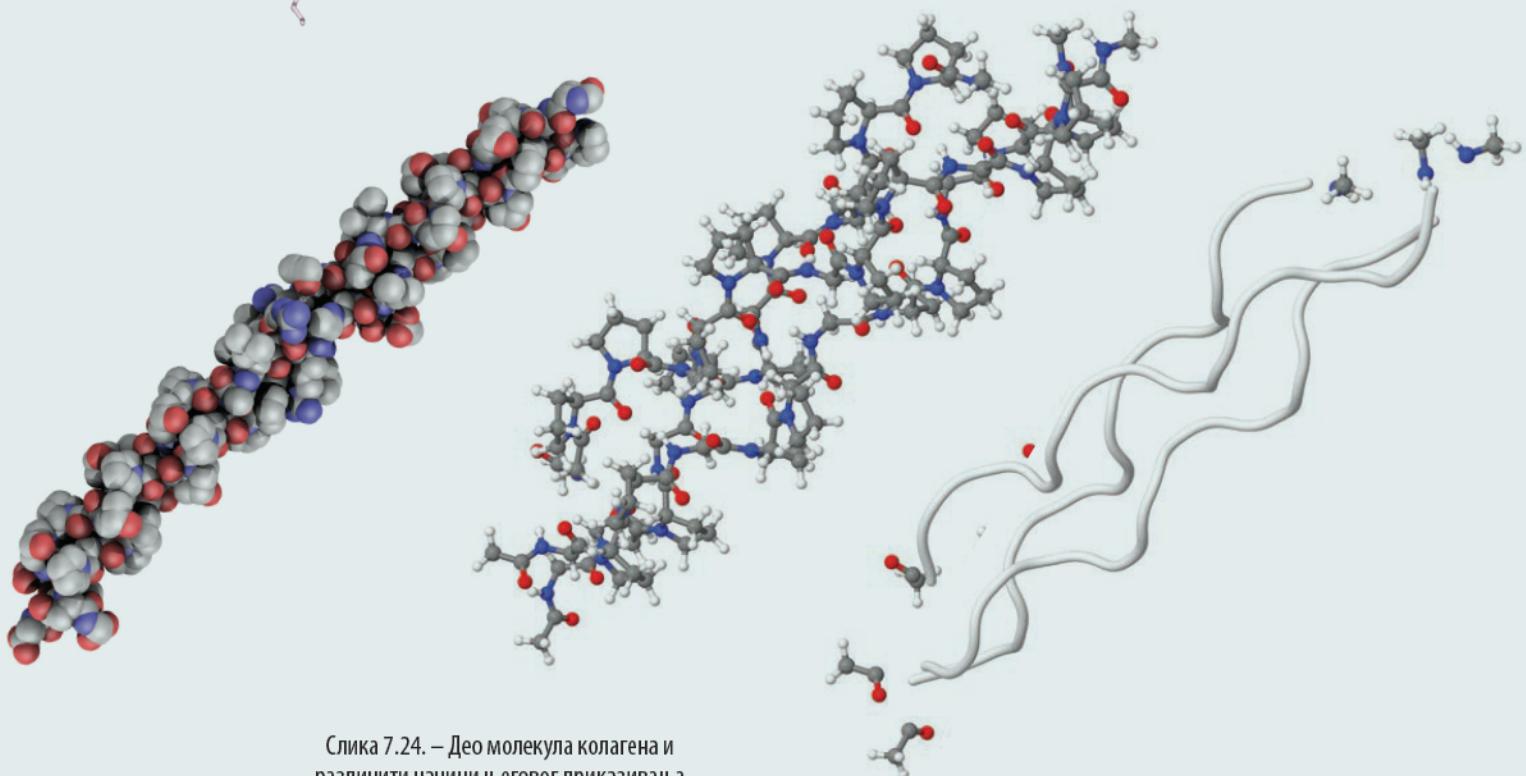




Слика 7.22. –  $\alpha$ -ендорфин, пример полипептидног ланца



Слика 7.23. – Родопсин, протеин задужен за вид



Слика 7.24. – Део молекула колагена и различити начини његовог приказивања

## ДЕМОНСТРАЦИОНИ ОГЛЕД

За овај оглед вам није потребна заштитна опрема. Све што вам треба су млеко, газирани сок који садржи ортофосфорну киселину, беланце, шпиритусна лампа, епрувету и чаше.

У чаши помешајте млеко и сок. Сипајте беланце у епрувету и загревајте га на шпиритусној лампи. Запишите своја запажања.

### Шта се догодило?

Структура протеина може се нарушити како хемијски, дејством соли, киселина, база или органских растворача, тако и физички, замрзавањем и грејањем. Уколико млеко, које је, као што зnamо, смеша и садржи протеине, сипамо у газирани сок, који је кисео нарушиће се структура протеина. Исто тако, ако загрејемо беланце, такође можемо нарушити структуру протеина којима оно обилује. Овај процес назива се **денатурација** протеина и њом они губе своје биолошке функције.



## Подсјетник ✓

Протеини су макромолекули изграђени од мањих градивних јединица – амино-киселина. Повезане пептидним везама, амино-киселине граде ланце који чине пептиде. У зависности од дужине аминокиселинских ланаца, разликујемо дипептиде, олигопептиде и полипептиде. Тродимензионално увијени један полипептид или више полипептида чине протеин и од тих структура зависиће хемијска и физичка својства самог протеина. Протеини су задужени за специфичне функционалне хемијске промене у живим организмима.

### ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Шта су амино-киселине?
  2. Која је разлика између протеинских и есенцијалних амино-киселина?
  3. Како настаје пептидна веза?
  4. Шта су протеини?
  5. Која су два најчешћа облика протеина?
  6. Каква је улога протеина у живим бићима?
  7. Шта је денатурација протеина?
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
-

# ВИТАМИНИ

## A, B, C, D, E, K

Не, ово нису случајно одабрана слова. Ово су **витамини**, од латинске речи *vita*, што значи живот и, слично као и протеини, основни су грађевински блокови који омогућавају нормално функционисање организма. Витамини су разнолика и понекада врло комплексна органска једињења, која су нам потребна у малим количинама за правилан метаболизам. Због тога их понекада називамо и микронутријентима.

Која је улога витамина у биолошким системима?

Они су градитељи, бранци и радници на одржавању и изградњи мишића и костију. Они су помоћници у варењу и разградњи других молекула. Они „хватају“ енергију и омогућавају њено коришћење. Они зацељују ране.

Начин на који је откријена њихова важност врло је интересантан. Наиме, уочено је да недостатак одређених животних намирница у исхрани узрокује појаву специфичних оболења. Стари морнари у својим дуготрајним путешествијама и експедицијама светским морима и океанима нису имали приступ свежем воћу и поврћу, па су добијали скорбут. Али, увидели су да се скорбут не јавља када је у исхрани заступљен кисели купус. Зато су се током авантура и откривања нових светова обавезно носиле каце с киселим купусом. Тада нису знали да управо микроби који ферментишу купус праве витамин C.

И док бактерије, гљивице и биљке производе своје витамине, наша тела то не могу, тако да до њих морамо доћи из других извора.

### Како тело добија витамине?

То зависи од физичких и хемијских својстава које одређени витамини имају. Сви витамини се деле на две групе: на оне који су растворљиви у мастима и на оне који су растворљиви у води. Ова њихова разлика одређује како се у телу транспортују и складиште витамини, и како се можемо решавати њиховог вишка.

Витамин C и осам различитих врста витамина B (које заједно називамо комплекс витамина B) растворни су у води и налазе се растворени у воденим деловима воћа, поврћа и житарица. Њихов улаз у тело и њихово избацивање релативно су једноставни. На-

кључне речи  
витамини  
авитаминоза  
хипервитаминоза



Витамин А



Витамин В



Витамин С



Витамин D

Слика 6.25. – Витамини А, В, С, D



кон што се храна у којој се налазе свари, одмах прелазе у крвоток. Пошто се крвна плава углавном састоји од воде, у води растворни витамини С и В слободно се могу кретати унутар тела.

За витамине који се растварају у мастима и налазе се у храни попут млека, путера и уља, ово путовање у крв је мало теже. Прво, ови витамини морају да се пробију у желудац и црева, где их базна супстанца звана жуч, која долази из јетре, издваја из масти и припрема за апсорпцију кроз зид црева. Али, витамини растворљиви у мастима (D, E, K, A) не могу да користе транспорт путем крви, већ им треба други начин. Томе служе транспортни протеини, који за себе могу да вежу ове витамине и превозе их у телу тамо где је њихово присуство потребно.

### Како се тело ослобађа витамина?

Разлика између витамина растворљивих у мастима или води одређује како они доспевају у крв, али и како се чувају у телу и уклањају из њега.

Због способности система да витамине и друге молекуле растворљиве у води циркулише кроз крвоток, исто тако лако већина њих излази преко бубрега кроз мокраћу и врло брзо заврши ван тела. Ради тога се већина витамина растворљивих у води мора свакодневно надопуњавати храном коју једемо.

Витамини растворљиви у мастима сада имају предност. Они се могу спаковати и депоновати у јетри и у масним ћелијама. Тако ускладиштене витамине тело користи кад год је то потребно. То значи да не би требало да се преоптеређујемо количином ових витамина коју уносимо јер тело углавном има добре залихе.

### Каква је улога витамина у биолошким системима?

Сећате се да смо рекли да неки протеини, да би правилно функционисали, у своју структуру укључују друге молекуле. Ти други молекули су витамини и помажу ензимима у хемијским реакцијама, на пример да ослобађају енергију из хране или да помажу организму да ту енергију користи.

Витамин С оспособљава нас да се боримо против инфекција и помаже нам у прављењу колагена, ткива које формира кости и зубе и зацелује ране.

Витамин А помаже у стварању белих крвних зрнаца, која су кључ у одбрани тела и такође помаже у обликовању костију. Побољшава и вид јер се од њега добија ретинал, део протеина родопсина.

Витамин D сакупља калцијум и фосфор за изградњу костију. Занимљиво је да наше тело витамин D може обезбедити сунчањем.

Витамин E делује као антиоксидант и отклања елементе који могу оштетити ћелије.

Од витамина K зависи способност згрушавања крви јер помаже у стварању протеина који то раде. Без витамина K људи се суочавају с бројним здравственим проблемима, попут умора, оштећења живаца, срчаних сметњи и других болести.

### Да ли употреба витамина може да штети?

Превише било чега може да буде токсично!

Иако је идеја уношења витамина суплементима добра, кључ за правилно функционисање је балансирана исхрана која подразујева уношење шест основних типова намирница природног порекла, а то су протеини, угљени хидрати, масти и уља, витамини, минерали и вода.

ВИТАМИН	ПРЕПОРУЧЕНИ ДНЕВНИ УНОС	НАМИРНИЦЕ У КОЈИМА СЕ НАЛАЗИ	АВИТАМИНОЗА	ХИПЕРВИТАМИНОЗА
A	2 mg	шаргарепа, спанаћ, бундева, бресква, диња, млеко, путер, јаја	кокошје (ноћно) слепило	бол у костима и зглобовима
D	0,005 mg	рибље уље и месо, печурке, масни сир	рахитис	висок крвни притисак, поремећај рада бубрега
E	10 mg	уље пшеничних клица, сунцокрет, бадем, лешник	дегенеративне промене на јетри, дијареја	крварење и споро зарастање рана
K	60-80 µg	зелено поврће, жуманце	појављивање масница на телу, умањена коагулација, дијареја	осип, свраб и црвенило коже

C	30-70 mg	свеже воће и поврће – паприка, шипак, киви, лимун, броколи  јаја, махунарке, животињска јетра, житарице, квасац	скорбут – болест чији су симптоми запаљење десни, испадање зуба, поткожна крварења  берибери – болест чији су симптоми грчење мишића, слабљење рада срца, поремећај крвотока	дијареја, мучнина  дрхтање тела, нервоза, алергије
B1	1,4 mg			
B2	1,7 mg	јаја, млеко, риба, животињска јетра	упала слузокоже, промене на кожи	свраб, осетљивост очију на светлост
B3	20 mg	јаја, риба, јетра, лешници, печурке	пелагра – болест која се манифестијује променама на кожи, слабошћу, губитком апетита	црвенило коже и свраб, цревни поремећаји
B5	10 mg	јаја, јетра, месо, махунарке, печурке, квасац	стомачне тегобе, повраћање, несаница	мучнина, дијареја
B6	2 mg	јаја, јетра, риба, житарице, печурке, млеко, семенке, квасац	анемија, нервни поремећаји, проблеми с кожом	несталilan ход, ноћна узнемиреност
B7	30 µg	животињска јетра, жуманце, квасац, махунарке, лешник	промене на кожи и коси	није познато

		тамнозелено лиснато поврће, квасац, жуманце, јетра, шаргарепа, кајсија, бундева	анемија	неуролошки проблеми
B9	0,4 mg	јетра, месо, млеко, јая, сир, риба	нервни поремећаји, анемија, стомачне тегобе	проблеми с кожом
B12	0,005 mg			

### Подсећник ✓

Витамини су једињења неопходна организмима за њихово функционисање. Постоји тринест врста витамина, који учествују у различитим функцијама, као што су развој нервног система, вида, минерализација костију и бројних других реакција у организму. Обележавају се великим латиничним словима. Разликујемо витамине који су растворни у води од оних који се растварају у мастима, односно уљима.

## ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Шта су витамини?
  2. Како се деле витамини према растворљивости?
  3. Шта је авитаминоза, а шта хипервитаминоза?
  4. Која је улога витамина?
  5. Коју болест изазива недостатак витамина С? Који су симптоми ове болести?
- 
- 
- 
- 
-

## ЛАБОРАТОРИЈСКА ВЕЖБА VII

Током извођења огледа обавезно носите заштитне рукавице и наочаре. Уколико немате прописну заштиту, извођење огледа препустите наставнику.

### Испитивање растворљивости масти и уља, као и угљених хидрата у води

За овај оглед потребни су вам различите масне киселине и шећери.

Испитајте растворљивост различитих масних киселина и шећера у води и неком неполарном растворачу који вам је на располагању.

### Доказивање скроба

За овај оглед потребни су вам скроб и Луголов раствор.

Објасните због чега се издваја плава боја када помешамо раствор скроба и Луголов раствор.



## Денатурација протеина

За овај оглед потребне су вам органске и неорганске киселине (можете користити и нека популарна газирана пића), млеко и беланце јајета или неки други протеин који вам је на располагању.

Шта ће се догодити уколико помешамо протеин и киселину, видећете на овим примерима. Пробајте да на пламену загрејете беланце. Опишите и објасните шта се догодило.



# VIII. ЗАШТИТА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ И ЗЕЛЕНА ХЕМИЈА

## Шта чини животну средину?

Животна средина је насељени део Земље или неких делова Земље. То је простор где људи, животиње и биљке могу да настану, расту, развијају се и живе. Животна средина обухвата и интеракцију свих живих врста, климу, временске прилике и природне ресурсе који утичу на њихов опстанак и њихову активност.

### Како људи утичу на животну средину?

У првим корацима цивилизације какву данас познајемо, хиљадама година уназад, људи су живели у заједницама које су се превасходно бавиле сакупљањем ресурса који су им потребни и ловом. У то време, имали су ограничен приступ храни и ресурсима и јако су зависили од временских услова и места где су се налазили.

Решење је био номадски начин живота, који је често могао да буде и опасан. Због тога су почели да припитомљавају различите животиње и биљке, што је водило развоју сточарства и агрономије и прављењу фарми. С временом су почели трајно да насељавају одређене просторе на којима су могли да просперирају. Донедавно је огромна већина људи радила на фармама и целокупну производњу чиниле су углавном пољопривредна и сточарска производња.

Међутим, јавио се нови проблем. Принос производа је био повезан с величином земље коју су поседовали и није се мењао из године у годину. Такво је било стање ствари хиљадама година.

Индустријска револуција променила је такав живот.

Развили смо механизацију, боље усеве, вештачка ђубрива. Пољопривредна производња се нагло развила, али нисмо само производили више хране – сваки индустријски сектор је „експлодирао“ у смислу продуктивности.

Тaj развој се и даље одвија. Антибиотици убијају штетне бактерије. Електране испоручују електричну енергију. Мобилни телефони нас повезују. Авиони нам омогућавају да путујемо јефтино. Свако од нас има много више могућности него икада у историји.

## Који је онда нови проблем који је пред нама?

Индустријска производња нам је омогућила лагодан живот, али она има и другу страну: загађење средине у којој живимо! Готово сваки ступањ у индустријским процесима, поред производа генерише и нуспроизводе који имају штетан утицај на животну средину. У овом поглављу сагледаћемо које су главне загађујуће супстанце, какав је њихов утицај и како можемо спречити загађење.

# ЗАГАЂИВАЧИ, ЗАГАЂУЈУЋЕ СУПСТАНЦЕ И ПОСЛЕДИЦЕ ЗАГАЂИВАЊА

## Шта су загађујуће супстанце?

Загађење представља нарушавање услова који омогућавају нормално функционисање живих организама. Према томе, **загађујућа супстанца** је свака супстанца која, када се унесе у животну средину, има нежељене ефекте или негативно утиче на њу.

Многе од тих загађујућих супстанци исте су као и оне које налазимо у природи, али су у већим концентрацијама. Циркулисање природних хемијских једињења изменјено је човековим деловањем испуштањем превеликих количина једињења која се не могу асимиловати, премештати или трансформисати истом брзином као раније у делове животне средине. То резултује утицајем на животну средину и здравље високим концентрацијама природних једињења и елемената у одређеном окружењу, месту или организму.

Бројне природне елементе и молекуле човек је својим деловањем комбиновао у синтетичка једињења која су посебно корисна за човечанство и утичу на његов садашњи квалитет живота. Од тих једињења, многа су ксенобиотици, супстанце које доспевају у неки организам који их не производи нити је очекивано да се у том организму налазе. Неке од тих материја унесене су у околину намерно, попут пестицида; други су у околину испражњени случајно или као отпад, и то делимично услед недостатка свести о њиховом могућем негативном утицају на животну средину и људе у дужем или кратком року.

## Које су главне загађујуће супстанце ваздуха?

### Оксиди угљеника

Угљеник(IV)-оксид  $\text{CO}_2$  тренутно је главна загађујућа супстанца ваздуха. Иако је природна компонента атмосфере, неопходан је за живот биљака и људски респираторни систем га природно ослобађа. Али, због све веће количине која се ослобађа у атмосферу, долази до ефекта стаклене баште и негативно утиче на климатске услове.

Угљеник(II)-оксид  $\text{CO}$  је производ сагоревања горива као што су природни гас, угљ или дрво и састојак је издувних гасова аутомобила. Смог у ваздуху, који је повезан с многим плућним болестима и поремећајима животне средине, може бити формиран и присуством овог гаса.

Кључне речи

загађење

загађујуће супстанце

ефекат стаклене баште

смог

озонски омотач



Слика 8.1. – Издувни гасови увећавају присуство  $\text{CO}_2$  у атмосфери.

**Смог** је сложеница добијена од англосаксонских речи *smoke* – дим и *fog* – магла. Описује комбинацију природно настале магле и дима насталог сагоревањем и, као што претпостављате, има изузетно лош утицај на животну средину.

### Оксиди сумпора

Сумпор(IV)-оксид  $\text{SO}_2$  производе вулкани и нуспроизвод је различитих индустријских процеса. Угљ и нафта често садрже сумпорна једињења и њиховим сагоревањем такође настаје сумпор(IV)-оксид. Лако се оксидује у  $\text{SO}_3$  сумпор(VI)-оксид на ваздуху, који се растворава у кишници и пошто је анхидрид киселина, воду чини јако киселом. Овакву кишу баш зато називамо кисела киша. Она је врло штетна не само за живи свет већ и за грађевинске објекте и инфраструктуру.

### Оксиди азота

Оксиди азота, а посебно азот(IV)-оксид, настају сагоревањем на високим температурама или током олује с електричним пражњењем и често се могу приметити као смеђа измаглица. Овај црвенкастосмеђи отровни гас има карактеристичан оштар мирис.

### Озон у ниској атмосфери

Озон ( $\text{O}_3$ ) је кључни састојак високих делова атмосфере и чува нас од штетног Сунчевог зрачења као **озонски омотач**. Али, у високим концентрацијама у ниској атмосфери он је загађујућа супстанца и састојак смога.

### Хлорофлуоро-угљеници – фреони

Штетни су за озонски омотач и узрокују **озонске рупе** кроз које пролази штетно Сунчево зрачење. Ово такозвано ултраљубичасто зрачење може иззвати рак коже, болести ока и може оштетити биљке. Иако је њихова употреба формално забрањена, још увек се користе у расхладним уређајима.

### Микрочестице

У вестима се нажалост све више помиње да је ниво микрочестица у ваздуху јако повећан. Ове врло ситне чврсте честице се некада јављају природно, од вулкана, олујних прашина, шумских и травнатих пожара и од живе вегетације. Али, сагоревањем фосилних горива у возилима, електранама и различитим индустријским постројењима такође настају значајне количине ових честица.



Слика 8.2. – Гас фреон је саставни део уређаја за климатизацију.

Њихов повећан ниво у ваздуху представља опасност по здравље јер може узроковати појаву срчаних болести, респираторних инфекција, астме и рака плућа.

### Које су главне загађујуће супстанце воде?

Готово свако једињење које се растворава у води или се делимично растворава у води може у некој мери утицати на животну средину и бити загађујућа супстанца. Грубо их можемо поделити на органске и неорганске загађујуће супстанце воде.

### Органске загађујуће супстанце воде

Органске загађујуће супстанце воде обухватају детергенте, отпад од прераде хране као што су масти, инсектициди и хербициди, нафту и њене деривате, индустријске органске раствораче, различита хемијска једињења која се налазе у препаратима за личну хигијену, козметичким производима, као и разне лекове.

### Неорганске загађујуће супстанце воде

Најчешће настају испуштањем индустријских нуспроизвода, од којих су неки и киселине, амонијак, вештачка ђубрива, тешки метали.

Велики проблем представља макроскопски отпад, који је, у ствари, смеће. Папир, пластика или отпад од хране, које људи бацају било где, случајно или намерно, на крају често стижу до водених површина.

### Које су главне загађујуће супстанце земљишта?

Важно је истаћи да сва земљишта садрже једињења која могу да буду штетна за људе и друге живе организме. Међутим, концентрација таквих материја у незагађеном тлу је ниска и не представља претњу за животну средину. Када је концентрација једне такве токсичне супстанце или више таквих супстанци доволјно висока да оштети живе организме, каже се да је тло загађено.

Главни узрочници загађења тла су пољопривреда, прекомерна индустријска активност, лоше управљање отпадом или неефикасно одлагање отпада.



Слика 8.3. – Микрочестице пластике су једна од главних загађујућих супстанци вода.



Слика 8.4. – Неадекватно одлагање отпада

## Тешки метали

Присутност тешких метала у ненормално високим концентрацијама у земљиштима може их учинити веома токсичним за људе. Неки метали, који се могу класификовати као загађујуће супстанце тла су олово, цинк, никал, кадмијум, берилијум, хром, бакар. Они могу потицати из више извора, као што су рударске, пољопривредне активности, електронски отпад (е-отпад) и медицински отпад.

## Полициклични ароматични угљоводоници

Полициклични ароматични угљоводоници или скраћено ПАХ су органска једињења која садрже више ароматичних прстенова у својим хемијским структурама. Изложеност полицикличким ароматичним угљоводоницима повезана је с неколико облика рака. Ова органска једињења такође могу изазвати кардиоваскуларне болести код људи. Настају прерадом угља, емисијом из возила, цигарета итд. Такође су честе загађујуће супстанце ваздуха.

## Индустријски отпад

Неке од уобичајених загађујућих супстанци земљишта које се налазе у индустријском отпаду су индустријски растворачи, производи настали производњом пестицида и спаљивањем отпада. Нафтна индустрија ствара отпадне производе при производњи нафтних угљоводоника. За неке од тих отпада, попут бензена и метилбензена, познато је да су канцерогени.

## Пестициди

Пестициди су супстанце (или мешавине супстанци) које се користе за убијање или инхибирање штеточина. Уобичајене врсте пестицида које се користе у пољопривреди су хербициди – за уништавање и сузбијање корова и других нежељених биљака, инсектициди – за неутралисање инсеката и фунгициди – за неутралисање паразитских гљивица и инхибицију њиховог раста. Пестициди често циркулишу и изазивају и загађења воде и тла.

## Како се борити против загађења животне средине?

Ако желимо да живимо у бољој и здравијој животној средини, цела људска заједница, почев од појedинаца, преко друштава и организација до индустријских комплекса и људског друштва у целини, мора се кретати ка заштити животне средине.

Заштита животне средине подразумева сет мера које се односе

на све нас. Све почиње с разумевањем процеса који се одвијају у животној средини и заједничке борбе да смањимо загађивање. Један од начина третирања отпада је и рециклажа. Рециклажа је процес поновног коришћења отпада као полазног материјала у процесима производње.

Један од честих слогана заштите животне средине је: Мисли глобално, делуј локално. Он нам говори да, уколико смо свесни којим поступцима можемо да угрозимо или побољшамо квалитет животне средине, ми као појединци имамо моћ да чак и малим поступцима остваримо утицај.



### Падсечник ✓

Животна средина је насељени део Земље или неких делова Земље. Загађење представља нарушавање услова који омогућавају нормално функционисање живих организама, а сам загађивач је супстанца која, када се унесе у животну средину, има нежељене ефекте или негативно утиче на њу. Према начину загађивања, разликујемо загађујуће супстанце ваздуха (оксиди угљеника, азота, сумпора, озон у ниској атмосфери, фреон, микрочестице), загађујуће супстанце воде (органске и неорганске) и загађујуће супстанце земљишта (тешки метали, полициклични ароматични угљоводоници, индустријски отпад, пестициди). Защита животне средине подразумева скуп поступака и мера којима се спречава угрожавање животне средине. Један од честих слогана заштите животне средине је: Мисли глобално, делуј локално.



# РЕЦИКЛАЖА

кључне речи  
рециклажа

## Шта је рециклажа?

Рециклажа је процес претварања отпадних материја у употребљиве материјале и предмете. Она представља алтернативу „конвенционалном” одлагању отпада која може уштедети материјал и помоћи у смањењу загађења животне средине. Рециклирањем се може спречити да у отпад оду потенцијално корисне сировине. Такође се може смањити потрошња свежих сировина и на тај начин непотребно коришћење енергије, загађење ваздуха, воде и земљишта.

## Како се рециклира?

Рециклирање обухвата три корака који стварају непрекидну петљу. Ова петља је, у ствари, управо познати симбол рециклирања.

### Корак 1. – Прикупљање и обрада

Постоји неколико метода за прикупљање рециклажних материјала и оне обухватају прикупљање отпада, његово правилно одлагање и програме сакупљања повратне амбалаже.

Након прикупљања рециклажни производи се шаљу у погон да би се сортирали, очистили и прерадили у материјале који се могу користити у производњи. Рециклажне залихе се купују и продају баш као и друге сировине. Њихове цене расту и падају у зависности од понуде и потражње.

### Корак 2. – Производња

Све више данашњих производа направљено је од неког процента рециклираних сировина. У уобичајене предмете за домаћинство, који садрже рецикларане материјале, спадају новине и папирни убруси, посуде за пиће од алуминијума, пластике и стакла, челичне лименке, пластичне боце.

Рециклирани материјали такође се користе на нове начине, као што су мрвљено стакло у асфалту за асфалтирање путева или мрвљена пластика у тегисима или клупама за седење.

### Корак 3. – Куповина нових производа направљених од рециклираних материјала

Сви можемо помоћи да се затвори петља за рециклирање. Један од начина је куповина нових производа направљених од рециклираних материјала. Постоји на хиљаде производа који садр-



Слика 8.5. – Рециклажни контејнери



Слика 8.6. – Флаширана вода у боцама од рецикларане пластике

же рециклиране материјале. Када идете у куповину, потражите производе који се лако могу рециклирати и који садрже рециклиране материјале.

**Како можемо препознати који производи садрже рециклиране материјале?**

## ДЕМОНСТРАЦИОНИ ОГЛЕД

За овај оглед није вам потребна заштитна опрема. Све што вам је потребно су различити производи и амбалажа производа које можете наћи у својој околини.

Анализирајте како су произвођачи обележили производе и од којих су рециклираних материјала израђени.



Слика 8.7. – Производ од рециклираних материјала

Бројчана ознака и скраћеница на пластичној амбалажи	Бројчана ознака и скраћеница на картонској и папирној амбалажи	Бројчане ознаке на вишеслојним амбалажама које се доминантно састоје од пластике и стакла, али се не могу ручно разставити на саставне материјале
1 – PET <i>(polyethylene terephthalate)</i>	Боце израђене од ове пластике намењене су за једнократну употребу.	20 картонска амбалажа (картонске кутије намењене за транспорт – таласasti картон)
2 – HDPE <i>(high density polyethylene)</i>	„Добра“ пластика ја она код које постоји најмања вероватноћа испуштања штетних супстанци.	21 разне врсте папира (новине, часописи, каталоги – раван картон)
3 – PVC <i>(polyvinylchloride)</i>	Пластика коју би требало избегавати када се ради о паковању производа за личну употребу.	22 канцеларијски папир, књиге
4 – LDPE <i>(low density polyethylene)</i>	Такође спада у „добру“ пластику.	23 картон (амбалажа за несмрзнуту храну, честитке, корице књига)
5 – PP <i>(polypropylene)</i>	Као и 4-LDPE, спада у „добру“ пластику.	Бројчана ознака и скраћеница за метале
		90 пластика/алуминијум 91 пластика/бели лим 92 пластика/разноврсни метали 95 стакло/пластика 96 стакло/алуминијум

6 – PS ( <i>polystyrene</i> )	Пластика за једнократну употребу јер може испустити стирен, једињење које, по неким истраживањима, може утицати на појаву рака.	40-FE	челик	97	стакло/бели лим
7 – PC (или без ознаке)	Најлошија врста пластике за прехрамбене производе јер може испустити хемикалију ВРА ( <i>bisphenol A</i> ).	41-ALU	алуминијум	98	стакло/разноврсни метали
Бројчана ознака и скраћеница за текстилне материјале		Бројчане ознаке на вишеслојним амбалажама које се доминантно састоје од папира и картона, али се не могу ручно раставити на саставне материјале.			
					Папир и картон у комбинацији са:
60 (TEX)	Памук	80	металима		
61 (TEX)	Јута	81	пластиком – картонски тањири, амбалажа за сладолед		
Бројчана ознака и скраћеница за стакло		82	алуминијумом		
70 (GL)	Безбојно стакло	83	белим лимом		
71 (GL)	Зелено стакло	84	пластиком и алуминијумом – тетрапак, млеко, сокови		
72 (GL)	Смеђе стакло	85	пластиком, белим лимом и алуминијумом		

## Подсетник ✓

Рециклажа је процес претварања отпадних материјала у употребљиве материјале и предмете. Обухвата три корака: прикупљање и обраду рециклажног материјала, производњу употребом рециклираних материјала и куповину и коришћење производа од рециклираних материјала.



# Зелена хемија

## Шта је зелена хемија?

Зелена хемија, која се често назива и одржива хемија, јесте област хемије која се бави осмишљавањем хемијских производа и процеса који смањују или елиминишу коришћење и генерисање загађивача. Заснива се на дванаест основних принципа. Развили су их Пол Анастас и Џон Варнер (*Paul Anastas и John Warner*). Следећа листа представља концепцију којим поступцима се хемикалија, процес или производ може учинити зеленом.

Кључне речи  
зелена хемија

### 1. Превенција

Боље је спречити него лечити.

Овај принцип се бави тиме како спречити стварање отпада пре него да размишљамо о начинима како да га се решимо.

### 2. Атомска економичност

Процесе синтезе једињења треба осмислiti тако да се сви реактанти у неком производном процесу потпуно преведу у производе без споредних реакција.

### 3. Мање опасне хемијске синтезе

Кад год је изводљиво, у процесима синтезе једињења треба користити супстанце и реакције које имају малу токсичност или, у најбољем случају, уопште нису отровне за человека и животну средину.

### 4. Пројектовање сигурнијих хемикалија

Хемијски производи такође морају да буду што мање токсични, а да им притом функција остане сачувана.

### 5. Сигурнији растворачи и помоћне супстанце

Коришћење помоћних супстанци, као што су растворачи, разни катализатори и други адитиви, кад год је могуће треба избећи или их користити у безопасним количинама.

### 6. Енергетски ефикасни процеси

Потрошњу енергије у хемијским процесима треба што је могуће више смањити.

## 7. Коришћење обновљивих сировина

Сировине за производњу треба да буду обновљиве и из обновљивих извора када год је то технички и економски могуће.

## 8. Смањење дериватизације

Непотребну дериватизацију треба смањити или избећи уколико је могуће.

## 9. Катализа

Каталитички реагенси морају да буду што ефективнији и прецизнији.

## 10. Пројектована деградација

Хемијски производи треба да буду тако осмишљени да се на крају свог животног века распадају у материје које нису опасне и не нарушавају животну средину.

## 11. Аналитика у реалном времену ради спречавања загађења

Аналитичке методе треба развијати тако да омогуће надгледање процеса и њихову контролу у реалном времену. На тај начин се може спречити настајање опасних супстанци.

## 12. Суштински сигурнији хемијски процеси за спречавање хаварија

Супстанце и реакције које се користе у хемијским процесима треба изабрати тако да се спречи било каква хаварија, као што су испуштања загађујућих супстанци, експлозије и пожари.

## Пројекти

Активностима у оквиру различитих мини-пројеката, које ћете радити током школске године, и презентовати након реализације сваког пројекта, и сами можете помоћи у очувању животне средине и на тај начин не само учити о процесима већ и утицати на то да живимо у лепшем и бољем окружењу.

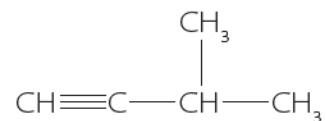
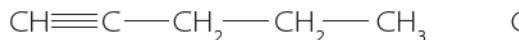
## Подсетник ✓

Зелена хемија или одржива хемија је област хемије која се бави осмишљавањем хемијских производа и процеса који смањују или елиминишу коришћење и генерисање загађивача. Заснива се на дванаест концепата, и то: превенције, атомске економичности, мање опасне хемијске синтезе, пројектовања сигурнијих хемикалија, сигурнијих растворача и помоћних супстанци, енергетски ефикасних процеса, коришћења обновљивих сировина, смањења дериватизације, катализе, пројектоване деградације, анализе у реалном времену ради спречавања загађења и суштински сигурнијих хемијских процеса којима се спречавају хаварије.

### РЕШЕЊА ЗАДАТКА СА 87. СТРАНЕ

- I n-хексан
- II 2 - метилпентан
- III 3 - метилпентан
- IV 2,3 - диметилбутан
- V 2,2 - диметилбутан
- VI 1-пентин 2-пентин 3-метил-1-бутил

### РЕШЕЊЕ ЗАДАТКА СА 91. СТРАНЕ



Задаци обележени звездицом (\*) на 54, 55 и 71. страни преузети су са сајта [www.mojahemija.org](http://www.mojahemija.org).

# РЕЧНИК ОСНОВНИХ ХЕМИЈСКИХ ПОЈМОВА

## A

**Алдехиди** – органска једињења која у свом молекулу садрже карбонилну функционалну групу – угљеников атом везан за један атом водоника и једну алкил-группу једноструком везом, а за један атом кисеоника двоструком везом. Могу настати оксидацијом примарних алкохола. Општа формула алдехида је RCHO.

**Алкани** – засићени угљоводоници отвореног низа. Атоми угљеника и водоника, од којих се алкени сastoје повезани су искључиво једноструктурним везама. Први члан хомологног низа алкана је метан. Алкани се могу наћи у три основна агрегатна стања, нерастворљиви су у води и сastoјци су природног гаса и нафте. Карактеристична реакција алкана је реакција супституције. Општа формула алкана је  $C_nH_{2n+2}$ .

**Алкени** – незасићени угљоводоници отвореног низа. У молекулима алкена, који се сastoје од атома угљеника и водоника, два атома угљеника везана су двоструком везом, док су остале везе једноструктуре. Први члан хомологног низа алкена је етен. Алкени се могу наћи у три основна агрегатна стања и нерастворљиви су у води. Карактеристична реакција алкена је реакција адисије. Општа формула алкена је  $C_nH_{2n}$ .

**Алкини** – незасићени угљоводоници отвореног низа. У алкинима су два атома угљеника везана троструком везом, док су све остале везе једноструктуре. Први члан хомологног низа алкина је етин. Алкини се налазе у сва три основна агрегатна стања и нерастворљиви су у води. Карактеристична реакција алкина је реакција адисије. Општа формула алкина је  $C_nH_{2n-2}$ .

**Алкил-група** – једновалентни остатак изведен од алкана одвајањем једног атома водоника. Ознака за алкил-группу је R-, а општа формула је  $C_nH_{2n+1}-$ .

**Алкохоли** – органска једињења која садрже угљеник, водоник и кисеоник. Карактеристична функционална група алкохола је хидроксилна група која је везана за алкил-группу. Можемо разликовати монохидроксилне и полихидроксилне алкохоле, зависно од броја хидроксилних група. Први члан хомологног низа засићених монохидроксилних алкохола почиње метанолом,  $CH_3OH$ .

Алкохоли се могу наћи у течном и чврстом агрегатном стању. Карактеристичне реакције алкохола су супституција, дехидратација и оксидација. Општа формула монохидроксилних алкохола је  $C_nH_{2n+1}OH$ .

**Амино-киселине** – органска једињења која садрже карбоксилну ( $-COOH$ ) и амино ( $-NH_2$ ) функционалну групу, као и аминокиселински остатак везане за један угљеников атом. Изграђене су од атома угљеника, водоника, кисеоника, азота, а могу садржати и сумпор. Најједноставнија амино-киселина је глицин, код којег је аминокиселински остатак водоников атом. Хемијско понашање амино-киселина одређено је карбоксилном групом и амино-групом, као и аминокиселинским остатком. Амино-киселине се могу повезивати пептидним везама и на тај начин градити протеине. Пептидна веза настаје повезивањем карбоксилне групе из једног и амино-групе из другог молекула амино-киселина, при чему се издваја молекул воде. Општа формула амино-киселина је  $R-CH(NH_2)-COOH$ .

**Анхидрид базе** – оксид метала који у реакцији с водом даје хидроксид.

**Анхидрид киселине** – оксид неметала који у реакцији с водом даје киселину.

**Ароматични угљоводоници** – незасићени циклични угљоводоници. Први члан хомологног низа ароматичних угљоводоника је бензен  $C_6H_6$ . Ови угљоводоници се могу добити из катрана каменог угља и нафте. Нерастворљиви су у води и изузетно су токсични и канцерогени. Ароматичне угљоводонике одликује карактеристична реакција супституције.

## B

**Витамини** – сastoјци хране који су важни за правилно функционисање организма. Данас је познато више различитих врста витамина, од којих сваки има своју специфичну улогу. Можемо их поделити на есенцијалне – оне које организам не може да синтетише сам и морају се уносити путем разноврсне исхране, и неесенцијалне – оне које наше тело може да синтетише само. Под изразом витамин не подразумевају се и други есенцијални молекули, као што су минерали, есенцијалне масне киселине и есенцијалне амино-киселине.

## Д

**Дестилација** – поступак одвајања састојака смеше на основу њихових различитих температура кључања. Дестилацијом се могу одвојити састојци раствора код којих је растворач течног, а растворена супстанца чврстог агрегатног стања. Раствори који су смеше две или више течних супстанци с различитим температурама кључања такође се могу раздвојити, а тај процес се назива фракциона дестилација.

## Е

**Електролитичка дисоцијација** – разлагање једињења с јонском и поларном ковалентном везом на јоне, у растворима поларних молекула воде. Овакви раствори проводе електричну струју.

**Естри** – једињења која садрже остатак молекула киселине и остатак молекула алкохола. Мирис воћа и поврћа потиче од естара. Естри су главни састојци масти, уља и воскова. Општа формула естара који се састоје од органских киселина и алкохола јесте  $\text{RCOOR}$ .

**Етанол** – монохидроксилни алкохол, чија је хемијска формула  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ . Етанол је течног агрегатног стања, растворљив у води и има неуротоксична и психоактивна дејства. Може се добити алкохолним врењем шећера. Има изузетну употребну вредност у индустрији и, између осталог, користи се као растворач, средство за дезинфекцију, за конзервирање, и као полазна сировина у синтези комплексних органских једињења итд.

## И

**Инвертни шећер** – смеша глукозе и фруктозе у масеном односу 1 : 1.

**Индикатори** – супстанце које мењају боју у присуству киселина и/или хидроксида.

**Изомери** – два хемијска једињења која имају идентичну молекулску формулу, али различита физичка и хемијска својства. Изомери имају различите структурне формуле, то јест, различите начине везивања атома, а та појава се назива структурна изомерија. Код изомера алкана разликујемо изомерију низа и положаја.

## Ј

**Једињење** – чиста хемијска супстанца која се састоји од два хемијска елемента с јединственом и дефинисаном хемијском структуром или од више таквих елемената.

## К

**Карбоксилне киселине** – органска једињења с кисеоником која садрже карбоксилну групу ( $-\text{COOH}$ ). Неке од најпознатијих киселина које се могу наћи у природи јесу мравља, сирћетна, млечна, бутерна киселина итд. Могу се добити оксидацијом алкохола и/или алдехида, течног су или чврстог агрегатног стања. Засићене карбоксилне киселине с краћим алкил низом (ниже киселине) растворавају се у води, а оне са дужим алкил низовима (више киселине) не растворавају се у води. Неке од карактеристичних реакција карбоксилних киселина јесу дисоцијација, реакција с металима и реакција неутрализације, у којима учествује водоников атом из карбоксилне групе. У реакцији декарбоксилације карбоксилних киселина добијају се угљоводоници, док се реакцијом естерификације између киселина и алкохола добијају естри. Општа формула карбоксилних киселина је  $\text{RCOOH}$ .

**Кетони** – органска једињења с кисеоником која садрже карбонилну групу. За разлику од алдехида, који су им слични, за угљеников атом карбонилне групе везане су две алкил-групе. Кетони могу настати оксидацијом секундарних алкохола. Општа формула кетона је  $\text{RCOR}$ .

## Л

**Легура** – смеша чврстог агрегатног састава која садржи метал и један други елемент или више других елемената. Легуре се добијају мешањем састојака на високим температурама. Хемијска и физичка својства легура се разликују од полазних састојака смеше, што је изузетно корисно у индустрији материјала.

## М

**Масти и уља** – смеше триацилглицерола, естара трохидроксилног алкохола глицерола и виших масних киселина (пал-митинске, стеаринске, олеинске и других). Могу бити течног или чврстог

агрегатног стања, нерастворљиви су у води, али се растварају у неполарним органским растворачима.

**Метали** – најбројнији хемијски елементи Периодног система, који имају слична „метална“ својства. Углавном су у облику једињења и ретко су у елементарном стању. На 20°C сви метали су у чврстом агрегатном стању, осим живе, која је у течном агрегатном стању. Имају слична хемијска и физичка својства. Реагују с кисеоником у реакцији оксидације, при чему настају њихови оксиди. Базни оксиди неких метала реагују с водом дајући хидроксиде. У реакцији с киселинама метали или њихови јони граде соли.

**Метан** – први члан хомологног низа алкана, чија је хемијска формула  $\text{CH}_4$ . То је гас без боје и мириза, лакши од ваздуха. У смеши с ваздухом је лако запаљив. Може настати разлагањем органског материјала под дејством микроорганизама и може се наћи у рудницима угља, као састојак вулканских гасова. Може се употребљавати као гориво, као сировина у индустрији итд.

**Моносахариди** – угљени хидрати најпростије структуре. Могу бити полихидроксилни алдехиди – алдозе, или полихидроксилни кетони – кетозе, а према броју угљеникових атома, разликујемо триозе, тетрозе, пентозе, хексозе. Примери су глукоза (грожђани шећер) и фруктоза (воћни шећер). Моносахариди имају сладак укус, растварају су у води, у биолошким системима имају градивну улогу и важан су извор енергије. Добијају се у процесу фотосинтезе.

## H

**Нафта** – сложена смеша засићених ацикличних, цикличних и ароматичних угљоводоника и других једињења, која могу садржати атоме угљеника, водоника, кисеоника, азота и сумпора. Нафта представља једну од главних индустријских сировина на Земљи. Индустријском прерадом нафте добијају се састојци који се употребљавају као горива или сировине за производњу других једињења.

**Неметали** – хемијски елементи који се у Периодном систему налазе у горњем десном углу и који имају слична хемијска и физичка својства. Могу се наћи у сва три основна агрегатна стања и имају специфичне боје и мириз. Могу бити изолатори јер не проводе електричну струју и топлоту, с изузетком угљеника. С кисеоником граде оксиде

који реагују с водом и граде киселине, па се зато називају и анхидриди киселина или кисели оксиди.

**Неутрализација** – хемијска реакција између киселина и база у којој се добијају соли и вода.

## O

**Оксидација** – хемијска реакција кисеоника са другим хемијским супстанцама. Можемо разликовати брзу (бурну) и спору (тиху) оксидацију, зависно од брзине којом се одвија. Добијена једињења називају се оксиди.

**Олигосахариди** – угљени хидрати који се сastoје од више моносахаридних јединица (од две до десет). Олигосахарид који се сastoји од остатака два молекула моносахарида назива се дисахарид. Најпознатији дисахарид је сахароза.

## P

**Пептидна веза** – веза између карбоксилне групе молекула једне амино-киселине и амино-групе молекула друге амино-киселине. Ланчићи амино-киселина повезани пептидним везама јесу основ изградње протеина.

**Полимери** – ланчани или умрежени молекули добијени повезивањем мањих градивних јединица реакцијом полимеризације. Веома су велика група једињења која се налазе у свим биолошким системима. Синтетички добијени пластични полимери употребљавају се за производњу пластичних фолија, играчака, вештачких влакана, а пошто су сјајни изолатори, користе се и за изолацију електроматеријала.

**Полисахариди** – угљени хидрати који имају више од десет моносахаридних јединица у својим молекулима. У биолошким системима имају градивну и енергетску улогу. Неки од примера су скроб (депои енергије) и целулоза (изграђује ћелијске зидове биљака и даје им потпору).

**Протеини** – природни полипептиди који садрже од сто до више хиљада амино-киселина везаних пептидним везама. Протеини су основ функционисања и грађе свих биолошких система. Разликујемо влакнасте (фибриларне) и лоптасте (глобуларне) протеине. Док влакнасти протеини углавном имају градивну улогу, лоптasti протеини учествују у многим биохемијским процесима

у организму, тако што регулишу функционисање свих ћелија у њему.

## P

**Реакција естерификације** – хемијска реакција киселина и алкохола у киселој средини при којој настају естри и вода.

**Реакција замене или супституције** – хемијска реакција у којој се један атом неког молекула замењује другим атомом или се група атома неког молекула замењује другом групом атома. Атом који је заменио првобитни атом, као и група атома која је заменила првобитну групу атома, назива се супституент. Ова реакција је карактеристична за органске молекуле и основ синтезе комплексних органских молекула.

**Реакција сагоревања** – хемијска реакција у којој долази до оксидације датог једињења у сferи кисеоника уз ослобађање енергије и светлости у облику жара или пламена. Једињења која сагоревају уз ослобађање знатне количине енергије односно топлоте називамо горивима. Она могу бити једноставна, као молекули водоника, који су ракетно гориво, али и изузетно сложена, као што је целулоза из дрвета за огрев. Важно је истаћи да се неконтролисаним сагоревањем горива може нарушити животна средина.

**Реакција сапонификације** – хемијска реакција разлагања естера на алкохол и со карбоксилне киселине (сапун) јаким базама.

**Реакција полимеризације** – реакција ланчане адције малих молекула, која се може одвијати између два или више молекула алкена. Овом реакцијом се од малих молекула алкана – мономера добијају велики ланчасти органски молекули – полимери.

## C

**Синтеза** – хемијска реакција у којој се од две чисте супстанце или више чистих супстанци добија нова чиста супстанца. Синтезом се могу добити врло комплексна једињења из елемената или из једноставнијих једињења.

**Соли** – јонска једињења која се састоје од катјона и анјона. Соли могу бити неутралне, киселе и базне, зависно од тога какав је њихов састав.

## Y

**Угљени хидрати** – органска једињења која су полихидроксилни алдехиди или кетони. Синтетишу их биљке из угљеник(IV)-оксида и воде, у присуству биљног пигмента хлорофила и ензима као катализатора и светлости у реакцији која се назива фотосинтеза. Угљени хидрати се називају и сахаридима и, зависно од сложености, разликујемо моносахариде, олигосахариде и полисахариде. Општа формула угљених хидрата је  $C_n(H_2O)_n$ .

**Угљоводоници** – органска једињења која садрже само угљеник и водоник. Угљоводоници су неполарна једињења и могу се наћи у сва три основна агрегатна стања. Представљају важан извор енергије и користе се као горива.

## X

**Хидроксиди** – једињења која у воденом раствору дисоцијацијом дају хидроксидне  $OH^-$  ањоне.

**Хомологни низ** – скуп једињења у којем се два узастопна члана разликују увек за исту атомску групу. Пример су алканы, код којих сваки следећи члан низа има  $-CH_2-$  групу више неко претходни. Чланове одређеног хомологног низа називамо хомолозима.



Саша Ватић  
Биљана Алавуковић  
ХЕМИЈА 8,  
уџбеник за осми разред основне школе

Издавач  
ЗАВОД ЗА УЏБЕНИКЕ,  
Београд, Обилићев венац 5  
[www.zavod.co.rs](http://www.zavod.co.rs)

Лектор  
Јелка Јовановић

Ликовни уредник  
мр Тијана Павлов

Корица  
мр Тијана Павлов

Графички уредник  
Александар Радовановић

Дизајн и прелом  
Александар Радовановић

Фотографије  
Depositphotos  
Wikipedia

Страхиња Лукић  
Dr Antony van der Ent  
BASc, MSc, PhD  
Senior Research Fellow

Centre for Mined Land Rehabilitation  
Sustainable Minerals Institute  
The University of Queensland  
Brisbane Qld 4072 Australia  
E [a.vanderent@uq.edu.au](mailto:a.vanderent@uq.edu.au)  
W [smi.uq.edu.au](http://smi.uq.edu.au)

Коректор  
Гордана Илић

Обим: 21½ штампарски табак

Формат: 20,5 X 26,5 cm

Тираж:

Рукопис предат у штампу марта 2021. године.

Штампање завршено маприла 2021. године.

Штампа



ГРУПА ПЕРИОДА	1	2

# ПЕРИОДНИ СИСТЕМ ЕЛЕМЕНТА

K	1.01	H 1 водородик
L	6,94	Li 1 <sup>2</sup> 4 литиум
M	22,99	Mg 1 <sup>2</sup> 12 магнезијум
N	24,31	Na 1 <sup>1</sup> 2 натријум

МЕТАЛИ

НЕМЕТАЛИ

МАЛЮДИ

ПЛЕМЕНИТИ ГАСОВИ

релативна атомска маса — 16,00  
хемијски симбол — O 6  
атомски број — 8  
КИСЕОНИК

распоред електронна по енергетским нивоима

13	14	15	16	17	18
----	----	----	----	----	----

4,00 He 2 хелијум					
10,81 B 3 бор	12,01 C 4 угљеник	14,01 N 7 азот	16,00 O 8 кисеоник	19,00 F 2 флуор	20,18 Ne 10 неон

26,98 Al 3 алуминијум	28,09 Si 4 силицијум	30,97 P 5 фосфор	32,07 S 6 сумпор	35,45 Cl 7 хлор	39,95 Ar 8 аргон
44,96 Cr 24 хром	50,94 Mn 25 манган	55,85 Fe 26 гвожђе	58,70 Co 27 никал	63,55 Ni 28 никап	65,41 Cu 29 бакар
49,01 Be 2 берилјум	52,00 V 23 ванадијум	54,94 Cr 13 титан	57,18 Mn 22 тијан	61,54 Ti 22 титан	69,72 Zn 23 циник
39,10 K 19 калијум	40,08 Ca 20 калијум	44,96 Sc 21 скандијум	49,93 V 11 ванадијум	52,00 Cr 24 хром	54,94 Mn 25 манган
85,47 Rb 37 рубидијум	87,62 Sr 38 стронцијум	88,91 Y 39 итријум	91,22 Nb 41 ниобијум	92,91 Nb 42 ниобијум	95,94 Mo 43 молибден
132,91 Cs 55 цезијум	137,33 Ba 56 баријум	138,91 Sr 18 стронцијум	140,23 Rh 40 рутијум	141,94 Ru 41 рутијум	148,95 Tc 42 технегијум
226,03 Fr 87 францијум	229,03 Ra 88 радијум	229,03 Rf 104 актифијум	237,05 Mt 109 маттеријум	238,03 Ds 110 дариштијум	238,03 Rg 111 рендгенијум
138,91 La 57 лантан	140,12 Ce 58 церијум	144,24 Pr 59 празидијум	150,36 Sm 61 прометијум	157,25 Gd 64 гадолинијум	162,50 Dy 66 тербиијум
227,03 Ac 89 актинијум	232,04 Th 90 торијум	231,04 Pa 91 протактијум	237,05 U 92 уранијум	243 Am 95 америцијум	247 Cm 96 киријум
					(244) Pu 94 плутонијум

168,93 Lu 71 лутетијум	173,04 Er 68 ербиијум	174,97 Yb 70 итеријум	257 Md 101 мениделевијум	256 Fm 100 фермијум	254 Es 99 антилијум
237,05 Nh 117 теноцијум	238,03 Lv 116 мосавијум	239 Ts 117 теноцијум	(294) Og 118 оглесон	(294) Po 84 полонијум	(292) Rn 86 радон
238,03 Fl 114 феровијум	240,59 Hg 80 жива	241,38 Cd 81 злато	247 Tl 81 таллијум	248 Bi 83 олово	249 At 85 астат
208,98 Po 84 полонијум	209,59 Hg 80 жива	211,29 Sb 81 антимон	212,29 Te 81 стехијум	213,90 Br 81 хлор	214,97 Xe 82 кисенон
207,2 Pb 82 олово	209 Cd 81 злато	213,76 In 82 ателур	214,82 Sn 82 кадмијум	215,80 As 82 арсен	216,90 Kr 83 криптон
208,98 Bi 83 бигмут	209,59 Hg 80 жива	216,90 Sb 81 антимон	217,60 Ge 82 германијум	218,90 Br 83 хлор	219,90 Ar 84 аргон
207,2 Pb 82 олово	209 Cd 81 злато	217,60 Sn 82 кадмијум	218,71 Ge 82 германијум	219,80 Kr 83 криптон	220,90 He 84 хелијум
208,98 Bi 83 бигмут	209,59 Hg 80 жива	218,71 Sn 82 кадмијум	219,80 Ge 82 германијум	221,90 Br 83 хлор	222,90 Rn 86 радон

ЛАНТАНИДИ

АКТИНИДИ