


Снежана Д. Зарић

# ХЕМИЈА 8



Уџбеник за осми разред основне школе

## ХЕМИЈА 8

Уџбеник за осми разред основне школе



Редакција Фондације Алек Кавчић

**Аутор** проф. др Снежана Д. Зарић, Хемијски факултет Универзитета у Београду

**Рецензенти** проф. др Душан Вељковић, Хемијски факултет Универзитета у Београду  
Снежана Николић, ОШ „Франце Прешерн“, ОШ „Владимир Роловић“, Београд  
Весна Нововић, Пета београдска гимназија, Београд

**Главни уредник** Смиљка Наумовић

**Предметни уредник** др Стајка Рајић

**Илустрације** Shutterstock

**Лектура** Милица Шаренац

**Коректура** Драгана Бедов

**Ликовни уредник** Слађана Николић

**Дизајн и прелом** Слађана Николић



**Издавач** АрхиКњига д. о. о.  
Калинчакова 16, Стара Пазова

**За издавача** Смиљка Наумовић

**Штампа** Штампарија Дунав д. о. о., Земун

**Тираж** 3.000

Прво издање, 2022.

**ISBN** 978-86-6130-010-3

CIP - Каталогизација у публикацији  
Народна библиотека Србије, Београд

37.016:54(075.2)

ЗАРИЋ, Снежана, 1962-

Хемија 8 : уџбеник за осми разред основне школе / Снежана Д. Зарић. - 1. изд. - Стара Пазова : АрхиКњига, 2022 (Земун : "Дунав"). - 172 стр. : илустр. ; 29 cm

Тираж 3.000. - Појмовник: стр. 165-167. - Решења тестова: стр. 168-169. - Библиографија: стр. 169. - Регистар.

ISBN 978-86-6130-010-3

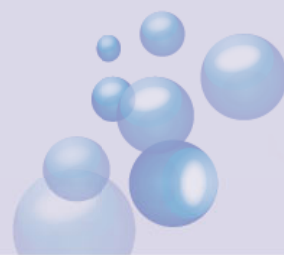
COBISS.SR-ID 58222857

Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије одобрило је овај уџбеник за употребу у школама решењем број: 650-02-00291/2021-07 од 28. 1. 2022. године.

Спонзор уџбеника

**SUPERLAB**<sup>®</sup>  
Your lab - Our passion

# УВОДНА РЕЧ



Драги ученици,

Пред вама је уџбеник из хемије, који ће вас увести у садржаје неорганске и органске хемије. Сазнаћете о металима, неметалима, солима и њиховим једињењима, о органским једињењима, биолошки важним једињењима, заштити животне средине и зеленој хемији. Сазнаћете и на који начин нова знања из хемије да примените у свакодневном животу.

У нади да ће вам уџбеник помоћи у усвајању и разумевању садржаја хемије, желимо вам успех у учењу и раду.



# ВОДИЧ

**Кључно** – кључни појмови који чине окосницу лекције

**Да се подсетимо** – усмеравање ученика на садржаје обрађене у седмом разреду, који су важни за разумевање градива у лекцији

Упућивање на страницу на којој се налази опис лабораторијске вежбе

**Демонстрациони оглед** – омогућава ученицима да виде одређену хемијску реакцију или хемијско и физичко својство супстанци

## МЕТАЛИ

**Кључно**

- положај метала у периодном систему
- својства метала
- налажење метала у природи
- примена метала

**Да се подсетимо**

**Хемијски елементи** су чисте супстанце које се не могу хемијски променом развити на једноставнији систем. Хемијски елементи у периодном систему на основу својих својстава деле се на: метале, неметале, металоиде и галеноиде. Највећи део елемената су метали, док неметала има релативно мало.

**Да се подсетимо**

**Главне групе** у периодном систему су 1, 2, и од 13, до 18. Главни метали у периодном систему налазе се од 3. до 12. групе.

**ПЕРИОДНИ СИСТЕМ ЕЛЕМЕНАТА**

## МЕТАЛИ

**Физичка својства метала**

У елементарном стању метали су чврсте супстанце (види ковалентна веза која је тачна). Између карактеристичних метала (сјај). Већина метала је сиво боје. Изузаци су злато, које је жуто боје, и бакар, који је црвенкасто боје.

Физичка својства метала	
Већина метала су добри проводници топлоте и електрицитета	
Могу да се кују и да се извлаче у танке листове и жице	
Имеју метални сјај	
Чврсти су на собној температури	

Табела 1.1. Физичка својства метала

Метали проводи електрицитет и топлоту. Већина метала може да се кује и извлаче у жице. Метали се разликују по тврдоћи. Метали у 1. и у 2. групи су релативно мекани и могу се сави ножем. Прострати метали су тврди.

**Налажење метала у природи**

Метали се налазе у Земљиној кори. Од десет најчешћих елемената у Земљиној кори осам су метали (алуминијум, гвозђе, калцијум, натријум, калијум, магнезијум и гитијум). Метали се у природи углавном налазе у облику својих јонских соли што су карбонати, силикати и оксиди. Међу њима, злато, сребро и бакар могу се наћи и у елементарном стању.

Метали се у облику својих јонских соли налазе у живим организмима. На пример, кости животиња и људи, као и многи животиња, садрже у себи калцијум. Натријумни калцијум се налазе у топовима животиња, такође се налази у крви. У хлорофилу, који игра важну улогу у фотосинтези, налазе се магнезијум.

**Да ли сте знали?**

У средњој историји **метал** је први пут добијен из руде на територији данашње Србије. Метали се добијају из руде комплексним хемијским процесима. У америчкој култури људи су добијали бакар из руде пре 7000 година.

**Да ли сте знали** – додатне информације и занимљивости, које повезују градиво лекције са свакодневним животом

## Својства киселина

Заступничко својство киселина је да боје лакмус хартију у црвену. Раствори киселина проводи електрицитет. Киселине реагују са већином метала и у тој реакцији се ослобађа водоник.

Хлороводонична киселина реагује са цинком и гради цинковик.

$$\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{H}_2 + \text{ZnCl}_2$$

црвен хлороводонична киселина    водоник    црвен хлорид

Међутим, киселине имају и низ других заједничких својстава, као што је грађење соли. О томе ћете више сазнати углављају Сапи.

**Демонстрациони оглед**

**Испитивање електропроводности дестиловане воде и хлороводоничне киселине**

**Прибор и посуђе:** две чаши, струјни кабл

**Супстанце:** дестилована вода, разблажени раствор хлороводоничне киселина

**Ток рада:** У једну чашу сипати дестиловану воду а у другу разблажени раствор хлороводоничне киселине. Проверити електропроводност оба раствора.

**Општиње:** Дестилована вода не проводи електрицитет, док раствор хлороводоничне киселине проводи. Разлог је у томе што се хлороводонична киселина у воденом раствору разлаже на јоне, позитивне јоне  $\text{H}^+$  и негативне негативне  $\text{Cl}^-$  јоне.

**Да ли сте знали?**

Како настају **киселине**?

Неки настају путем киселине кише у нашем окружењу. Уљинична киселина ( $\text{CO}_2$ ) и азотна киселина ( $\text{NO}_2$ ) се испуштају у ваздух при чему се у контакту са влагом у ваздуху претварају у киселине које се могу претворити на водене капљице. Када ове киселине падају на земљу, могу изазвати штетне ефекте на животињске организме, пољопривреду.

## НЕМЕТАЛИ

**Да ли сте знали?**

**Витамин Ц** је киселина. Налази се у цитрусовим воћевима, бундеву и бекетије.

**Да ли сте знали?**

У неким металу се налазе **хлороводоничне киселине** које имају улогу у вањској средини, а убија и бактерије.

**Резиме**

- Неметали имају различита својства да реагују са киселинама и граде киселине соли.
- Киселине соли се граде киселинама.
- Једно од својстава киселина је да лакмус хартију боје у црвену.
- Киселине у реакцији са неким металима ослобађају водоник.

**Питања и задаци**

1. Како се називају оксиди који са водом граде киселине?
2. Допиши једначину реакције:  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$
3. Допиши једначину реакције:  $\dots + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HCl}$
4. Допиши једначину: Киселина боје лакмус хартију у \_\_\_\_\_ боју.
5. Допиши једначину реакције хлороводоничне киселине са цинком.
6. Допиши једначину реакције хлороводоничне киселине са магнезијумом.
7. Којево садржи сумпораста киселина добија из 52 g сумпор диоксида?
8. Допиши једначину реакције сумпораста киселине која се налази у 300 g 10% раствора сумпораста киселине.

**Питања и одговори** – питања и задаци за проверу познавања градива на крају лекције





# САДРЖАЈ

## МЕТАЛИ, ОКСИДИ И ХИДРОКСИДИ

Метали.....	10
Алkalни и земноалкални метали.....	13
Гвожђе, бакар и алуминијум.....	18
Олово и цинк.....	22
Легуре.....	24
Лабораторијске вежбе.....	26

## НЕМЕТАЛИ

Неметали.....	30
Хемијска својства неметала.....	35
Халогени елементи.....	38
Сумпор.....	40
Азот.....	43
Фосфор.....	46
Угљеник.....	48
Лабораторијске вежбе.....	52

## СОЛИ

Соли.....	56
Добијање соли.....	60
Својства и примена соли.....	63
Лабораторијске вежбе.....	67

## ОРГАНСКА ЈЕДИЊЕЊА И ЊИХОВА ОПШТА СВОЈСТВА

Увод у органску хемију.....	70
Класе органских једињења.....	72

## УГЉОВОДОНИЦИ

Подела угљоводоника.....	78
Засићени угљоводоници – алкани.....	81
Незасићени угљоводоници – алкени и алкини.....	86
Хемијска својства угљоводоника.....	90
Ароматични угљоводоници.....	93
Нафта и земни гас. Полимери.....	96
Лабораторијска вежба.....	101

## ОРГАНСКА ЈЕДИЊЕЊА СА КИСЕОНИКОМ

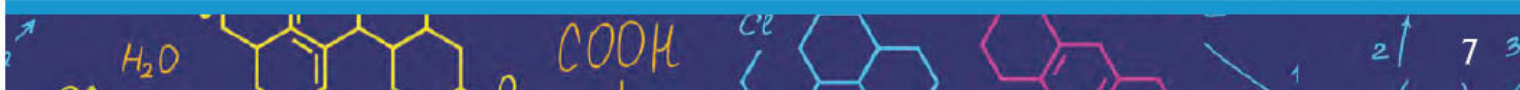
Алкохоли .....	104
Добијање, својства и примена алкохола .....	107
Карбоксилне киселине .....	112
Својства и примена карбоксилних киселина .....	115
Естри .....	119
Лабораторијске вежбе.....	122

## БИОЛОШКИ ВАЖНА ОРГАНСКА ЈЕДИЊЕЊА

Улога биолошки важних једињења .....	126
Маси и уља .....	127
Угљени хидрати – моносахариди.....	133
Угљени хидрати – дисахариди и полисахариди .....	136
Амино-киселине и протеини .....	139
Витамини .....	143
Лабораторијске вежбе.....	146

## ЗЕЛЕНА ХЕМИЈА

Загађивачи, загађујуће супстанце и последице загађивања .....	150
Рециклажа и зелена хемија .....	154
Тестови .....	157
Појмовник .....	165
Решења тестова.....	168
Литература .....	169
Индекс формула .....	170
Периодни систем хемијских елемената .....	172



Дмитриј Иванович Менделјејев  
(1834-1907)



Менделјејев је био руски хемичар. Сматра се **оснивачем** **Периодног система елемената**. Открио је да хемијски елементи имају својство периодичности и утврдио да хемијске елементе треба ређати по растућим атомским масама. На тај начин, оставио је празна места у осмишљеном периодном систему, за до тада неоткривене елементе.

Према легенди, Менделјејев је уснио сан, који му је помогао да створи Периодни систем елемената. Био је страствени играч карташке игре пасијанс, и на картама је записивао симболе хемијских елемената. Слажући карте, приметио је да се елементи са сличним својствима периодично понављају. Више дана је покушавао да сложи карте, а онда од умора заспао за радним столом. У сну је „видео“ како треба да поређа елементе. Када се пробудио, нацртао је своју визију из сна, коју је касније и објавио.

У својим предавањима истакао је:


**Знање, само знање чини човека слободним и великим.**







# МЕТАЛИ, ОКСИДИ И ХИДРОКСИДИ

- 
- Метали у живој и неживој природи
  - Физичка и хемијска својства метала
  - Алкални и земноалкални метали
  - Легуре и њихова примена
  - Оксиди метала и хидроксиди
  - Примена метала

# МЕТАЛИ

## Кључно

- положај метала у периодном систему елемената
- својства метала
- налажење метала у природи
- примена метала

Метали чине најбројнију групу елемената, као што се може видети у периодном систему елемената. Неки од њих су елементи главних група, а неки су прелазни елементи. Метали су веома заступљени у свакодневном животу. Елементи које у свакодневном животу сматрамо металима, углавном су **прелазни метали**.

## Да се подсетимо

**Хемијски елементи** су чисте супстанце које се не могу хемијским променама разложити на једноставније супстанце. Хемијски елементи у периодном систему на основу својих својстава деле се на: метале, неметале, металоиде и племените гасове. Највећи део елемената су метали, док неметала има релативно мало.

## Да се подсетимо

**Главне групе** у периодном систему су 1, 2. и од 13. до 18. Прелазни метали у периодном систему налазе се од 3. до 12. групе.

## ПЕРИОДНИ СИСТЕМ ЕЛЕМЕНАТА

1.																		18.
1.	1																	2
	<b>Н</b>																	<b>He</b>
	Водоник																	Хелијум
	1,008																	4,0
2.	3	4											5	6	7	8	9	10
	<b>Li</b>	<b>Be</b>											<b>B</b>	<b>C</b>	<b>N</b>	<b>O</b>	<b>F</b>	<b>Ne</b>
	Литијум	Берилијум											Бор	Угљеник	Азот	Кисеоник	Флуор	Неон
	6,9	9,0											10,8	12,0	14,0	16,0	19,0	20,2
3.	11	12	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
	<b>Na</b>	<b>Mg</b>											<b>Al</b>	<b>Si</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>Cl</b>	<b>Ar</b>
	Натријум	Магнезијум											Алуминијум	Силицијум	Фосфор	Сумпор	Хлор	Аргон
	23	24,5											27,0	28,0	30,9	32,0	35,5	39,9
4.	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Sc</b>	<b>Ti</b>	<b>V</b>	<b>Cr</b>	<b>Mn</b>	<b>Fe</b>	<b>Co</b>	<b>Ni</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>Ga</b>	<b>Ge</b>	<b>As</b>	<b>Se</b>	<b>Br</b>	<b>Kr</b>
	Калијум	Калцијум	Скандијум	Титанијум	Ванадијум	Хром	Манган	Гвожђе	Кобалт	Никл	Бакар	Цинк	Галијум	Германијум	Арсен	Селен	Бром	Криптон
	39,0	40,0	45,0	47,9	50,9	52	54,9	55,8	58,9	58,7	63,5	65,4	69,7	72,6	74,9	79,9	79,9	83,8
5.	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
	<b>Rb</b>	<b>Sr</b>	<b>Y</b>	<b>Zr</b>	<b>Nb</b>	<b>Mo</b>	<b>Tc</b>	<b>Ru</b>	<b>Rh</b>	<b>Pd</b>	<b>Ag</b>	<b>Cd</b>	<b>In</b>	<b>Sn</b>	<b>Sb</b>	<b>Te</b>	<b>I</b>	<b>Xe</b>
	Рубидијум	Стронцијум	Итријум	Цирконијум	Ниобијум	Молибден	Технецијум	Рутенијум	Родијум	Паладијум	Сребро	Кадмијум	Индијум	Калај	Антимон	Телур	Јод	Ксенон
	85,5	87,6	88,9	91,2	92,9	95,9	98	101,1	102,9	106,4	107,9	112,4	114,8	117,3	121,8	127,6	126,9	131,3
6.	55	56	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
	<b>Cs</b>	<b>Ba</b>		<b>Hf</b>	<b>Ta</b>	<b>W</b>	<b>Re</b>	<b>Os</b>	<b>Ir</b>	<b>Pt</b>	<b>Au</b>	<b>Hg</b>	<b>Tl</b>	<b>Pb</b>	<b>Bi</b>	<b>Po</b>	<b>At</b>	<b>Rn</b>
	Цезијум	Баријум		Хафнијум	Тантал	Волфрам	Ренијум	Осмијум	Иридијум	Платина	Злато	Жива	Титанијум	Олово	Бизмут	Полонијум	Астат	Радон
	132,9	137,3		178,5	180,9	183,8	186,2	190,2	192,2	195,1	197	200,6	204,4	207,2	209,0			
7.	87	88	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
	<b>Fr</b>	<b>Ra</b>		<b>Rf</b>	<b>Db</b>	<b>Sg</b>	<b>Bh</b>	<b>Hs</b>	<b>Mt</b>	<b>Ds</b>	<b>Rg</b>	<b>Cn</b>	<b>Nh</b>	<b>Fl</b>	<b>Mc</b>	<b>Lv</b>	<b>Ts</b>	<b>Og</b>
	Францијум	Радијум		Рифордијум	Дубнијум	Сиборгијум	Боријум	Хасијум	Мајтнеријум	Даркштатајум	Рендгенијум	Коперзијум	Нихонијум	Флеровијум	Московијум	Ливерморијум	Тенесин	Оганесон
				261,103	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275
лантаноиди	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71			
	<b>La</b>	<b>Ce</b>	<b>Pr</b>	<b>Nd</b>	<b>Pm</b>	<b>Sm</b>	<b>Eu</b>	<b>Gd</b>	<b>Tb</b>	<b>Dy</b>	<b>Ho</b>	<b>Er</b>	<b>Tm</b>	<b>Yb</b>	<b>Lu</b>			
	Лантан	Церијум	Празеодијум	Неодијум	Прометијум	Самаријум	Еуропијум	Гадолинијум	Тербијум	Диспрозијум	Холмијум	Ербијум	Тулијум	Итербијум	Лутецијум			
	138,9	137,2	140,9	144,2	145	150,3	152,0	157,2	158,9	162,5	164,9	167,2	168,9	173,0	175,0			
актиноиди	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103			
	<b>Ac</b>	<b>Th</b>	<b>Pa</b>	<b>U</b>	<b>Np</b>	<b>Pu</b>	<b>Am</b>	<b>Cm</b>	<b>Bk</b>	<b>Cf</b>	<b>Es</b>	<b>Fm</b>	<b>Md</b>	<b>No</b>	<b>Lr</b>			
	Актинијум	Торијум	Прозактињум	Уранијум	Нептунијум	Плутонијум	Америцијум	Курчијум	Берклијум	Калифорнијум	Ербијум	Фермијум	Менделеевијум	Нобелијум	Лоренцијум			
	227,0	232,0	231,0	238,0	237,0	244,0	243,0	243,0	247,0	247,0	251,0	252,0	258,1	259,1	262,1			

метали

неметали

металоиди

племенити гасови

## Физичка својства метала

У елементарном стању метали су чврсте супстанце (једини изузетак је жива која је течна). Имају карактеристичан метални сјај. Већина метала је сиве боје. Изузеци су злато, које је жуте боје, и бакар, који је црвенкасте боје.

Физичка својства метала
Већина метала су добри проводници топлоте и електрицитета
Могу да се кују и да се извлаче у танке листове и жице
Имају метални сјај
Чврсти су на собној температури

Табела 1.1. Физичка својства метала

Метали проводе електрицитет и топлоту. Већина метала може да се кује и извлачи у жице. Метали се разликују по тврдоћи. Метали у 1. и у 2. групи су релативно меки и могу се сећи ножем. Преостали метали су тврди.

## Налажење метала у природи

Метали се налазе у Земљиној кори. Од десет најзаступљенијих елемената у Земљиној кори седам су метали (алуминијум, гвожђе, калцијум, натријум, калијум, магнезијум и титан). Метали се у природи углавном налазе у облику својих једињења као што су кречњак, гипс и камена со. Међутим, злато, сребро и бакар могу се наћи и у елементарном стању.

Метали се у облику својих једињења налазе у живим организмима. На пример, кости животиња и људи, као и оклопи животиња, садрже у себи калцијум. Натријум и калијум се налазе у телесним течностима; гвожђе се налази у крви. У хлорофилу, који игра важну улогу у фотосинтези, налази се магнезијум.



Оклоп корњаче богат је калцијумом



Црвена крвна зрнца садрже гвожђе



У хлорофилу листа налази се магнезијум



Бакар



Калцијум



Натријум



Гвожђе



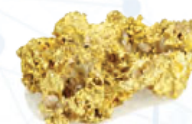
Цинк



Алуминијум



Магнезијум



Злато



Жива

### Да ли сте знали?

У људској историји **метал** је први пут добијен из руде на територији данашње Србије. Метали се добијају из руда компликованим технолошким процесима. У винчанској култури људи су добијали бакар из руде пре 7.000 година.



Бакарни предмет из винчанске културе

## Да ли сте знали?

Велике количине **алуминијума** се рециклирају из производа као што су лименке, делови авиона, аутомобила, чамаца, рачунара и др. Пошто рециклирање не мења квалитет алуминијума, он се може неограничено рециклирати. За рециклажу се троши само 5% енергије која је потребна за производњу новог алуминијума из руде. Због ове уштеде енергије рециклажа је економски исплатива, а значајна је и због заштите животне околине.

Због могућности рециклаже, данас се још увек користи око 75% алуминијума који је до сада произведен.

## Примена метала

Због своје тврдоће, проводљивости топлоте и електрицитета и својства неких метала да се намагнетишу, метали имају велику примену у свакодневном животу. Због значаја у свакодневном животу, добијање и обрада метала били су кључни елементи у развоју људске цивилизације. Тако се неколико периода у развоју људске цивилизације називају бакарно доба, бронзано доба и гвоздено доба. Бакар и гвожђе су елементи, а бронза је хомогена смеша бакра и калаја, али се у њеном саставу могу наћи и други елементи.

### Резиме

- Већина елемената у периодном систему су метали.
- Метали су чврсте супстанце, металног сјаја и добри проводници топлоте и електрицитета. У елементарном стању сви метали су чврсте супстанце, изузев живе која је течна.
- Метали се налазе у Земљиној кори и у живим организмима. У природи се углавном налазе у облику својих једињења.
- Метали имају велику примену у свакодневном животу.

## Питања и задаци

1. Наведи неколико метала који су познати из свакодневног живота. Где се у периодном систему налазе ти метали?
2. Препознај физичка својства метала у елементарном стању:
  - а) гасовите супстанце
  - б) чврсте супстанце
  - в) добри проводници топлоте
  - г) могу да се кују
3. У ком облику се већина метала налази у природи?
4. Препознај метале који се у природи налазе у елементарном облику:  
гвожђе, цинк, бакар, олово, калцијум, магнезијум, злато, сребро
5. Који метал се налази у зеленим листовима биљака?
6. Израчунај број молова бакра у 10 g металног, елементарног бакра.
7. Израчунај масу која у себи садржи 7 молова олова.
8. У колико грама гвожђа се налази онолико молова колико их има у 30 g цинка?

### Лабораторијска вежба

#### Испитивање физичких својстава метала

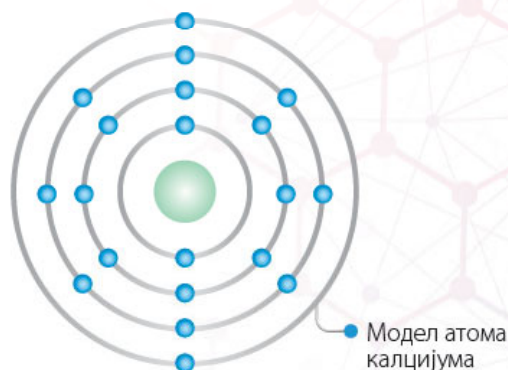
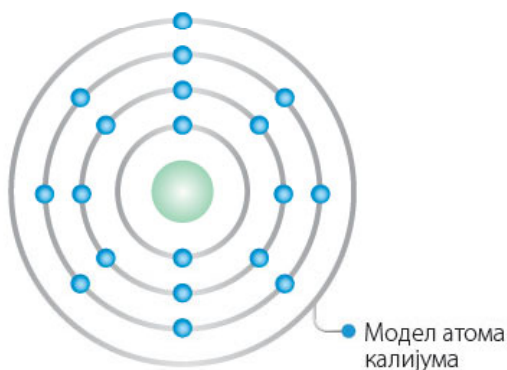
# АЛКАЛНИ И ЗЕМНОАЛКАЛНИ МЕТАЛИ



## Кључно

- алкални метали
- земноалкални метали
- физичка својства
- реакције
- примена

Елементи 1. групе периодног система називају се **алкални метали**. Ови метали имају по један валентан електрон у последњем енергетском нивоу. Алкални метали су веома меки и могу се сећи ножем. Елементи 2. групе периодног система се називају **земноалкални метали** и у последњем енергетском нивоу имају два валентна електрона. На слици је приказан модел атома калијума, као представника алкалних метала и модел атома калцијума, као представника земноалкалних метала.



## Једињења и реакције алкалних и земноалкалних метала

Алкални метали су веома реактивни и лако реагују са ваздухом и са водом, па се чувају у нереактивном органском растварачу, петролеуму. Валенца свих алкалних метала је увек I (један), па се њихова валенца не наводи у називима једињења.

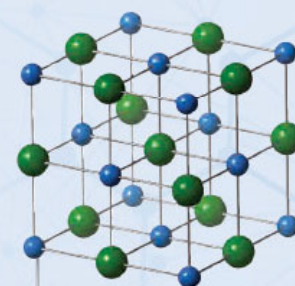
Земноалкални метали су реактивни, али мање од алкалних метала. Валенца свих земноалкалних метала је увек II (два), па се слично као код алкалних метала, валенца не наводи у називима једињења.

У својим једињењима алкални метали (1. група) и земноалкални метали (2. група), осим берилијума, граде јонске везе. Алкални и земноалкални метали су на основу свог хемијског понашања изразити метали.

### Да се подсетимо

**Јонска веза** је веза између позитивно (катјон) и негативно (анјон) наелектрисаних јона. Наиме, атом метала губи електроне и постаје позитивно наелектрисан јон, док атом неметала прима електроне и постаје негативно наелектрисан јон. Између позитивно и негативно наелектрисаних јона постоји електростатичко привлачење, и тако настаје јонска веза. Тако, на пример, у једињењу натријум-хлорида, које је јонско једињење, натријум је позитиван, а хлор негативан јон. Јонска једињења граде чврсте супстанце у којима постоји уређена кристална структура.

Пример:  $\text{NaCl}$   $\text{Na}^+ \text{Cl}^-$   
Натријум-хлорид



Кристална решетка натријум-хлорида

Алкални и земноалкални метали са кисеоником граде **оксиде метала**.

### Да се подсетимо

**Оксиди** су једињења кисеоника са неким елементом. Кисеоник гради оксиде и са металима и са неметалима. Формуле оксида зависе од валенце елемента са којим кисеоник гради оксид. Кисеоник је увек двовалентан. Уколико знамо валенцу елемента који са кисеоником гради оксид, може се написати формула тог оксида. На примеру натријум-оксида, натријум има валенцу један (I), а кисеоник има валенцу два (II). Да би збир валенци натријума и кисеоника био исти, у натријум-оксиду се налазе два атома натријума и један атом кисеоника.

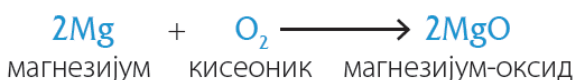
Збир валенци:



за натријум  $2 \times 1 = 2$

за кисеоник  $1 \times 2 = 2$

Са кисеоником из ваздуха реагују и алкални и земноалкални метали.



Различити метали приликом сагоревања на ваздуху боје пламен различитим бојама. На пример, калцијум гори црвеним пламеном.

У реакцијама оксида метала са водом настају **хидроксиди** (базе), што се доказује црвеном лакмус хартијом која се боји у плаво. Хидроксиди садрже **хидроксидну групу** OH<sup>-</sup>. Хидроксидна група представља једновалентну целину. С обзиром на то да са водом граде базе, ови оксиди метала су **базни оксиди** или **анхидриди база**.

### Демонстрациони оглед

#### Реакције магнезијум-оксида и калцијум-оксида са водом

**Прибор и посуђе:** две епрувете, кашичица за чврсте супстанце, мензура, шпиритусна лампа, штапаљка, стаклени штапић, плава и црвена лакмус хартија

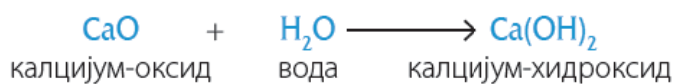
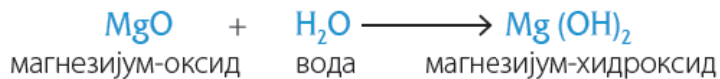
**Супстанце:** магнезијум-оксид, калцијум-оксид, дестилована вода

**Ток рада:**

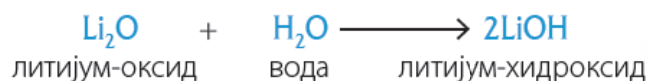
- 1 У епрувету ставите на врх кашичице магнезијум-оксида (који можете добити сагоревањем магнезијумове траке). Додајте 5 cm<sup>3</sup> дестиловане воде. Пажљиво загрејте на пламену, да се магнезијум-оксид делимично раствори. Стакленим штапићем по неколико капи ставити на лакмус хартије плаве и црвене боје.
- 2 У епрувету ставите на врх кашичице калцијум-оксида. Додајте 5 cm<sup>3</sup> дестиловане воде. Стакленим штапићем по неколико капи ставити на лакмус хартије плаве и црвене боје.

**Опажање:** Епрувета у којој је растворен калцијум-оксид се због реакције загрејала, што значи да калцијум-оксид бурно реагује са водом. Магнезијум-оксид се тешко раствара и потребно је загревање да би се растворио. Ови експерименти показују да је калцијум-оксид реактивнији од магнезијум-оксида. У оба случаја, добијени раствори су боју црвене лакмус хартије променили у плаву боју. Плава боја указује на то да су раствори базни.

Ове реакције се могу приказати једначинама:



На сличан начин реагује и литијум-оксид:



Због велике реактивности, алкални и већина земноалкалних метала у директној реакцији са водом граде хидроксиде, уз ослобађање водоника. То је још један начин на који могу да настану хидроксиди.

### Демонстрациони оглед

#### Реакција магнезијума и калцијума са водом



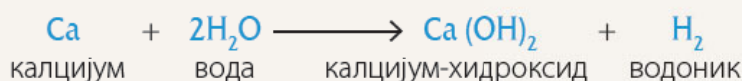
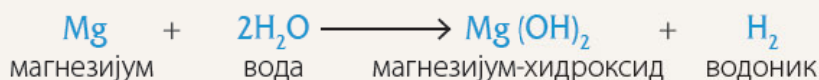
**Прибор и посуђе:** две чаше, шпиритусна лампа, штипаљка, плава и црвена лакмус хартија, стаклени штапић, мензура

**Супстанце:** дестилована вода, магнезијумова трака

**Ток рада:**

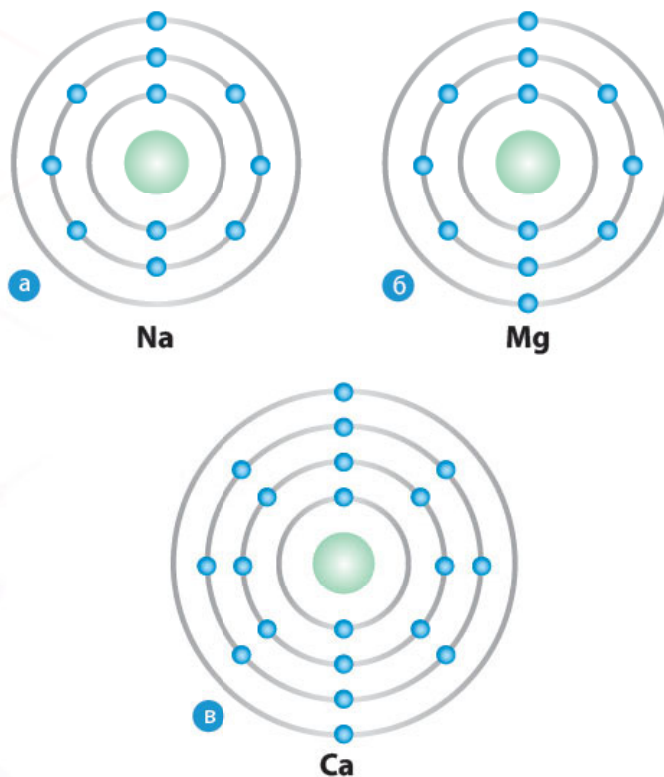
- У једну чашу ставите 25 cm<sup>3</sup> дестиловане воде и мало очишћене магнезијумове траке. Пажљиво загрејте на пламену шпиритусне лампе неколико минута. Стакленим штапићем по неколико капи ставити на лакмус хартије плаве и црвене боје.
- У другу чашу ставите 25 cm<sup>3</sup> дестиловане воде и неколико гранула калцијума. Стакленим штапићем по неколико капи ставити на лакмус хартије плаве и црвене боје.

**Опажање:** У току огледа у чашама се примећују мехурићи гаса који потичу од водоника. Оба раствора су базна, јер боје црвену лакмус хартију у плаво.



Оглед показује да калцијум реагује бурно, а магнезијум реагује тек на повишеној температури, са кључалом водом. Ови подаци се могу објаснити електронским конфигурацијама метала. Наиме, у овим реакцијама добијају се јонска једињења, која у себи садрже позитивно наелектрисане јоне метала и негативно наелектрисане јоне OH<sup>-</sup> групе.

Позитивно наелектрисани јони метала добијају се отпуштањем електрона. Алкални метали отпуштају један електрон, док земноалкални метали отпуштају два електрона. Дакле, алкални метал натријум ће реаговати бурније јер отпушта само један електрон. С друге стране, разлика у рекативности калцијума и магнезијума може се објаснити удаљеношћу електрона од језгра. Наиме, електрони калцијума су удаљенији од језгра, па их језгро мање привлачи и зато се лакше отпуштају.



• Модели атома:  
а) натријума, б) магнезијума, в) калцијума

### Демонстрациони оглед

#### Електропроводљивост раствора натријум-хидроксида

**Прибор и посуђе:** две чаше, струјно коло

**Супстанце:** дестилована вода, натријум-хидроксид

**Ток рада:** У једну чашу сипати дестиловану воду, а у другу разблажени раствор натријум-хидроксида. Проверити електропроводљивост оба раствора.

**Опажање:** Дестилована вода не проводи електрицитет, док раствор натријум-хидроксида проводи. Разлог је у томе што је вода ковалентно једињење, па постоји у облику молекула, а натријум-хидроксид јонско једињење које се у воденом раствору разлаже на јоне, позитивне јоне  $\text{Na}^+$  и негативно наелектрисане јоне  $\text{OH}^-$  групе.





## Примена алкалних и земноалкалних метала

Натријум-хлорид је кухињска со и користи се у свакодневном животу. Натријум-хидроксид има широку примену у хемијској индустрији. Калцијум-оксид, који се у свакодневном животу зове негашени или живи креч, користи се у производњи папира и стакла. Поред тога, користи се и за добијање других једињења калцијума.

Калцијум-хидроксид уобичајено се зове гашени креч. Добија се у реакцији калцијум-оксида са водом, која личи на гашење, па се зато зове гашени креч. Саставни је део малтера, који је смеша песка, воде и креча. Малтер се користи за зидање. Калцијум-хидроксид се користи за кречење зидова, за дезинфекцију и за заштиту стабала дрвећа.



• Малтер за зидање



• Калцијум-хидроксид



• Заштита стабала дрвета

### Резиме



- Елементи 1. групе периодног система називају се алкални метали, а елементи 2. групе периодног система се називају земноалкални метали.
- Алкални метали су веома меки и могу се сећи ножем.
- Алкални метали су веома реактивни и лако реагују са ваздухом и са водом.
- Земноалкални метали су реактивни, али мање од алкалних метала.
- Алкални и земноалкални метали са кисеоником граде оксиде.
- Оксиди алкалних и земноалкалних метала са водом граде базе.

### Питања и задаци

1. Који метали се у хемијском смислу сматрају изразитим металима? Објасни на примеру литијума.
2. На основу познавања валенце калцијума напиши формуле калцијум-оксида и калцијум-хидроксида.
3. Који метал је реактивнији? Објасни одговор.
  - а) натријум или калијум
  - б) калцијум или калијум
4. Које врсте веза у својим једињењима граде изразити метали?
5. Напиши једначину реакције калцијума, литијума и магнезијума са кисеоником.
6. Колики је проценат калцијума у кречњаку ( $\text{CaCO}_3$ )?
7. Колико грама калцијум-оксида настаје у реакцији 50 г калцијума са кисеоником?
8. Колико се грама магнезијум-хидроксида може добити у реакцији 15 г магнезијума са водом?

- Кључно**
- физичка својства
  - налажење у природи
  - хемијска својства
  - примена

# ГВОЖЋЕ, БАКАР И АЛУМИНИЈУМ

Гвожђе, бакар и алуминијум су метали који, због својих својстава, имају широку примену од индустрије до свакодневног живота. **Гвожђе** и **бакар** су прелазни метали, док се **алуминијум** налази у 13. групи. Ова три метала имају слична физичка својства. Гвожђе и бакар имају слична хемијска својства. Хемијска својства алуминијума су донекле различита од својстава гвожђа и бакра, јер алуминијум није прелазни метал.

## Физичка својства

Гвожђе, бакар и алуминијум су на собној температури чврсте супстанце металног сјаја. Гвожђе и алуминијум су сиве боје, а бакар има црвенкасту боју. Различито од калцијума и осталих метала 1. и 2. групе, ови метали су тврђи и мање реактивни, па се на тим својствима заснива њихова широка примена.

Сва три метала, као и остали метали, у елементарном стању проводе електрицитет и топлоту. Бакар је најбољи проводник електрицитета и топлоте. Поређење гвожђа и алуминијума показује да је алуминијум бољи проводник електрицитета, а гвожђе бољи проводник топлоте.

## Налажење у природи

Гвожђе, бакар и алуминијум се у природи налазе у земљишту у облику својих једињења (руда), из којих се добијају сложеним технолошким поступцима. Гвожђе и бакар се у малим количинама налазе и у елементарном облику у земљишту.

## Реакције и једињења гвожђа, бакра и алуминијума

Иако мање реактивни од метала 1. и 2. групе, гвожђе, бакар и алуминијум реагују при дужем стајању на ваздуху. Гвожђе реагује са кисеоником и влагом из ваздуха и поприма црвенкасту боју (рђа). Бакар реагује са кисеоником, влагом и угљеник(IV)-оксидом из ваздуха. Прво поцрни, а касније добије зелену боју. Овај слој који настаје на површини штити бакар од даљег пропадања. Алуминијум гради у додиру са ваздухом заштитни слој на површини, па је отпоран на дејство влаге и гасова из ваздуха.

## Демонстрациони оглед



### Рђање гвожђа

**Прибор и посуђе:** две чаше

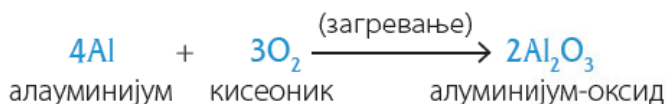
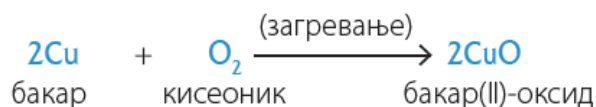
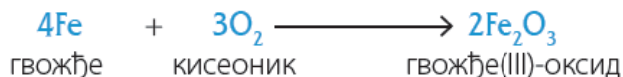
**Супстанце:** гвоздени ексер или гвоздена жица, вода

**Ток рада:** У две чаше ставити комад гвоздене жице или гвоздени ексер. У једну посуду сипати воду, а у другој оставити комад гвоздене жице или гвоздени ексер на ваздуху. После неколико дана погледајте да ли има неких промена на гвожђу.

**Опажање:** Приметићете да је гвожђе у води зарђало, док се на гвожђу које је било на ваздуху не примећују промене. Гвожђе у присуству воде и кисеоника из ваздуха кородира (рђа).

## Валенца метала и оксиди

Ова три метала, као и остали метали, граде оксиде, хидроксиде и соли. За прелазне метале је уобичајено да у својим једињењима могу имати различите валенце. Тако гвожђе у својим једињењима може имати валенцу II и III, а бакар I и II. Алуминијум, који није прелазни метал, увек има валенцу III.



метал	валенца	ОКСИД	назив
Гвожђе	II	FeO	Гвожђе(II)-оксид
	III	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Гвожђе(III)-оксид
Бакар	I	Cu <sub>2</sub> O	Бакар (I)-оксид
	II	CuO	Бакар (II)-оксид
Алуминијум	III	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Алуминијум-оксид

Табела 1.2. Оксиди гвожђа, бакра и алуминијума

Оксиди гвожђа, бакра и алуминијума, за разлику од оксида метала 1. и 2. групе, слабо се растварају у води и не могу у реакцији са водом дати хидроксиде. Хидроксиди гвожђа, бакра и алуминијума могу се добити другим поступцима и такође су слабо растворни у води.

## Примена гвожђа, бакра и алуминијума

Гвожђе је релативно крт метал и због тога нема примену у чистом облику. Међутим, челик, који је хомогена смеша гвожђа и малих количина других елемената, има велику примену. Због велике чврстине, челик се користи за различите металне конструкције (за зграде, шине, мостове). Поред тога, користи се и за израду алата. Гвожђе се може намагнетисати, па се од њега праве магнети.



Челични мост



Магнет



## Да ли сте знали?

**Бакар** стајањем на ваздуху награди заштитни слој зелене боје.



• Храм Св. Саве у Београду, кров од бакра



• Кип Слободе направљен од бакра

Бакар се користи за израду проводника, јер је одличан проводник електрицитета. Затим за израду судова и грејача, јер је добар проводник топлоте. Такође, употребљава се и за израду металног новца. Једињење бакра, плави камен, користи се у пољопривреди.



• Бакарни новчићи



• Бакарне цеви за провођење топлоте

Алуминијум се користи за израду авиона и аутомобила, а у свакодневном животу за израду лименки и фолија.



• Алуминијумска фолија



• Алуминијумске лименке

Минерал алуминијум-оксид се налази у природи чист или са примесама оксида других метала. Примесе других метала дају боју, тако да настаје плави минерал (сафир), црвени (рубин) или зелени (смарагд). Ови минерали се због своје лепоте користе као драго камење за израду накита, а неки од њих имају примену и у изради ласера.



• Сафир



• Рубин



• Смарагд



## Резиме

- Гвожђе, бакар и алуминијум у елементарном стању проводе електрицитет и топлоту. Бакар је најбољи проводник.
- Гвожђе и бакар су прелазни метали, док се алуминијум налази у 13. групи периодног система.
- У реакцији са кисеоником из ваздуха гвожђе, бакар и алуминијум граде оксиде.
- Гвожђе у својим једињењима има валенцу II и III, бакар I и II, а алуминијум III.

## Питања и задаци

1. У коју групу метала спадају гвожђе и бакар, а у коју алуминијум?
2. Заокружи заједничка физичка својства гвожђа, бакра и алуминијума.
  - а) не проводе електрицитет
  - б) имају метални сјај
  - в) проводе топлоту
  - г) то су меке чврсте супстанце
3. Коју валенцу има алуминијум у својим једињењима?
4. Напиши оксиде гвожђа, бакра и алуминијума.
5. Израчунај масени удео гвожђа у оксидима гвожђа.
6. Колико је молова кисеоника потребно за добијање 220 g бакар(II)-оксида?
7. Колико се грама бакар(II)-оксида добија у реакцији 55 g бакра са кисеоником?
8. Која је маса оксида који се добија у реакцији кисеоника са 30 g алуминијума?

# ОЛОВО И ЦИНК

## Кључно

- физичка својства
- налажење у природи
- хемијска својства
- примена

Иако се налазе у различитим групама периодног система, олово и цинк имају нека слична својства. Због ових својстава оба ова метала имају широку примену.

## Физичка својства

Олово је сребрно-плав, сјајан метал, релативно је мекан и велике је густине. У контакту са ваздухом ствара заштитни слој, па због тога потамни. Због стварања овог заштитног слоја, отпоран је на даљу корозију (рђање). Олово оставља таман траг на папиру.

Цинк је сјајан метал плаво-беле боје. На повишеној температури, цинк може да се извлачи у танке плоче и жице. На ваздуху реагује слично олову, превлачи се заштитним слојем, који га штити од даље корозије (рђања).

## Налажење у природи и утицај на живе организме

И олово и цинк се у природи налазе у земљишту у облику својих једињења. Мале количине цинка се налазе и у живим организмима и играју улогу у одбрамбеном систему организма против инфекција. Међутим, у већим количинама цинк је отрован.

Олово и његова једињења су веома отровни. Изазивају различите проблеме у организму. Поред тога, олово се задржава у организму, па је опасно излагање чак и малим количинама олова у дужем временском периоду.



• Олово



• Траг олова на папиру

## Хемијска својства

Олово гради неколико оксида са кисеоником у којима има валенцу II и IV.

Цинк у једињењима увек има валенцу II. Цинк реагује са киселинама тако што из киселине истисне водоник и са киселинским остатком гради со. На пример, цинк се раствара у хлороводоничној киселини и гради цинк-хлорид.

## Примена олова и цинка

Због релативно ниске цене, олово има широку примену. Међутим, олово је отровно, па се његова употреба избегава, јер може да буде штетно по здравље људи. Олово има највећу примену у производњи акумулатора и неких легура. С обзиром на то да врло добро зауставља („упија“) рендгенске зраке, од олова се израђују заштитне радиолошке облоге, оклопи, кецеље и рукавице.

Слично олову, и цинк има широку примену. Користи се за израду лимова, цеви, жица, делова кућних апарата, машина и моторних возила. Њиме се превлаче други метали да би се заштитили од корозије. Једињења цинка се користе као пигменти.



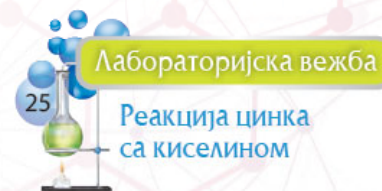
• Заштитни рендгенски прслук



• Лимене плоче од цинка



• Лимени делови за примену у ауто-индустрији



Лабораторијска вежба

Реакција цинка са киселином

### Резиме



- Олово и цинк су метали који у контакту са ваздухом стварају заштитни слој, који их штити од даље корозије.
- Олово у једињењима има валенце II и IV, а цинк валенцу II.
- Олово има примену у хемијској индустрији и као заштита од рендгенског зрачења.
- Цинк има широку примену за израду лимова, цеви и за заштиту других метала од корозије.

### Питања и задаци

1. Како се олово и цинк понашају на ваздуху?
2. Где се у природи налазе олово и цинк?
3. Које валенце у једињењима имају олово и цинк?
4. Напиши формулу цинк-оксида.
5. Како се примењују олово и цинк?
6. Колики је масени удео кисеоника у цинк-оксиду?
7. Колико грама цинк-хлорида настаје у реакцији 12 г цинка са хлороводоничном киселином?
8. Колико је грама цинка потребно за реакцију са сумпорном киселином да би се добило 25 г цинк-сулфата?

# ЛЕГУРЕ

## Кључно

- легура
- челик, месинг, дуралуминијум и силимин
- физичка својства легура
- примена легура

**Легуре** су чврсте, хомогене смеше које садрже два или више метала, или садрже метал и један или више елемената који нису увек метали. Добијају се топљењем састојака, мешањем састојака у течном стању и хлађењем. **Легирање** представља поступак додавања других метала (легирајућих елемената) у основни метал.

Легуре имају боља физичка својства од чистих метала. Поред тога, легуре су и хемијски стабилније – не подлежу корозији (рђању), или много спорије подлежу корозији.

У зависности од потребе, легуре могу бити чвршће од чистих метала, могу бити еластичније, могу бити мање густине (лакше), или могу бити отпорне на корозију. Због ових својстава, легуре имају широку примену. Већина металних предмета које користимо у свакодневном животу направљена је од легура.

Постоји велики број различитих легура у којима се користе разни метали и други елементи. Легуре се праве тако да њихова својства одговарају жељеној намени. Најзначајније легуре су челик, бронза, месинг и дуралуминијум.

**Челик** је легура гвожђа. Постоји више врста челика са различитим саставима легуре, у зависности од намене. Челик је чвршћи и еластичнији од чистог гвожђа, а може бити и отпоран на корозију. Једна врста челика је легура гвожђа и угљеника, при чему је садржај угљеника врло мали, до 20%. Друге врсте челика могу да садрже хром, никл или манган. Нерђајући челици, отпорни на корозију, садрже хром и никл, који чине најмање 10% легуре. Ови челици се користе у домаћинству као судови и есцајг, а користе се и у индустрији, посебно хемијској.

**Бронза** је, слично челику, назив за различите легуре. Све бронзе су легуре бабра. Бронза је најчешће легура бабра и калаја. Међутим, постоје врсте бронзе где се бакар меша са елементима као што су манган, цинк, фосфор, силицијум или алуминијум. Бронзе су веома тврде, добро проводе електрицитет и отпорне су на корозију.

Данас се **бронза** користи за производњу металног новца, за скулптуре и друге уметничке предмете, у архитектури за структурне и дизајнерске елементе, за звона, за бродске делове, за израду музичких инструмената и неких машина.



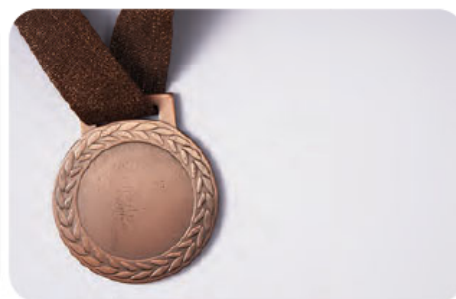
• Есцајг од челика



• Производи и цеви од нерђајућег челика



• Стари бронзани грамофон



• Бронзана медаља

## Да ли сте знали?

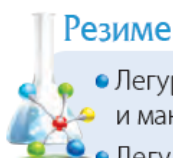
**Бронзу, легуру бабра и калаја**, људи су правили у давна времена, пре коришћења поступка за добијање гвожђа из руда, па је једно доба у развоју људске цивилизације названо бронзано доба.



**Месинг** је легура бакра и цинка. Има златно-жуто или жуто-црвену боју у зависности од састава. Месинг може да садржи од 10 до 50% цинка. Месинг је релативно тврд, тврђи од метала који га граде и отпоран је на корозију. Користи се за украсне предмете, али се користи и за муницију, цеви и музичке инструменте.

**Дуралуминијум** је легура алуминијума и бакра. Садржи око 4% бакра, и мале количине других елемената. Алуминијум има велику предност над другим металима јер има малу густину (лак је), па је због тога погодан за производњу делова за авионе и возила. Међутим, чист алуминијум нема потребну чврстоћу. Чврстоћа се постиже у дуралуминијуму који истовремено има и малу густину, па зато има широку примену.

**Силумин** је легура алуминијума са силицијумом која може да садржи од 3 до 15% силицијума. Има велику отпорност на корозију, па се зато користи за израду предмета који се користе у влажним условима.



### Резиме

- Легуре имају боља физичка својства од чистих метала и мање подлежу корозији од чистих метала.
- Легуре су чврсте смеше које садрже два или више метала, или садрже метал и један или више елемената који нису увек метали.
- Већина металних предмета које користимо у свакодневном животу направљена је од легура.
- Најзначајније легуре су челик, бронза, месинг и дуралуминијум.



• Пешчани сат од месинга



• Месингани дувачки инструменти

### Питања и задаци

1. Шта су легуре и како се добијају?
2. Наведи својства легура због којих оне имају широку примену.
3. Наведи који метали улазе у састав челика, бронзе и месинга.
4. Наведи легуре алуминијума. Где се оне користе?
5. Уколико легура дуралуминијум садржи 4% бакра, колико се молова бакра налази у 100 г легуре?
6. Уколико легура садржи 4% бакра, колико је бакра потребно да би се направило 100 kg легуре?
7. Уколико месинг садржи 20% цинка, колико се легуре може добити од 3 kg цинка?
8. Уколико легура месинга садржи 70% бакра и 30% цинка, колико је бакра и цинка потребно за 150 kg легуре?

## Испитивање физичких својстава метала

Опишите физичка својства гвожђа, алуминијума и бакра.

**Прибор и посуђе:** сахатно стакло, сталак са епруветама, кашичице, струјно коло, вага, мензура, магнет, шпиритусна лампа, чаша

**Супстанце:** гвожђе, алуминијум, бакар, вода

**Ток рада:**

### 1 Проводљивост топлоте

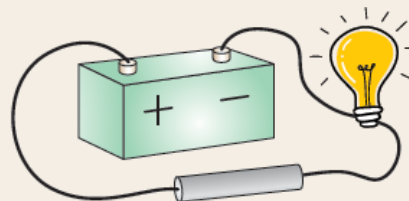
У чашу ставити воду и угрејати је. Руком држати крај штапића гвожђа, алуминијума и бакра и уронити их у врућу воду.

**Опажање:** Метални штапићи се загреју, а најбрже се загреје бакарни штапић.

### 2 Проводљивост електрицитета

Саставити апаратуру као на слици. Мењати штапиће гвожђа, алуминијума и бакра.

**Опажање:** Сијалица гори у случају сва три метала. Најинтензивнија светлост се добија у случају бакра.



### 3 Одређивање густине

Густина се може израчунати по обрасцу:  $\rho = \frac{m}{V}$

Маса узорака гвожђа, алуминијума и бакра се измери вагом.

Запремина узорака се одреди урањањем узорака у воду која се налази у мензури. Кад се узорци зароне, добија се разлика у запремини, која одговара запремини узорка. Познавањем масе и запремине може се израчунати густина. Податке треба ставити у табелу.

### 4 Одређивање тврдоће

Узети плочице гвожђа, алуминијума и бакра и загребати површину једне плочице другом. На основу тога се може закључити који од ова три метала је најтврђи, а који је најmekши.

- Загребати плочице алуминијума и бакра гвожђем.
- Загребати плочице бакра и гвожђа алуминијумом.
- Загребати плочице гвожђа и алуминијума бакомом.

### 5 Испитивање магнетичности

Магнету принети плочице гвожђа, алуминијума и бакра. Метал који магнет привуче јесте онај метал који може да се намагнетише.

Све резултате вежбе уписати у табелу.

Елемент	Гвожђе	Алуминијум	Бакар
Агрегатно стање			
Боја			
Густина			
Магнетна својства			
Проводљивост електрицитета			
Проводљивост топлоте			
Тврдоћа			

## Реакција цинка са киселином

**Прибор и посуђе:** две епрувете, сталак за епрувете, стаклени штапић, сахатно стакло, мензура

**Супстанце:** грануле цинка, разблажена хлороводонична киселина, раствор сумпорне киселине

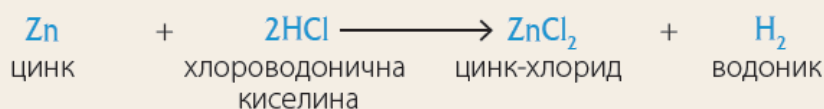
### Ток рада:

- У једну епрувету сипати неколико гранула цинка и додати  $4 \text{ cm}^3$  разблажене хлороводоничне киселине. Ставити на сталак за епрувете и посматрати. Неколико капи овог раствора пренесите стакленим штапићем на сахатно стакло и загрејте изнад пламена да вода испари.
- У другу епрувету сипати неколико гранула цинка и додати  $4 \text{ cm}^3$  разблажене сумпорне киселине. Ставити на сталак за епрувете и посматрати. Неколико капи овог раствора пренесите стакленим штапићем на сахатно стакло и загрејте изнад пламена да вода испари.

### Опажање:

- У току обе реакције издвајају се мехурићи који потичу од гасовитог водоника  $\text{H}_2$ .
- У оба случаја на сахатном стаклу после испаравања воде остаје бела супстанца која потиче од настале соли.

Реакције се могу приказати једначинама:



Антоан Лавоазје  
(1743–1794)



Антоан Лавоазје био је хемичар француског порекла. Сматра се **утемељивачем модерне хемије**. У својим истраживањима доказао је да је сагоревање реакција неке супстанце са кисеоником – открио је **процес оксидације**. Први је именовао кисеоник као хемијски елемент 1778. године и први доказао да се вода састоји од водоника и кисеоника. Открио је да је дијамант облик угљеника и дефинисао је закон о одржању маса. Формулисао је једноставну дефиницију хемијског елемента. Према Лавоазју, хемијски елемент је свака супстанца која се не може смањити у тежини као резултат било какве хемијске реакције. Лавоазје је написао први уџбеник из хемије на свету, 1789. године – *Основи хемије (Traité Élémentaire de Chimie)*.


У својим предавањима истакао је:

*Природу смајрам ојромном хемијском лабораторијом  
у којој се одвијају све врсте састављања и распадања.*





# НЕМЕТАЛИ, ОКСИДИ НЕМЕТАЛА И КИСЕЛИНЕ

- 
- Неметали у живој и неживој природи
  - Физичка и хемијска својства неметала
  - Халогени елементи
  - Сумпор, азот, фосфор, угљеник
  - Оксиди неметала и киселине
  - Примена неметала

# НЕМЕТАЛИ

## Кључно

- положај у периодном систему елемената
- физичка својства
- разликовање метала и неметала
- хемијске везе између атома неметала
- налажење у природи

Неметали се налазе у десном горњем углу периодног система, осим водоника који је први елемент у периодном систему.

1.	1. <b>Н</b> Водоник 1,008	2.											13.	14.	15.	16.	17.	18.
2.	3. <b>Li</b> Литијум 6,9	4. <b>Be</b> Берилијум 9,0											5. <b>B</b> Бор 10,8	6. <b>C</b> Угљеник 12,0	7. <b>N</b> Азот 14,0	8. <b>O</b> Кисеоник 16,0	9. <b>F</b> Флуор 19,0	10. <b>Ne</b> Неон 20,2
3.	11. <b>Na</b> Натријум 23	12. <b>Mg</b> Магнезијум 24,5											13. <b>Al</b> Алуминијум 27,0	14. <b>Si</b> Силицијум 28,0	15. <b>P</b> Фосфор 30,9	16. <b>S</b> Сумпор 32,0	17. <b>Cl</b> Хлор 35,5	18. <b>Ar</b> Аргон 39,9
4.	19. <b>K</b> Калијум 39,0	20. <b>Ca</b> Калцијум 40,0	21. <b>Sc</b> Скандијум 45,0	22. <b>Ti</b> Титанијум 47,9	23. <b>V</b> Ванадијум 50,9	24. <b>Cr</b> Хром 52	25. <b>Mn</b> Манган 54,9	26. <b>Fe</b> Гвожђе 55,8	27. <b>Co</b> Кобалт 58,9	28. <b>Ni</b> Никл 58,7	29. <b>Cu</b> Бакар 63,5	30. <b>Zn</b> Цинк 65,4	31. <b>Ga</b> Галијум 69,7	32. <b>Ge</b> Германијум 72,6	33. <b>As</b> Арсен 74,9	34. <b>Se</b> Селен 79	35. <b>Br</b> Бром 79,9	36. <b>Kr</b> Криптон 83,8
5.	37. <b>Rb</b> Рубидијум 85,5	38. <b>Sr</b> Стронцијум 87,6	39. <b>Y</b> Итријум 88,9	40. <b>Zr</b> Цирконијум 91,2	41. <b>Nb</b> Ниобијум 92,9	42. <b>Mo</b> Молибден 95,9	43. <b>Tc</b> Технецијум 98	44. <b>Ru</b> Рутенијум 101,1	45. <b>Rh</b> Родијум 102,9	46. <b>Pd</b> Паладијум 106,4	47. <b>Ag</b> Сребро 107,9	48. <b>Cd</b> Кадмијум 112,4	49. <b>In</b> Индијум 114,8	50. <b>Sn</b> Калај 118,7	51. <b>Sb</b> Антимон 121,8	52. <b>Te</b> Телур 127,6	53. <b>I</b> Јод 126,9	54. <b>Xe</b> Ксенон 131,3
6.	55. <b>Cs</b> Цезијум 132,9	56. <b>Ba</b> Баријум 137,3	57-103. <b>Lanthanoids</b>	72. <b>Hf</b> Хафнијум 178,5	73. <b>Ta</b> Тантал 180,9	74. <b>W</b> Волфрам 183,8	75. <b>Re</b> Ренијум 186,2	76. <b>Os</b> Осмијум 190,2	77. <b>Ir</b> Иридијум 192,2	78. <b>Pt</b> Платина 195,1	79. <b>Au</b> Злато 197	80. <b>Hg</b> Жива 200,6	81. <b>Tl</b> Титанијум 204,4	82. <b>Pb</b> Олово 207,2	83. <b>Bi</b> Бизмут 208,98	84. <b>Po</b> Полонијум	85. <b>At</b> Астат	86. <b>Rn</b> Радон
7.	87. <b>Fr</b> Францијум	88. <b>Ra</b> Радијум	89-103. <b>Actinoids</b>	104. <b>Rf</b> Рифренијум	105. <b>Db</b> Дубнијум	106. <b>Sg</b> Сиберијум	107. <b>Bh</b> Боријум	108. <b>Hs</b> Хасијум	109. <b>Mt</b> Мјитнеријум	110. <b>Ds</b> Дармштајт	111. <b>Rg</b> Рендгенијум	112. <b>Cn</b> Копернијум	113. <b>Nh</b> Нихонијум	114. <b>Fl</b> Флеровијум	115. <b>Mc</b> Московијум	116. <b>Lv</b> Ливерморијум	117. <b>Ts</b> Тенесин	118. <b>Og</b> Оганесон

## Лабораторијска вежба

Испитивање физичких својстава неметала

## Физичка својства неметала

Физичка својства метала приказана су у поглављу о *Металима*. Неметали су група елемената која се разликује од метала по својим физичким својствима, као што је приказано у наредној табели. Поред тога, неметали се разликују од метала и по хемијским својствима.

Метали	Неметали
Већина метала су добри проводници топлоте и електрицитета	Лоши проводници топлоте и електрицитета
Могу да се кују, да се извлаче у танке листове и жице	Крти (ако су чврсти)
Имају метални сјај	Немају метални сјај
Чврсти су на собној температури	Чврсти, течни или гасовити на собној температури

Табела 2.1. Поређење физичких својстава метала и неметала

У елементарном стању, на собној температури и атмосферском притиску, неметали могу бити у три агрегатна стања: гасовитом, течном и чврстом. Гасовити су водоник, азот, кисеоник, флуор и хлор. Бром је течан, док су угљеник, сумпор, фосфор и јод у чврстом агрегатном стању. Племенити гасови и неметали (водоник, азот, кисеоник, флуор и хлор) су једини елементи који су на собној температури у гасовитом стању.

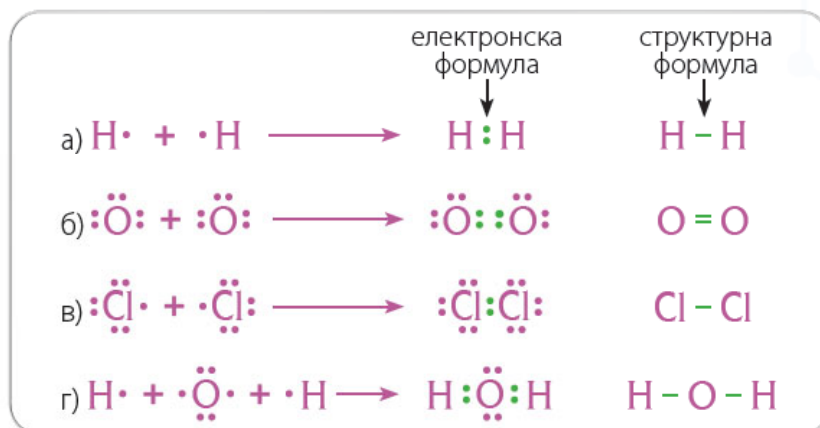
Неметали имају различите боје.



У елементарном стању, неметали су слабо растворни у води. Неметали, осим угљеника (графит) који је добар проводник електрицитетa, не проводе електрицитет.

## Хемијска веза између атома неметала

У елементарном стању атоми неметала граде између себе неполарне ковалентне везе. На пример, везе у молекулима  $H_2$  (водоник),  $O_2$  (кисеоник),  $N_2$  (азот) и  $Cl_2$  (хлор) су неполарне ковалентне везе. Такође, и у једињењима, атоми неметала граде између себе ковалентне везе, али су ове везе поларне. Тако је у молекулу воде –  $H_2O$ , веза између кисеоника и водоника поларна ковалентна веза. Настајање ковалентне везе уз дељење електронског пара објашњено је на примерима  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $Cl_2$  и  $H_2O$ .



### Да се подсетимо

**Племенити гасови** су елементи последње групе периодног система.

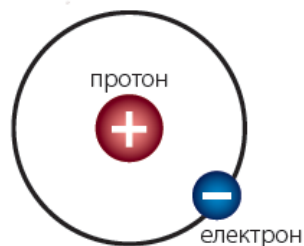
### Да се подсетимо

Атоми неметала између себе граде **ковалентне везе**. Ковалентне везе су везе које настају грађењем заједничких електронских парова између атома неметала који граде везу. На тај начин атоми постижу стабилну електронску конфигурацију најближег племенитог гаса, са два или осам електрона у последњем енергетском нивоу.

Приказ ковалентне везе у молекулу:

- а) водоника  $H_2$
- б) кисеоника  $O_2$
- в) хлора  $Cl_2$
- г) воде  $H_2O$

## Да ли сте знали?



● Модел атома водоника

**Водоник** се налази у првој групи, у којој се налазе изразити метали, а ипак спада у неметале. Водоник спада у неметале јер има способност да гради ковалентне везе. Поред тога, водоник нема тежњу за грађењем јонских веза, као метали. То се може објаснити електронском конфигурацијом. Водоник гради ковалентне везе, јер му недостаје један електрон до најближе стабилне електронске конфигурације хелијума, који има два електрона. Водоник нема тежњу за грађењем јонских веза, јер тешко гради позитивно наелектрисан јон (катјон). Разлог за то је што се електрон водоника налази у првом нивоу, близу је језгра, па се не може лако одвојити од језгра.

## Неметали у живој и неживој природи

Иако постоји релативно мали број елемената који су неметали, они су у великој количини заступљени у природи, како неживој, тако и живој. У природи се неметали налазе у облику својих једињења, а неки од њих: азот, кисеоник, угљеник и сумпор, као и водоник (у веома малој количини) налазе се и у елементарном облику.

Водоник и кисеоник су најзаступљенији елементи у природи. Наиме, водоник је најзаступљенији у Свемиру. Налази се у звездама и ван звезда, док је кисеоник најзаступљенији на Земљи.



● Свемир

**Нуклеарне реакције** су реакције у којима се мења језгро атома, па из једне врсте атома настаје друга врста.

## Да ли сте знали?

У звездама, укључујући и наше Сунце, налази се **водоник** који нуклеарним реакцијама даје хелијум и при томе се ослобађа велика количина енергије, коју ми примећујемо као светлост и топлоту.



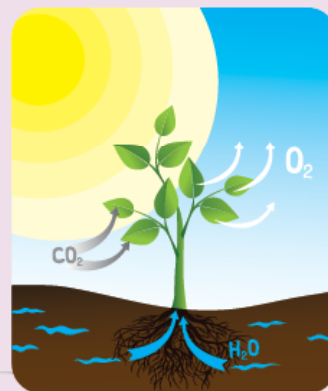
● Земља

Чак 99 запреминских % ваздуха чине неметали у елементарном стању и то 21% од укупне запремине ваздуха заузима кисеоник, а 78% азот. Поред тога што се налази у ваздуху, кисеоник се налази и у озонском омотачу, као троатомни молекула  $O_3$ .

Елементарни кисеоник у природи настаје у процесу фотосинтезе у биљкама.

## Да се подсетимо

**Фотосинтеза** је процес у коме биљке, уз помоћ биљног пигмента, хлорофила који се налази у зеленим листовима и уз помоћ светлости, трошећи воду (из земље) и угљеник(IV)-оксид ( $CO_2$ ) (из ваздуха), производе органске супстанце и елементарни кисеоник ( $O_2$ ).



● Фотосинтеза у биљкама



● Састав ваздуха



### Да ли сте знали?

Типичан **састав** удахнутог и издахнутог **ваздуха** приказан је у табели.

Гасови који улазе у састав ваздуха	Удахнути ваздух (запремински %)	Издахнути ваздух (запремински %)
Азот	78.0	78.0
Кисеоник	21.0	16.0
Аргон	0.9	0.9
Угљен-диоксид	0.04	4.0
Вода	променљиво	променљиво

У **Земљиној кори** кисеоник се налази у облику својих једињења. Најзаступљенији је елемент у Земљиној кори. Поред једињења кисеоника, у Земљиној кори се налазе и једињења других неметала. Кисеоник и водоник граде воду, која покрива велики део Земљине површине.

Неметали улазе у састав живих организама. Угљеник, водоник, азот, фосфор и сумпор, представљају основне градивне елементе једињења у живим организмима.

Велики број пластичних предмета које користимо у свакодневном животу изграђени су од једињења неметала. Размислите које предмете од пластике свакодневно користите? Како поступате са искоришћеним и употребљеним пластичним предметима и пластичним отпадом?

Кисеоник се у индустрији користи за реакције сагоревања. Користи се као ракетно гориво. У медицини се ваздух обогаћен кисеоником користи као помоћ при дисању. Ваздух обогаћен кисеоником се користи и у астронаутици и ронилаштву.



Примери пластичних предмета из свакодневног живота



Примена кисеоника у медицини



Примена кисеоника у роњењу



Аутогено заваривање

### Да ли сте знали?

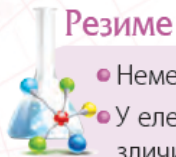
**Водоник** је савршено гориво са становишта заштите животне средине, с обзиром на то да сагоревањем производи воду, која не загађује средину. Интензивно се ради на развијању ефикасних поступака у којима се може произвести водоник који би се користио као гориво.



Водоник као ракетно гориво



Гасне боце са водоником



## Резиме

- Неметали, осим водоника, налазе се у десном горњем углу периодног система.
- У елементарном стању неметали се налазе у сва три агрегатна стања и имају различите боје.
- Везе између атома неметала су ковалентне.
- Неметали су слабо растворни у води и не проводе електрицитет (осим угљеника).
- Неметали се налазе у Земљиној кори, свемиру, у води, у живим организмима, и чине 99% укупне запремине ваздуха.
- Водоник је најраспрострањенији елемент у свемиру, док је кисеоник најзаступљенији на Земљи.

## Питања и задаци

1. Који неметал је најзаступљенији у:
  - а) свемиру? \_\_\_\_\_
  - б) Сунцу? \_\_\_\_\_
  - в) Земљиној кори? \_\_\_\_\_
  - г) ваздуху? \_\_\_\_\_
2. Наведи најмање два физичка својства по којима се разликују метали и неметали.
3. Наведи најмање пет пластичних предмета које користиш у свакодневном животу.
4. Која врста хемијске везе настаје између атома сумпора и атома кисеоника, а која између два атома флуора?
5. Прикажи електронским формулама грађење молекула водоника и кисеоника.
6. Израчунај масу 5 молова молекула  $H_2$ .
7. Колико се молова воде добија у реакцији 5 молова кисеоника са водоником?
8. Колико се молова воде добија у реакцији 50 g кисеоника са водоником?

# ХЕМИЈСКА СВОЈСТВА НЕМЕТАЛА



## Кључно

- грађење киселина
- кисели оксиди и њихове киселине
- својства киселина

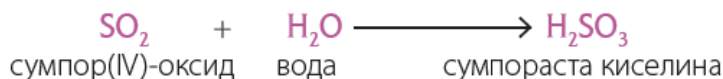
## Грађење киселина

На почетку смо видели да неметали имају различита физичка својства и да их је тешко сврстати у исту групу на основу истих физичких својстава. Међутим, сви неметали имају слична хемијска својства. Заједничко хемијско својство неметала је њихова способност да **граде киселине**. У реакцијама неметала са кисеоником настају оксиди. Неки од оксида неметала реагују са водом и при томе граде киселине. То својство, да могу да граде киселине, разликује их од осталих елемената у периодном систему. Међутим, не граде сви оксиди неметала киселине. Оксиди који граде киселине зову се **кисели оксиди**.

неметали + кисеоник  $\longrightarrow$  оксид



оксиди + вода  $\longrightarrow$  киселине



Оксиди	Киселине
SO <sub>2</sub> сумпор(IV)-оксид	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> (сумпораста)
SO <sub>3</sub> сумпор(VI)-оксид	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (сумпорна)
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (азот(V)-оксид)	HNO <sub>3</sub> (азотна)
CO <sub>2</sub> (угљеник(IV)-оксид)	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (угљена)

Табела 2.2. Примери киселих оксида и њихових киселина

Више примера киселих оксида и одговарајућих киселина се налази у поглављима о појединим неметалима.

Киселине могу настати и у реакцији водоника са неметалима.

Хлор реагује са водоником и гради гас хлороводоник, који је у воденом раствору хлороводонична киселина.



51

## Лабораторијска вежба

Доказивање  
киселости  
неорганских  
киселина помоћу  
лакмус хартије

## Својства киселина

Заједничко својство киселина је да боје лакмус хартију у црвено. Раствори киселина проводе електрицитет. Киселине реагују са већином метала и у тој реакцији се ослобађа водоник.

Хлороводонична киселина реагује са цинком и гради водоник.



Међутим, киселине имају и низ других заједничких својстава, као што је грађење соли. О томе ћете више сазнати у поглављу *Соли*.

## Демонстрациони оглед

## Испитивање електропроводљивости дестиловане воде и хлороводоничне киселине

**Прибор и посуђе:** две чаше, струјно коло

**Супстанце:** дестилована вода, разблажени раствор хлороводоничне киселине

**Ток рада:** У једну чашу сипати дестиловану воду, а у другу разблажени раствор хлороводоничне киселине. Проверити електропроводљивост оба раствора.

**Опажање:** Дестилована вода не проводи електрицитет, док раствор хлороводоничне киселине проводи. Разлог је у томе што се хлороводонична киселина у воденом раствору разлаже на јоне, позитивне јоне  $\text{H}^+$  и негативно наелектрисане  $\text{Cl}^-$  јоне.



## Да ли сте знали?

Како настају киселе кише?

Слика илуструје пут киселих киша у нашем окружењу. Угљен-диоксид ( $\text{CO}_2$ ) и азот(IV)-оксид ( $\text{NO}_2$ ) се испуштају у ваздух, при чему се у контакту са влагом у ваздуху претварају у киселине које се могу пренети на велике удаљености. Када ове киселине падају на земљу, могу изазвати штетне ефекте на земљиште, шуме, потоке и језера.



● Киселе кише

**Да ли сте знали?**

**Витамин Ц** је киселина. Назива се аскорбинска киселина.

**Да ли сте знали?**

У нашем желуцу се налази **хлороводонична киселина** која има улогу у варењу хране, а убија и бактерије.

**Резиме**

- Неметали имају хемијско својство да реагују са кисеоником и граде киселе оксиде.
- Кисели оксиди са водом граде киселине.
- Једно од својстава киселина је да лакмус хартију боје у црвено.
- Киселине у реакцији са неким металима ослобађају водоник.

**Питања и задаци**

1. Како се називају оксиди који са водом граде киселине?
2. Доврши једначину реакције.  

$$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \underline{\hspace{2cm}}$$
3. Допуни једначину реакције.  

$$\underline{\hspace{2cm}} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{HCl}$$
4. Доврши реченицу.  
 Киселине боје плаву лакмус хартију у \_\_\_\_\_ боју.
5. Напиши једначину реакције хлороводоничне киселине са цинком.
6. Израчунај масени удео сумпора у сумпорној киселини.
7. Колико се грама сумпорасте киселине добија из 52 g сумпор-диоксида?
8. Израчунај масу чисте сумпорне киселине која се налази у 200 g 10% раствора сумпорне киселине.

# ХАЛОГЕНИ ЕЛЕМЕНТИ

## Кључно

- физичка својства халогених елемената
- налажење халогених елемената у природи
- реакције халогених елемената
- примена халогених елемената

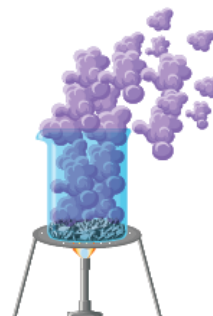
**Сублимација** је прелазак из чврстог стања у гасовито стање.



• Морска вода

## Физичка својства халогених елемената

Елементи 17. групе су познати као халогени елементи. Неметали у 17. групи су **флуор**, **хлор**, **бром** и **јод**. Флуор и хлор су отровни гасови. Бром је отровна, испарљива течност. Јод је чврста супстанца. Загревањем, јод може да сублимира, прелази директно из чврстог у гасовито агрегатно стање и притом формира густ облак љубичасте паре.



• Сублимација јода

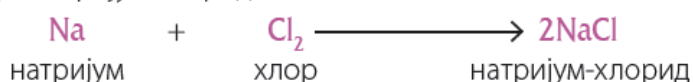
## Налажење у природи

Халогени елементи су међу најреактивнијим неметалима. Због тога се у природи налазе само у облику својих једињења. Халогених елемената има у земљишту и у морској води. Велике количине хлора се налазе и у морској води у облику соли, хлорида.

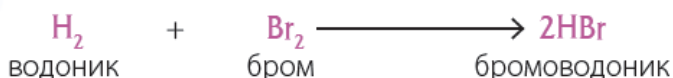
## Реакције халогених елемената

Флуор је најреактивнији од свих неметала. Гради једињења са свим елементима, чак и са племенитим гасовима, изузев хелијума, неона и аргона. Реактивност халогених елемената се смањује у групи, па је тако јод најмање реактиван од свих халогених неметала. Халогени елементи граде јонске везе са металима, а ковалентне везе са неметалима.

Халогени елементи реагују са већином метала и формирају соли у којима постоји **јонска веза**. На пример, хлор реагује са натријумом и формира натријум-хлорид.



Са неметалима халогени елементи граде молекуле са **ковалентним везама**. Халогени елементи реагују са водоником, градећи поларна ковалентна једињења. Ова **поларна ковалентна једињења** су безбојни гасови, осим флуороводоника који је течан.



Реакције водоника са флуором и хлором су толико брзе да изазивају експлозију, док су реакције са бромом и јодом спорије. Настала једињења, флуороводоник, хлороводоник, бромоводоник и јодоводоник се растварају у води и граде киселине.

Халогени елементи са кисеоником граде оксиде у којима могу имати различите валенце. Хлор гради оксиде у којима има валенце I, III, IV, V, VII.

Валенца хлора	Формула оксида
I	$\text{Cl}_2\text{O}$
III	$\text{Cl}_2\text{O}_3$
IV	$\text{ClO}_2$
V	$\text{Cl}_2\text{O}_5$
VII	$\text{Cl}_2\text{O}_7$

• Табела 2.3. Оксиди хлора

## Примена халогених елемената

Једињење флуора које има значајну примену јесте тефлон. То је пластика која се састоји од флуора и угљеника. Отпорна је на високе температуре. Има својство да се за њу не лепе намирнице, па се користи у производњи кухињских судова и опреме у хемијској индустрији. Флуориди се додају пастама за зубе да учине зубе отпорнијим.



● Тигањ од тефлона



● Флуориди у пасте за зубе



● Једињење хлора за пречишћавање воде



● Јод као антисептик

Велике количине хлора користе се за пречишћавање воде у водоводима и базенима, јер водени раствор хлора убија штетне бактерије. Једињења хлора користе се за избељивање одеће.

Јод је значајан за функцију штитне жлезде, па се калијум-јодид додаје кухињској соли како би се обезбедила довољна количина јода у исхрани. Сребро-јодид се користи у фотографији. Раствор јода у алкохолу је добар антисептик.

**Антисептици** су супстанце које убијају микроорганизме на ткиву или кожи и тиме спречавају инфекције.

### Резиме



- Халогени елементи су међу најреактивнијим неметалима. Флуор је најреактивнији неметал.
- Халогени елементи реагују са већином метала и формирају соли у којима постоји јонска веза.
- Халогени елементи реагују са неметалима и граде молекуле са ковалентном везом.
- Халогени елементи могу имати различите валенце у својим једињењима.
- Велике количине хлора се користе за пречишћавање воде у водоводима и базенима.

### Питања и задаци

1. У ком агрегатном стању се налазе неметали у 17. групи?
2. Шта је сублимација?
3. Где се у природи налазе халогени елементи?
4. Напиши једначину реакције бакра са хлором.
5. Шта се добија у реакцији хлора са водоником?
6. Напиши формулу хлор(III)-оксида и одреди масени удео кисеоника у овом оксиду.
7. Одреди процентни састав раствора који садржи 2 г бакар(II)-хлорида у 150 г раствора.
8. Колико је грама брома потребно за реакцију са водоником да би се добило 20 г бромоводоника?

# СУМПОР

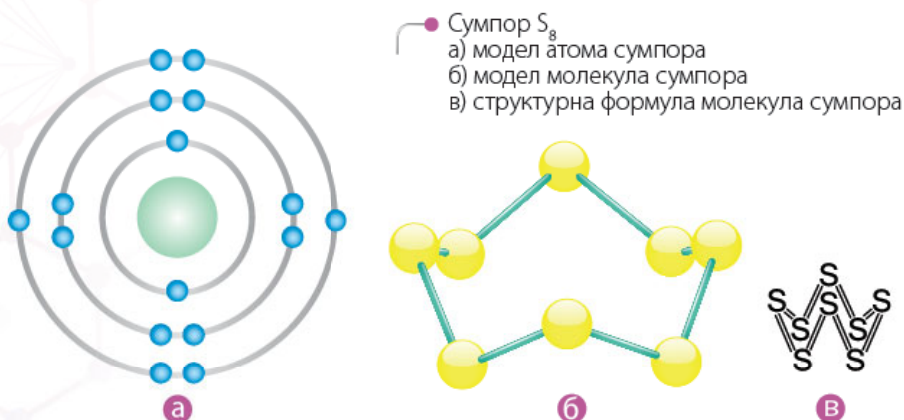
## Кључно

- елементарно стање сумпора
- алотропске модификације сумпора
- налажење сумпора у природи
- једињења и реакције сумпора
- примена сумпора

## Алотропске модификације

су различити облици истог елемента или једињења. У алотропским модификацијама постоји различит број атома у молекулу или постоји различит распоред у простору.

У **елементарном стању** сумпор је жута чврста супстанца. Сумпор се налази у трећој периоди и 16. групи периодног система. Има шест електрона у последњем (трећем) енергетском нивоу и има тежњу да гради везе са другим атомима. Стабилну електронску конфигурацију постиже грађењем два заједничка електронска пара. Елементарни сумпор гради молекуле  $S_8$ , који се састоје од осам атома повезаних ковалентним везама, где сваки атом сумпора гради две везе. Постоје две алотропске модификације, **ромбични и моноклинични сумпор**, које се међусобно разликују по начину на који су молекули распоређени у простору. Сумпор је нерастворан у води.



## Налажење сумпора у природи

Сумпор се у природи може наћи у елементарном стању. Поред тога, налази се у облику својих једињења у земљишту, као и у живим организмима.

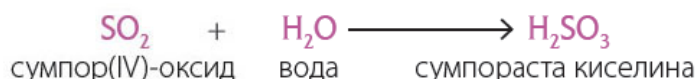
## Једињења и реакције сумпора

**Оксиди неметала** који са водом граде киселине зову се **кисели оксиди** или **анхидриди киселина**.

Сумпор је веома реактиван. Сагоревањем на ваздуху гради **сумпор(IV)-оксид**.



Сумпор(IV)-оксид је безбојан и отрован гас. У реакцији са водом даје **сумпорасту (сулфитну) киселину**.





## Демонстрациони оглед



## Сагоревање сумпора и настајање киселине

**Прибор и посуђе:** сахатно стакло, чаша, лакмус хартија плаве боје, упаљач

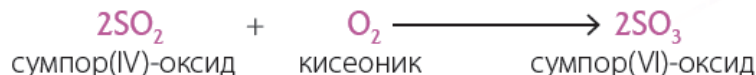
**Супстанце:** сумпор, вода

**Ток рада:** Малу количину сумпора ставити на сахатно стакло. Чашу са унутрашње стране навлажити водом и на унутрашњи зид ставити лакмус хартију плаве боје. Запалити сумпор на сахатном стаклу и поклопити сахатно стакло чашом.

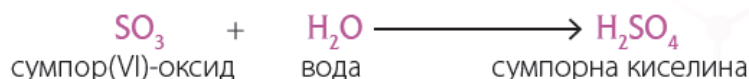
**Опажање:** Примећује се да сумпор сагорева светлоплавим пламеном, при чему настаје сумпор(IV)-оксид. После неког времена лакмус хартија поцрвени, што је доказ да је у реакцији сумпор(IV)-оксида са водом настала сумпораста киселина.

Сумпор(IV)-оксид је кисели оксид, јер са водом гради киселину. Валенца неметала је увек иста у оксиду и киселини. У овом случају сумпор има валенцу IV и у оксиду и у киселини.

Сумпор(IV)-оксид у реакцији са кисеоником даје **сумпор(VI)-оксид**.



Сумпор(VI)-оксид у реакцији са водом гради **сумпорну (сулфатну) киселину**.



Концентрирана сумпорна киселина има концентрацију 96%. То је безбојна, густа и опасна течност. У додиру са кожом изазива опекотине, а нагриза и тканине, дрво и метал.

Концентрирана сумпорна киселина се увек разблажује додавањем киселине у воду. Киселина се додаје постепено, уз стално мешање. **Никада се не додаје вода у киселину** (ВУК), јер тада долази до распрскавања смеше, услед наглог ослобађања велике количине топлоте.

У реакцији киселих оксида неметала са водом настаје киселина.



## Демонстрациони оглед



## Разблаживање концентроване сумпорне киселине

**Прибор и посуђе:** чаша, стаклени штапић, термометар, заштитне наочаре и заштитне рукавице

**Супстанце:** сумпорна киселина, вода

**Ток рада:** Оглед изводити са заштитним наочарима и заштитним рукавицама. У чашу сипати воду. Измерити температуру воде термометром. Стаклени штапић ставити у воду. Полако, у танком млазу дуж штапића додавати концентровану сумпорну киселину у воду и стакленим штапићем мешати настали раствор. Измерити температуру воде термометром.

**Опажање:** Раствор се загреје услед контакта сумпорне киселине са водом, што се може видети на основу измерених температура.

## Примена сумпора и његових једињења

Елементарни сумпор се користи у различитим областима живота. Користи се у пољопривреди и медицини, у производњи гума, барута, шибица и боја. Сумпор(IV)-оксид је отрован, нарочито за ниже организме, па се користи за дезинфекцију буради за вино и за дезинфекцију сувог воћа. Сумпорна киселина се производи и користи у великим количинама у индустрији. Користи се за производњу вештачких ђубрива, вештачких влакана, лекова, боја, експлозива и акумулатора.



• Капсуле са сумпором



• Вештачко ђубриво



• Сумпорна (акумулаторска) киселина



• Барут

### Резиме



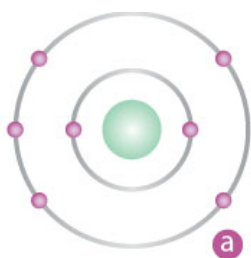
- Елементарни сумпор је жута, чврста супстанца.
- Сумпор се налази у 3. периоду и 16. групи периодног система.
- Сумпор се у природи налази у земљишту и у многим живим организмима.
- Сумпор гради сумпор(IV)-оксид ( $\text{SO}_2$ ) и сумпор(VI)-оксид ( $\text{SO}_3$ ). Ови оксиди у реакцији са водом граде киселине: сумпорасту ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ) и сумпорну киселину ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

### Питања и задаци

1. Заокружи тачан одговор. У елементарном стању сумпор је:
  - а) гас, без боје и мириса
  - б) чврста супстанца, жуте боје
  - в) течна супстанца, жуте боје
2. Из колико се атома састоји молекула сумпора? Напиши молекула сумпора.
3. Напиши једначину реакције сагоревања сумпора на ваздуху.
4. Напиши једначину реакције сумпор(VI)-оксида и воде. Како се назива производ ове реакције?
5. Израчунај колико се чисте сумпорне киселине налази у 120 г 30% раствора сумпорне киселине.
6. Напиши формулу сумпорасте (сулфитне) киселине и одреди њен кисели оксид.
7. Колико се молава сумпор(IV)-оксида добија у реакцији 4,3 мола кисеоника са сумпором?
8. Колико се грама сумпорне киселине добија у реакцији 25 г сумпор(VI)-оксида са водом?

# АЗОТ

**Елементарни азот** је гас без боје, мириса и укуса. Слабо је реактиван. По нереактивности је сличан племенитим гасовима. Веома мало се раствара у води. У елементарном стању азот се састоји од двоатомских молекула,  $N_2$ . У периодном систему азот се налази у другој периоди и у 15. групи, што значи да има пет електрона у другом енергетском нивоу. У двоатомским молекулима азота постоји тро-струка веза, јер на тај начин сваки атом азота постиже октет (стабилну електронску конфигурацију).



Азот:  
а) модел атома,  
б) електронска формула молекула,  
в) структурна формула молекула



## Кључно

- елементарно стање азота
- налажење азота у природи
- једињења и реакције азота
- примена азота



## Да ли сте знали?

Сатурнов месец **Титан** има атмосферу која је скоро у потпуности направљена од азота – запањујућих 98%.

## Налажење азота у природи

Елементарни азот је саставни део ваздуха. Као што је поменуто у поглављу *Неметали*, елементарни азот чини 78% ваздуха. У облику својих једињења азот је саставни део живих организама.

## Једињења и реакције азота

Азот у својим једињењима може имати различите валенце. Тако азот гради пет оксида у којима има валенце од један до пет.

Валенца азота	Формула оксида	Назив оксида
I	$N_2O$	Азот(I)-оксид Азот-субоксид
II	$NO$	Азот(II)-оксид Азот-моноксид
III	$N_2O_3$	Азот(III)-оксид Азот-триоксид
IV	$NO_2$	Азот(IV)-оксид Азот-диоксид
V	$N_2O_5$	Азот(V)-оксид Азот-пентоксид

Табела 2.4. Оксиди азота

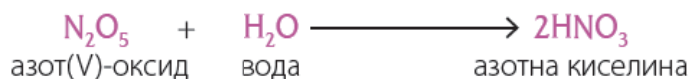


## Да ли сте знали?

**Азот-субоксид** је познат као „гас-смејавац“, јер код људи изазива смех. Користи се за анестезију.

Неки оксиди азота граде са водом киселине, а то су азот(III)-оксид, азот(IV)-оксид и азот(V)-оксид. Остали оксиди азота са водом не граде киселине.

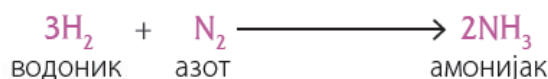
У реакцији азот(V)-оксида са водом настаје **азотна (нитратна) киселина**.



Азотна киселина је течност без боје, веома је отровна и у контакту са кожом изазива опекотине.

Оксиди азота могу да настану у ваздуху приликом електричног пражњења, а у контакту са влагом у атмосфери могу да произведу киселе кише.

У реакцији азота са водоником, при специфичним условима (при повишеној температури и притиску, и у присуству супстанци које убрзавају реакције) настаје **амонијак**.



Амонијак је гас без боје и оштрог мириса. Добро се раствара у води, јер је поларан, а добијени раствор је базан.

### Демонстрациони оглед

#### Базна својства воденог раствора амонијака

**Прибор и посуђе:** две епрувете, сталак за епрувете, црвена и плава лакмус хартија

**Супстанце:** амонијак

**Ток рада:** Сипати у две епрувете по мало разблаженог раствора амонијака. У раствор у једној епрувети додати црвену лакмус хартију, а у раствор у другој плаву лакмус хартију.

**Опажање:** Црвена лакмус хартија мења боју у плаву, што је доказ базних својстава.



## Примена азота и његових једињења

Азот се користи за конзервисање намирница, јер не реагује са намирницама и због тога оне остају непромењене. Азот преведен у течно стање се користи у медицини и за замрзавање намирница. У медицини течни азот се најчешће користи у дерматологији, за уклањање брадавица и разних промена насталих на кожи. Азотна киселина се користи за производњу вештачких ђубрива, експлозива и за пречишћавање метала.

Амонијак се користи за добијање вештачких ђубрива, азотне киселине, пластике, средстава за чишћење и експлозива.



• Замрзавање намирница уз течни азот



• Средства за чишћење стакла садрже амонијак

### Резиме



- Елементарни азот је гас без боје и мириса.
- Азот се налази у другој периоди и 15. групи периодног система елемената.
- Азот је слабо реактиван елемент.
- Елементарни азот чини 78% ваздуха.
- Азот гради једињења у којима има различите валенце. Због тога азот гради пет оксида.
- У реакцији азот(V)-оксида ( $N_2O_5$ ) са водом настаје азотна (нитратна) киселина ( $HNO_3$ ).
- У реакцији са водоником азот гради амонијак, гас без боје и оштрог мириса.
- Азот се користи за конзервисање намирница, азотна киселина има примену у производњи вештачких ђубрива, експлозива и пречишћавање метала.

### Питања и задаци

1. Атомски број азота је 7. На основу атомског броја азота распоредите електроне по нивоима и одредите групу и периоду.
2. Где се у природи налази азот у елементарном облику, а где у облику својих једињења?
3. Које валенце може имати азот у оксидима?
4. Напиши једначину реакције настајања азотне киселине у реакцији одговарајућег оксида са водом.
5. Одреди формулу оксида азота у коме азот има валенцу II.
6. Израчунај масени удео азота и кисеоника у азот(I)-оксиду.
7. Израчунај број молова азота који је потребан за добијање 7,4 мола амонијака.
8. Одреди процентну концентрацију раствора који у 70 g раствора има 15 g азотне киселине.

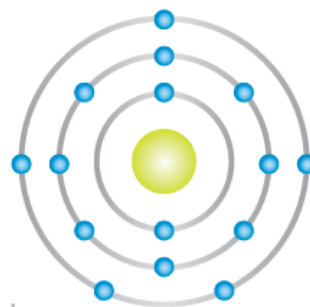


## Кључно

- физичка својства фосфора
- алотропске модификације фосфора
- налажење фосфора у природи
- реакције фосфора
- примена фосфора

# ФОСФОР

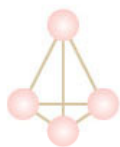
**Фосфор** се налази у другој периоди и 15. групи периодног система. Иако се налази у истој групи са азотом, фосфор има нека својства значајно различита од азота.



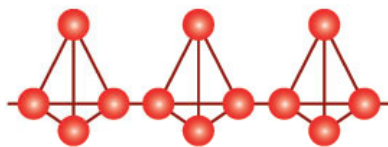
• Модел атома фосфора

## Алотропске модификације фосфора

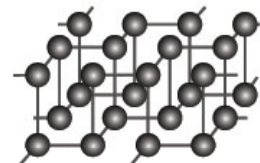
За разлику од елементарног азота, који је гасовита супстанца, фосфор је чврста супстанца и постоји у неколико алотропских модификација. **Бели фосфор** је воштана чврста супстанца која садржи молекуле  $P_4$ . Бели фосфор је веома реактиван и распрскава се у пламену.



бели фосфор



црвени фосфор



црни фосфор

• Алотропске модификације фосфора

**Црвени фосфор** је обично аморфна чврста супстанца. За разлику од белог фосфора, црвени фосфор се не пали лако на ваздуху. **Црни фосфор** је најстабилнија алотропска модификација. Услед загревања и излагања високом притиску, фосфор прелази из једне алотропске модификације у другу.

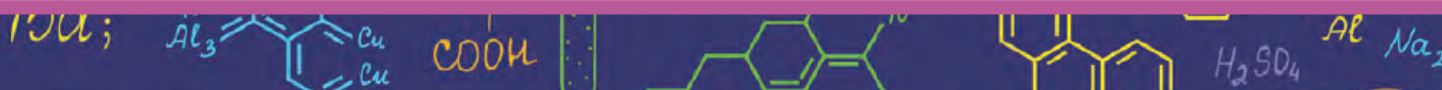
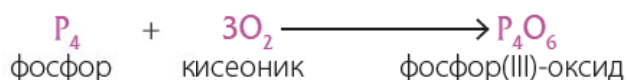
## Налажење у природи

У природи се фосфор налази у земљишту, у облику својих једињења. С обзиром на то да се фосфор налази у биомолекулима, њега има и у живим организмима.

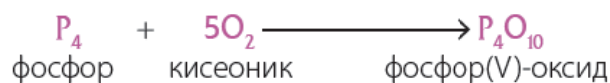
## Хемијска својства фосфора

Слично као азот и сумпор, фосфор у својим једињењима може имати различите валенце и гради киселе оксиде.

Непотпуним сагоревањем у ограниченој количини кисеоника ствара се **фосфор(III)-оксид**,  $P_4O_6$ .



Потпуним сагоревањем фосфора на ваздуху настаје **фосфор(V)-оксид**,  $P_4O_{10}$ .



У реакцији са водом фосфор(V)-оксид гради **фосфорну (фосфатну) киселину**.



Слично азоту, фосфор гради једињење са водоником, **фосфин**  $PH_3$ . Ово једињење је гасовита отровна супстанца.



Фосфор на кутији од шибица и на шибицама

## Примена фосфора

Фосфор се користи у пиротехници, димним бомбама, производњи челика и легура. Црвени фосфор помешан са песком користи се као трака на кутијама шибица. Једињења фосфора се додају детерџентима како би појачали ефикасност детерџената. С обзиром на то да је фосфор веома важан за раст биљака, велика количина једињења фосфора се користи у производњи вештачких ђубрива.



Вештачко ђубриво богато фосфором

## Резиме



- Елементарни фосфор гради неколико алотропских модификација.
- Фосфор се у природи налази у облику својих једињења у земљишту и у живим организмима.
- Са кисеоником гради фосфор(III)-оксид и фосфор(V)-оксид.
- Фосфор(V)-оксид са водом гради фосфорну (фосфатну) киселину.
- Фосфор и његова једињења имају примену у пиротехници, у производњи детерџената и вештачких ђубрива.

## Питања и задаци

1. У ком агрегатном стању се налази фосфор?
2. Наведи алотропске модификације фосфора.
3. Где се у природи налази фосфор?
4. Напиши једначину реакције настајања фосфор(III)-оксида.
5. Шта се добија у реакцији фосфор(V)-оксида са водом?
6. Напиши формулу фосфорне (фосфатне) киселине и одредити масени удео фосфора у овој киселини.
7. Одреди процентни састав раствора који садржи 3 g фосфорне (фосфатне) киселине у 200 g раствора.
8. Колико је грама фосфора потребно за реакцију са кисеоником да би се добило 8 g фосфор(V)-оксида?

# УГЉЕНИК

## Кључно

- алотропске модификације угљеника
- налажење угљеника у природи
- добијање угљеника
- органска хемија
- неорганска једињења угљеника и реакције
- примена угљеника
- глобално загревање

Угљеник се у периодном систему налази у другој периоди и 14. групи. Има четири електрона у другом енергетском нивоу. Стабилну електронску конфигурацију постиже грађењем четири заједничка електронска пара.



• Модел атома угљеника

**Фулерени** су класа једињења у којима атоми угљеника граде молекуле који имају сферне, елипсоидне или облике цеви. Откривени су крајем двадесетог века.

## Алотропске модификације угљеника

Елементарни угљеник постоји у три алотропске модификације: графит, дијамант и фулерени. Поред тога, постоји и аморфни угљеник који се налази у угљу и чађи и представља смешу ситних честица које могу имати структуре сличне графиту, дијаманту или фулеренима.

**Дијамант** је чврста безбојна супстанца. То је најтврђи природни минерал. Не проводи електрицитет, као и остали неметали.



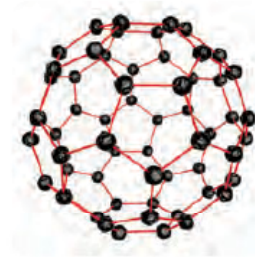
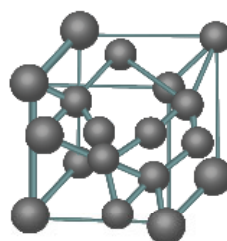
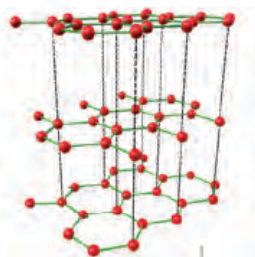
• Дијамант

**Графит** је чврста мекана супстанца, црне боје. Дobar је проводник електрицитета, за разлику од других неметала.



• Графит

У дијаманту један атом угљеника гради четири везе са суседним атомима угљеника, и на тај начин постиже стабилну електронску конфигурацију. У графиту је један атом угљеника повезан са три суседна атома угљеника ковалентним везама. Његова тежња за грађењем четири везе се задовољава грађењем двоструких веза између атома угљеника. У графиту се формирају слојеви у којима је сваки угљеник повезан са три друга угљеника, а слојеви су међусобно повезани везама које су слабије од ковалентних веза.



• Структуре графита, дијаманта и фулерена

Разлике у својствима графита и дијаманта потичу од начина на који су атоми угљеника повезани. Графит је релативно мекан јер везе између слојева нису јаке. С друге стране, све везе у дијаманту су јаке ковалентне везе, и то дијаманту даје велику чврстину.



## Налажење угљеника у природи

У елементарном облику, угљеник се у природи налази у облику дијаманта, графита и фулерена. Угљеник се, у облику својих једињења, налази у угљу, у нафти, у земном гасу и у стенама. Налази се и у ваздуху, као угљен-диоксид. Угљеник је саставни део свих живих организама, јер има способност грађења огромног броја органских једињења која изграђују живе организме. Органска једињења проучава **органска хемија**.

## Неорганска једињења угљеника са кисеоником

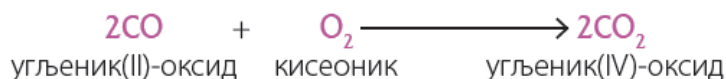
Угљеник гради два оксида у којима има валенцу II и валенцу IV, угљеник(II)-оксид, CO (**угљен-моноксид**), и угљеник(IV)-оксид, CO<sub>2</sub> (**угљен-диоксид**).

Непотпуним сагоревањем угљеника (сагоревањем у недовољној количини ваздуха), настаје **угљеник(II)-оксид**.



Угљеник(II)-оксид је веома отрован гас, без боје, мириса и укуса. Удишање већих количина угљеник(II)-оксида изазива смрт. Настаје као један од производа непотпуног сагоревања у моторима аутомобила. Не раствара се у води и не реагује са водом, дакле, не може да гради киселину.

Сагоревањем CO или потпуним сагоревањем угљеника настаје **угљеник(IV)-оксид**.



Угљеник(IV)-оксид је гас без боје и мириса и налази се у ваздуху. У природи настаје сагоревањем органских супстанци, првенствено фосилних горива (угаљ, нафта, земни гас) и у процесу дисања живих организама.

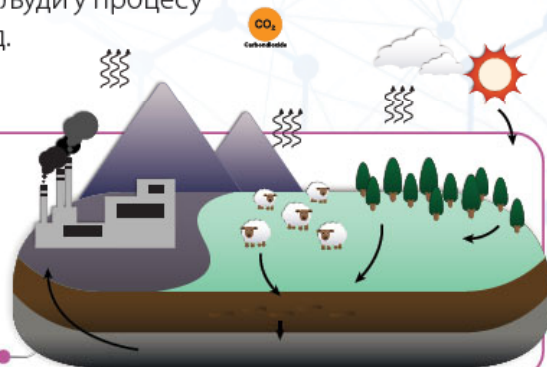
Угљеник(IV)-оксид се у природи троши у реакцијама фотосинтезе у биљкама. Биљке у процесу фотосинтезе троше угљеник(IV)-оксид из ваздуха, а ослобађају кисеоник. С друге стране, животиње и људи у процесу дисања троше кисеоник, а ослобађају угљеник(IV)-оксид.



### Да ли сте знали?

Сагоревањем великих количина фосилних горива ослобађа се више угљеник(IV)-оксида него што се троши у процесима фотосинтезе, па се концентрација угљеник(IV)-оксида у ваздуху повећава. То доводи до **ефекта стаклене баште** и до **глобалног загревања**.

Кружење угљеника у природи



### Да ли сте знали?

**Суви лед** је угљен-диоксид у чврстом стању. На веома ниским температурама, температурама испод  $-78,5\text{ }^\circ\text{C}$ , угљен-диоксид је у чврстом стању. На собној температури директно прелази у гасовито стање, па не оставља никакав траг течности.



## Настајање угљен-диоксида и његова својства

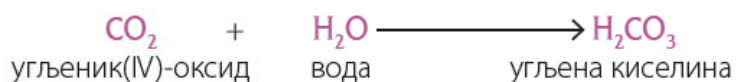
**Прибор и посуђе:** стаклена чаша, две свеће различитих висина, упаљач

**Супстанце:** сода бикарбона, сирћетна киселина

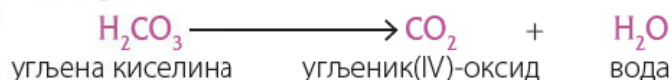
**Ток рада:** У стаклену чашу се сипа 60 g соде бикарбоне и ставе се две свеће, различитих висина. Свеће се запале. Дуж зида се сипа 36 милилитара сирћетне киселине, врло пажљиво да се не угасе свеће.

**Опажање:** У реакцији соде бикарбоне и сирћетне киселине развијају се мехурићи, то је гасовити угљен-диоксид ( $\text{CO}_2$ ). После неког времена се угаси нижа свећа, а мало касније и виша свећа. Ово указује да угљен-диоксид не помаже горење и да је тежи од ваздуха.

Угљеник(IV)-оксид се раствара у води и реагује са водом градећи **угљену (карбонатну) киселину**.



Угљена киселина није стабилна и разлаже се на угљен-диоксид ( $\text{CO}_2$ ) и воду ( $\text{H}_2\text{O}$ ).



У природним водама, укључујући мора и океане, растворена је мала количина угљеник(IV)-оксида.

Угљеник, слично другим неметалима, гради једињења са водоником. Једињења угљеника и водоника проучавају се у органској хемији.

## Примена угљеника и његових једињења

Примена графита и дијаманта зависи од њихових својстава. Графит се због своје мекоће и црне боје користи у оловкама за писање. Користи се за електроде, јер је добар проводник, а користи се и за посуде за ливење метала.



● Графитне оловке



● Графитне електроде

Дијамант се због лепог преламања светлости користи за накит, а због тврдоће за сечење и брушење тврдих материјала. Због тврдоће се користи и у стоматологији.

Угљеник(IV)-оксид се користи у газираним пићима и у апаратима за гашење пожара.



• Дијамантске бургије



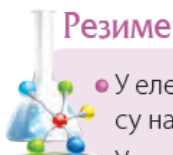
• Дијамантски накит



• Газирано пиће садржи угљеник(IV)-оксид



• Апарат за гашење пожара садржи угљеник (IV)-оксид



### Резиме

- У елементарном стању угљеник гради неколико алотропских модификација, од којих су најзначајније дијамант и графит.
- У периодном систему угљеник се налази у другој периоди и 14. групи.
- Угљеник је саставни део живих организама јер гради велики број органских једињења.
- Са кисеоником гради угљеник(IV)-оксид ( $\text{CO}_2$ ), који у реакцији са водом гради угљену (карбонатну) киселину ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ).

### Питања и задаци

1. Наведи алотропске модификације угљеника, као и њихове карактеристике.
2. Шта се добија непотпуним сагоревањем угљеника?
3. Напиши једначине реакција настајања угљеник(IV)-оксида.
4. Напиши једначину реакције распадања угљене киселине.
5. Наведи примену графита и угљеник(IV)-оксида.
6. Ако је укупан број елементарних честица у неком атому 18, од чега је број неутрона 6, колики је атомски и масени број елемента?
7. Колико је молова кисеоника потребно за потпуно сагоревање 3,5 молова угљеника?
8. Колико грама угљене киселине ће настати у реакцији 50 g угљеник(IV)-оксид и 100 g воде?

## Испитивање физичких својстава неметала

**Прибор и посуђе:** девет епрувета, кашичице, шпиритусна лампа, заштитне наочаре, заштитне рукавице, сталак за епрувете, мензура

**Супстанце:** сумпор, јод, акривни угаљ, вода, угљен-дисулфид, *n*-хексан

**Ток рада:**

### 1 Растворљивост у води и густина у односу на воду

У једну епрувету сипати на врх кашичице сумпора, у другу на врх кашичице јода, а у трећу на врх кашичице активног угља. У прву епрувету сипати 3–4 cm<sup>3</sup> воде, протрести и посматрати. Исто урадити са другом и трећом епруветом. Опажања убележити у табелу.

### 2 Растворљивост у неполарним растварачима

У једну епрувету сипати на врх кашичице сумпора, у другу на врх кашичице јода, а у трећу на врх кашичице активног угља. У прву епрувету сипати 3–4 cm<sup>3</sup> неполарног растварача угљен-дисулфида, протрести и посматрати (користити заштитне наочаре и заштитне рукавице). Овај део огледа треба изводити у дигестору или поред отвореног прозора. У другу епрувету сипати 3–4 cm<sup>3</sup> неполарног растварача *n*-хексана, протрести епрувету и посматрати. Исто поновити са трећом епруветом. Опажања убележити у табелу.

### 3 Загревање

У три епрувете сипати на врх кашичице сумпора, јода и активног угља. Једну по једну епрувету пажљиво загревати на пламену шпиритусне лампе. Епрувету у којој је јод треба загревати у дигестору или поред отвореног прозора. Опажања убележити у табелу.

Елемент	Сумпор	Јод	Угљеник
Агрегатно стање			
Боја			
Мирис			
Растворљивост у води			
Густина у односу на воду			
Растворљивост у неполарним растварачима			
Понашање на повишеној температури			

## Лабораторијска вежба

## Доказивање киселости неорганских киселина помоћу лакмус хартије

**Прибор:** лакмус хартије плаве и црвене боје, стаклени штапић

**Супстанце:** разблажен раствор хлороводоничне киселине, разблажен раствор сумпорне киселине, разблажен раствор азотне киселине

**Ток рада:**

- По неколико капи разблаженог раствора хлороводоничне киселине стакленим штапићем ставити на лакмус хартију плаве боје и на лакмус хартију црвене боје.
- По неколико капи разблаженог раствора сумпорне киселине стакленим штапићем ставити на лакмус хартију плаве боје и на лакмус хартију црвене боје.
- По неколико капи разблаженог раствора азотне киселине стакленим штапићем ставити на лакмус хартију плаве боје и на лакмус хартију црвене боје.

**Опажања:** У сва три случаја лакмус хартија плаве боје мења боју у црвену, док се са лакмус хартијом црвене боје не дешава никаква промена.



- Приказ како се плава лакмус хартија боји у црвено



- Хлороводонична, сумпорна, и азотна киселина

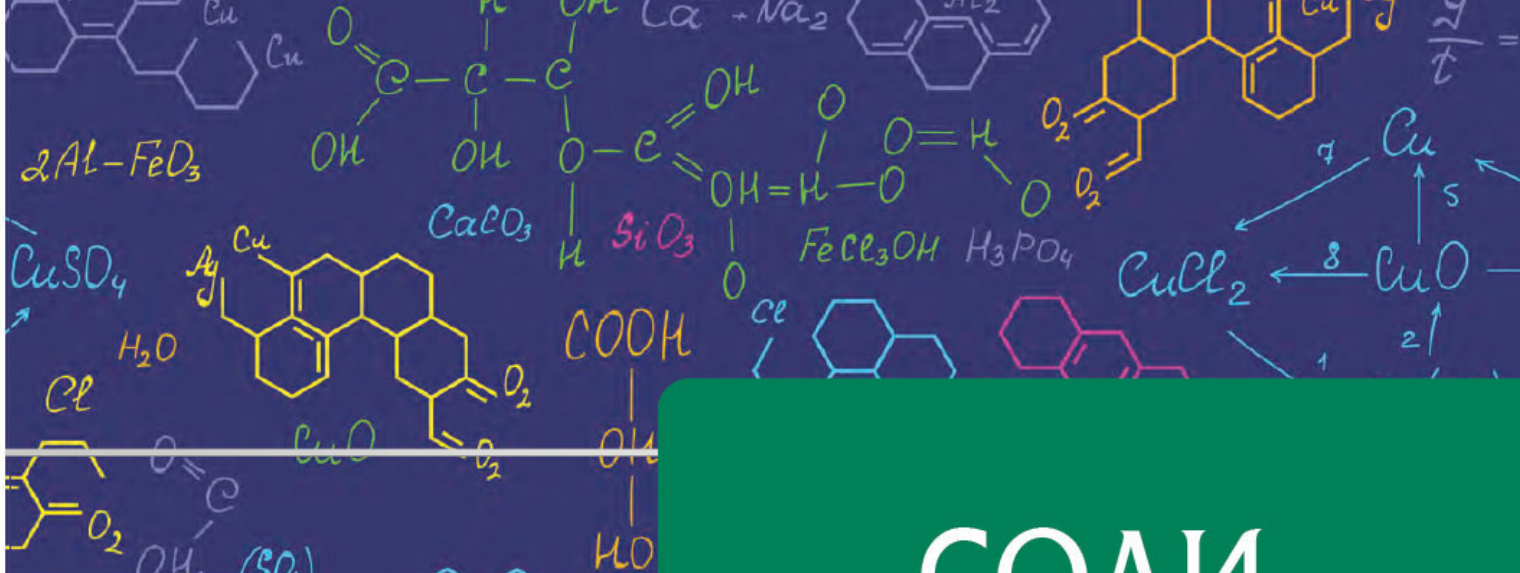
Вилијам Ремзи  
(1852–1916)



Вилијам Ремзи био је пореклом шкотски хемичар. У својим научним истраживањима, открио је нове хемијске елементе – **племените гасове**. Ремзи је испитивао молекулски састав чистих течности и доказао је да се хелијум ствара при радиоактивном распадању радијума. Од племенитих гасова најпре је открио аргон, потом хелијум, неон, криптон, ксенон и радон. За откриће племенитих гасова, 1904. године добио је Нобелову награду у области хемије.

У својим предавањима истакао је:

*Најлеменија вежба ума, која највише одговара квалифицираној особи, јесте учење.*



# СОЛИ

- Писање формула и назива соли
- Реакције добијања соли
- Дисоцијација соли
- Физичка и хемијска својства соли
- Примена соли
- Налажење соли у природи

# СОЛИ

## Кључно

- налажење соли у природи
- формуле и називи соли
- физичка и хемијска својства соли
- примена соли

Најзначајније класе неорганских једињења су оксиди, киселине, хидроксиди и **соли**.

Соли су неорганске супстанце са којима се често срећемо у свакодневном животу. Сигурно је најпознатија кухињска со. Поред тога, соли су и сода бикарбона, гипс, кречњак и плави камен.



• Кухињска со

• Сода бикарбона

• Гипс

## Налажење соли у природи

Соли има у земљишту. Растворене соли се налазе у свим природним водама, а има их и у живим организмима.



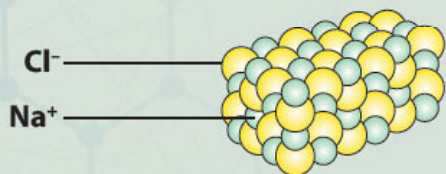
• Мртво море са наслагама соли



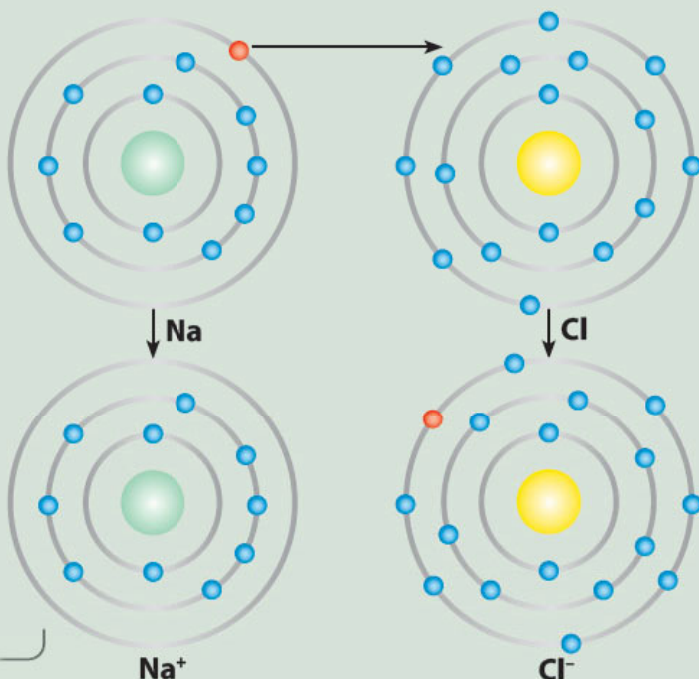
• Животињска кост садржи соли

## Да се подсетимо

**Јонска једињења** су једињења у којима постоји јонска веза и састоје се од позитивно наелектрисаних јона (катјона) и негативно наелектрисаних јона (анјона).



Модел атома и јона у грађењу јонске везе





Соли су јонска једињења код којих је катјон јон метала (мада има неких изузетака), а анјон је киселински остатак. **Киселински остатак** је оно што се добије када се из молекула киселине одузме један или више атома водоника.

Назив киселине	Формула киселине	Формула киселинског остатка (анјона соли)	Валенца киселинског остатка (анјона соли)	Назив соли
Сумпорна (сулфатна) киселина	$\text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{SO}_4^{2-}$	II	сулфат
Сумпораста (сулфитна) киселина	$\text{H}_2\text{SO}_3$	$\text{SO}_3^{2-}$	II	сулфит
Азотна (нитратна) киселина	$\text{HNO}_3$	$\text{NO}_3^-$	I	нитрат
Азотаста (нитритна) киселина	$\text{HNO}_2$	$\text{NO}_2^-$	I	нитрит
Угљена (карбонатна) киселина	$\text{H}_2\text{CO}_3$	$\text{CO}_3^{2-}$	II	карбонат
Фосфорна (фосфатна) киселина	$\text{H}_3\text{PO}_4$	$\text{PO}_4^{3-}$	III	фосфат
Хлороводонична (хлоридна) киселина	$\text{HCl}$	$\text{Cl}^-$	I	хлорид

Табела 3.1. Примери киселинских остатака (анјона соли) и називи соли

## Писање формула соли

У формулама соли прво се наводи метал, па онда киселински остатак. За писање формула је неопходно да знамо валенцу метала (катјона) и валенцу киселинског остатка (анјона).

### Да се подсетимо

**Метали 1. групе** имају валенцу један (I), метали 2. групе валенцу два (II), а метали 3. групе валенцу три (III).

**Прелазни метали** могу имати неколико валенци. На пример, гвожђе има валенце два и три, а бакар један и два.

Валенца анјона киселинског остатка једнака је броју атома водоника који за себе веже анјон киселинског остатка (види Табелу 3.1). Валенца катјона метала, као и код анјона киселинског остатка, бројчано је једнака наелектрисању.

Формулу соли пишемо поштујући правило да је збир валенци метала и збир валенци киселинског остатка исти. Уколико су валенце метала и киселинског остатка исте, један метал се везује за један киселински остатак. У табели има много таквих примера. Неки од њих су:  $\text{NaCl}$  (натријум-хлорид),  $\text{CaSO}_4$  (калцијум-сулфат),  $\text{FeCO}_3$  (гвожђе(II)-карбонат) и  $\text{AlPO}_4$  (алуминијум-фосфат).

Уколико валенце метала (катјон) и киселинског остатка (анјона) нису исте, формуле се одређују уз помоћ најмањег заједничког садржиоца (НЗС) валенци метала и анјона. Број атома метала у формули се добија тако што се НЗС подели валенцом метала. Број анјона у формули се добија тако што се НЗС подели валенцом анјона.

### Писање формуле магнезијум-нитрата, $Mg(NO_3)_2$

Валенца  $Mg^{2+} = II$       Валенца  $NO_3^- = I$

Најмањи заједнички садржалац за валенце:  $HЗC (II, I) = 2$

Број атома магнезијума:  $HЗC / \text{валенца} = 2/2 = 1$

Број нитратних група:  $HЗC / \text{валенца} = 2/1 = 2$

Формула магнезијум-нитрата је  $Mg(NO_3)_2$

### Писање формуле калцијум-фосфата, $Ca_3(PO_4)_2$

Валенца  $Ca^{2+} = II$       Валенца  $PO_4^{3-} = III$

Најмањи заједнички садржалац за валенце:  $HЗC (II, III) = 6$

Број атома калцијума:  $HЗC / \text{валенца} = 6/2 = 3$

Број фосфатних група:  $HЗC / \text{валенца} = 6/3 = 2$

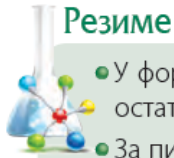
Формула калцијум-фосфата је  $Ca_3(PO_4)_2$

### Писање назива соли

Код састављања назива соли прво се пише име метала, а затим име киселинског остатка, које се изводи из имена киселине (табела 3.1). У случају да метал гради једињења са различитим валенцама, поред имена метала треба додати у загради и валенцу метала, као што је у табели приказано на примеру гвожђе(II)-карбоната.

Формула катјона	Валенца катјона	Формула анјона	Валенца анјона	Формула соли	Назив соли
$Na^+$	I	$Cl^-$	I	$NaCl$	натријум-хлорид
$Mg^{2+}$	II	$Cl^-$	I	$MgCl_2$	магнезијум-хлорид
$Al^{3+}$	III	$Cl^-$	I	$AlCl_3$	алуминијум-хлорид
$K^+$	I	$NO_2^-$	I	$KNO_2$	калијум-нитрит
$Ca^{2+}$	II	$NO_2^-$	I	$Ca(NO_2)_2$	калцијум-нитрит
$K^+$	I	$NO_3^-$	I	$KNO_3$	калијум-нитрат
$Mg^{2+}$	II	$NO_3^-$	I	$Mg(NO_3)_2$	магнезијум-нитрат
$Al^{3+}$	III	$NO_3^-$	I	$Al(NO_3)_3$	алуминијум-нитрат
$K^+$	I	$SO_3^{2-}$	II	$K_2SO_3$	калијум-сулфит
$Zn^{2+}$	II	$SO_3^{2-}$	II	$ZnSO_3$	цинк-сулфит
$Na^+$	I	$SO_4^{2-}$	II	$Na_2SO_4$	натријум-сулфат
$Ca^{2+}$	II	$SO_4^{2-}$	II	$CaSO_4$	калцијум-сулфат
$Al^{3+}$	III	$SO_4^{2-}$	II	$Al_2(SO_4)_3$	алуминијум-сулфат
$Na^+$	I	$CO_3^{2-}$	II	$Na_2CO_3$	натријум-карбонат
$Fe^{2+}$	II	$CO_3^{2-}$	II	$FeCO_3$	гвожђе(II)-карбонат
$Na^+$	I	$PO_4^{3-}$	III	$Na_3PO_4$	натријум-фосфат
$Ca^{2+}$	II	$PO_4^{3-}$	III	$Ca_3(PO_4)_2$	калцијум-фосфат
$Al^{3+}$	III	$PO_4^{3-}$	III	$AlPO_4$	алуминијум-фосфат

Табела 3.2. Примери соли, њихове формуле и називи



## Резиме

- У формулама и називима соли прво се наводи метал, па онда киселински остатак.
- За писање формула соли је неопходно да знамо валенцу метала (катјона) и валенцу киселинског остатка (анјона).
- Збир валенци метала и збир валенци киселинског остатка треба да има исте вредности у формули соли.
- У називу соли, ако метал гради једињења са различитим валенцама, поред имена метала треба додати у загради и валенцу метала.

## Питања и задаци

1. Где се соли налазе у природи?
2. Од чега се састоје соли?
3. Повежи назив соли са њеном формулом:
 

цинк-сулфит ●	● $Mg(NO_3)_2$
калијум-нитрит ●	● $Ca_3(PO_4)_2$
натријум-хлорид ●	● $ZnSO_3$
калцијум-фосфат ●	● $NaCl$
магнезијум-нитрат ●	● $KNO_2$
4. Напиши формуле магнезијум-фосфата, алуминијум-хлорида и литијум-карбоната.
5. Израчунај масени удео натријума у натријум-фосфату.
6. Израчунај масени удео калцијума у калцијум-фосфату.
7. Израчунај процентни састав раствора ако је 30 g калијум-нитрата растворено у 120 g воде.
8. Колико је грама магнезијум-хлорида потребно за прављење 70 g 2% раствора?



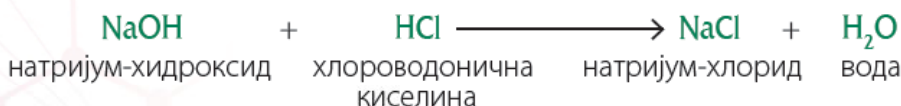
## Кључно

- неутрализација
- киселе соли
- базне соли

# ДОБИЈАЊЕ СОЛИ

## Реакција киселине и базе

Соли се добијају у реакцији киселине и базе. Када се водени раствори киселине и базе помешају, добијају се со и вода. Водени раствор хлороводоничне киселине је кисео (боји лакмус хартију у црвено), док је водени раствор натријум-хидроксида базан (боји лакмус хартију у плаво). Кад се ова два раствора помешају, добија се неутралан раствор, па се зато ова реакција назива **реакција неутрализације** или **неутрализација**.



## Демонстрациони оглед



### Реакција неутрализације хлороводоничне киселине и натријум-хидроксида

**Прибор и посуђе:** две чаше, црвена и плава лакмус хартија, стаклени штапић, сахатно стакло, шпиритусна лампа, мензура

**Супстанце:** раствор натријум-хидроксида, раствор хлороводоничне-киселине

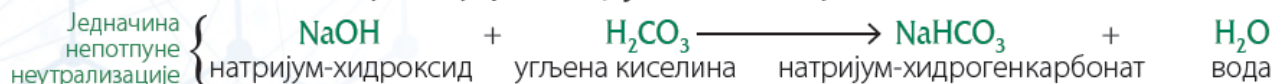
**Ток рада:** У једну чашу сипајте 20 cm<sup>3</sup> 10% раствора натријум-хидроксида. Црвеном лакмус хартијом проверити базност раствора. У другу чашу сипати 20 cm<sup>3</sup> 10% раствора хлороводоничне киселине и плавом лакмус хартијом проверити киселост раствора. Помешајте ова два раствора. Кисело-базна својства раствора проверите црвеном и плавом лакмус хартијом. Неколико капи овог раствора пренесите стакленим штапићем на сахатно стакло и загрејте изнад пламена да вода испари.

**Опажања:** Раствор добијен мешањем не мења боју ни плаве ни црвене лакмус хартије, што указује да раствор није ни кисео ни базан. На сахатном стаклу остаје бела супстанца, натријум-хлорид.

У реакцији натријум-хидроксида и угљене киселине настаје натријум-карбонат и вода, где два атома натријума замењују два водоника у киселини. Ова реакција се назива **потпуна неутрализација**.



Уколико се не замене сви атоми водоника атомима метала, реакција је **непотпуна неутрализација** и настала со је **кисела со**.



Могуће су и реакције непотпуне неутрализације, у којима соли садрже ОН групе. Пример овакве соли је Mg(OH)Cl. Ове соли се називају **базне соли**.



Реакције неутрализације су најзначајније реакције у којима се добијају соли. Међутим, соли се могу добити и у другим реакцијама.

## Реакције метала и киселине

У реакцији метала и разблажене киселине добијају се со и водоник. Пример је реакција цинка са хлороводоничном киселином.



Иако велики број метала реагује са разблаженим киселинама, оваква реакција се не дешава са свим металима.

### Демонстрациони оглед

#### Реакција између метала и киселине



**Прибор и посуђе:** епрувета, стаклени штапић, сахатно стакло, шпиритусна лампа, мензура

**Супстанце:** цинк, разблажена хлороводонична киселина

**Ток рада:** У епрувету ставити неколико гранула цинка и додати 4 cm<sup>3</sup> разблажене хлороводоничне киселине. Кад се заврши развијање мехурића гаса, пренети стакленим штапићем неколико капи на сахатно стакло. Загрејати изнад пламена да вода испари.

**Опажања:** У току реакције се издвајају мехурићи који потичу од гасовитог водоника, H<sub>2</sub>. На сахатном стаклу остаје бела супстанца, то је со цинк-хлорид.

## Реакције оксида метала и киселине

Базни оксиди метала реагују са киселинама и настаје со датог метала и киселине, а у реакцији настаје и вода. Пример је реакција калцијум-оксида са сумпорном киселином, при чему настају калцијум-сулфат и вода.



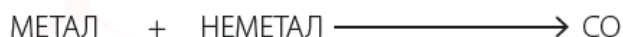
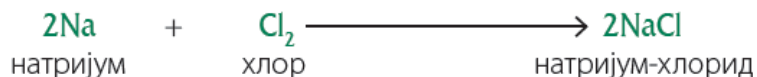
## Реакције оксида неметала и базе

Кисели оксиди неметала реагују са базама и настају со и вода. Пример је реакција угљен-диоксида са калцијум-хидроксидом, при чему настају калцијум-карбонат и вода.



## Реакција метала и неметала

Неке киселине у свом саставу немају кисеоник и зато се називају **бескисеоничне киселине**. Пример је хлороводонична киселина. Соли ових киселина могу да се добију у директној реакцији метала и неметала. На тај начин, у реакцији натријума и хлора може да се добије натријум-хлорид.



### Резиме



- Соли се могу добити у реакцији киселине и базе. Ова реакција се назива неутрализација.
- Соли се могу добити у реакцији метала и киселине.
- Соли се могу добити у реакцији оксида метала и киселине.
- Соли се могу добити у реакцији оксида неметала и базе.
- Соли се могу добити у реакцији метала и неметала.

### Питања и задаци

1. Напиши један пример реакције неутрализације.
2. Допуни реакцију.  
$$\text{Mg} + \text{HCl} \longrightarrow \underline{\hspace{2cm}}$$
3. Напиши једначине хемијских реакција и називе соли које се добијају:
  - а) магнезијум и хлор
  - б) натријум-оксид и азотна киселина
  - в) сумпор(VI)-оксид + калијум-хидроксид
4. Допуни реакције супстанцом која недостаје и изједначити једначине хемијских реакција.
  - а)  $\text{Mg} + \underline{\hspace{1cm}} \rightarrow \text{MgSO}_4 + \underline{\hspace{1cm}}$
  - б)  $\underline{\hspace{1cm}} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3 + \underline{\hspace{1cm}}$
  - в)  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{SO}_3 \rightarrow \underline{\hspace{1cm}} + \text{H}_2\text{O}$
  - г)  $\text{K}_2\text{O} + \underline{\hspace{1cm}} \rightarrow \text{K}_3\text{PO}_4 + \underline{\hspace{1cm}}$
5. Напиши једначину реакције између калијум-хидроксида и хлороводоничне киселине. Израчунај број молова киселине који је потребан за реакцију са 25 g калијум-хидроксида.
6. Колико грама натријум-сулфата ће настати у реакцији 20 g натријум-хидроксида са киселином?
7. Колико грама натријум-хлорида ће настати у реакцији 27 g натријум-хидроксида са 40 g хлороводоничне киселине?
8. Колико грама калцијум-карбоната настаје у реакцији угљен-диоксида са 20 g 5% раствора калцијум-хидроксида?

# СВОЈСТВА И ПРИМЕНА СОЛИ



## Кључно

- физичка својства соли
- хемијске реакције соли
- дисоцијација соли
- примена соли

## Физичка својства соли

Из свакодневног живота нама је најпознатија кухињска со, **натријум-хлорид**. Она је бела чврста сустанца, сланог је укуса и растворна је у води. И остале соли су чврсте супстанце. Међутим, боја, укус и растворљивост других соли не морају бити исте као код натријум-хлорида.

На почетку овог поглавља сазнали смо да су соли јонска једињења која граде јонске кристалне решетке. Соли су чврсте јонске супстанце. С обзиром на то да су везе између позитивно (катјона) и негативно (анјона) наелектрисаних јона јаке, температуре на којима се соли топе веома су високе. На пример, кухињска со се топи на  $801^{\circ}\text{C}$ .

Већина соли се добро **раствара у води**, слично кухињској соли. У огледима у претходном поглављу видели смо да се натријум-хлорид (кухињска со) и цинк-хлорид добро растварају у води. У овом поглављу ћемо видети у огледима да се гвожђе(III)-хлорид и сребро-нитрат добро растварају у води.

Међутим, постоје соли које се не растварају у води. Пример таквих соли су калцијум-карбонат, сребро-хлорид, олово(II)-хлорид, калцијум-сулфат, баријум-сулфат, олово(II)-сулфат, већина сулфида. Калцијум-карбонат гради кречњачке стене и тиме улази у састав Земљине коре. И друге нерастворне соли су у саставу Земљине коре. У овом поглављу ћемо у огледу видети да се сребро-хлорид слабо раствара у води.

Иако је велики број соли беле боје, постоје и обојене соли. То су најчешће соли које граде прелазни метали. Пример обојене соли је **плави камен**, који је плаве боје. То је бакар(II)-сулфат, који у кристалној решетки има и молекуле воде, тако да му је формула  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

Соли могу имати различите укусе. Могу бити слане, горке, слатке киселе и љуте. Међутим, укус соли се не сме испитивати пробањем, јер је већина соли отровна.



● Калцијум-карбонат



● Плави камен  
(хидратисани бакар(II)-сулфат)

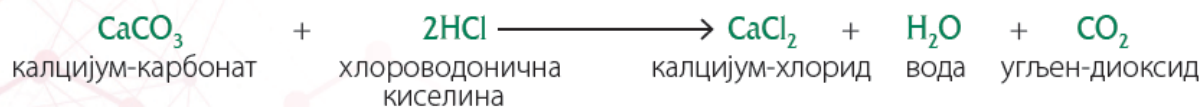


● Магнезијум-хлорид

## Хемијске реакције соли

### Реакције соли са киселинама

Неке соли реагују са киселинама. У реакцији калцијум-карбоната са хлороводоничном киселином настаје калцијум-хлорид, вода и угљен-диоксид.



Ова реакција се користи да би се доказало присуство карбоната у стенама или неком другом материјалу.

### Демонстрациони оглед



### Реакција између калцијум-карбоната и хлороводоничне киселине

**Прибор и посуђе:** сахатно стакло

**Супстанце:** калцијум-карбонат, хлороводонична киселина

**Ток рада:** На сахатно стакло се стави мало калцијум-карбоната и прелије се хлороводоничном киселином.

**Опажања:** У току реакције издвајају се мехурићи који потичу од угљен-диоксида. Поред угљен-диоксида, у реакцији се добијају калцијум-хлорид и вода.

### Лабораторијска вежба

51

Доказивање угљен(IV)-оксида и настајање калцијум-карбоната



### Да ли сте знали?

Реакцију у којој се издваја **угљен-диоксид** је могуће урадити у једноставном огледу, користећи супстанце које се налазе у кухињи.

Ако се на соду бикарбону (натријум-хидрогенкарбонат,  $\text{NaHCO}_3$ ) дода сирће (водени раствор сирћетне киселине), појавиће се мехурићи који потичу од гасовитог угљен-диоксида.

### Реакције соли са базама

Соли могу реаговати са базама, али не реагују све соли са базама. Водени раствор гвожђе(III)-хлорида реагује са воденим раствором натријум-хидроксида и настаје црвени талог гвожђе(III)-хидроксида.



## Демонстрациони оглед

## Реакција између раствора гвожђе(III)-хлорида и натријум-хидроксида



**Прибор и посуђе:** епрувета, мензура

**Супстанце:** раствор гвожђа(III)-хлорида, раствор натријум-хидроксида

**Ток рада:** Сипати у епрувету 2,5 cm<sup>3</sup> раствора гвожђе(III)-хлорида и додати 2,5 cm<sup>3</sup> раствора натријум-хидроксида.

**Опажање:** Као производи реакције настају црвени талог гвожђе(III)-хидроксида и натријум-хлорид, који је растворен у води.



У поглављу о металима сте сазнали да се гвожђе (III)-хидроксид, алуминијум-хидроксид и бакар(II)-хидроксид не могу добити у реакцији њихових оксида са водом, па је овај тип реакције, реакција у којима соли реагују са базом, начин за добијање ових хидроксида.

## Реакција две соли

Водени раствори две соли могу реаговати, ако при томе настаје слабо растворна со. Ове реакције у којима учествују две соли називају се **реакције двоструке измене**. Пример је реакција водених раствора сребро-нитрата и натријум-хлорида. У овој реакцији настаје слабо растворни сребро-хлорид.

## Демонстрациони оглед

## Реакција између раствора сребро-нитрата и натријум-хлорида

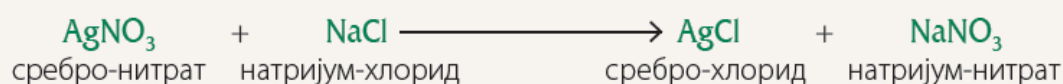


**Прибор и посуђе:** епрувета, мензура

**Супстанце:** сребро-нитрат, раствор натријум-хлорида

**Ток рада:** Сипати у епрувету 2,5 cm<sup>3</sup> раствора сребро-нитрата и додати 2,5 cm<sup>3</sup> раствора натријум-хлорида.

**Опажање:** У току реакције настаје талог беле боје који потиче од тешко растворног сребро-хлорида.



## Дисоцијација соли

Соли су јонске супстанце које се приликом растварања у води разлажу на јоне. На пример, натријум-хлорид се у раствору налази у облику јона Na<sup>+</sup> и Cl<sup>-</sup>, а CaCl<sub>2</sub> у облику Ca<sup>2+</sup> и Cl<sup>-</sup>.

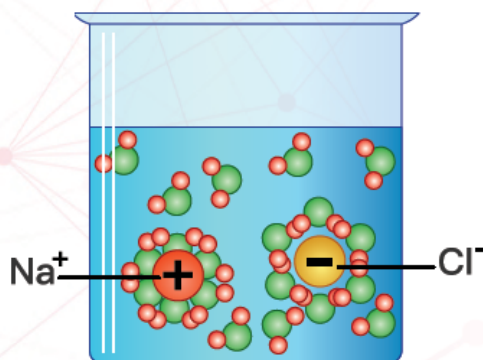


## Лабораторијска вежба

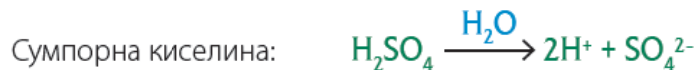
51

Добијање баријум-сулфата





Ово разлагање супстанци на јоне под утицајем поларних молекула воде назива се **електролитичка дисоцијација**. Поред соли, и киселине и базе могу се у воденом раствору разлагати на јоне.



Супстанце које се у воденом раствору разлажу на јоне, зову се **електролити**. Водени раствори електролита су проводници електрицитета.

## Примена соли

Соли имају широку примену у свакодневном животу и у различитим гранама индустрије. Користе се као зачини и конзерванси у свакодневном животу и у прехранбеној индустрији. Користе се у пољопривреди, као фунгициди (средства за убијање гљивица), бактерициди и као вештачка ђубрива. Неке соли се користе као лекови, а неке као грађевински материјал. Соли су често и сировине у хемијској индустрији.

Натријум-хлорид има велику примену као зачин, као конзерванс, али и као сировина у хемијској индустрији. Користи се за добијање натријума, хлора, хлороводоничне киселине и натријум-хидроксида. Водени раствори соли се замрзавају на нижим температурама од чисте воде. Због тога се кухињска со у зимским месецима посипа по путевима, како би се спречило настајање леда на путу.

Калцијум-карбонат, који гради кречњачке стене, користи се у грађевинарству. Калцијум-карбонат се налази у мермеру, камену лепог изгледа, који се користи за споменике и у грађевинарству.



● Кухињска со као зачин



● Посипање соли за одмрзавање леда



● Гипс (со) као грађевински материјал



● Прскање биљака фунгицидима

## Да ли сте знали?

- У Старом Риму **со** је била толико вредна да су некада плате војницима исплаћиване у соли.
- **Со** коју додајемо храни поправља њен укус, не само зато што храна постаје сланија. Додавање соли помаже неким ароматичним молекулима да се ослободе, чиме се поправља укус хране. Поред тога, показало се и да со помаже у сузбијању горког укуса.



## Резиме

- Соли су чврсте јонске супстанце. Могу бити различитих боја.
- Већина соли се добро раствара у води, али постоје и соли које се слабо растварају у води.
- Соли могу да реагују са киселинама, са базама и са другим солима.
- У воденом раствору соли се разлажу на јоне (катјоне и анјоне).
- Соли се примењују у свакодневном животу, индустрији, пољопривреди и грађевинарству.

## Питања и задаци

1. У ком агрегатном стању су соли?
2. Наведи три соли које се слабо растварају у води?
3. Наведи једну со беле боје и једну со плаве боје.
4. Објасни зашто соли имају високе температуре топљења.
5. Зашто се зими посипају путеви кухињском соли?
6. Допуни једначине хемијских реакција.  

$$\text{FeCl}_3 + \text{NaOH} \longrightarrow \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \longrightarrow \underline{\hspace{2cm}}$$
7. Израчунај колико ће грама сребро-хлорида настати у реакцији 15 g сребро-нитрата са натријум-хлоридом.
8. Израчунај колико ће грама гвожђе(III)-хидроксида настати у реакцији гвожђе(III)-хлорида са 52 g 4% раствора натријум-хидроксида?

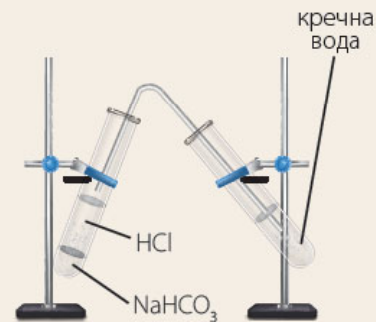
## Лабораторијска вежба

## 1 Доказивање угљен(IV)-оксида и настајање калцијум-карбоната

**Прибор и посуђе:** две епрувете, цевчица, запушач

**Супстанце:** натријум-хидрогенкарбонат, бистра кречна вода (засићен раствор калцијум-хидроксида), разблажена хлороводонична киселина

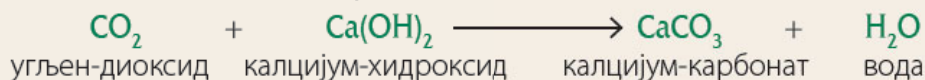
**Ток рада:** У прву епрувету ставити 7 g натријум-хидрогенкарбоната, а у другу сипати бистру кречну воду, тако да буде 2/3 попуњена. У прву епрувету додати разблажену хлороводоничну киселину и запушити епрувету, са цевчицом провученом кроз запушач. Цевчицу уронити у раствор кречне воде у другој епрувети.



**Опажање:** У првој епрувети се развијају мехурићи гасовитог угљен(IV)-оксида.



Када угљен(IV)-оксид дође у контакт са раствором кречне воде, она се замути, јер настаје слабо растворан калцијум-карбонат.



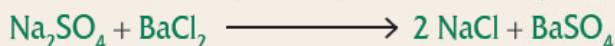
## 2 Добијање баријум-сулфата

**Прибор и посуђе:** чаша

**Супстанце:** раствор натријум-сулфата, раствор баријум-хлорида

**Ток рада:** У чашу сипати 10 cm<sup>3</sup> 5% раствора натријум-сулфата. Полако додати 10 cm<sup>3</sup> 5% раствора баријум-хлорида.

**Опажање:** У реакцији настаје бели талог који потиче од баријум-сулфата.



Алфред Нобел  
(1833–1896)



Алфред Нобел је био шведски хемичар. Бавио се проучавањем експлозивних елемената. Изучавао је нитроглицерин, на основу којег је 1867. године **изумео динамит**, а касније и друге експлозиве. Поред тога, осмислио је још око 355 разних патената. Због начина на који је свет користио његов изум, динамит (користио се у негативне сврхе, чиме је Нобел био разочаран), Нобел је највећи део свог богатства оставио Шведској и Фонду за додељивање **Нобелове награде**. Посебно је нагласио да се награда додељује онима који својим способностима, делима и открићима највише доприносе човечанству. Награда се додељивала и додељује се и даље, за пет области – физику, хемију, медицину, књижевност и за мир.

Прва свечаност доделе Нобелових награда, одржана је на Краљевској музичкој академији у Штокхолму, 1901. године. По Нобелу је један хемијски елемент добио назив *нобелијум*.

У својим предавањима истакао је:

*Ако имам на хиљаде идеја, и испосијави се да само једна ваља, ја сам задовољан.*

# ОРГАНСКА ЈЕДИЊЕЊА И ЊИХОВА ОПШТА СВОЈСТВА

- Својства атома угљеника
- Класе органских једињења
- Функционалне групе органских једињења
- Физичка својства органских једињења
- Примена органских једињења



## Кључно

- органска једињења
- својства атома угљеника

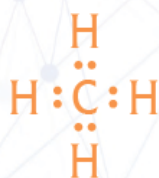
# УВОД У ОРГАНСКУ ХЕМИЈУ

**Органска хемија** је област хемије која проучава једињења угљеника. Органска хемија је на почетку проучавала једињења која се налазе у живим организмима и зато је добила назив „органска хемија“. У складу са тим, **неорганска хемија** је проучавала једињења која се налазе у неживом свету.

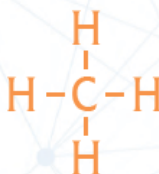
Узимајући у обзир да једињења у живим организмима садрже угљеник, касније је предмет изучавања органске хемије проширен на једињења која садрже угљеник, са изузетком неколико неорганских једињења угљеника (оксиди угљеника, угљена киселина и њене соли, поглавље: *Неметали – Уљеник*). Поред органских једињења која постоје у живом свету, људи су у лабораторијама направили велики број нових органских једињења, тако да је данас познато преко 20 милиона органских једињења.

Поред тога, данас је познато да се и велики број неорганских једињења налази у живим организмима, као што је неколико пута речено у првом делу ове књиге, тако да су називи органске и неорганске хемије задржани, иако се више не поклапају са првобитном идејом о подели.

У скоро свим **органским једињењима**, поред угљеника налази се и водоник. Органска једињења, осим угљеника и водоника, могу да садрже и кисеоник, азот, сумпор, фосфор и халогене елементе. Због специфичних својстава атома угљеника, постоји велики број органских једињења.



Електронска формула молекула  $\text{CH}_4$



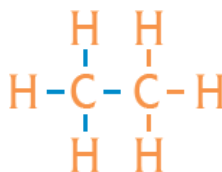
Структурна формула молекула  $\text{CH}_4$  са четири једноструке везе

## Својства атома угљеника

Угљеник је елемент 14. групе периодног система и садржи четири електрона у последњем енергетском нивоу. Стога угљеник може да гради четири ковалентне везе, односно, **валенца угљеника је четири**. Атом водоника има један валентан електрон, па је једновалентан. Из тога следи да четири атома водоника могу да се вежу за један атом угљеника и добијамо молекул  $\text{CH}_4$ .

Угљеник може остварити четири ковалентне везе са суседним атомима грађењем **једноструких, двоструких** или **троструких веза**:

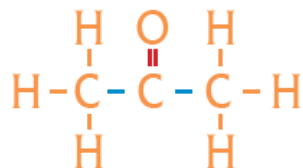
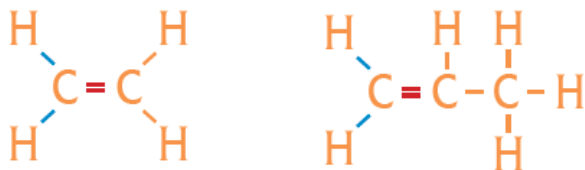
1. Атом угљеника може градити **четири једноструке везе**. Приказан је пример у коме атом угљеника гради везе са атомима водоника и са другим атомима угљеника.



Пример једноструке везе

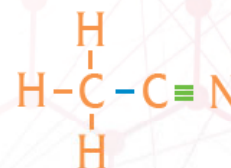
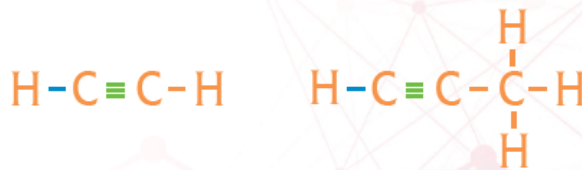


2. Атом угљеника може градити **две једнострукуре** и **једну двоструку везу**. У приказаним примерима двоструке везе постоје између два атома угљеника и између угљеника и кисеоника.



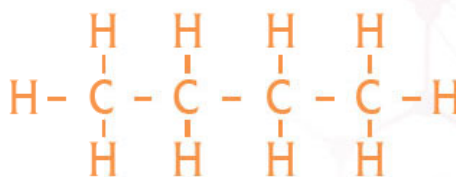
Примери двоструке везе

3. Атом угљеника може да гради **једну једноструку** и **једну троструку везу**. У приказаним примерима троструке везе постоје између два атома угљеника и између угљеника и азота.

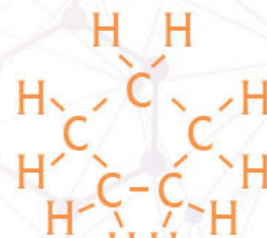


Примери троструке везе

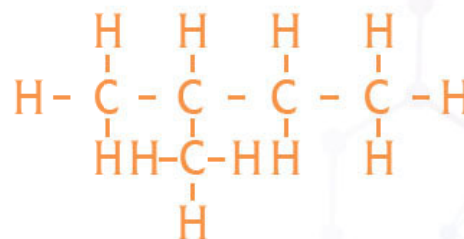
Поред могућности за грађење различитих типова везе, угљеник има и способност грађења **ланаца** (линеарних низова) и **разгранатих структура** које се састоје од атома угљеника. Такође, угљеник има и способност грађења **прстенова** који се састоје од атома угљеника. Ова својства атома угљеника доводе до великог броја могућности за грађење различитих органских молекула.



Линеаран низ



Прстен



Разгранат низ

## Резиме



- Органска хемија је област хемије која проучава једињења угљеника.
- Валенца угљеника у органским једињењима је четири.
- Угљеник може да гради једнострукуре, двоструке и троструке везе.
- Угљеник има способност грађења ланаца, разгранатих низова и прстенова који се састоје од атома угљеника.

## Питања и задаци

1. Која једињења проучава органска хемија?
2. Које врсте веза постоје у органским једињењима?
3. Која је валенца угљеника у органским једињењима?
4. Са којим атомом (атомима) угљеник може градити једнострукуре везе у примерима који су дати у тексту?
5. Са којим атомом (атомима) угљеник може градити двоструке везе у примерима који су дати у тексту?
6. Са којим атомом (атомима) угљеник може градити троструке везе у примерима који су дати у тексту?
7. Колико молова  $\text{CH}_4$  се налази у 10 g  $\text{CH}_4$ ?
8. Израчунај масени удео угљеника у  $\text{CH}_4$ .



## Кључно

- функционална група
- класе органских једињења
- температуре топљења
- растворљивост

# КЛАСЕ ОРГАНСКИХ ЈЕДИЊЕЊА

У претходним поглављима описане су класе неорганских једињења, као што су оксиди, киселине, базе и соли. На сличан начин се и органска једињења деле у класе. За сваку класу органских једињења постоји карактеристична група која се назива функционална група.

• Табела 4.1. Класе органских једињења и функционалне групе

Назив класе	Функционална група	Назив функционалне групе	Структурна формула примера једињења
алкани	нема	–	–
алкени	$\text{>C=C<}$	двострука веза	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
алкини	$-\text{C}\equiv\text{C}-$	трострука веза	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$
алкохоли	$-\text{OH}$	хидроксилна група	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H} \end{array}$
алдехиди	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ -\text{C}-\text{H} \end{array}$	алдехидна група	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}=\text{O} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
кетони	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ -\text{C}- \end{array}$	кето-група	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \quad \text{H} \\   \quad    \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
карбоксилне киселине	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$	карбоксилна група	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}=\text{O} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{OH} \end{array}$
естри	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ -\text{C}-\text{OR} \end{array}$	карбоалкокси група	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \quad \text{H} \\   \quad    \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
амини	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ -\text{N}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	амино-група	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{N}-\text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$



**Функционална група** је група атома која даје карактеристична својства одређеној класи органских једињења. Функционална група дефинише понашање једињења у хемијским реакцијама, а утиче и на физичка својства. Тако се једињења која поседују исту функционалну групу понашају на сличан начин и припадају истој класи органских једињења.

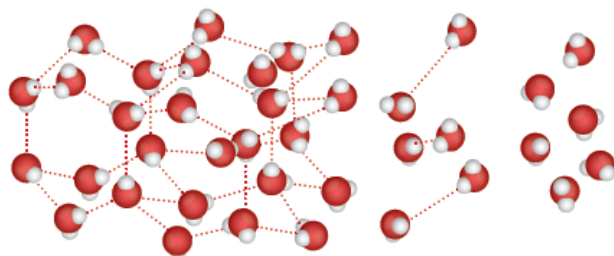
У органској хемији постоји велики број функционалних група, па стога и велики број различитих **класа органских једињења**. Већина функционалних група садржи у себи атоме који су различити од угљеника и водоника. Изузетак су двострука и трострука веза између угљеникових атома. Поред тога, алкани су класа органских једињења која не садржи функционалну групу.

Неке од најзначајнијих функционалних група, као и одговарајуће класе једињења, приказане су у табели 4.1. Ове класе једињења ће бити описане у наредним поглављима.

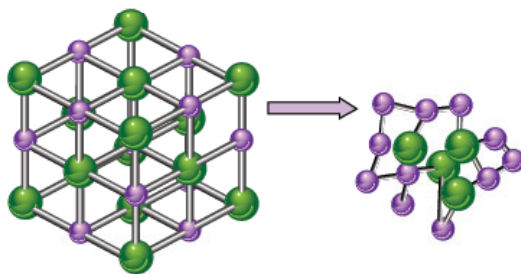
## Својства органских једињења

**Температуре топљења** органских једињења су знатно ниже од температура топљења неорганских једињења. То је последица различитог типа веза које постоје у неорганским и органским једињењима.

У већини неорганских једињења постоје јонске везе. Приликом топљења неорганских једињења треба раскинути јонске везе, које су јаке привлачне везе између супротно наелектрисаних јона. С друге стране, у органским једињењима постоје ковалентне везе између атома који граде молекуле, а молекули се у чврстом стању држе на окупу међумолекулским интеракцијама. Ове међумолекулске интеракције су слабије од хемијских веза (ковалентних и јонских). Приликом топљења органских супстанци раскидају се ове међумолекулске интеракције које постоје између молекула. С обзиром на то да је лакше раскинути слабије интеракције између молекула него јонске везе између јона, органске супстанце се топе на нижим температурама.



Топљење леда, као пример топљења молекулске супстанце



Топљење јонске кристалне решетке

Већина органских супстанци је **тешко растворна у води**, за разлику од већине неорганских супстанци, које су растворне у води. Међутим, постоје органске супстанце, као што је шећер, које се добро растварају у води. И растворљивост, као и температура топљења, последица је веза у органским једињењима. Наиме, то је последица неполарних или слабо поларних ковалентних веза које постоје у органским молекулима.

Већину веза у органским молекулима чине везе између угљеникових атома и везе између угљеникових и водоникових атома. Везе између атома угљеника су неполарне, док су везе између атома угљеника и водоника слабо поларне.

### Демонстрациони оглед

#### Поређење растворљивости неорганских и органских супстанци



**Прибор и посуђе:** пет епрувета, сталак за епрувете, мензура

**Супстанце:** натријум-хлорид, натријум-хидрогенкарбонат, бензин, уље, шећер, вода

**Ток рада:** У пет епрувета сипати по мало супстанце. У прву епрувету натријум-хлорид, у другу натријум-хидрогенкарбонат, у трећу бензин, у четврту уље и у пету шећер. У сваку епрувету додати 4 cm<sup>3</sup> воде и добро протрести.

**Опажање:** Неорганске супстанце, натријум-хлорид и натријум-хидрогенкарбонат, растварају се у води. Што се тиче органских супстанци, шећер се раствара у води, док се бензин и уље не растварају.

### Демонстрациони оглед

#### Доказивање угљеника у органским супстанцама



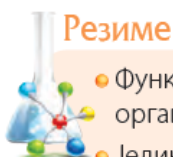
**Прибор и посуђе:** сахатно стакло, шпиритусна лампа

**Супстанце:** комад дрвета или коре дрвета

**Ток рада:** Запалити комадић дрвета или коре дрвета. Поставити сахатно стакло изнад пламена.

**Опажање:** На сахатном стаклу се појављује црна супстанца. То је чађ, аморфна супстанца која у себи садржи угљеник.





## Резиме

- Функционална група је група атома која даје карактеристична својства одређеној класи органских једињења.
- Једињења која поседују исту функционалну групу понашају се на сличан начин и припадају истој класи органских једињења.
- Већина функционалних група садржи у себи атоме који су различити од угљеника и водоника. Изузетак су двострука и трострука веза између угљеникових атома.
- Органска једињења имају нижу температуру топљења од већине неорганских једињења.
- Већина органских једињења се тешко раствара у води.

## Питања и задаци

1. Дефиниши функционалне групе.
2. Која је заједничка карактеристика једињења која припадају истој класи органских једињења?
3. Које атоме могу да садрже функционалне групе?
4. Наведи пример две функционалне групе у органским једињењима.
5. Наведи два примера класа органских једињења.
6. Колике су температуре топљења органских једињења у поређењу са неорганским једињењима? Објасни разлог оваквих температура топљења.
7. Каква је растворљивост органских једињења у води? Објасни разлог овакве растворљивости.
8. Како се може доказати присуство угљеника у органским једињењима?

Симеон Сима Лозанић  
(1847-1935)




Сима Лозанић је био српски хемичар и један од првих професора на Великој школи (прва високошколска установа у Србији – Лицеј). По угледу на европске универзитете, унео је значајне промене и **унапредио наставу хемије у Србији**. Увео је, у то време, савремену номенклатуру, терминологију, структурне формуле и атомске масе. Писао је уџбенике из хемије за средње школе и универзитет. Изабран је за првог ректора Универзитета у Београду, 1905. године. Бавио се научним радом у различитим областима примењене и експерименталне хемије. Заслужан је за откриће минерала *авалиита*, који је пронашао на планини Авали у Београду.

У својим предавањима истакао је:

*Бићи њредан својој науци истински и истраживаћи научне истине савесно, јесу особине универзитетској грађанина као научника, а бићи карактеран и највише врлине, јесу особине универзитетској грађанина као човека... Верујем да ће наш Универзитет уметити одгајати ипак дух код својих грађана.*



# УГЉОВОДОНИЦИ

- 
- Подела угљоводоника
  - Изомерија
  - Физичка и хемијска својства угљоводоника
  - Полимери
  - Нафта и земни гас



## Кључно

- угљоводоници
- ациклични угљоводоници
- циклични угљоводоници
- физичка својства угљоводоника

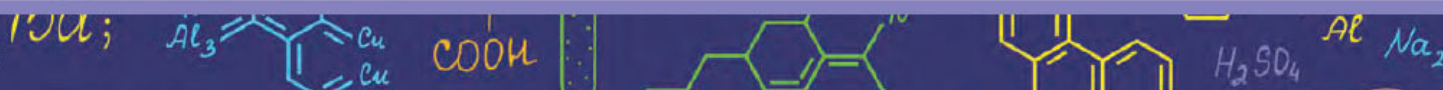
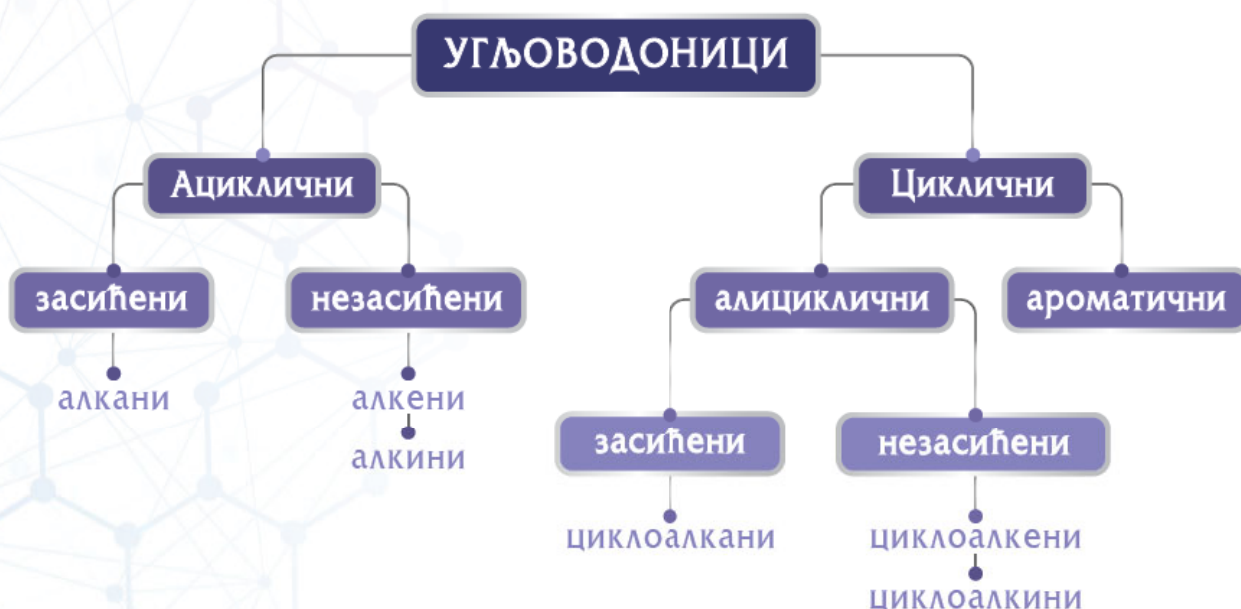
# ПОДЕЛА УГЉОВОДОНИКА

Органске супстанце које садрже само угљеник и водоник зову се **угљоводоници**. Угљоводоници су најједноставнија органска једињења. Због тога учење органске хемије почиње од ових једињења. Угљоводоници се налазе у нафти и земном гасу, и значајни су јер се користе као горива у домаћинствима и у индустрији, о чему ће бити речи касније.

Рекли смо да се угљоводоници састоје од угљеника и водоника. Већ смо показали да је најједноставнији угљоводоник метан,  $\text{CH}_4$ . Молекули угљоводоника могу да садрже различити број атома угљеника, а атоми угљеника могу бити повезани на разне начине.

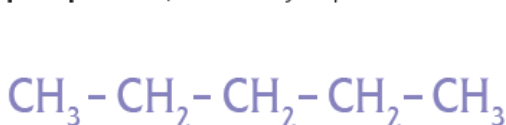
Упркос томе што се састоје само од угљеника и водоника, угљоводоници могу да буду врло различити. Узрок томе је разноврсност веза које угљеник гради и различити начини повезивања угљеникових атома.

Поред једноструких, двоструких и троструких веза и низова које граде атоми угљеника, угљоводоници могу да граде и прстенове, тј. низ који се затвара. Ако постоји затворен низ у молекулу, онда је то **цикличан молекул**, док се молекули код којих низ није затворен називају **ациклични**. На основу присуства затворених или отворених низова у молекулу, као и на основу веза које постоје у молекулу, угљоводоници се могу поделити на неколико класа једињења.

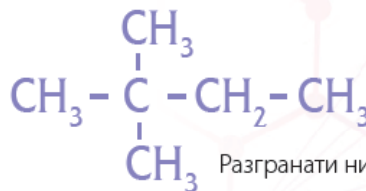


Ако су у **ацикличним угљоводоницима** све везе једноструке, ови угљоводоници се називају **алкани**. С обзиром на то да садрже само једноструке везе, алкани су **засићени угљоводоници**. Ако у молекулу постоје двоструке или троструке везе, такви молекули су **незасићени**. Угљоводоници у којима постоји двострука веза називају се **алкени**, а угљоводоници са троструком везом су **алкини**.

Атоми угљеника који се међусобно повезују граде низове, а низови могу да буду **неразгранати (линеарни)** и **разгранати**, као што је приказано на слици.



Неразгранати низ угљоводоника



Разгранати низ угљоводоника

### Демонстрациони оглед

#### Разликовање засићених и незасићених ацикличних угљоводоника (реакција са калијум-перманганатом)

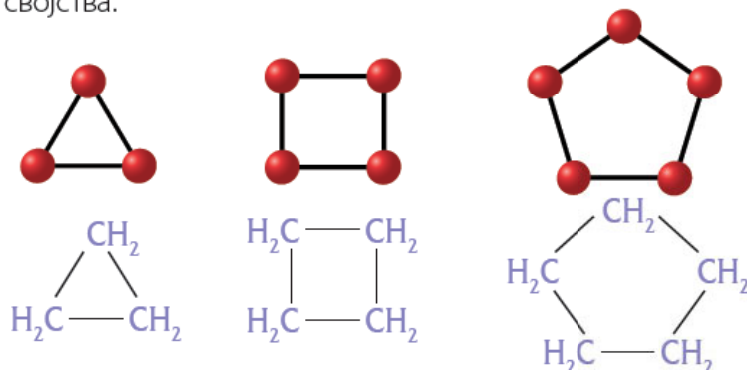
**Прибор и посуђе:** две епрувете, сталак за епрувете, мензура

**Супстанце:** *n*-хексан, *n*-хексен, раствор калијум-перманганата

**Ток рада:** У прву епрувету сипати 1–2 cm<sup>3</sup> *n*-хексана. У другу епрувету сипати 1–2 cm<sup>3</sup> *n*-хексена. Додати неколико капи раствора калијум-перманганата у обе епрувете. Протрести епрувете.

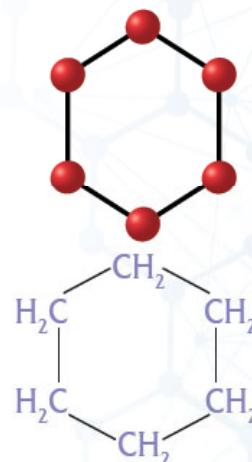
**Опажање:** У првој епрувети не долази до промене боје, док у другој епрувети долази до промене боје калијум-перманганата. То указује да алкан не реагује са калијум-перманганатом, док алкен реагује.

**Циклични угљоводоници**, који имају прстен, тј. затворени низ у свом молекулу, могу тај прстен да граде од три, четири, или више угљеникових атома. У природи је највише заступљен прстен од шест чланова. Циклични молекули могу имати све једноструке везе у молекулу, а могу имати и двоструке и троструке везе. Постоји посебна група цикличних молекула, који се називају **ароматични молекули**. Ови молекули имају шесточлане прстенове и специфична својства.



***n*-хексан** је алкан са шест атома угљеника који има линеаран, неразгранат низ.

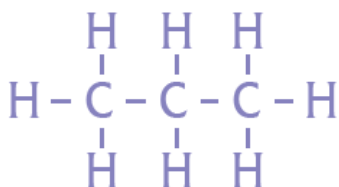
***n*-хексен** је алкен са шест атома угљеника који има линеаран, неразгранат низ.



Циклични угљоводоници



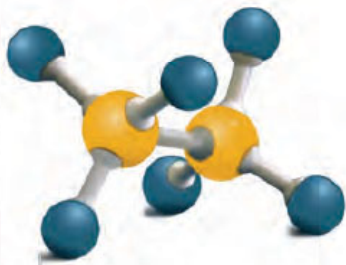
Угљоводоници се представљају **молекулском** или **структурном формулом**, али најчешће се користи **рационална структурна формула**. Рационалним структурним формулама приказују се везе између атома угљеника, али се не приказују угљеник-водоник везе, као што се види у примеру.



Структурна формула



Модел молекула метана



Модел молекула етана

Све формуле којима се приказују молекули написане су дводимензионално, али су реални молекули тродимензионални у простору, што се може видети на моделима молекула метана и етана.

## Физичка својства угљоводоника

Угљоводоници, у зависности од своје молекулске структуре, имају и различита својства. Оно што је заједничко за све угљоводонике јесте да су **неполарни**. То значи да се добро растварају у другим неполарним једињењима (бензин, уље), а не растварају се у поларним једињењима (вода).

Угљоводоници могу бити гасовити, течни или чврсти. Агрегатно стање зависи од броја атома угљеника и од врста веза и начина повезивања у молекулу. Угљоводоници са малим бројем атома угљеника су у гасовитом стању. Течни су угљоводоници са средњим бројем атома угљеника. У чврстом стању су угљоводоници са великим бројем атома угљеника.

### Резиме



- Угљоводоници су органске супстанце које садрже само угљеник и водоник.
- Угљоводоници се деле на ацикличне и цикличне.
- Ациклични угљоводоници су алкани, алкени и алкини.
- Циклични угљоводоници су алициклични и ароматични.
- Угљоводоници на собној температури могу бити гасовити, течни и чврсти.
- Угљоводоници се слабо растварају у води због неполарних веза у својим молекулима.

### Питања и задаци

1. Шта су угљоводоници?
2. Шта су ациклични молекули?
3. Које групе угљоводоника су ацикличне?
4. Какве везе у својим молекулима садрже алкани?
5. У ком су агрегатном стању угљоводоници?
6. Како се угљоводоници растварају у води? Објасни.
7. Израчунај број грама у 12 молова етана,  $C_2H_6$ .



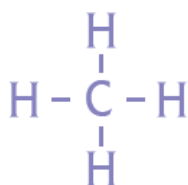
# ЗАСИЋЕНИ УГЉОВОДОНИЦИ - АЛКАНИ



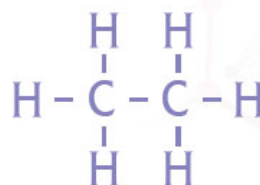
## Кључно

- општа формула алкана
- хомологни низ алкана
- изомери алкана
- називи алкана

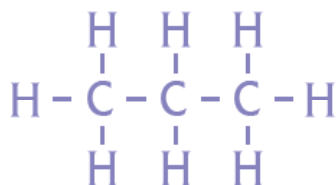
Најједноставнији органски молекули су алкани. Алкани су угљоводоници који у свом саставу имају само једноструке ковалентне везе. Алкани такође у свом саставу немају цикличне структуре, тако да спадају у **засићене ацикличне угљоводонике**.



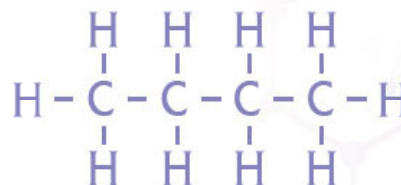
метан



етан



пропан



бутан

Угљеник је у органским једињењима четворовалентан, па сваки атом угљеника гради четири везе. Због тога, у линеарним алканима, атоми угљеника за себе имају везана два атома водоника, осим атома угљеника на крају низа, који имају по један додатни водоник. С обзиром на то да се два атома угљеника налазе на крајевима низа, то је два додатна водоника. На основу овога следи да је **општа формула алкана**  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ . У овој формули,  $n$  означава број угљеникових атома. Ако је  $n = 1$ , број водоникових атома је  $2 \cdot 1 + 2 = 4$ , па је формула  $\text{CH}_4$ . То је најједноставнији алкан, **метан**.

Молекулска формула:  $\text{CH}_4$

Рационална формула:  $\text{CH}_4$

Структурна формула:  $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$

Алкан са два угљеникова атома  $n = 2$ , има  $2 \cdot n + 2 = 2 \cdot 2 + 2 = 6$  водоника, па је његова формула  $\text{C}_2\text{H}_6$ . Овај алкан се зове **етан**.

Молекулска формула:  $\text{C}_2\text{H}_6$

Рационална формула:  $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$

Структурна формула:  $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$



### Задатак

Наставите низ и поред молекулске формуле, нацртајте и структурне формуле осталих алкана. Подсетити се да угљеник увек гради четири везе, а водоник једну везу. Када стигнете до броја десет, можете проверити у табели *Алкани* да ли сте све записали исправно.

Број атома	Име алкана	Молекулска формула	Рационална структурна формула	Температура кључања, °C
1	Метан	CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub>	-161,0
2	Етан	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>3</sub>	-88,5
3	Пропан	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	-42,0
4	Бутан	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	0,5
5	Пентан	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	36,0
6	Хексан	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	68,7
7	Хептан	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	98,5
8	Октан	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	125,6
9	Нонан	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	150,4
10	Декан	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	174,1

Табела 5.1. Алкани

Имена једињења која су усвојена у свету науке, да би се сви на свету споразумели и да не би долазило до неспоразума, стандардизована су од стране светски признате Међународне уније за чисту и примењену хемију, IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) номенклатура. Међутим, нека имена, која нису по стандардима IUPAC се често користе. Један од примера таквих назива је пеницилин.

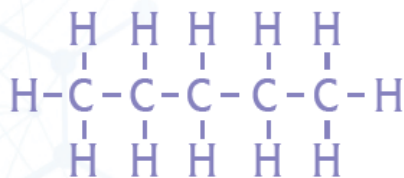
### Номенклатура

– начин давања назива неорганским и органским једињењима, као и новим хемијским елементима.

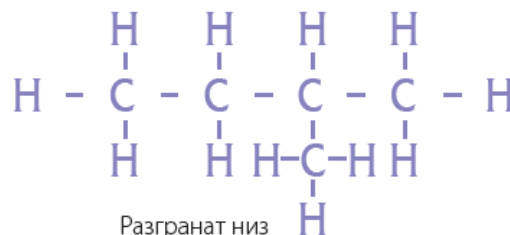
Из табеле *Алкани* може да се примети да је сваки следећи алкан повећан за групу CH<sub>2</sub>. Када се два суседна члана у низу разликују за исту атомску групу, онда се тај низ назива **ХОМОЛОГИ НИЗ**. Називи свих алкана се завршавају на **-ан**.

Подаци у табели *Алкани* показују и да су алкани који имају мање од пет атома угљеника на собној температури гасовити. Алкани са бројем угљеникових атома од 5 до 17 течни су, а алкани са 18 и више угљеникових атома су чврсти.

До сада смо помињали само линеарне, неразгранате низове. Међутим, низ може да буде и разгранат, као што је приказано на слици. Разгранати низови такође имају општу формулу **C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub>**. Из тога следи да исти број атома угљеника и водоника, може да буде на више начина повезан.



Линеаран низ

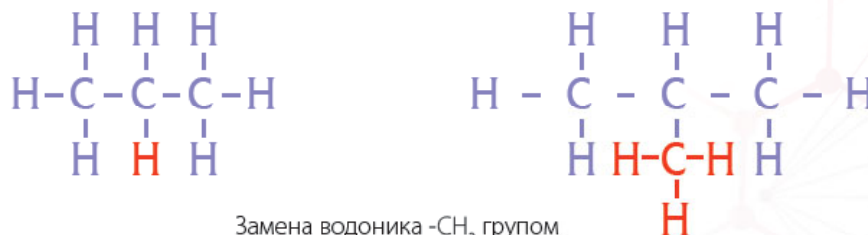


Разгранат низ



Структуре на слици показују да оба молекула имају исти број атома угљеника и водоника ( $C_5H_{12}$ ), али су атоми у молекулу другачије повезани. Оваква једињења која имају исти молекулски састав, а различиту структуру, називају се **структурни изомери**.

Структурни изомери, који имају исту молекулску формулу али различиту структурну формулу, разликују се по својствима: што је више разграната структура, нижа је температура кључања у односу на структурне изомере. У алканима, група атома може да замени један водоник у молекулу. На слици се може приметити да је један атом водоника, H, замењен атомском групом  $-CH_3$ . Атомска група  $-CH_3$  је пример једне алкил-групе.



Замена водоника  $-CH_3$  групом

**Алкил-групе** се добијају када се алкану одузме један атом водоника. Име алкил-групе се добија заменом наставка  $-ан$  из имена алкана, наставком  $-ил$ . Најчешће алкил-групе дате су у табели *Алкил-групе*.

Алкил-групе	Рационална структурна формула	Молекулска формула
Метил	$-CH_3$	$-CH_3$
Етил	$-CH_2-CH_3$	$-C_2H_5$
Пропил	$-CH_2-CH_2-CH_3$	$-C_3H_7$

Табела 5.2.  
Алкил-групе



пентан



2-метилбутан

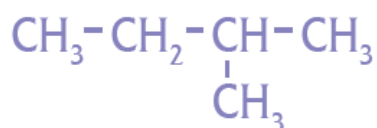
Молекулска формула оба приказана молекула је  $C_5H_{12}$ . Како се ова два молекула разликују по структури и по својствима, потребно је да имају и различите називе.

## Како се додељују називи алканима?

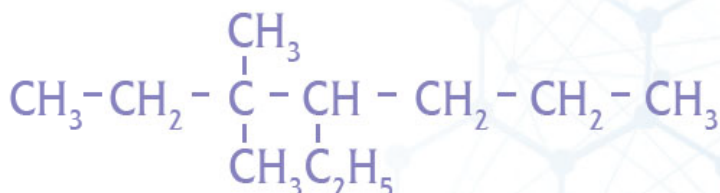
Називи алкана се дају на основу следећих правила, које је увела Међународна унија за чисту и примењену хемију – IUPAC.

Показаћемо на два примера алкана како се изводе њихови називи:

1. Пример алкана



2. Пример алкана

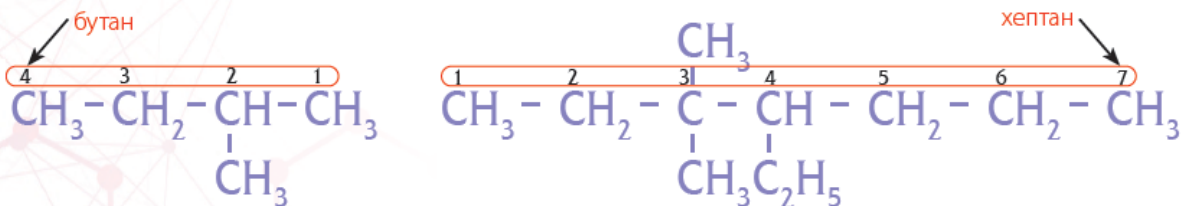


**Да ли сте знали?**

Провери који је **састав** органских једињења у боци **дезодоранса** у спреју. Често се користе изобутан, пропан и бутан.

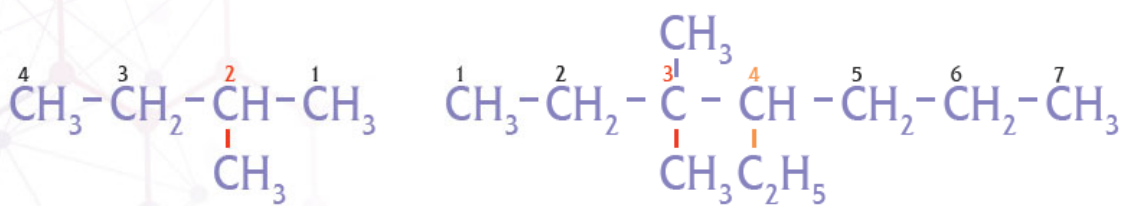
- 1 Пронађе се најдужи низ угљеника у молекулу. Тај низ је основни. Према броју угљеникових атома у том низу, одреди се последњи део назива алкана. Дакле, име формирамо од назад.

У ова два примера најдужи низови су од четири и седам угљеникових атома, па се називи завршавају са бутан и хептан.



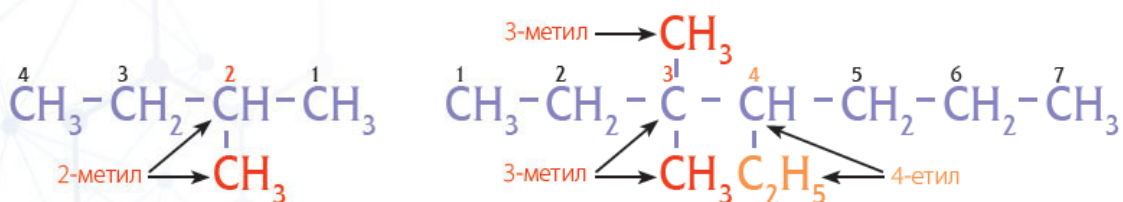
- 2 Угљеникове атоме у најдужем, основном низу, обележимо бројевима. У низу нађемо са које стране је рачвање најближе крају и одатле почиње обележавање угљеникових атома. Обележавање може да иде слева надесно, али и здесна налево.

У нашим примерима рачвање у првом молекулу је на другом угљенику, а у другом примеру на трећем и четвртном угљенику.



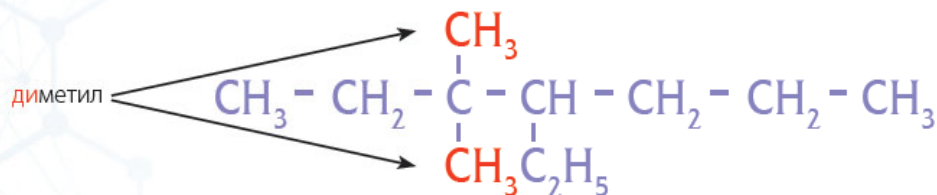
- 3 Додељује се број угљеника на ком је рачвање присутно и на ком је везана алкил-група. Тиме се идентификује њихово место у основном ланцу. После броја за који је везана алкил-група, следи и име алкил-групе.

У првом примеру је то: 2-метил, а у другом примеру 3-метил и 4-етил.



- 4 Алкил-групе се у називу пишу по редоследу који одговара абеди. Тако се етил пише испред метил: 4-етил-3-метил.

- 5 Ако постоје у основном ланцу исте групе, онда се префиксом указује на број група. Префикси који се користе су: **ди-** (два), **три-** (три), **тетра-** (четири), **пента-** (пет). Алкил-групе се никада не понављају у имену, већ се користи овај префикс и број угљениковог атома на ком су везане алкил-групе.

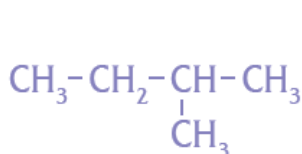


## 6 Постоје и додатна правила:

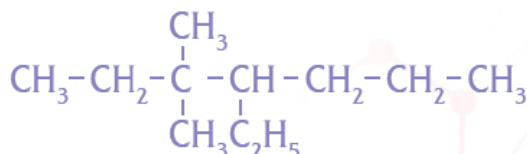
- између бројева се пише **запета**, на пример, ако постоје две метил групе на 2. и 3. угљениковом атому, онда се у називу пише 2,3-диметил;
- између бројева и речи пише се **повлака**;
- име алкана се увек пише **као једна реч**, на пример, диметилхептан.



## 7 Остаје да се склопи цео назив.

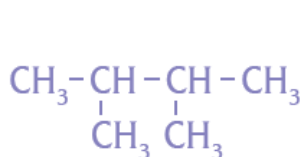


2-метилбутан

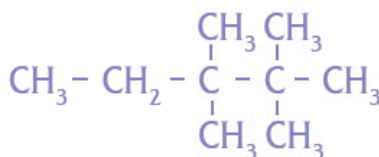


4-етил-3,3-диметилхептан

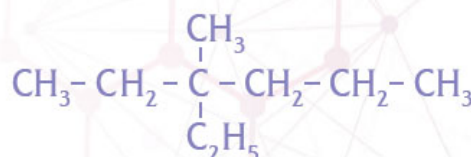
Ево неколико примера алкана и њихових имена:



2,3-диметилбутан



2,2,3,3-тетраметилпентан



3-етил-3-метилхексан

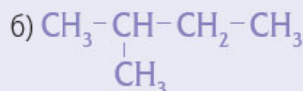
## Резиме



- Алкани су засићени ациклични угљоводоници. У својим молекулима имају само једнострукке везе и не садрже прстенове.
- Општа формула алкана је  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ .
- Структурни изомери имају исти молекулски састав, али имају другачију структуру због другачије повезаних атома.
- Алкил-групе се добијају када се алкану одузме један водоник. Име се добија из имена алкана заменом наставка -ан наставком **-ил**.
- За извођење имена алкана треба следити низ правила.

## Питања и задаци

1. Напиши општу формулу алкана.
2. Напиши молекулске формуле првих седам алкана и именуј их.
3. У ком су агрегатном стању алкани са бројем угљеникових атома од 5 до 17?
4. Шта су структурни изомери?
5. Напиши рационалне формуле 2-метилпентана и 3-етилхептана.
6. Напиши називе следећих алкана:



7. Који је масени удео угљеника у пентану?
8. Колико се молова налази у 15 г бутана?

# НЕЗАСИЋЕНИ УГЉОВОДОНИЦИ - АЛКЕНИ И АЛКИНИ

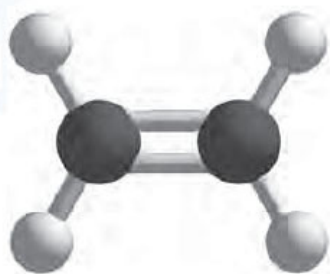
## Кључно

- алкени
- алкини
- називи алкена и алкина
- физичка својства алкена и алкина

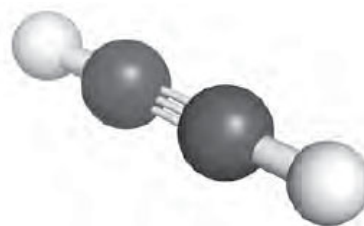
**Алкени** су угљоводоници који садрже једну двоструку ковалентну везу између два атома угљеника. Ако постоји трострука веза између два атома угљеника, онда су то **алкини**. Алкени и алкини не граде цикличне структуре, тако да спадају у ацикличне угљоводонике. С обзиром на то да постоји двострука или трострука веза, спадају у незасићене угљоводонике.

Назив	Молекулска формула	Структурна формула	Рационална формула
етен	$C_2H_4$	$\begin{array}{c} H & & H \\ & \backslash & / \\ & C = C \\ & / & \backslash \\ H & & H \end{array}$	$CH_2=CH_2$
пропен	$C_3H_6$	$\begin{array}{c} H & H & H \\ &   &   \\ H & - C = C - C - H \\ & &   \\ & & H \end{array}$	$CH_2=CH-CH_3$
етин	$C_2H_2$	$H-C \equiv C-H$	$HC \equiv CH$
пропин	$C_3H_4$	$\begin{array}{c} H \\   \\ H - C \equiv C - C - H \\   \\ H \end{array}$	$HC \equiv C-CH_3$

Табела 5.3. Молекулске, структурне и рационалне формуле алкена и алкина



Модел молекула етена

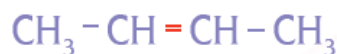


Модел молекула етина

Када између атома угљеника постоји двострука веза, то значи да атом угљеника, да би задржао валенцу четири, гради једну везу мање са атомима водоника, у поређењу са атомима угљеника који граде једноструке везе, као што је случај у алканима. С обзиром на то да су два атома угљеника укључена у двоструку везу, у алкенима има два атома водоника мање него код алкана, те је општа формула за алкене  $C_nH_{2n}$ . Имена остају слична као код алкана, осим што је наставак -ан замењен са **-ен**. Низ угљоводоника је сличан као код алкана.



1-бутен



2-бутен



1-пентен



2-пентен

Општа формула за алкине је:  $C_nH_{2n-2}$ , што значи да због своје троструке везе имају два атома водоника мање од алкена, а четири атома водоника мање од алкана. Називи се додељују исто као код алкана, само је наставак -ан замењен са **-ин**.



1-бутин



2-бутин



1-пентин



2-пентин

Као што алкани могу имати исту молекулску формулу, али различиту структурну формулу, исто постоји и код алкена и алкина. Због постојања двоструке, односно троструке везе, јавља се и могућност изомерије положаја. **Изомерија положаја** је могућност да се двострука, односно трострука веза налазе на различитим местима у молекулу алкена, односно алкина.

Код алкена је могућа изомерија положаја двоструке везе уколико алкен има најмање четири угљеникових атома, тј. од бутена. Слично, код алкина је могућа изомерија положаја троструке везе уколико алкин има најмање четири угљеникових атома, тј. од бутина.

Поред изомерије положаја могућа је и **изомерија низа**, слично као код алкана.



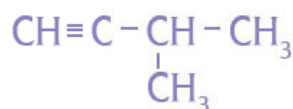
1-пентен



1-пентин



3-метил-1-бутен



3-метил-1-бутин



### Да ли сте знали?

**Етен** је производ биљака. Етен у биљкама има улогу да контролише сазревање плодова биљака. Пољопривредници који узгајају парадајз додају једињење које се у биљци разложи на етен. Ово омогућава да сви плодови парадајза буду зрели у исто време, што значајно олакшава бербу парадајза.

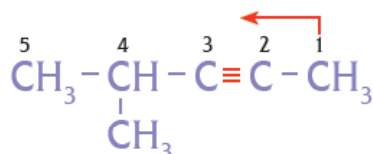
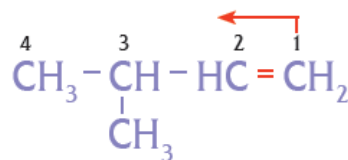
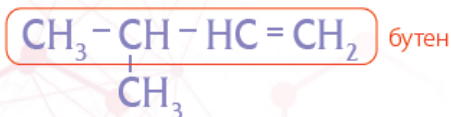
Својство зрелих плодова да производе етен и тиме убрзају сазревање плодова око њих, може се искористити у домаћинству. Уколико се незреле банане или незрели киви ставе поред неког зрелог воћа, то ће убрзати њихово сазревање.

## Како се додељују имена код алкена и алкина?

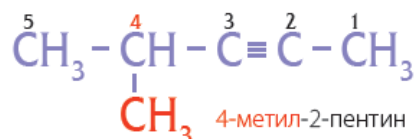
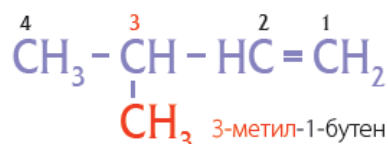
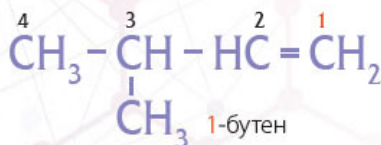
Именовање алкена и алкина такође следи по правилима IUPAC-а:

- Одреди се најдужи низ угљеникових атома и именује се по најдужем низу. Овај корак је исти као код алкана.
- Нумерисање почиње са краја који је ближи двострукој, односно трострукој вези.

У нашем примерима су то бутен и пентин.



- Наглашава се где је двострука или трострука веза бројем испред имена.
- Наставак именовања је исти као код алкана: алкил-групе се додељују испред имена и обележавају се бројем угљениковог атома за који је везана група.



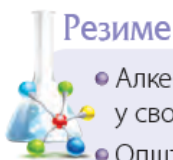
## Физичка својства алкена и алкина

Физичка својства алкена и алкина се не разликују много од одговарајућих алкана. Другим речима, двострука и трострука веза не утичу много на агрегатно стање и температуру кључања, као што се види из табеле.

Назив	Рационална структурна формула	Температура кључања, °C	Назив	Рационална структурна формула	Температура кључања, °C
$C_2$			$C_4$		
Етан	$\text{CH}_3 - \text{CH}_3$	-88,5	Бутан	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	0,5
Етен	$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$	-103,9	1-бутен	$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	-6,3
Етин	$\text{CH} \equiv \text{CH}$	-81,8	1-бутин	$\text{CH} \equiv \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	8,6
$C_3$			$C_5$		
Пропан	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	-42,0	Пентан	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	36,0
Пропен	$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3$	-47,0	1-пентен	$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	30,0
Пропин	$\text{CH} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$	-23,3	1-пентин	$\text{CH} \equiv \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	40,0

Табела 5.4. Температуре кључања алкана, алкена и алкина



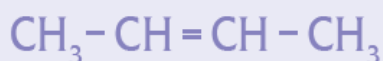


## Резиме

- Алкени у свом саставу имају једну двоструку везу између атома угљеника, а алкини у свом саставу имају једну троструку везу између атома угљеника.
- Општа формула алкена је  $C_n H_{2n}$ , док је општа формула алкина  $C_n H_{2n-2}$ .
- Код алкена и алкина постоји изомерија положаја, јер двострука, односно трострука веза могу бити на различитим местима у молекулу. Поред тога, постоји и изомерија низа.
- Номенклатура се дефинише на основу одређених правила.
- Физичка својства алкена и алкина су слична својствима алкана, јер присуство двоструке, односно троструке везе нема великог утицаја на физичка својства.

## Питања и задаци

1. Како се називају угљоводоници који у свом саставу имају једну двоструку везу између атома угљеника?
2. Како се називају угљоводоници који у свом саставу имају једну троструку везу између атома угљеника?
3. Које су опште формуле алкена и алкина?
4. Шта је изомерија положаја?
5. Напиши рационалне формуле и називе три могућа изомера хексена.
6. Напиши називе следећих једињења:



7. Напиши формуле 2-метил-1-пентена, 3-метил-1-бутина, 2,5-диметил-3-хексена и 3-етил-1-хексина.
8. Колики је масени удео угљеника у етену, а колики у етину?



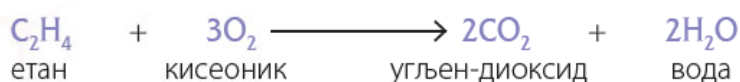
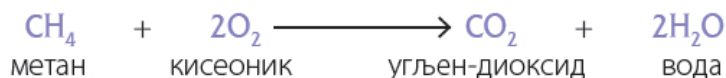
## Кључно

- реакције сагоревања угљоводоника
- реакције супституције угљоводоника
- реакције адисије угљоводоника

# ХЕМИЈСКА СВОЈСТВА УГЉОВОДОНИКА

## Реакције сагоревања угљоводоника

За све угљоводонике је карактеристично да могу да се запале у присуству кисеоника из ваздуха и да сагоре у потпуности. Као производ потпуног сагоревања настају угљен-диоксид и вода.



Ако у току сагоревања нема довољно кисеоника, долази до непотпуног сагоревања и производ реакције ће бити и чађ и угљен-моноксид.

Током реакције сагоревања угљоводоника настаје велика количина топлотне енергије. Због овог топлотног потенцијала, ова реакција је врло корисна и представља један од главних извора енергије у људској цивилизацији.

## Демонстрациони оглед



### Испитивање растворљивости и сагоревања *n*-хексана

**Прибор и посуђе:** три епрувете, порцеланска шоља, шибица, сталак за епрувете, мензура

**Супстанце:** *n*-хексан, дестилована вода, етанол, етар

**Ток рада:** У три епрувете сипати по 1 cm<sup>3</sup> *n*-хексана. У прву епрувету сипати 1 cm<sup>3</sup> дестиловане воде, у другу 1 cm<sup>3</sup> етанола, а у трећу 1 cm<sup>3</sup> етра. Протрести епрувете.

**Опажање:** *n*-хексан се раствара у етанолу и етру, а не раствара се у води

**Ток рада:** Неколико капи *n*-хексана ставити у порцеланску шољу. Принети пламен шибице *n*-хексану.

**Опажање:** *n*-хексан се запали и гори

## Реакције супституције (замене)

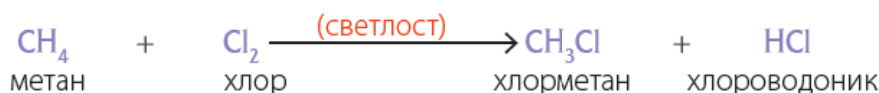
### Реакције супституције

су реакције у којима се један водоников атом у угљоводонцима замењује другим атомом или групом атома.

Алкани су засићени угљоводонци, значи да су њихови атоми угљеника засићени водоником. Због тога су алкани у поређењу са алкенима и алкинима најмање реактивни.

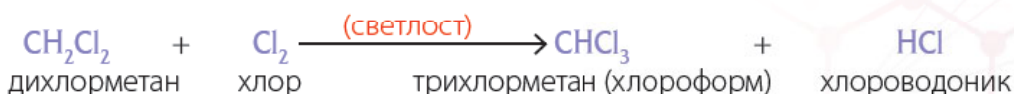
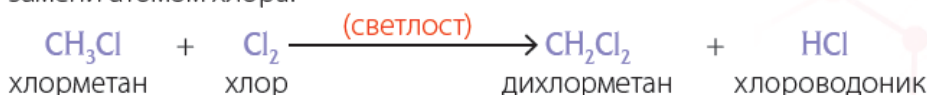
Карактеристична реакција за алкане је **супституција**. Супституција се одиграва у присуству јаке светлости, која омогућава алканима да реагују са халогеним елементима (елементи у 17. групи периодног система). Назива се супституција, јер долази до замене (супституције) једног атома водоника атомом халогеног елемента.

Најједноставнији пример супституције је реакција метана ( $\text{CH}_4$ ) и хлора ( $\text{Cl}_2$ ) у којој се добија хлорметан и хлороводоник.



Може да се примети да су атоми водоника и хлора заменили места.

Ова реакција може да се настави све док се сваки атом водоника не замени атомом хлора.

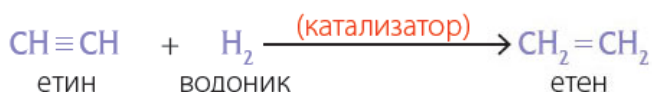


• Структурне формуле метана и једињења насталих супституцијом

## Реакције адиције (додавања)

Алкени и алкини су специфични по својој двострукој и трострукој вези, што их чини незасићеним угљоводоницима. Они су због присуства ових незасићених веза реактивнији од алкана. У реакцијама у којима учествују, углавном долази до раскидања једне од тих двоструких или троструких веза. За алкене и алкине су типичне реакције **адиције**.

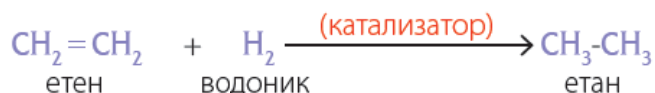
У овим реакцијама долази до раскидања двоструке (троструке) везе и додавања атома на места где је била двострука (трострука) веза. Ове реакције се обично одигравају уз присуство неке супстанце која убрзава реакцију, а коју називамо **катализатор**.



Током реакције адиције, добија се само један производ. Можемо да приметимо да се водоник само додао (адиција = додавање) на молекул етина. Трострука веза је раскинута и уместо једне везе, за угљеникове атоме су се везала два атома водоника и настао је молекул етена.

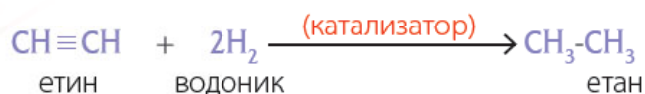
**Реакције адиције** су реакције у којима се атоми или атомске групе додају на места где је раскинута двострука или трострука веза.

Адиција може да се настави, јер у молекулу етена постоји двострука веза.

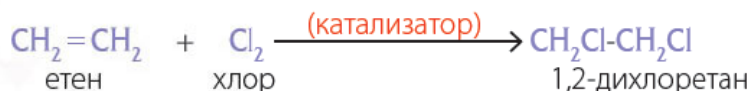


Током адиције водоника на етен, раскинута је двострука веза и за сваки атом угљеника везан је по атом водоника. Током ове реакције настаје етан, који је потпуно засићен водоником и даља реакција са водоником није могућа. Из овог разлога се алкани називају засићена једињења, а алкени и алкини, незасићена.

Ове две реакције, настајање етана из етина, могу да се прикажу једном једначином.



Алкени и алкини такође на исти начин реагују са халогеним елементима, само уместо водоника, везују се атоми халогених елемената на угљеникове атоме. Најбоље се види на примеру адиције хлора на етен.



## Резиме



- Сви угљоводоници учествују у реакцијама сагоревања са кисеоником из ваздуха.
- У реакцијама сагоревања се ослобађа велика количина топлоте, па се те реакције користе за загревање и добијање енергије.
- Алкани учествују у реакцијама супституције, при чему се један атом водоника замењује другим атомом или групом атома.
- Алкени и алкини учествују у реакцијама адиције, у којима се атоми или атомске групе додају на места где је раскинута двострука или трострука веза.

## Питања и задаци

1. Напиши једначину реакције сагоревања пентена.
2. Које реакције су типичне за алкане, а које за алкене и алкине?
3. Напиши једначину реакције супституције два молекула хлора на молекул метана.
4. Напиши једначину реакције адиције хлора на 1-бутен.
5. Напиши једначину реакције адиције водоника на 2-пентен.
6. Колико је молова хлора потребно за реакцију адиције хлора на 17 г етена?
7. Колико се грама производа добија у реакцији 20 г хлора на 1-пентен?
8. Колико грама пропана се добија у реакцији 10 г водоника и 20 г 2-пропена?

# АРОМАТИЧНИ УГЉОВОДОНИЦИ



## Кључно

- ароматични угљоводоници
- физичка својства ароматичних угљоводоника
- структура бензена
- хемијска својства ароматичних угљоводоника
- добијање ароматичних угљоводоника
- примена ароматичних угљоводоника

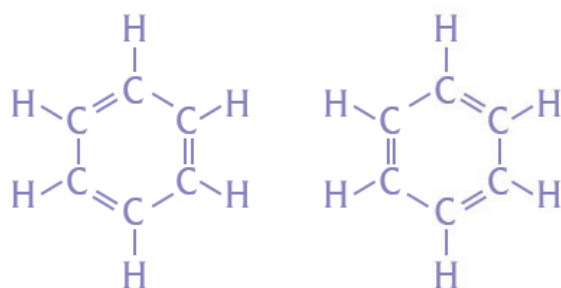
**Ароматични угљоводоници** су циклични угљоводоници, који имају специфичне везе и хемијска својства, па зато чине посебну класу органских једињења.

Ароматична једињења су добила назив по свом израженом мирису, односно ароми. Поред мириса, за ароматичне угљоводонике је карактеристично и да је већина ових једињења отровна. Ароматична једињења су углавном течног или чврстог агрегатног стања на собној температури. Она су, као и остали угљоводоници, слабо растворна у води, и имају мању густину од воде.

## Бензен

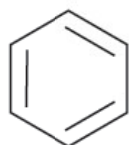
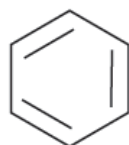
Основни и најједноставнији ароматични угљоводоник је бензен. Бензен је безбојна, отровна течност, јаког мириса. Он је неполаран молекул, тако да се раствара у неполарним растварачима и слабо се раствара у води, као и остали ароматични угљоводоници.

Бензен представља прстен који се састоји од шест угљеникових атома. За сваки угљеник је везан по један водоник, па је формула  $C_6H_6$ . Угљеник је четворовалентан, што значи да може да гради четири везе. У бензену, сваки угљеник гради ковалентну везу са два суседна угљеника у прстену и једну везу са водоником. То су укупно три везе, тако да угљеник може да гради још једну везу. Четврта веза се гради као двострука веза са суседним атомом угљеника. Структурна формула бензена приказана је на слици.



• Структурне формуле бензена  $C_6H_6$

Бензен је **планаран молекул**, јер су сви атоми угљеника и водоника у истој равни. Бензен се обично приказује као шестоугаоник, где рогљеви представљају угљенике, а водоници се не приказују.



• Структурне формуле бензена  $C_6H_6$



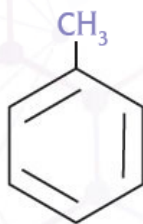
Структурна формула бензена  $C_6H_6$

Међутим, сваки угљеник има два суседна угљеника, тако да постоје две могућности за грађење двоструке везе, а због тога и две могуће формуле бензена. У реалности, свих шест веза између угљеникових атома су исте. Оне нису ни једноструке ни двоструке, већ нешто између. С обзиром на ове специфичне везе које постоје у бензеновом молекулу, бензен се често приказује са кругом унутар **бензеновог прстена**.

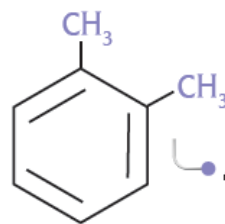
## Хемијска својства ароматичних угљоводоника

Специфичне везе које постоје у молекулу бензена одговорне су и за хемијска својства бензена и других ароматичних молекула. Ароматична једињења се не понашају као незасићена једињења, упркос двоструким везама у молекулу. Дакле, бензен не учествује у реакцијама адиције при благим условима, односно при условима под којима се те реакције одвијају код других незасићених једињења, алкена и алкина. Поред тога, такође је необично за незасићена једињења, бензен може да учествује у реакцијама супституције. Наиме, у присуству опиљака гвожђа, водоникови атоми у бензену могу се заменити (супституисати) атомима брома.

Други ароматични угљоводоници се граде на основу бензеновог прстена. Уместо водониковог атома, могу да се вежу алкил-групе. Ако је уместо само једног атома водоника везана метил група, то једињење се назива **метилбензен** или **толуен**. Ако су уместо два атома водоника везане две метил групе, добија се **диметилбензен** или **ксилен**.



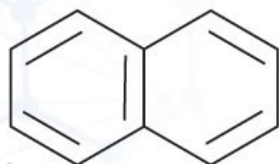
Метил-бензен



Диметил-бензен

Толуен и ксилен су отровни. Када се нађу у ваздуху, једни су од главних загађујућих супстанци. Често се мери управо и количина ових супстанци у ваздуху, како би се одредила његова загађеност. Бензен, толуен и ксилен се добијају током прераде нафте и угља, и зато се могу наћи у околном ваздуху.

Бензенови прстени могу да се споје својим ивицама и тако деле један део прстена. Уколико се два прстена споје, настаје једињење које се назива **нафтален**.



Структурна формула нафталена,  $C_{10}H_8$



Куглице нафталена

## Добијање ароматичних једињења

Ароматична једињења се добијају из каменог угља. Посебним поступком могу да се добију веће количине ароматичних једињења. Ароматичних једињења има и у тешким фракцијама нафте.

## Примена ароматичних угљоводоника

Ароматична једињења имају **примену** у производњи боја, лекова и лакова, као и експлозива.



• Боје за фарбање



• Лак за лакирање



• Производња лекова



• Производња граната са експлозивом

**Дали сте знали?**  
Због својих специфичних својстава, **ароматични прстенови** се налазе у већини лекова које данас производи фармацеутска индустрија.

### Резиме



- Ароматични угљоводоници имају веома изражен мирис.
- Бензен је прстен изграђен од шест угљеникових атома за које је везано шест воденикових атома.
- Везе у молекулу бензена су специфичне и зато бензен и остали ароматични угљоводоници имају специфична својства и представљају посебну класу органских једињења.
- Остали ароматични угљоводоници се изводе из бензена.
- Бензен не учествује у реакцијама адисије под благим условима.
- Бензен учествује у реакцијама супституције.

### Питања и задаци

1. Напиши формулу бензена.
2. Која су физичка својства ароматичних молекула?
3. У којим типовима реакција учествује бензен?
4. Напиши формуле метилбензена, диметилбензена и нафталена.
5. Каква је поларност бензена као течности?
6. Напиши у коју класу угљоводоника спада бензен.
7. Израчунај масени удео угљеника у бензену и нафталену.
8. Израчунај количину (број молова) бензена, ако је маса бензена 7,8 g.

# НАФТА И ЗЕМНИ ГАС. ПОЛИМЕРИ.

## Кључно

- фосилна горива
- налажење нафте и земног гаса у природи
- састав земног гаса и нафте
- фракциона дестилација нафте
- полимери

У **фосилна горива** спадају природни гас (земни гас), нафта и угаљ. Сагоревањем фосилних горива ослобађа се велика количина енергије. Због тога су она најзначајнији извор енергије који људи користе.



• Земни гас



• Нафта



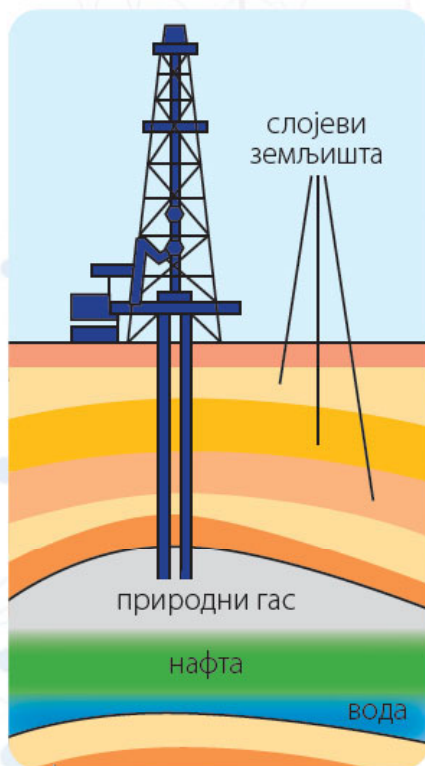
• Угаљ

Фосилна горива се налазе у Земљиној кори. Фосилна горива потичу од распадања биљних и животињских организама, односно, сложених органских једињења која се налазе у живим организмима. Милионима година, организми који су умиралли, градили су слојеве. Померањем Земљине коре, ови слојеви су се нашли и у дубинама Земљине коре. Тамо владају специфични услови, повишена температура, висок притисак и недостатак кисеоника. Ови услови су допринели да се изумрли организми разложе на угљоводонике и малу количину једноставних органских једињења која садрже кисеоник, сумпор и азот.

## Земни гас

Земни гас може да се нађе директно изнад нафте (као на слици) или у џеповима стена.

Земни гас је смеша алкана, који садрже од једног до четири угљеникова атома. Уобичајено, метан чини око 80% земног гаса, етана у земном гасу има око 10%, пропана око 4%, а бутана око 1%. Међутим, састав земног гаса може бити и мало другачији, јер састав зависи од налазишта из којег се добија земни гас.



• Налазишта земног гаса и нафте у Земљиној кори



У поглављу о реакцијама угљоводоника речено је да се приликом процеса сагоревања ослобађа велика количина енергије. Због тога се земни гас користи у индустрији као извор енергије. Поред тога земни гас се користи и у домаћинствима. Користи се за загревање просторија или у кухињи за процес кувања:

### Да ли сте знали?

**Састојци земног гаса:** метан, етан, пропан и бутан су гасови без мириса. Користе се у домаћинствима, али им је мана њихова лака запаљивост. Могу изазвати несреће у виду пожара, а при већој концентрацији гаса у ваздуху може доћи до експлозије. Због тога се данас у земни гас који се користи у домаћинствима убацује мирис. На тај начин може да се опази присуство гаса у просторији, па се тиме спречавају несрећни случајеви. Уколико се осети овај мирис, треба одмах добро проветрити просторију, а онда наћи узрок нагомилавања гаса у просторији.



Шпорет



Грејалица



Сирова нафта

## Нафта

Нафта је тамна течност, уљаста и непријатног мириса. Људи су вековима знали за нафту, јер се догађало да цури из земље. Међутим, масовно коришћење нафте као горива почело је од средине деветнаестог века, после открића великих налазишта нафте. Данас се нафта вади из земље у многим регионима света. У Србији постоји налазиште нафте у Банату.

Нафта је смеша угљоводоника који могу да садрже од једног до више од 40 атома угљеника. Већина угљоводоника у нафти су алкани равнотелног и разгранатог ланца, а има и малих количина ароматичних једињења. Поред тога, могу се наћи и једноставна органска једињења која садрже сумпор, кисеоник и азот.

Нафта која се извади из земљишта назива се **сировом нафтом**. Она се не може користити у овом облику, већ се прерађује. Смеша, која чини сирову нафту раздваја се на фракције, које имају комерцијалне употребе (рафинеријски гас, бензин, восак за свеће итд.).

Процес у коме се нафта раздваја на фракције зове се **фракциона дестилација**. Одвија се у торњу који се назива фракциона колона и приказана је на слици. У току процеса фракционе дестилације сирове нафте, на основу разлике у температури кључања компоненти, сировом нафта се раздваја на фракције.



На врху колоне се налазе најлакше фракције, угљоводоници са најмањим бројем угљеникових атома, док се теже испарљиве фракције спуштају ка дну колоне.

Најлакши угљоводоници, тј. најмањи алкани (метан, етан, пропан и бутан), који имају најнижу температуру кључања, први се издвајају из смеше као гас и они излазе на самом врху фракционе колоне. Ова фракција се назива **рафинеријски гас**.

Следећа фракција је **бензин** и налази се одмах испод рафинеријског гаса у фракционој колони. Састоји се од алкана, који садрже од пет до дванаест угљеникових атома.

Следеће две фракције су **керозин** и **дизел уље**, док на дну колоне остају најтежи угљоводоници, који се налазе у асфалту. На слици се може приметити да свакој фракцији одговара неки распон температура, као и угљоводоници са одговарајућим бројем угљеникових атома. Фракције, њихов састав и употреба наведени су у табели.

Фракција	Употреба	Број угљеникових атома угљоводоника	Опсег температуре кључања (°C)	Процент сирове нафте, %
рафинеријски гас	извор енергије у индустрији и домаћинствима	C <sub>1</sub> до C <sub>4</sub>	<20	10
бензин	гориво за аутомобиле	C <sub>5</sub> до C <sub>12</sub>	40 – 175	40
керозин	гориво за авионе	C <sub>12</sub> до C <sub>15</sub>	150 – 275	10
дизел	гориво за камионе, бродове и локомотиве	C <sub>15</sub> до C <sub>18</sub>	225 – 400	30
остатак: уље за подмазивање, восак парафин, масноће, битумен	за подмазивање мотора, за израду свећа, за асфалтирање	C <sub>16</sub> до C <sub>24</sub>	>400	10

Табела 5.5. Фракције сирове нафте

Нафта је основна сировина за производњу органских супстанци у хемијској индустрији. Даљом прерадом фракција нафте, хемијским и технолошким поступцима, из нафте се добијају различита органска једињења, укључујући лекове и разне врсте пластике.



### Да ли сте знали?

Поред великог значаја као извор енергије и сировина, нафта такође може бити велики загађивач природе. Непажњом човека, или услед неке несреће, дешава се проливање нафте у океанима и рекама, што представља велико загађење природне средине.

## Полимери

Неки од најзначајнијих производа хемијске индустрије, који се добијају користећи угљоводонике као сировине, зову се полимери.

**Полимери** су макромолекули, што значи да су то велики молекули, који имају велику молекулску масу. Полимери се стварају у реакцијама великог броја малих молекула. Мали молекули из којих настају полимери називају се мономери. Они су једноставни молекули који се повезују ковалентним везама градећи полимер. Полимери могу бити сачињени само од једне врсте мономера, или од две или више врста мономера. Реакција у којој се мономери спајају у полимере назива се **полимеризација**. У већини ових реакција неопходан је катализатор.

У биљкама и животињама постоји велики број природних полимера, као што су скроб, целулоза и протеини.

Поред природних полимера, постоје и синтетички, које је човек наменски, контролисано направио. Полимери имају велику примену у савременом свету. Различите врсте пластике су полимери. Најпознатији синтетички полимери су полиетилен, поливинил-хлорид (PVC, пе-ве-це), и тефлон.



• Храна богата протеинима



• Целулоза



• Скроб



• Полиетиленске грануле

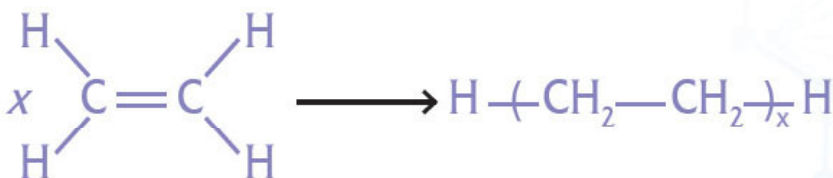


• Посуђе од тефлона



• Пластични полимери

**Полиетилен** се добија полимеризацијом етена. У процесу полимеризације везују се молекули етена у дуги ланац полимера, тј. полиетилена. Гради се тако што се раскида двострука веза у етену и оба угљеника граде једноструке везе са околним молекулима етена, у којима је такође раскинута двострука веза. С обзиром на то да се раскида двострука веза и да се додају нове групе, реакције полимеризације су реакције адисије.

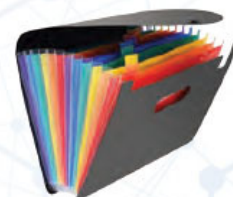


Спајајући се  $x$ -молекула етилена (етена,  $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ ) гради дугачак ланац, који се састоји од  $x - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$  фрагмената.

Полиетилен се користи за производњу пластичних кеса, фолија, фасцикли, пластичног посуђа, играчака за децу.



• Пластична фолија



• Пластичне фасцикле



• Пластичне играчке

**Поливинил-хлорид** је познат по скраћеници: пе-ве-це, PVC. Он настаје полимеризацијом винил-хлорида (хлор-етена). Од овог полимера се прави столарија и водоводне цеви.



• PVC столарија



• PVC водоводне цеви

**Тефлон** (политетрафлуороетен) је трећи полимер који ћемо истаћи. Тефлон настаје полимеризацијом тетрафлуороетена. Он је битан због тога што је врло отпоран на високе температуре, као и на хемијску корозију. То га чини врло привлачним и практичним да се користи за израду кухињског прибора. Рецимо, тигањи на којима се пеку палачинке су углавном превучени тефлоном, због чега се палачинке не лепе за тигањ. Може такође да се користи као изолатор за жице, каблове, моторе и генераторе.



• Тефлонски тигањ

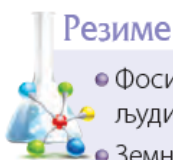


• Тефлонска трака за изолацију



### Да ли сте знали?

Поред ова три **полимера**, постоје још много других који се добијају реакцијама различитих мономера. Они се користе у многобројним производима, као што су разни пластични предмети, жвакаће гуме, гуме за аутомобиле, ђон на обући, најлон чарапе, различите тканине.



## Резиме

- Фосилна горива су земни гас, нафта и угаљ, и она су најзначајнији извор енергије који људи користе.
- Земни гас је смеша алкана, који садрже око 80% метана.
- Нафта је смеша угљоводоника који могу да садрже од једног до више од 40 атома угљеника.
- Фракционом дестилацијом нафте се добијају фракције које могу да се користе за различите сврхе.
- Полимери су макромолекули који се стварају од великог броја малих молекула у реакцијама полимеризације.
- Природни полимери су скроб, целулоза и протеини.
- Најпознатији синтетички полимери су полиетилен, поливинил-хлорид и тефлон.

## Питања и задаци

1. Шта спада у фосилна горива?
2. Где се у природи могу наћи земни гас и сирова нафта?
3. Шта је главни састојак земног гаса?
4. Шта су састојци нафте?
5. Наведи три фракције која се добијају прерадом сирове нафте.
6. Наведи три природна и три синтетичка полимера.
7. Израчунај молекулску масу полимера који се састоји од 50 мономера етилена.
8. Израчунај масени удео хлора у полимеру који се састоји од 30 мономера винил-хлорида.

## Лабораторијска вежба



### Састављање модела молекула угљоводоника, писање структурних формула и именовање угљоводоника

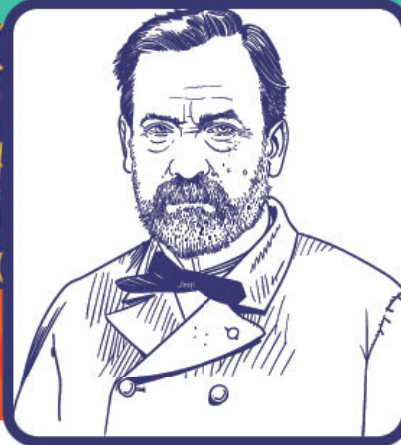
**Прибор:** пластелин, чачкалице

**Ток рада:**

1. Направити куглице од пластелина. Црне куглице представљају атоме угљеника, а беле куглице атоме водоника. Користити чачкалице за спајање атома.
2. Написати молекулске формуле, структурне формуле, рационалне структурне формуле свих алкана, алкена и алкина који имају два, три и четири угљеникова атома у молекулу. Направити њихове моделе од пластелина.



Луј Пастер  
(1822-1895)



Луј Пастер је био француски хемичар и микробиолог. Истраживао је процес алкохолне и млечне ферментације. Доказао је да су организми попут бактерија одговорни за кишељење, односно кварење вина, пива и млека. Убрзо је дошао на нову идеју и открио процес стерилизације (по њему је овај процес назван **пастеризација**), која се користи у конзервацији напитака и хране. Пастер је заправо открио процес у коме се бактерије уништавају загревањем, а затим се течност хлади. Пастер је светски познат и по томе што је дефинисао појам **вакцинација** и изумео вакцину против беснила.

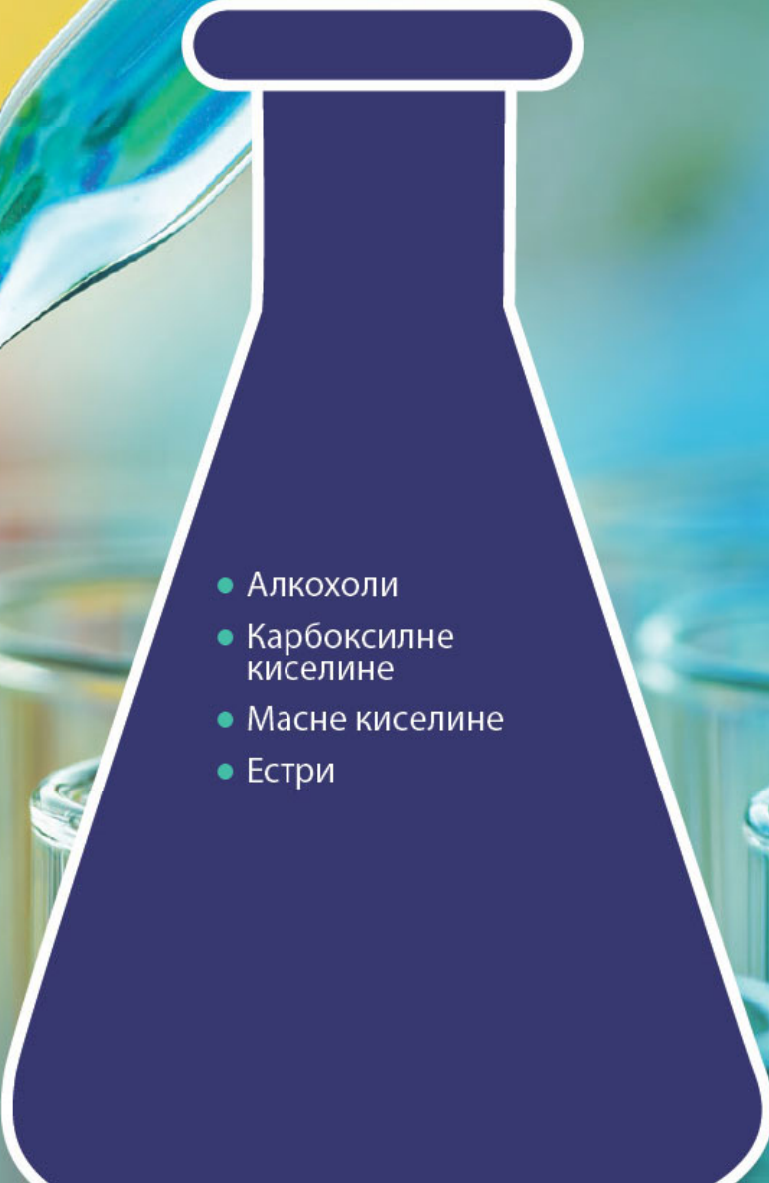
У својим говорима истакао је:

*Знање и пријада човечанству  
и то је бакља која осветљава цео свет.*





# ОРГАНСКА ЈЕДИЊЕЊА СА КИСЕОНИКОМ

- 
- Алкохоли
  - Карбоксилне киселине
  - Масне киселине
  - Естри



## Кључно

- алкохоли
- функционална група алкохола
- номенклатура алкохола
- изомерија алкохола
- примарни, секундарни и терцијарни алкохоли

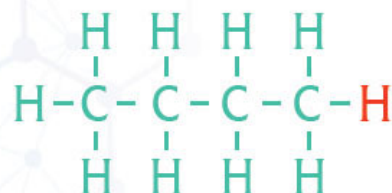
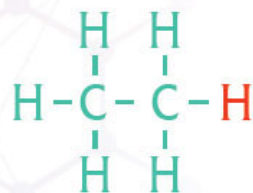
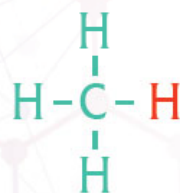
# АЛКОХОЛИ

У органским једињењима се, поред угљеника и водоника, могу наћи и атоми кисеоника. **Алкохоли** су класа органских једињења која у себи садржи кисеоник.

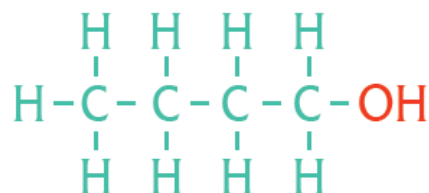
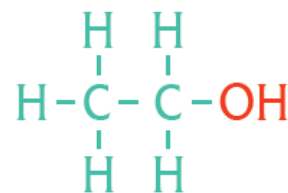
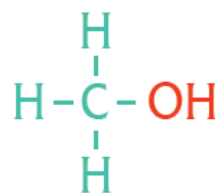
Реч *алкохол* је позната из свакодневног живота. Често се говори о алкохолним пићима, или о алкохолу за дезинфекцију.

Овде ћемо дати хемијску дефиницију алкохола. Када се у структури угљоводоника атом водоника замени -ОН групом, добија се алкохол.

## УГЉОВОДОНИЦИ



## АЛКОХОЛИ



• Примери структурних формула угљоводоника и алкохола

Алкохоли у својим молекулима садрже **-ОН групу**, која се назива **хидроксилна група**. Треба обратити пажњу на то да је овај назив различит од хидроксидне групе која постоји у базама (видети поглавље *Метали – Алкални и земноалкални метали*).

Код алкохола, присуство хидроксилне групе утиче на то да алкохоли имају специфична физичка и хемијска својства, па је зато хидроксилна група **функционална група**. Алкохоли су углавном засићена једињења, што значи да су атоми повезани једноструким везама.



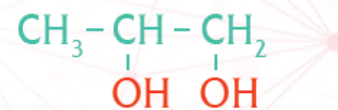
## Број хидроксилних група у молекулу алкохола

За један угљеников атом може бити везана само једна -ОН група. Међутим, за угљоводонични низ може бити везано и две или више хидроксилних група. Ако у молекулу постоји само једна хидроксилна група, онда се тај молекул назива **монохидроксилни алкохол**. Ако постоје две или више хидроксилних група, онда су то **полихидроксилни**.

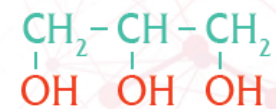
Општа формула, која важи само за монохидроксилне алкохоле гласи  $C_nH_{2n+1}OH$ . Ако се упоређи са општом формулом алкана,  $C_nH_{2n+2}$ , може да се закључи да уместо једног водониковог атома, H, стоји хидроксилна група -ОН. Уколико се угљоводонични низ означити са R, општа формула алкохола је **R-OH**.



монохидроксилни алкохол



двохидроксилни алкохол



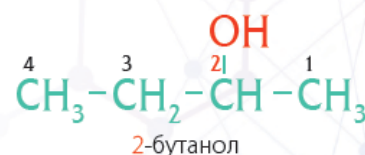
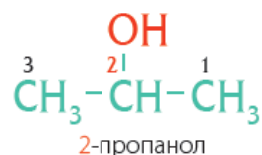
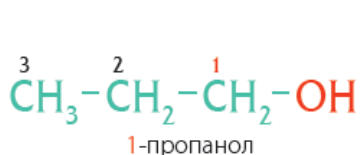
трохидроксилни алкохол

## Номенклатура алкохола

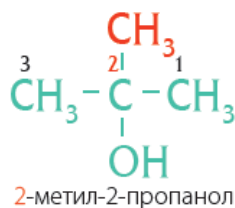
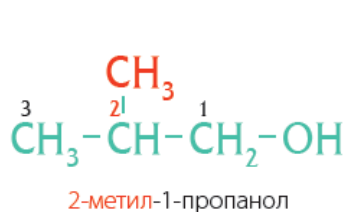
По IUPAC номенклатури, монохидроксилни алкохоли добијају назив, тако што се на назив алкана са истим бројем угљеникових атома додаје наставка **-ол**. На пример, метан постаје метанол, етан постаје етанол итд.



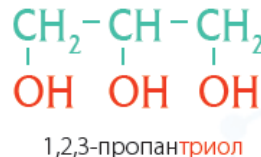
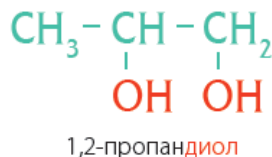
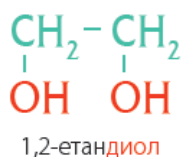
Уколико угљоводонични низ има три или више угљеника, неопходно је нагласити на ком угљениковом атому је -ОН група. Слично као код алкана, после налажења најдужега низа, угљеник на коме се налази хидроксилна група нумерише се најмањим могућим бројем.



Положаји алкил-група означавају се на исти начин као код алкана.



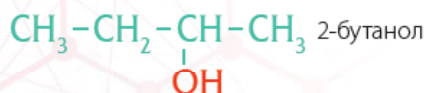
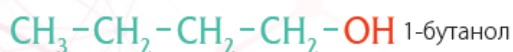
Код полихидроксилних алкохола, где постоје две, три или четири хидроксилне групе, додаје се у називу диол, триол или тетрол, а положаји хидроксилних група се обележавају бројем. Неки алкохоли имају уобичајена имена која се користе у свакодневном животу. Етанол се назива етил-алкохол, 1,2-етандиол се назива етилен-гликол, а 1,2,3-пропантриол се назива глицерин или глицерол.



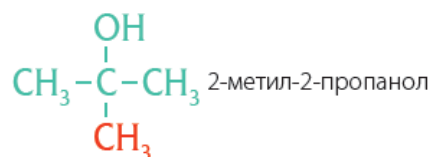
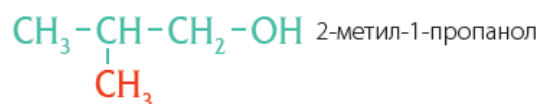
## Изомерија алкохола

Код алкохола постоји могућност изомерије, јер постоји могућност да се два молекула разликују по томе где се налази хидроксилна група. Поред тога, постоји могућност различитог распореда атома у угљоводоничном низу. Због тога алкохол  $C_4H_9OH$  има четири изомера. Два изомера су изомери линеарног низа, који се разликују по положају хидроксилне групе. Постоје још два изомера рачвастог низа, који се такође разликују по положају хидроксилне групе.

### Изомери линеарног низа



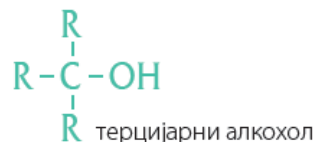
### Изомери рачвастог низа



● Изомери  $C_4H_9OH$  алкохола ●

## Примарни, секундарни и терцијарни алкохоли

Алкохоли се међу собом структурно разликују по томе за који угљеников атом је везана хидроксилна група. Наиме, ако је везана за угљеник који је везан само за још један угљеников атом, тј. алкил-групу R-, онда је **примаран алкохол**. Ако је везана за угљеник са две алкил-групе, онда је **секундаран**. Ако се угљеник на који се везује хидроксилна група, везује са још три алкил-групе, онда је то **терцијарни алкохол**.



● Примарни, секундарни и терцијарни алкохоли (R може да буде било која алкил-група)

### Резиме

- Алкохоли имају структуру у којој је водоник у угљоводонцима замењен **-OH** (хидроксилном) групом. Хидроксилна група је функционална група алкохола.
- Молекул алкохола може садржати једну или више хидроксилних група.
- Номенклатура алкохола је слична номенклатури алкана. У алкохолима се означава број угљениковог атома за који је везана хидроксилна група, а наставак у називу је **-ол**.
- Алкохоли могу бити примарни, секундарни и терцијарни.

### Питања и задаци

1. Шта је функционална група алкохола?
2. Колико хидроксилних група може бити у молекулу алкохола?
3. Напиши формулу 1,3-бутандиола, 1,2,3-пропантриола, 2-пропанола.
4. Напиши могуће изомере  $C_3H_7OH$  и  $C_4H_9OH$  алкохола.
5. Напиши рационалне формуле два терцијарна алкохола.
6. Израчунај колико има молова метанола у 25 g метанола.
7. Израчунај масени удео кисеоника у метанолу и етанолу.
8. Колико се грама етанола налази у 20 g 70% раствора етанола у води?

# ДОБИЈАЊЕ, СВОЈСТВА И ПРИМЕНА АЛКОХОЛА



## Кључно

- добијање алкохола
- физичка својства алкохола
- хемијска својства алкохола
- примена алкохола

## Добијање алкохола

Из глукозе (грожђаног шећера) се може добити алкохол, али је потребно присуство квасца. Тачније, супстанце које се налазе у квасцу (ензими) помажу да се глукоза разложи и настане етанол и угљен-диоксид. Овај процес се зове **алкохолно врење** или **ферментација**. Ако се смеша глукозе и квасца благо загрева, овај процес ће се брже одвијати.



## Демонстрациони оглед

### Добијање етанола

**Прибор и посуђе:** два ерленмајера, гумени затварач, стаклена цев, водено купатило, шпиритусна лампа, статив, клема, мензура

**Супстанце:** дестилована вода, глукоза, свежи квасац, раствор калцијум-хидроксида

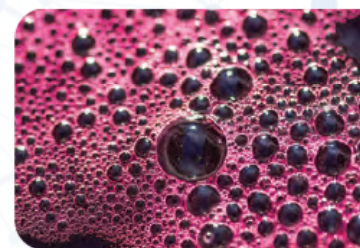
**Ток рада:** Састави се апаратура као на слици. У један ерленмајер сипа се око 50 cm<sup>3</sup> дестиловане воде и дода 5 g глукозе и промућка се да се глукоза раствори. Дода се и једна кашичица измрвљеног свежег квасца. Запуши се гуменим затварачем кроз који је провучена стаклена цев. Ерленмајер се стави у водено купатило. У други ерленмајер се сипа раствор калцијум-хидроксида и у овај раствор се урони крај стаклене цеви. Водено купатило се загрева шпиритусном лампом.

**Опажања:** У току реакције се ствара гас који замути раствор калцијум-хидроксида. У огледу у поглављу о солима показано је да се на овај начин доказује угљен(IV)-оксид (угљен-диоксид), јер се у реакцији са калцијум-хидроксидом ствара нерастворни калцијум-карбонат, који замути раствор. У реакцији у првом ерленмајеру се глукоза распада дајући алкохол и угљен-диоксид.



Добијање алкохола из воћа је поступак који се заснива на овој реакцији, јер се у воћу налази шећер, који се разлаже на етанол и угљен-диоксид. Овај поступак ферментације познат је од давнина, а користи се и данас у домаћинствима за добијање алкохолних пића, првенствено вина и ракије. Поред воћа, за добијање алкохола се користи и ферментација житарица.

На овај начин се добијају различите врсте алкохолних пића и у прехранбеној индустрији. Даљим поступцима пречишћавања може се добити и чист алкохол.



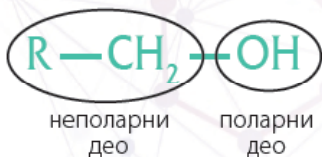
• Алкохолно врење

### Да ли сте знали?

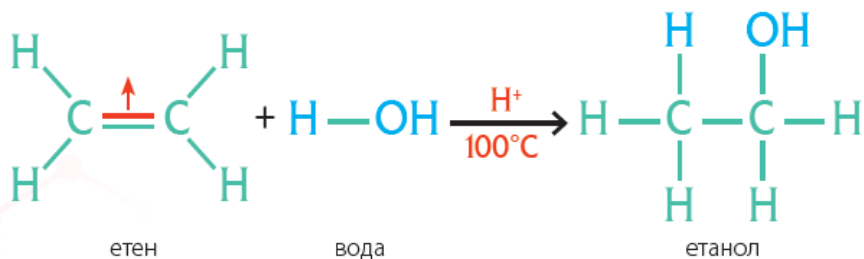
Свако **алкохолно пиће** има различит проценат алкохола (етанола) у себи. Рецимо, ракија има око 45% етанола, вино 10–20%, а пиво 3–13%.

### Да ли сте знали?

Повећање концентрације алкохола (етанола) не мора водити бољем **дезинфекцијом ефекту**. Алкохол има најбољи дезинфекциони ефекат ако је концентрација алкохола 70%. Због тога, 96% алкохол није боље дезинфекционо средство од 70% алкохола.



Алкохол се у индустрији може добити у реакцији етена и воде. У току реакције се молекула воде додаје на двоструку везу етена. Због додавања молекула воде, реакција се назива **хидратација**. Ова реакција се одиграва само при одређеним условима.



Овом реакцијом може да се добије чист етанол, који не садржи воду и зове се **апсолутни етанол**. Слично етанолу, и други алкохоли се могу добити у реакцији воде са одговарајућим алкеном.

## Физичка својства алкохола

Сви атоми у молекулу алкохола су повезани ковалентним везама. Везе између атома угљеника и између угљеника и водоника су неполарне и слабо поларне, као што је већ речено код угљоводоника. Међутим, веза између атома кисеоника и водоника у хидроксилној групи је **поларна ковалентна веза**. Зато молекули алкохола имају поларни и неполарни део молекула. Поларни део је хидроксилна група, а остатак молекула је неполаран.

Као што смо рекли, хидроксилна група је функционална група алкохола и доприноси њиховим својствима. Прво својство је да су због поларности хидроксилне групе, међумолекулске интеракције између молекула алкохола јаче од међумолекулских интеракција између молекула алкана. Због тога алкохоли имају вишу температуру кључања него алкани са истим бројем угљеникових атома, као што се види из табеле 5.6.

Назив	Структурна формула	Температура кључања °С	
метан	CH <sub>4</sub>	-164	гас
метанол	CH <sub>3</sub> OH	65	течност
етан	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	-89	гас
етанол	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	78	течност
пропан	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	-42	гас
пропанол	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH	97	течност

Табела 5.6. Температуре кључања алкана и алкохола

Ово својство утиче на агрегатно стање, тако да су на собној температури алкохоли до једанаест угљеникових атома у течном агрегатном стању, док су алкохоли који садрже више од једанаест угљеникових атома у чврстом агрегатном стању.

Из свакодневног искуства познато је да се етанол раствара у води, јер је у разним алкохолним пићима етанол растворен у води.

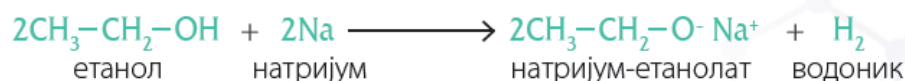
Структура молекула алкохола указује да алкохоли имају поларни и неполарни део, па би они могли да се растварају и у поларним растварачима, и у неполарним растварачима. Растворљивост етанола у поларној води последица је кратког угљоводоничог ланца, па је, у том случају, поларност хидроксилне групе пресудна за растворљивост. Алкохоли до четири угљеникових атома растварају се у води. Код алкохола који имају пет или више угљеникових атома, неполарни део молекула постаје доминантан, и ти молекули су слабо растворни у поларним растварачима, као што је вода. Као што се може очекивати, са порастом броја угљеникових атома, растворљивост у води опада, а расте растворљивост у неполарним растварачима.

## Хемијска својства алкохола

Хемијска својства алкохола су одређена присуством хидроксилне групе у молекулу. У неким реакцијама учествује цела хидроксилна група, а у неким само водоник из хидроксилне групе. Поред тога, у реакције може бити укључен и водоник који је везан за суседни угљеников атом.

### Реакције са металима

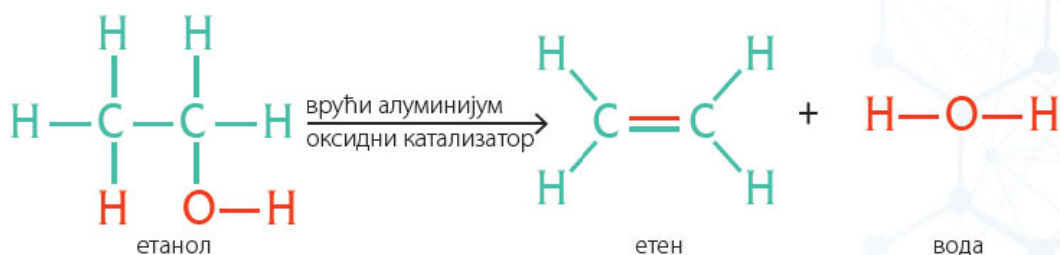
Алкохоли могу да реагују са изразитим металима где се добијају соли алкохола. Наиме, раскида се веза у хидроксилној групи, поларна ковалентна веза између О и Н, и уместо атома водоника везује се метал. Нова веза је јонска веза. Ове соли које се добијају називају се **алкохолати** или **алкоксиди**.



Настало једињење је со, а реакција је слична реакцијама киселина са металима у којима настају соли и водоник, као што је речено у поглављу о солима. Међутим, алкохоли нису киселине, јер се њихова киселост не може доказати лакмус хартијом и не реагују са базама у реакцији неутрализације.

### Дехидратација алкохола

Дехидратацијом алкохола се добијају одговарајући алкени, незасићени угљоводоници са истим бројем угљеника. У овом процесу се из алкохола одузима молекула воде, тј. цела хидроксилна група и један атом водоника од суседног угљеника. Ова реакција се дешава само под одређеним условима.





## Примена алкохола

Као што је већ речено, оно што у свакодневном животу зовемо алкохол, јесте **етанол**,  $C_2H_5OH$ . Етанол је безбојна течност на собној температури и има оштар мирис. Етанол је познат од давнина јер се добија алкохолним врењем шећера. Ако се конзумира у већим количинама, делује на централни нервни систем, а редовно козумирање већих количина може да доведе до зависности и болести алкохолизма. Поред тога, етанол је важно дезинфекционо средство. Користи се и као растварач у козметичкој индустрији.

**Метанол** је најједноставнији алкохол, и на собној температури је безбојна течност. Иако је између етанола и метанола разлика у само једном угљениковом атому, метанол је врло отрован. Ако се метанол унесе у организам, може да остави озбиљне последице на људско здравље, као што је слепило, а може да доведе и до смрти. Метанол се користи као гориво, користи се за производњу пластичних маса и као растварач боја и лакова.

**Етилен-гликол**, који се по IUPAC-у назива 1,2-етандиол, безбојна је и сирупаста течност. Познат је као антифриз, јер водени раствор ове супстанце остаје течан и на ниским температурама. Етилен-гликол се зими додаје у воду хладњака моторних возила и тиме спречава замрзавање воде. Етилен-гликол је веома отровна супстанца.

**Глицерол**, који се по IUPAC-у назива 1,2,3-пропантриол, јесте уљаста, безбојна течност. То је трохидроксилен алкохол, па се због присуства три поларне хидроксилене групе добро раствара у води. Користи се у козметичким производима, а користи се и у производњи лекова и експлозива.

### Резиме



- Етанол се добија из глукозе алкохолним врењем.
- Алкохоли се у индустрији добијају из алкена у реакцији са водом.
- Угљоводонични низ у молекулима алкохола је неполаран, а хидроксилене група је поларна.
- Монохидроксилен алкохоли који имају мање од 11 атома угљеника су течни.
- Монохидроксилен алкохоли са мање од пет угљеникових атома растварају се у води, алкохоли са пет и више угљеникових атома растварају се у неполарним растварачима.
- Алкохоли реагују у реакцијама дехидратације и оксидације, а реагују и са изразитим металима.

### Питања и задаци



1. Напиши једначину реакције добијања етанола из глукозе. Под којим условима се одвија ова реакција?
2. Напиши једначину реакције добијања етанола из етена.
3. Да ли се сви алкохоли растварају у води?
4. У којим растварачима се растварају монохидроксилен алкохоли са више од пет угљеникових атома?
5. У ком агрегатном стању су алкохоли?
6. Напиши једначину реакције дехидратације пропанола.
7. Колико грама етена ће се добити у реакцији дехидратације 17 g етанола?
8. Колико је грама етанола потребно за добијање 4 g водоника у реакцији са натријумом?



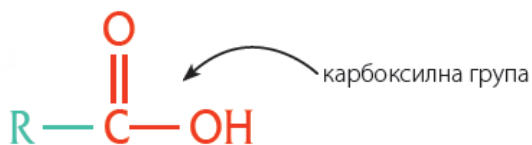
## Кључно

- функционална група карбоксилних киселина
- номенклатура карбоксилних киселина
- налажење карбоксилних киселина у природи
- структура карбоксилних киселина
- добијање карбоксилних киселина
- више масне киселине

# КАРБОКСИЛНЕ КИСЕЛИНЕ

## Функционална група карбоксилних киселина

**Карбоксилне киселине** су органске киселине. Представљају класу органских једињења са кисеоником и као функционалну групу имају карбоксилну групу (-COOH). Општа формула карбоксилних киселина је **R-COOH**.



## Номенклатура

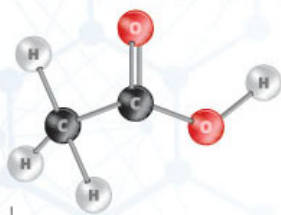
По IUPAC-у имена се додељују пратећи правила за додељивање имена алкана и на одговарајуће име алкана додаје се наставак **-ска киселина**. Ово правило важи за засићене и монокарбоксилне киселине.

Број угљеникових атома	Назив	Рационална структурна формула	Уобичајен назив	Агрегатно стање
1	метанска киселина	HCOOH	мравља киселина	течно
2	етанска киселина	CH <sub>3</sub> COOH	сирћетна киселина	течно
4	бутанска киселина	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH	бутерна киселина	чврсто
5	пентанска киселина	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH	валеријанска киселина	чврсто

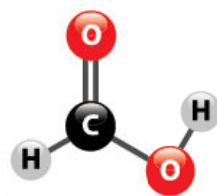
Табела 5.7. Примери карбоксилних киселина и њихови називи

## Налажење у природи

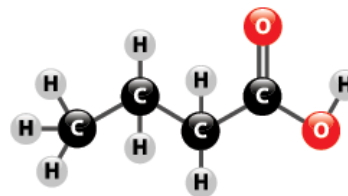
Карбоксилне киселине су широко распрострањене у природи. Због тога су ова једињења позната у свакодневном животу и имају уобичајена имена изведена из речи које описују њихов природни извор. Уобичајени назив за етанску киселину је сирћетна киселина, јер се налази у сирћету. Мравља киселина се овако зове јер је луче мрави, а бутерна јер се налази у бутеру.



Сирћетна киселина



Мравља киселина



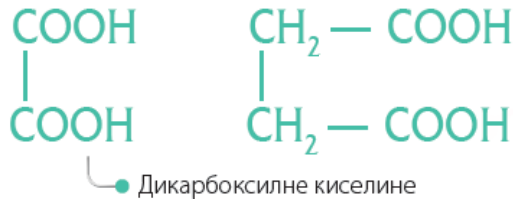
Бутерна киселина



## Структура карбоксилних киселина

### Број карбоксилних група у карбоксилним киселинама

Карбоксилна група одређује својства карбоксилне киселине. Ако карбоксилна киселина има једну карбоксилну групу, назива се **монокарбоксилна киселина**, а ако постоје две или више група, називају се **поликарбоксилне киселине**.



• Дикарбоксилне киселине

### Везе у угљоводничном низу

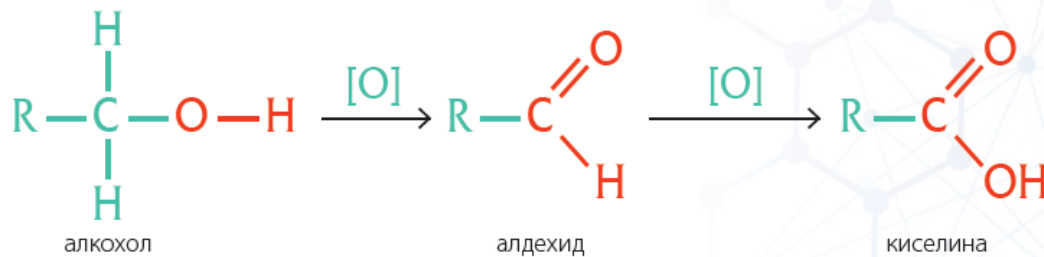
Као код алкохола, у угљоводничном низу везе између угљеника могу бити једноструке везе, али могу бити и двоструке и троструке. Када постоје само једноструке везе, онда су то **засићене карбоксилне киселине**, а ако постоје двоструке или троструке везе, онда су то **незасићене карбоксилне киселине**.



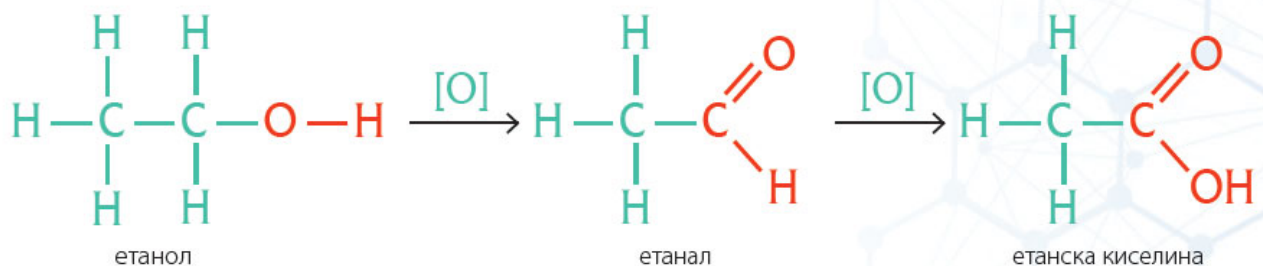
• Незасићене карбоксилне киселине

## Добијање карбоксилних киселина

При благој оксидацији примарних алкохола, у два степена реакције, настају карбоксилне киселине, са карбоксилном групом  $-\text{COOH}$ . У првом степену настаје алдехид, који се даље оксидује у киселину.



На пример, при благој оксидацији етанола прво настаје алдехид етанал, који се затим оксидује у етанску киселину.



## Више масне киселине

У природи се врло често јављају и карбоксилне киселине са дужим ланцем, рецимо са 16 или 18 угљеникових атома. Називају се **више киселине** јер имају велики број угљеникових атома. Поред тога, оне се могу добити разградњом масти, па се зато називају **масне киселине**.



Уље

Више масне киселине су врло важне јер оне изграђују масти, уља и воскове. Једињења изграђена од ових киселина улазе и у грађу ћелијске мембране.

Неке од најзначајнијих масних киселина су палмитинска, стеаринска и олеинска киселина. Палмитинска и стеаринска су засићене више масне киселине, док је олеинска киселина незасићена виша масна киселина.



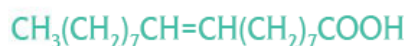
Восак



палмитинска киселина



стеаринска киселина



олеинска киселина

### Резиме



- Функционална група карбоксилних киселина је карбоксилна група, па је општа формула R-COOH.
- Карбоксилне киселине могу бити монокарбоксилне и поликарбоксилне, а угљоводонични низ може бити засићен и незасићен.
- Карбоксилне киселине су широко распрострањене у природи.
- Више масне киселине изграђују уља, масти и воскове.

### Питања и задаци

1. Напиши општу формулу карбоксилних киселина.
2. Како је по IUPAC-у назив киселина које имају пет и шест угљеникових атома?
3. Напиши једну дикарбоксилну киселину.
4. Како су више масне киселине добиле назив?
5. Где се у природи могу наћи карбоксилне киселине?
6. Израчунај колико се чисте сирћетне киселине налази у 20 г 5% раствора сирћетне киселине.
7. Који је масени удео кисеоника у мрављој киселини?
8. Колико се молова бутанске киселине налази у 10 г ове киселине?

# СВОЈСТВА И ПРИМЕНА КАРБОКСИЛНИХ КИСЕЛИНА



## Кључно

- физичка својства карбоксилних киселина
- хемијска својства карбоксилних киселина
- примена карбоксилних киселина

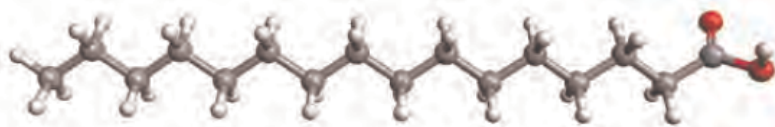
## Физичка својства карбоксилних киселина

### Агрегатно стање

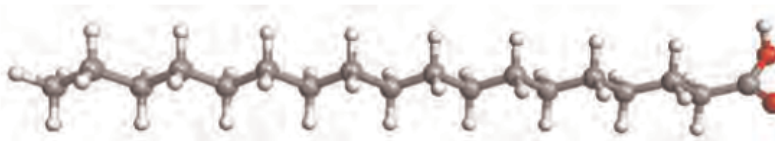
Карбоксилне киселине на собној температури могу да се нађу у течном и чврстом агрегатном стању. Једињења са мањим бројем угљеникових атома су углавном безбојне течности, док су карбоксилне киселине са већим бројем угљеникових атома воштана, чврста једињења.

Док су молекули палмитинске ( $C_{16}H_{32}O_2$ ) и стеаринске ( $C_{18}H_{36}O_2$ ) киселине линеарни, молекул олеинске киселине је савијен, због присуства двоструке везе. Ова разлика у облику молекула доводи до разлике у агрегатном стању.

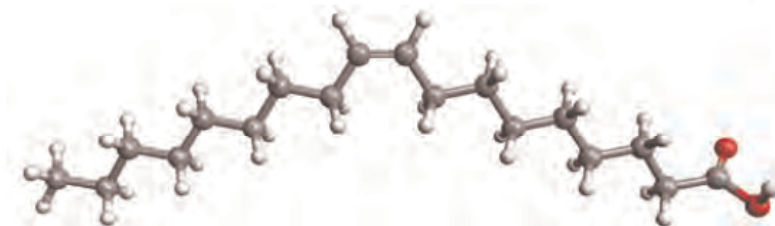
Док су **палмитинска** ( $C_{16}H_{32}O_2$ ) и **стеаринска** ( $C_{18}H_{36}O_2$ ) киселина чврсте супстанце, **олеинска киселина** ( $C_{18}H_{34}O_2$ ) је течност, упркос великом броју угљеникових атома у молекулу. Међутим, олеинска киселина има двоструку везу, и због тога има другачији облик молекула. Савијени молекули се теже међусобно уклапају, а уклапање молекула је неопходно да би супстанца била у чврстом стању.



• Палмитинска киселина  
( $C_{16}H_{32}O_2$ )



• Стеаринска киселина  
( $C_{18}H_{36}O_2$ )



• Олеинска киселина  
( $C_{18}H_{34}O_2$ )

Карбоксилне киселине до три угљеникова атома имају оштар мирис, од четири до шест угљеникових атома имају непријатан мирис, док се код киселина са већим бројем угљеника губи мирис.

## Поларност молекула

Слично као алкохоли и карбоксилне киселине имају поларни и неполарни део молекула. Међутим, поларни део карбоксилних киселина је поларнији, јер функционална група садржи два атома кисеоника. Угљоводонични низ, као и код алкохола, јесте неполарни део молекула. Са порастом угљоводоничног низа расте неполарни део и преовлађују неполарна својства.

## Растворљивост

Карбоксилне киселине са малим бројем угљеникових атома, где преовлађује поларни део молекула, добро се растварају у води. Метанска, етанска, пропанска и бутанска киселина потпуно се мешају са водом.

Са порастом броја угљеника у низу, расте неполарност једињења и растворљивост у води опада.

Више масне киселине су слабо растворне у води, али добро се растварају у неполарним растварачима. Већина карбоксилних киселина се раствара у органским растварачима као што су етанол или пропанон (ацетон).

## Хемијска својства карбоксилних киселина

Функционална група је оно што карактерише неку класу једињења, па су тако хемијска својства карбоксилних киселина, последица постојања карбоксилне групе (-COOH) у молекулу.

Органске карбоксилне киселине имају многа хемијска својства која су слична неорганским киселинама. Тако се може доказати њихова киселост, а учествују и у реакцијама неутрализације и у реакцијама са изразитим металима, градећи одговарајуће соли, слично неорганским киселинама.

### Демонстрациони оглед

#### Кисела својства карбоксилних киселина



**Прибор и посуђе:** три епрувете, стаклени штапић, плава и црвена лакмус хартија, сталак за епрувете, мензура

**Супстанце:** раствор мравље киселине, раствор сирћетне киселине, раствор лимунске киселине

**Ток рада:** У једну епрувету се сипа 1–2 cm<sup>3</sup> раствора мравље киселине. У другу епрувету се сипа иста запремина сирћетне киселине, а у трећу иста запремина лимунске киселине. Из сваке епрувете се по кап раствора стакленим штапићем стави на плаву и црвену лакмус хартију.

**Опажање:** Боја црвене лакмус хартије се не мења, док се боја плаве лакмус хартије промени у црвено. Ово је доказ киселих својстава органских, карбоксилних киселина.

Киселост се доказује плавом лакмус хартијом која постаје црвене боје. С обзиром на то да се карбоксилне киселине налазе у природи, па и храни коју конзумирамо, киселост ових једињења може да се докаже и чулом укуса.



### Реакција неутрализације

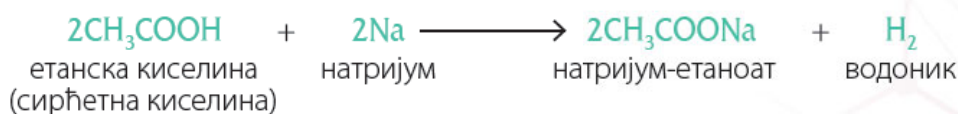
Водени раствори органских карбоксилних киселина учествују у реакцијама неутрализације са воденим растворима база. Овом реакцијом добија се со карбоксилне киселине и вода.



Према IUPAC-у соли монокарбоксилних киселина добијају назив тако што се на назив одговарајућег алкана дода наставак **-оат**. Тако се реакцијом неутрализације етанске (сирћетне) киселине и натријум-хидроксида добија натријум-етаноат. Натријум-етаноат се уобичајено назива натријум-ацетат, јер се соли сирћетне киселине уобичајено називају ацетати, иако то није назив по IUPAC-у.

### Реакција са металима

У реакцији карбоксилних киселина са изразитим металима настаје одговарајућа со и гасовити водоник.



### Реакција са карбонатима

У реакцији карбоксилних киселина са солима угљене киселине (карбонатима) настају со карбоксилне киселине, угљен-диоксид и вода. Ова реакција се примењује у домаћинству. Рецимо, током чишћења судова од каменца (калцијум-карбонат) сирћетом (раствор сирћетне киселине), дешава се управо ова реакција.



### Реакција са алкохолима

Карбоксилне киселине учествују и у реакцијама са алкохолима, при чему настају естри, о чему ће бити више у поглављу о естрима.

### Примена карбоксилних киселина

Карбоксилне киселине се налазе у слободном стању у природи, па су саставни део великог броја прехранбених производа као што су: лимун, сирће, спанаћ, коприва, блитва, маслиново уље и млеко. Оне дају препознатљив кисео укус храни.



• Спанаћ



• Маслиново уље



● Мравља киселина, примена у индустрији коже



● Жаока пчеле лучи мрављу киселину

Метанска киселина или мравља киселина је безбојна течност. Луче је мрави, али се налази у коприви, гусеницама и у жаокама пчела. Користи се у индустрији текстила и коже, и као дезинфекционо средство.

Етанска, односно сирћетна киселина позната је у свим домаћинствима. Она је безбојна течност, јаког, карактеристичног мириса. Етанол из вина се природном оксидацијом претвара у сирћетну киселину и тако настаје винско сирће. Уобичајено сирће за домаћинство садржи око 5% сирћетне киселине. Етанска киселина је нашла и велику примену као конзерванс. Користи се и у производњи лакова и боја.



### Да ли сте знали?

Раствор од 80% сирћетне киселине зове се **есенција**. Овај раствор може да изазове опекотине при додиру са кожом. Чак и пара концентроване киселине надражује дисајне путеве.



### Да ли сте знали?

**Омега-3 масне киселине** се налазе у риби, уљу, орасима, семенкама лана и неким другим семенкама. Оне су одговорне за добар рад срца и крвних судова, па их је неопходно уносити у организам. У случају њиховог недостатка у исхрани, могу да се јаве здравствени проблеми.



● Винско сирће



● Боје и лакови

Масне киселине су основна сировина за производњу сапуна и врло значајна сировина за козметичке производе.

## Резиме



- Карбоксилне киселине су у течном и чврстом агрегатном стању.
- Карбоксилне киселине са малим бројем угљеникових атома се добро растварају у води. Са порастом број угљеникових атома, расте њихова растворљивост у органским растварачима.
- Карбоксилне киселине боје плаву лакмус хартију у црвено.
- У хемијским реакцијама се понашају слично неорганским киселинама. Са базама и са изразитим металима граде соли.
- Карбоксилне киселине имају примену у свакодневном животу и у индустрији.

## Питања и задаци

1. У ком агрегатном стању се налазе карбоксилне киселине?
2. У којим растварачима се растварају карбоксилне киселине?
3. Како карбоксилне киселине боје лакмус хартију?
4. Напиши једначину реакције неутрализације пропанске киселине са натријум-хидроксидом.
5. Напиши једначину реакције магнезијума са етанском киселином.
6. Колико се молекула водоника добија у реакцији 8,2 г натријума са етанском киселином?
7. Колико се грама 5 % раствора етанске киселине троши у реакцији са 50 г калцијум-карбоната?
8. Колико се натријум-етаноата добија у реакцији 12 г 7% раствора етанске киселине са натријумом?



# ЕСТРИ



## Кључно

- добијање естара
- номенклатура естара
- физичка својства естара
- примена естара

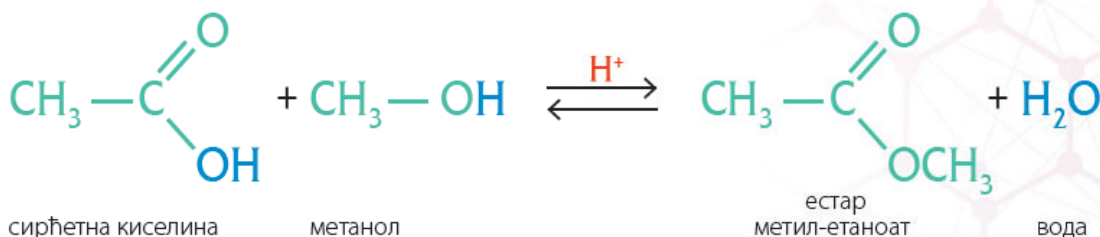
Естри су органска једињења са кисеоником. Многи естри имају пријатне мирисе и одговорни су за специфичне мирисе воћа.

## Добијање естара

Естри су једињења која се добијају реакцијом **естерификације**, у којој карбоксилна киселина реагује са алкохолом. У овој реакцији -OH из карбоксилне групе замењује се са **-OR** из алкохола. Као производ добија се естар и издваја се вода.



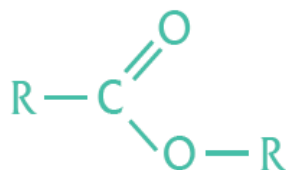
• Естри дају мирис воћу



За ову реакцију је неопходна кисела средина као катализатор. Реакција је реверзибилна (повратна), што значи да естри и вода могу да реагују и као производ да дају алкохол и киселину. Та повратна реакција представља **хидролизу естара**.

Естри садрже остатак киселине и остатак алкохола. Општа формула естара је **RCOOR**.

Угљоводонични низ, тј. R групе могу бити **алифатичне** са кратким или дугим ланцима (алкил) или **ароматичне** групе, засићене или незасићене.

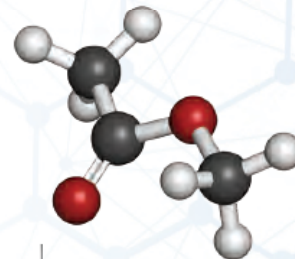


• Општа структурна формула естра

## Номенклатура естара

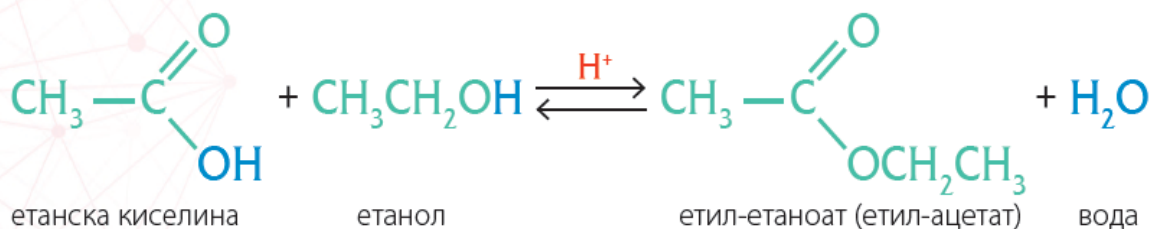
По IUPAC-у назив естара се састоји из два дела: прво иде назив алкил-групе алкохола, а затим назив одговарајуће соли карбоксилне киселине.

На пример, у реакцији етанске (сирћетне) карбоксилне киселине са алкохолом метанолом настаје естар метил-етаноат. Уобичајени назив овог естра је метил-ацетат. Ова реакција је приказана изнад.

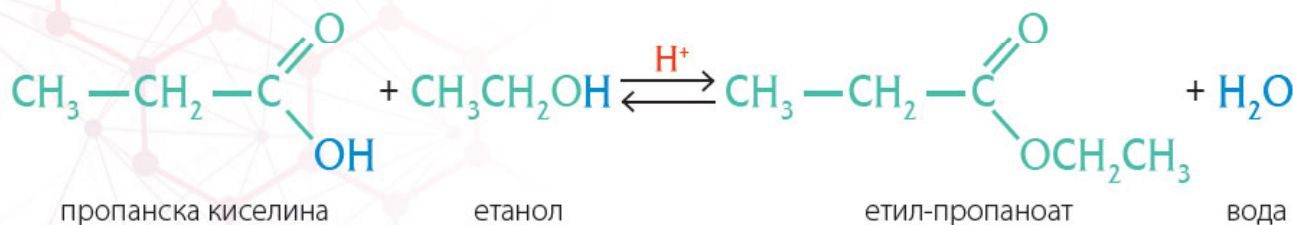


• Метил-етаноат

У реакцији етанске (сирћетне) карбоксилне киселине и етанола настаје естар етил-етаноат (етил-ацетат).



У реакцији пропанске киселине са етанолом настаје етил-пропаноат.



### Демонстрациони оглед

#### Добијање естра етил-етаноата

**Прибор и посуђе:** апаратура за дестилацију, ерленмајер, две епрувете, сталак за епрувете

**Супстанце:** етанол, глацијална сирћетна киселина, вода, лед, концентрована сумпорна киселина, етар

**Ток рада:** Оглед се изводи у апаратури за дестилацију. У дестилациони балон се сипа  $25 \text{ cm}^3$  етанола и  $25 \text{ cm}^3$  глацијалне сирћетне киселине. Садржај се промеша и доњи део балона се стави у воду са ледом. Полако, уз мешање, дода се  $5 \text{ cm}^3$  концентроване сумпорне киселине. Балон се стави у апаратуру за дестилацију. Садржај балона се пажљиво загрева, преко заштитне мрежице, следећих десетак минута, при чему се издваја дестилат, који се сакупља у ерленмајеру. Садржај ерленмајера се подели у две епрувете. У једну епрувету се дода  $3 \text{ cm}^3$  дестиловане воде, која је поларна супстанца. У другу епрувету се дода  $3 \text{ cm}^3$  етра, који је неполарна супстанца.

**Опажања:** У току дестилације се издваја дестилат, који је безбојан. То је етил-етаноат. Он се не раствара у води и лакши је од воде. Раствара се у неполарном етру.





## Физичка својства естара

Естри са малим бројем угљеникових атома су уљасте течности. Лако су испарљиви и пријатног су мириса. Слабо се растварају у води, а добро у неполарним растварачима.



• Естри се користе у индустрији парфема

## Примена естара

Естри су широко распрострањени у природи. Поред тога што су одговорни за карактеристичне ароме воћа, дају мирисе и многим цветовима. Због пријатног мириса, естри имају важну улогу у индустрији парфема. Користе се и у прехранбеној индустрији, где дају арому храни. Естри се налазе и у мастима, уљима и воску, о чему ће бити речи у следећем поглављу. Естри се користе и као растварач у производњи боја и лакова.



• Естри се налазе у течном воску



### Да ли сте знали?

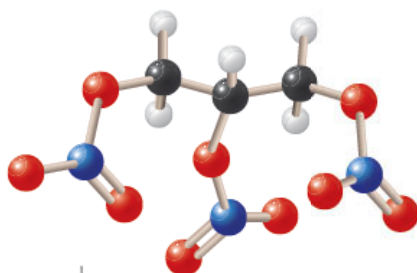
**Естри** могу да се добију и реакцијом алкохола и неорганских киселина. Најпознати пример естра који се добија на овај начин јесте глицерил-тринитрат. Он настаје у реакцији трохидроксилног алкохола глицерола и азотне киселине. Глицерил-тринитрат се назива још и **нитроглицерин**. Ово једињење је експлозивна супстанца и основни је састојак динамита. Поред тога ова супстанца се користи и као лек, јер делује опуштајуће на мишиће крвних судова.



• Динамит



• Нитроглицерин, лек



• Модел нитроглицерина

## Резиме



- Општа формула естара је  $\text{RCOOR}$ .
- Естри се добијају у реакцији киселина и алкохола.
- Широко су распрострањени у природи.
- Естри са малим бројем угљеникових атома су уљасте течности, пријатног мириса.
- Имају примену у козметичкој и прехранбеној индустрији.

## Питања и задаци

1. Напиши општу формулу естера.
2. Напиши једначину реакције естерификације етанске (сирћетне) киселине са метанолом, као и бутанске киселине са етанолом.
3. Шта се, поред естра, добија као производ реакције естерификације?
4. Напиши рационалне формуле етил-пропаноата и пропил-етаноата.
5. Која су физичка својства естера?
6. У којим гранама индустрије се користе естри?
7. Израчунај масени удео угљеника и кисеоника у метил-метаноату.
8. Колико се грама етил-етаноата налази у 5,6 молова ове супстанце?

## Лабораторијска вежба

### Испитивање растворљивости алкохола са различитим бројем атома угљеника у молекулу у води и органском растварачу

**Прибор и посуђе:** 6 епрувета, сталак за епрувете, мензура

**Супстанце:** метанол, етанол, пентанол, дестилована вода, етар

- 1 У прву епрувету сипати  $1 \text{ cm}^3$  метанола, у другу  $1 \text{ cm}^3$  етанола, а у трећу  $1 \text{ cm}^3$  пентанола. У све три епрувете сипати по  $1 \text{ cm}^3$  дестиловане воде. Протрести епрувете.



$1 \text{ cm}^3$  метанола  
+  $1 \text{ cm}^3$  воде



$1 \text{ cm}^3$  етанола  
+  $1 \text{ cm}^3$  воде



$1 \text{ cm}^3$  пентанола  
+  $1 \text{ cm}^3$  воде



**Опажање:** Метанол и етанол се растварају у води, док се пентанол не раствара.

- 2 У прву епрувету сипати  $1 \text{ cm}^3$  метанола, у другу  $1 \text{ cm}^3$  етанола, а у трећу  $1 \text{ cm}^3$  пентанола. У све се три епрувете сипати по  $1 \text{ cm}^3$  етра. Протрести епрувете.



$1 \text{ cm}^3$  метанола  
+  $1 \text{ cm}^3$  етра



$1 \text{ cm}^3$  етанола  
+  $1 \text{ cm}^3$  етра



$1 \text{ cm}^3$  пентанола  
+  $1 \text{ cm}^3$  етра



етар

**Опажање:** Метанол и етанол се не растварају у етру, док се пентанол раствара.

## Лабораторијска вежба

### Испитивање растворљивости карбоксилних киселина са различитим бројем атома угљеника у молекулу у води и у органском растварачу

**Прибор и посуђе:** четири епрувете, сталак за епрувете, мензура

**Супстанце:** метанска киселина, палмитинска киселина, дестилована вода, етар

- 1 У прву епрувету сипати  $1 \text{ cm}^3$  метанске киселине, а у другу ставите мало палмитинске киселине. У обе епрувете сипати по  $1 \text{ cm}^3$  дестиловане воде. Протрести епрувете.

**Опажање:** Метанска киселина се раствара у води, док се палмитинска киселина не раствара.

- 2 У прву епрувету сипати  $1 \text{ cm}^3$  метанске киселине, а у другу ставите мало палмитинске киселине. У обе епрувете сипати по  $1 \text{ cm}^3$  етра. Протрести епрувете.

**Опажање:** Метанска киселина се не раствара у етру, док се палмитинска киселина раствара.

## Лабораторијска вежба

### Реакције етанске и лимунске киселине са натријум-хидрогенкарбонатом

**Прибор и посуђе:** две епрувете, сталак за епрувете, кашичица, запушач, стаклена цев, балон са равним дном

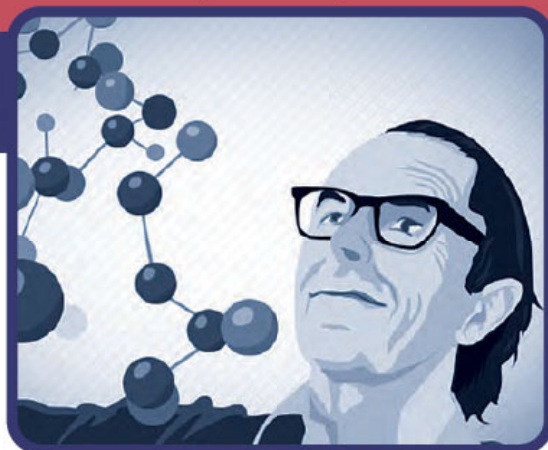
**Супстанце:** натријум-хидрогенкарбонат, раствор сирћетне киселине, раствор кречне воде, раствор лимунске киселине

- 1 У епрувету сипати пола кашичице натријум-хидрогенкарбона (соде бикарбоне) и додати неколико  $\text{cm}^3$  раствора етанске (сирћетне) киселине. Епрувету запушити запушачем кроз који је провучена стаклена цев. Крај стаклене цеви уронити у бистар раствор кречне воде.
- 2 У епрувету сипати пола кашичице натријум-хидрогенкарбона (соде бикарбоне) и додати неколико  $\text{cm}^3$  раствора лимунске киселине. Епрувету запушити запушачем кроз који је провучена стаклена цев. Крај стаклене цеви уронити у бистар раствор кречне воде.

**Опажање:** У случају обе киселине у огледима се замути раствор кречне воде. То је доказ да у реакцијама обе киселине са натријум-хидрогенкарбонатом настаје угљен-диоксид.



Фредерик Сангер  
(1918–2013)



Фредерик Сагнер је био британски хемичар. Истраживао је области хемије и биохемије. Једини је хемичар који је за свој рад и проналаске добио две Нобелове награде. Сагнер се бавио истраживањем **структуре молекула инсулина** и доказао да протеини имају одређену, а не хаотичну структуру. Формулисао је и методу за одређивање **структуре молекула ДНК** (дезоксирибонуклеинске киселине) и утврдио редослед везивања молекула у структури ДНК.


У својим предавањима, осврћући се на сопствени рад, истакао је:

*Истраживање у неошкривеној и неизнаној области је још увек истраживање у којем истражујемо, не због ширине, већ због стицања нових знања. Требао би да се догадне свима који имају смисао за авантуру.*





# БИОЛОШКИ ВАЖНА ОРГАНСКА ЈЕДИЊЕЊА

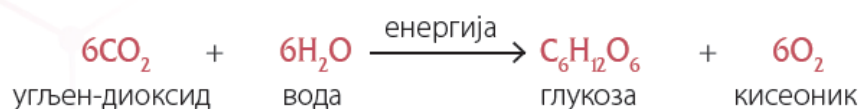
- 
- Масти и уља
  - Угљени хидрати
  - Аmino-киселине
  - Протеини
  - Витамини

# УЛОГА БИОЛОШКИ ВАЖНИХ ЈЕДИЊЕЊА

**Биолошки важна једињења** учествују у грађи ткива живих организама и играју важну улогу у хемијским процесима који се непрекидно одвијају у организмима.

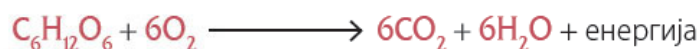
Ови процеси живим организмима обезбеђују енергију коју троше за кретање и за низ биохемијских процеса, као што су транспорт материја кроз ћелијске мембране или синтеза молекула.

Сунце је основни извор енергије на Земљи, па тако и извор енергије живих организама. Зелене биљке у процесу фотосинтезе, коришћењем угљен-диоксида и воде, у присуству сунчеве светлости стварају глукозу и ослобађају кисеоник. У овом процесу се сунчева енергија везује и складишти у молекулима глукозе.



Глукоза се низом реакција претвара у једињења која изграђују биљку. На тај начин се обезбеђује живот и раст биљке. Животиње се хране биљкама. Део хране које животиње унесу у свој организам користи се за изградњу ткива, а део за производњу енергије. Низом биохемијских реакција храна унета у организам претвара се поново до глукозе, која се онда троши у процесу који се зове ћелијско дисање.

**Ћелијско дисање** је процес обрнут процесу фотосинтезе. У овом процесу се глукоза оксидује кисеоником, а као производи реакције добијају се угљен-диоксид, вода и ослобађа се енергија.



Да би овај процес претварања сунчеве енергије у енергију живих бића био могућ, постоји велики број молекула у живим организмима који учествују у овом процесу. Нека од тих органских једињења, која обезбеђују енергију и граде ткива живих организама, биће описана у овом поглављу: масти и уља, угљени хидрати, аминокиселине, протеини и витамини.

# МАСТИ И УЉА

## Кључно



- улога масти и уља у живим организмима
- хемијски састав масти и уља
- физичка својства масти и уља
- хемијска својства масти и уља
- примена масти и уља

## Улога у живим организмима

Масти и уља су познати из свакодневног живота. Они су део намирница које се користе у људској исхрани. За животињске организме и за људски организам, масти и уља у храни играју велику улогу као извор енергије. Поред тога, масти и уља у живим организмима представљају складиште хране, односно енергије.

Масне насlage се стварају у животињским организмима у време кад животиње имају обиље хране. Дакле масне насlage су складишта хране. У складу са тим, ове масне насlage у животињским организмима користе се у време кад животиње не могу да дођу до хране. Слично је и са људима.



- Масти и уља као намирнице у исхрани



### Да ли сте знали?

Познато је да **медведи** током свог дугог зимског сна користе масне насlage да би преживели тај период у коме не уносе храну. Интересантно је да они изгубе 15 до 30% своје масе током овог сна.

Масноће које се налазе у биљним семенима обезбеђују енергију потребну за клијање. На тај начин омогућавају да из семена никне нова биљка.



- Клијање биљке из семена

У животињским организмима, поред складишта хране (енергије), масне насlage играју и улогу изолатора и заштиту од хладноће. Животиње које живе у хладним пределима имају слој поткожног масног ткива које служи као заштита од хладноће.



### Да ли сте знали?

**Фоке на Антартику**, где су температуре врло ниске, имају дебели слој масти испод коже који им помаже да одрже телесну температуру и тако преживе на ниским температурама.



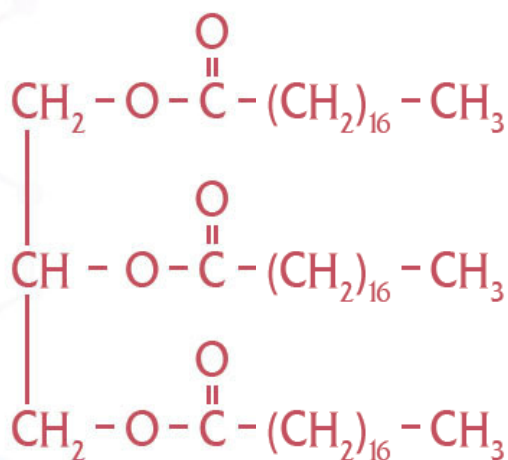
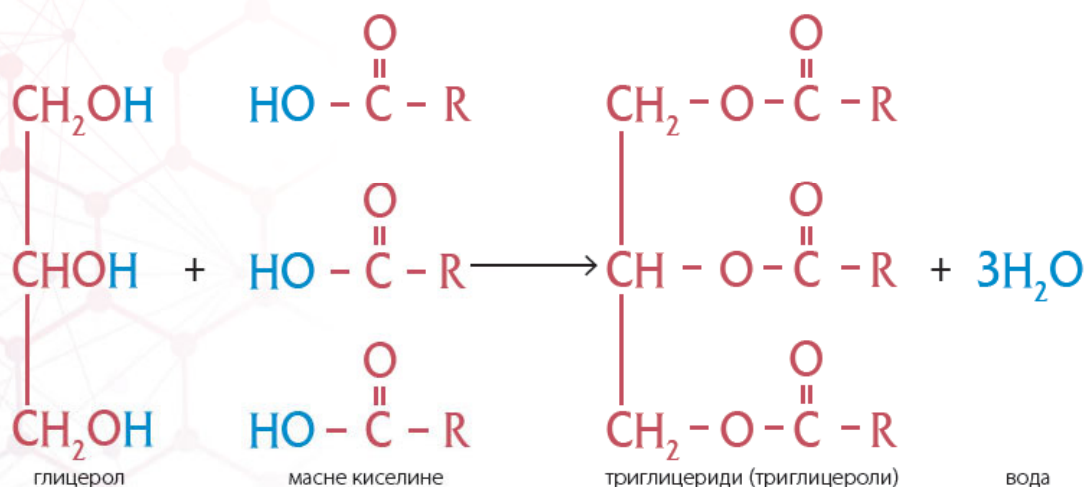
### Да ли сте знали?

Масноће чине око 60% масе **људског мозга**.



## Хемијски састав масти и уља

Као хемијске супстанце **масти и уља су смеше**. У овим смешама су најзаступљенији **триглицероли (триглицериди)**. Они су естри у којима се налази остатак глицерола и остаци три масне киселине. У триглицеролима остаци масних киселина могу бити исти, или могу бити остаци различитих киселина. У већини триглицерида налазе се остаци различитих масних киселина. У мастима се налазе смеше различитих триглицерола.



● Пример триглицерида са остацима стеаринске киселине

Поред триглицерола, глицерол са масним киселинама може градити и **диглицероле** и **моноглицероле**. У диглицеролима се налазе остаци глицерола и две масне киселине, док се у моноглицеролима налази остатак глицерола и једне масне киселине.

У мастима и уљима налазе се смеше триглицерола, диглицерола, моноглицерола и слободних масних киселина.



## Физичка својства масти и уља

Разлика између масти и уља је у томе што су на собној температури масти чврсте, а уља су течна. Већина масти је животињског порекла. Изузеци су масти из језгра палме и кокоса. Већина уља је биљни производ, али постоје изузеци, као што је рибље уље. Уље се углавном добија из плодова и семенки биљака.

Слично као што смо обликом молекула објаснили зашто су засићене више масне киселине чврсте супстанце, а незасићене течне, и агрегатно стање масти и уља се објашњава обликом молекула.

Од остатака масних киселина које се налазе у триглицеридима, зависиће агрегатно стање. Наиме, ако се у триглицеридима налази већи проценат засићених масних киселина, онда је то маст, и на собној температури је у чврстом стању. Ако постоји већи проценат незасићених масних киселина, онда је то уље, и у течном је стању.

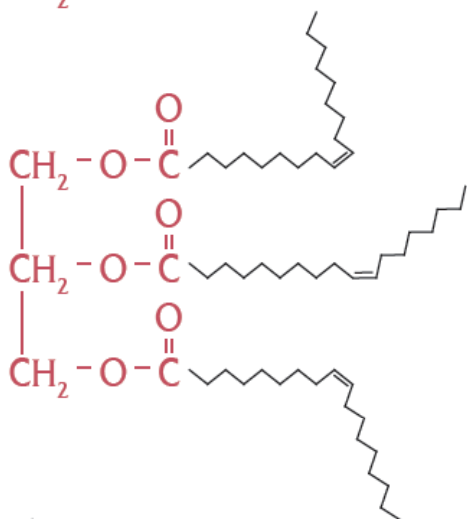
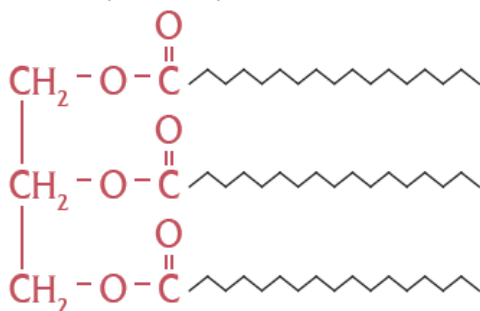
Када су све везе засићене, тј. једноструке, онда је молекул густо пакован и постоје јаче интеракције између оваквих молекула, а последица је чврсто стање. Међутим, кад у молекулима триглицерида постоје незасићене везе, у молекулу не постоји густо паковање, па овакви молекули не могу да остваре ни густо међумолекулско паковање. Услед тога, интеракције између молекула нису јаке и последица је течно агрегатно стање триглицерида са незасићеним масним киселинама.



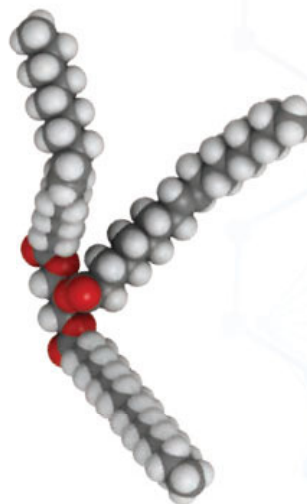
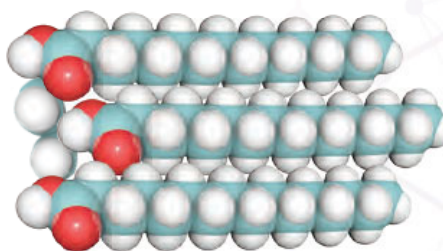
● Маст из језгра кокоса



● Сунцокретово уље



● Триглицериди са засићеним и незасићеним киселинама



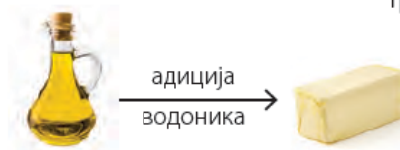
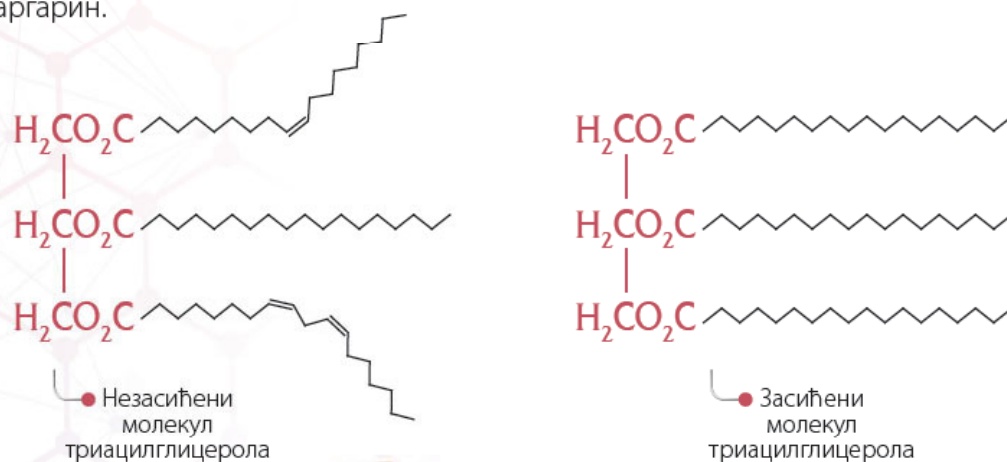
Због великог броја неполарних веза у молекулима, масти и уља су једињења нерастворна у води, док се лако растварају у органским растварачима, попут етра и хлороформа.

## Хемијска својства масти и уља

### Хидрогенизација

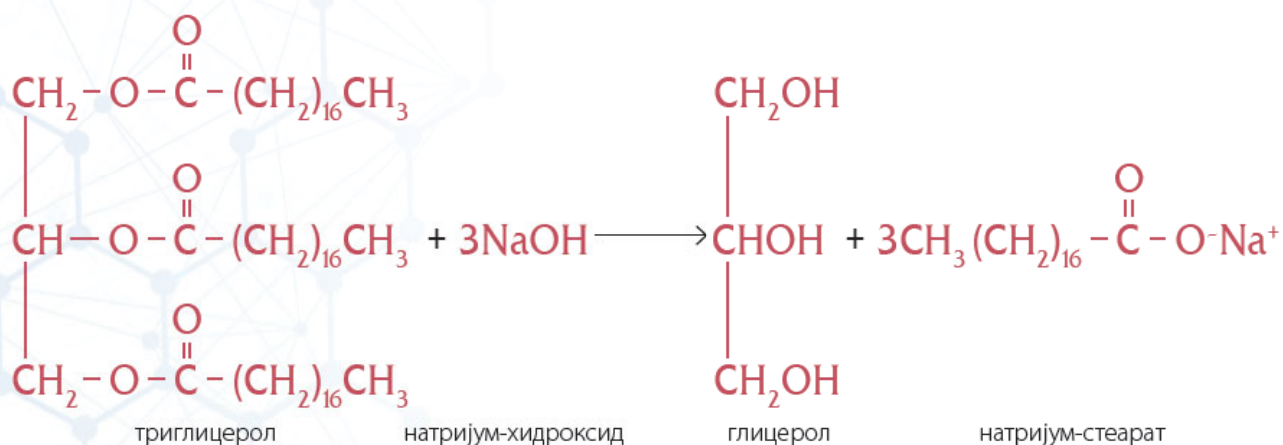
**Хидрогенизација** је адиција водоника на двоструке везе у триглицеридима. Незасићене масне киселине и остаци незасићених киселина могу да учествују у реакцијама адиције, па се адицијом водоника на двоструку везу незасићених масних киселина у триглицеридима, добијају засићене масне киселине. Реакција се одиграва под специјалним условима и за реакцију је неопходан катализатор. Производи ове реакције су триацилглицероли, који су чврстог агрегатног стања на собној температури. То значи да се реакцијом хидрогенизације од уља добијају масти.

Један од познатих производа који се добија адицијом водоника на уља је маргарин.



### Хидролиза

Масти и уља, као и други естри, лако **хидролизују** у присуству киселина и база. Уколико се хидролиза врши у присуству базе (натријум или калијум-хидроксида), реакција се назива **сапонификација**, јер се као производ добија сапун. Сапуни су смеше соли масних киселина алкалних метала. То су најчешће натријумове или калијумове соли. У реакцији се, поред сапуна, добија и глицерол.



## Демонстрациони оглед

## Добијање сапуна

**Прибор и посуђе:** три чаше, газа, мензура

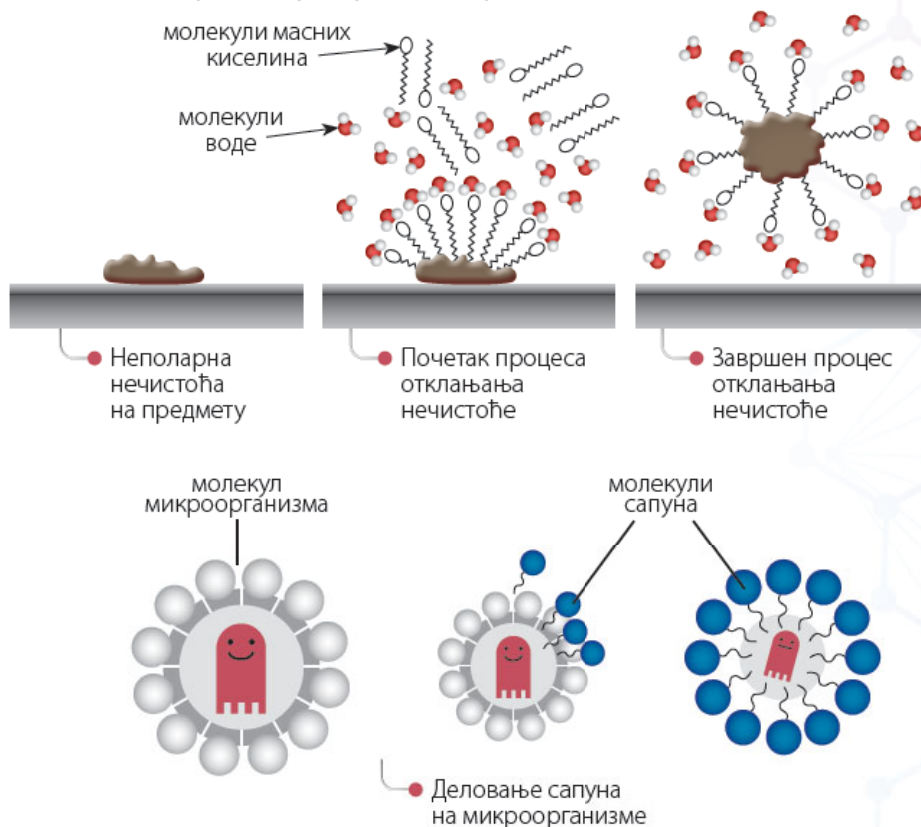
**Супстанце:** раствор натријум-хидроксида, дестилована вода, етанол, раствор натријум-хлорида, јестиво уље, вода из чесме

**Ток рада:** У једној чаши припремите раствор 5 г натријум-хидроксида у 15 cm<sup>3</sup> дестиловане воде. У тај раствор додати 15 cm<sup>3</sup> етанола. У другој чаши направите раствор 25 г натријум-хлорида у 75 cm<sup>3</sup> дестиловане воде. У трећу чашу од 250 cm<sup>3</sup> сипати 10 cm<sup>3</sup> јестивог уља и загрејати га. Полако, уз стално мешање и уз загревање, додајте раствор натријум-хидроксида. После 20 минута се прекине са загревањем и у овај раствор се дода раствор натријум-хлорида и добро промеша. Добијени раствор се процеди кроз газу. На газу остаје сапун.

Растворите један комадић сапуна у дестилованој води, а други комадић у води из чесме. Ова два комадића треба да буду исте величине. Добро промућкајте.

**Опажање:** У току реакције између натријум-хидроксида и уља настаје сапун. Сапун боље пени у дестилованој води, јер у води из чесме има јона калцијума и магнезијума.

Молекули сапуна се састоје од неполарног „репа“ који је, у ствари, дуги угљоводонични низ и поларне „главе“, која се састоји од поларне групе COO<sup>-</sup>. Неполарни део се раствара у мастима, а поларни део у води, и то може да се примени на уклањање масних, неполарних нечистоћа. Неполарни репови везују се за неполарне нечистоће и окружују их. Поларна глава је окренута ка води, тако да се опкољене нечистоће уклањају са површине и нађу се у води. Поред тога, по сличном начину деловања, сапуни могу да уништавају и микроорганизме.


**Да ли сте знали?**

**Детерџенти** су супстанце које, слично сапунима, имају поларни и неполарни део молекула, и на сличан начин као сапуни уклањају нечистоће са тканине. Међутим, детерџенти, по хемијском саставу, нису слични сапунима, и не садрже у себи масне киселине. Поред тога, савремени детерџенти у себи садрже и ензиме, који имају потпуно различит начин деловања. Наиме, ензими су супстанце које разграђују нечистоће, уместо да их растварају. Зато су они врло ефикасни у отклањању нечистоћа.

## Примена масти у уља

Масти и уља се користе у исхрани. Поред тога, од њих се праве сапуни и добија се глицерол. Биљна уља могу да се користе као биодизел гориво за моторна возила. Биодизел је добра замена за фосилна горива, јер мање загађује животну средину.



● Биодизел горива



● Сапун

### Резиме



- У животињским организмима, као и у људском организму, масти играју улогу складишта хране, односно енергије. Поред тога играју улогу изолатора код животиња које живе у хладним крајевима.
- Масти и уља су смеше у којима су највише заступљени триглицероли (триглицериди).
- Триглицероли су естри у којима се налази остатак глицерола и остаци три масне киселине.
- Масти су чврсте, јер у свом саставу имају већи проценат засићених масних киселина, а уља су течна јер у свом саставу имају већи проценат незасићених масних киселина.
- Адицијом водоника на уља добија се маргарин.
- Хидролизом масти у присуству база настају сапуни.
- Сапуни су смеше соли алкалних метала и масних киселина.

### Питања и задаци

1. Чему служе масноће које се налазе у семенима биљака?
2. Шта су масти и уља по хемијском саставу?
3. Која је разлика у хемијском саставу масти и уља? Како облик молекула триглицерида утиче на агрегатно стање масти и уља?
4. Шта се добија адицијом водоника на уља?
5. Шта се добија хидролизом масти и уља у присуству база?
6. Како сапуни растварају неполарне нечистоће у води?
7. Која је примена масти и уља?
8. Шта је биодизел?

# УГЉЕНИ ХИДРАТИ - МОНОСАХАРИДИ



## Кључно

- хемијски састав угљених хидрата
- називи и подела угљених хидрата
- глукоза
- фруктоза
- својства моносахарида

Угљени хидрати су познати из свакодневног живота, јер у угљене хидрате спадају шећер, мед, скроб (кога има у брашну и кромпиру), целулоза (које има у стабљикама биљака).



• Шећер



• Мед



• Скроб у брашну и кромпиру

Биљке синтетишу једноставне угљене хидрате (глукозу) у процесу фотосинтезе, а даљим трансформацијама стварају шећер, скроб и целулозу. Глукоза се налази у меду, а шећера има у воћу и другим биљкама. У биљкама се храна складишти у облику скроба, па га зато има у брашну и кромпиру. Целулоза има важну улогу у изградњи стабљика биљака. Налази се у ћелијском зиду биљака.

Угљени хидрати су важни у исхрани животиња и људи, јер представљају намирнице из којих се најлакше добија енергија у организму.



• Намирнице богате угљеним хидратима

## Хемијски састав и назив

Угљени хидрати се састоје од угљеника, водоника и кисеоника. Назив је настао по томе што је однос водоника и кисеоника исти као у води, тако да формула може да се напише  $C_n(H_2O)_n$ . Узимајући у обзир да у једињењима постоји и угљеник, названи су угљени хидрати.

Међутим, нису сва једињења која одговарају формули  $C_n(H_2O)_n$  угљени хидрати. Рецимо,  $C_2(H_2O)_2$  одговара и формули сирћетне (етанске) киселине,  $CH_3COOH$ , а сирћетна киселина није угљени хидрат. Већ смо рекли да функционалне групе одређују својства једињења, а из молекулске формуле се често не може препознати функционална група, већ је неопходно знати рационалну формулу.

Као што је већ речено у уводу о биолошки важним молекулима, угљени хидрати, тачније глукоза, добијају се током процеса фотосинтезе. Глукоза је једноставан угљени хидрат и спада у **моносахариде**.

Поред моносахарида, угљени хидрати могу бити и **олигосахариди** и **полисахариди**. Моносахариди су једноставна једињења, а олигосахариди и полисахариди сложена. У биљкама се моносахариди претварају у сложене угљене хидрате.

Подела угљених хидрата

## УГЉЕНИ ХИДРАТИ

моносахариди

олигосахариди

полисахариди



Грожђани шећер, глюкоза



Воћни шећер, фруктоза

**Моносахариди** су једињења која се не могу разложити на једноставније угљене хидрате. Са друге стране, молекули моносахарида учествују у грађењу сложених угљених хидрата.

**Олигосахариди** су молекули који садрже од два до десет повезаних моносахарида. Најзначајнији олигосахариди су дисахариди, који садрже два међусобно повезана моносахарида.

**Полисахариди** у својим молекулима садрже велики број повезаних моносахарида. Најпознатији полисахариди су скроб и целулоза, који се налазе у биљкама, и гликоген, који се налази у животињама. Због својих великих молекула, имају различита својства у односу на олигосахариде и моносахариде.

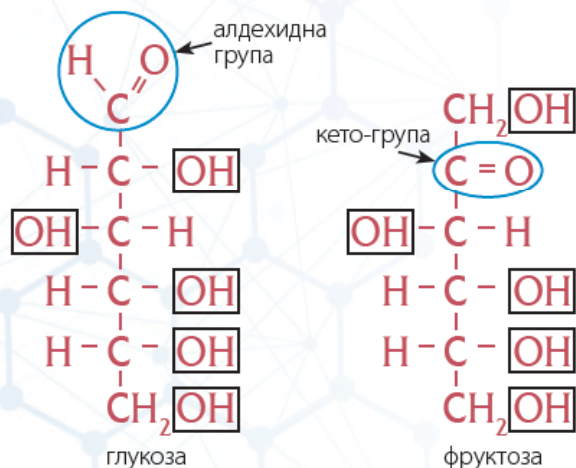
### Да ли сте знали?

Мед је добар конзерванс. Разне намирнице, укључујући месо, могу се дуго времена чувати потопљене у мед. Сматра се да је после смрти Александра Македонског, његово тело било потољено у мед и тако транспортовано.

### Моносахариди - глюкоза и фруктоза

Најједноставнији молекули угљених хидрата су моносахариди или једноставни шећери. Најзначајнији примери једноставних шећера су глюкоза и фруктоза. **Глукоза** (грожђани шећер) се налази у грожђу, другом воћу и у другим биљкама, у меду и у крви сисара. Глукоза која се налази у крви преноси се до ћелија у организму, где се користи као извор енергије која је потребна за функционисање организма. **Фруктоза** (воћни шећер), слично као глюкоза, налази се у воћу, у другим биљкама и у меду. Смеша глюкозе и фруктозе чини 70–80% меда.

### Хемијска структура глюкозе и фруктозе



Глукоза и фруктоза имају исту молекулску формулу  $C_6H_{12}O_6$ . Оба молекула имају по пет хидроксилних група, али се разликују по томе што глюкоза у молекулу има алдехидну групу, а фруктоза има кето-групу. Та разлика је уочљива у структурним формулама глюкозе и фруктозе. Оба молекула имају шест атома угљеника. Глукоза која садржи **алдехидну групу** је због тога алдохексоза (алдехид + хекс (6 атома C) + оза). Фруктоза која садржи **кето-групу** кетохексоза (кетон + хекс (6 атома C) + оза). Молекули глюкозе и фруктозе могу да граде цикличне облике.

## Физичка својства моносахарида

Сви моносахариди су слатког укуса, беле боје и чврсте кристалне структуре. Због поларних група које садрже у молекулима, добро су растворни у води.

## Хемијска својства моносахарида

Моносахариди поседују кето или алдехидну групу и хидроксилне групе. Ове функционалне групе омогућавају различите реакције карактеристичне за једињења као што су алкохоли, алдехиди и кетони. Моносахариди се алкохолним врењем претварају у алкохол етанол, као што је речено у поглављу о алкохолима.

## Примена моносахарида

Моносахариди су саставни део хране, па се користе у исхрани. Глукоза се користи у фармацеутској индустрији, јер улази у састав неких инфузионих раствора.



### Да ли сте знали?

**Кристализација меда** је природан процес, а кристалисан мед задржава сва хранљива и лековита својства. У процесу кристализације меда глукоза и фруктоза, које се налазе у меду, прелазе из раствора у чврсто кристално стање. До кристализације меда долази јер је мед пресићен раствор, садржи велику количину глукозе и фруктозе и мало воде. Наиме, у меду се налази преко 70% угљених хидрата и мање од 20% воде. Загревањем се кристалисани мед може поново претворити у течни мед. У неким земљама се првенствено користи кристалисани мед.

## Резиме



- Угљени хидрати се састоје од угљеника, водоника и кисеоника.
- Назив је настао по томе што је однос водоника и кисеоника исти као у води, тако да формула може да се напише као  $C_n(H_2O)_n$ .
- Угљени хидрати се деле на моносахариде, олигосахариде и полисахариде.
- Најзначајнији моносахариди су глукоза и фруктоза.
- Функционалне групе у глукози су алдехидна група и хидроксилна група, а у фруктози су кето-група и хидроксилна група.
- Сви моносахариди су слатког укуса, беле боје и чврсте кристалне структуре. Добро се растварају у води.

## Питања и задаци

1. Напиши општу формулу угљених хидрата. Зашто се угљени хидрати тако зову?
2. Како се деле угљени хидрати на основу сложености молекула?
3. Шта су мономери у полисахаридима?
4. Наведи два најзначајнија моносахарида.
5. Који угљени хидрати се налазе у меду?
6. Које функционалне групе се налазе у молекулима глукозе и фруктозе?
7. Која су физичка својства моносахарида?
8. Израчунај масени удео кисеоника у фруктози и глукози.



## Кључно

- сахароза
- лактоза
- својства дисахарида
- скроб
- целулоза
- гликоген
- својства полисахарида
- примена полисахарида

# УГЉЕНИ ХИДРАТИ - ДИСАХАРИДИ И ПОЛИСАХАРИДИ



• Шећерна трска



• Шећерна репа

## Дисахариди

Дисахариди спадају у олигосахариде, и у свом молекулу садрже међусобно повезана два моносахарида. Најзначајнији дисахариди су сахароза и лактоза.

**Сахароза** је обичан бели шећер. Налази се у биљкама, а у великим количинама се налази у шећерној трсци и шећерној репи, одакле се и добија. Сахароза настаје када се циклични облици два моносахарида, глукозе и фруктозе повежу. При тој реакцији се губи молекул воде, а моносахариди се повежу преко кисеоника. При додатку воде и у специфичним условима (загревање и кисела средина), од једног молекула сахарозе настају молекул глукозе и молекул фруктозе. Ова смеша се назива **инвертни шећер**.



### Да ли сте знали?

**Обичан бели шећер** (сахароза), нема никакву нутритивну вредност, нема витамина, минерала, протеина или влакана. Из шећера се може добити само енергија, а не супстанце које изграђују организам. Шећер ствара осећај ситости, па је штетно уколико се не уноси и друга храна која садржи супстанце важне за правилан раст и развој.

Након конзумирања шећера (сахарозе), он брзо доспева до крвотока. Организам лучи инсулин који омогућава глукози да из крви уђе у ћелије. Превише шећера у крви доводи до лучења велике количине инсулина, па због тога након неког времена количина шећера у крви падне испод потребне. Краткотрајне последице конзумирања рафинисаног шећера су изненадан и брз налет енергије, али после дејства инсулина, настаје умор, мрзовоља и изнемоглост.

Доказано је да шећер негативно утиче на наш имуни систем, онемогућавајући белим крвним зрнцима да се боре са бактеријама и вирусима. Дугорочно уношење рафинисаног шећера може изазвати обољења као што су: гојазност, дијабетес типа 2, висок крвни притисак, болести срца, депресију, алергије, астму, па чак и рак.



### Да ли сте знали?

Шећер (сахароза) се може користити као **конзерванс**. У слатку од шљива, слатку од јагода, и сличним производима који се припремају са разним воћем, воће се конзервише у веома концентрованом раствору шећера.



**Лактоза** је дисахарид који се налази у млеку и млечним производима. С обзиром на то да се налази у млеку сисара, она представља једну од супстанци која је важна за развој младунаца.

Настаје повезивањем два моносахарида, глукозе и галактозе. Иако су молекулске формуле сахарозе и лактозе исте ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), структурне формуле су различите, па ове супстанце имају различита својства.



● Млеко и млечни производи

### Физичка својства дисахарида

Дисахариди су чврсте, кристалне супстанце беле боје. Растворни су у води и слатког су укуса.

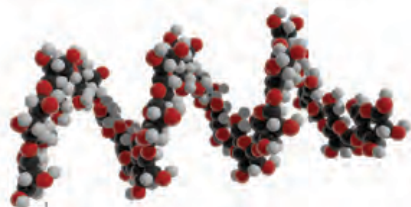
### Полисахариди - скроб и целулоза

Полисахариди су угљени хидрати који се састоје од великог броја моносахарида. Они представљају природне полимере, који су настали међусобним повезивањем великог броја моносахаридних мономера. Најзначајнији полисахариди су скроб и целулоза, а значајан је и гликоген.

### Хемијска структура полисахарида

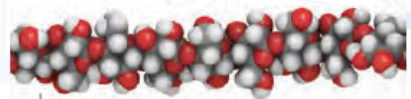
Сва три полисахарида: скроб, целулоза и гликоген, састоје се од молекула глукозе, али је начин повезивања молекула глукозе у ова три полисахарида различит, а тиме су и својства ових полисахарида различита. На пример, због ове разлике, скроб је лако сварљив, док целулоза није сварљива у људском организму.

**Скроб** се налази у плодовима биљака, семену, листовима и корену биљака. Он служи биљкама као резервни извор хране. Скроб је чврста супстанца беле боје. Делимично растворан у топлој води, а врло слабо растворан у хладној води. Велики број животињских организама користи скроб као храну, јер може да га свари.



● Модел молекула скроба

**Целулоза** је вероватно најзаступљенији биолошки молекул на планети Земљи. Биљни ћелијски зидови су направљени од целулозе. Целулоза представља важну градивну и структурну основу. То је полисахарид који биљкама даје облик, тврдоћу и крутост. Целулоза је чврста супстанца беле боје. За разлику од скроба, нерастворна је у води. Целулозу, за разлику од скроба, могу да сваре само неколико врста микроорганизама, попут оних који живе у пробавном тракту говеда и термита.



● Модел молекула целулозе

**Гликоген** се налази у јетри и мишићним ћелијама животиња. Он има улогу складишта молекула угљених хидрата у животињским организмима. Из гликогена се лако добија глукоза, која се користи као извор енергије.



● Пудер

### Употреба полисахарида

Скроб се користи у прехранбеној индустрији, али се користи и у козметичкој индустрији као пудер, у текстилној индустрији и индустрији папира.



● Папир



● Памук у текстилној индустрији

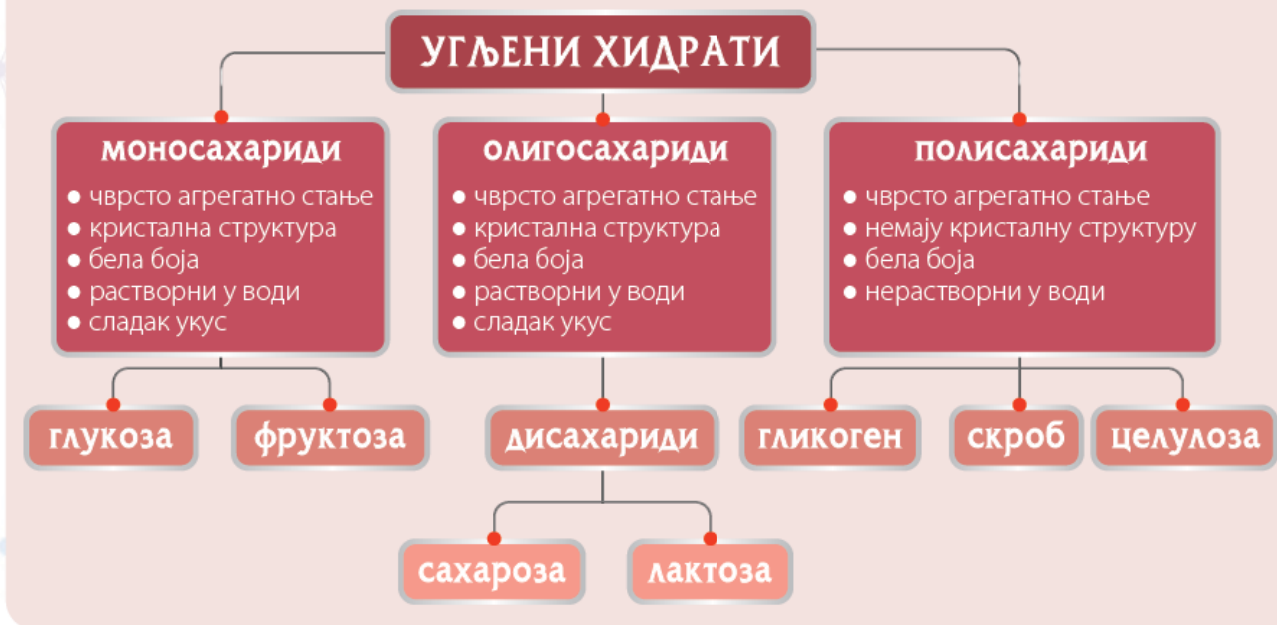


● Памук

Памук садржи између 80% и 90% целулозе, тако да се целулоза користи у текстилној индустрији. Целулоза се налази у великим количинама и у кори дрвета, па се користи у индустрији папира. Целулоза се у индустрији модификује хемијским реакцијама и овако модификована целулоза користи се у текстилној индустрији, за производњу пластике и експлозива.

## Резиме

- Најзначајнији дисахариди су сахароза и лактоза. Сахароза је обичан бели шећер, а лактоза је шећер који се налази у млеку.
- Дисахариди су слатке, чврсте, кристалне супстанце беле боје. Растворни су у води.
- Најзначајнији полисахариди су скроб, целулоза и гликоген. Скроб и целулоза се налазе у биљкама, а гликоген у животињским ткивима.
- Скроб, целулоза и гликоген, састоје се од остатака молекула глукозе, али је начин повезивања остатака глукозе у ова три полисахарида различит.
- Организми животиња, као и људски организам, могу да сваре скроб, али не могу да сваре целулозу.



## Питања и задаци

1. Наведи најзначајније дисахариде. Где се они налазе?
2. Која су физичка својства дисахарида?
3. Где се налазе најзначајнији полисахариди?
4. Од којих мономера су изграђена три најзначајнија полисахарида?
5. По чему се три најзначајнија полисахарида разликују?
6. Која су физичка својства полисахарида?
7. Где се све употребљава скроб?
8. Где све има примену целулоза?

# АМИНО-КИСЕЛИНЕ И ПРОТЕИНИ



## Кључно

- структура аминокиселина
- физичка својства аминокиселина
- пептидна веза
- структура протеина

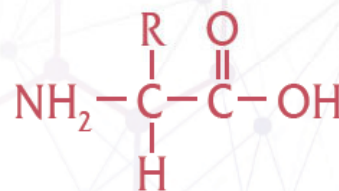
**Протеини** су изузетно важни биолошки молекули. У живим организмима протеини имају различите улоге и зато су неопходни за опстанак свих живих организама. Протеини су природни **полимери**, који су изграђени од великог броја **мономера**. **Амино-киселине** су мономери који изграђују протеине.

## Амино-киселине

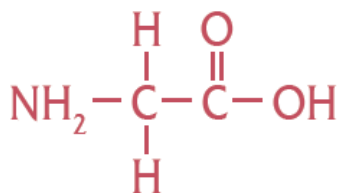
Амино-киселина су једињења која, поред угљеника, кисеоника и водоника, садрже и азот. Назив аминокиселина је у директној вези са функционалним групама које садрже у молекулу. Наиме, оне као функционалне групе садрже карбоксилну групу (**-COOH**) и аминок-групу (**-NH<sub>2</sub>**).

Структурна формула аминокиселина које улазе у састав протеина показује да су за исти атом угљеника везане и карбоксилна група (-COOH) и аминок-група (-NH<sub>2</sub>). Тај угљеник се назива **алфа** и обележава се са **α**. Због тога се ове аминокиселине називају **α-амино-киселине**. Преостале две групе на α-угљениковом атому су водоник и R група која чини бочни ланац аминокиселина. R група може бити алифатични низ, али може да садржи и ароматичне групе.

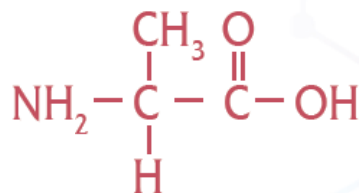
Најједноставније аминокиселине су глицин и аланин.



• Општа формула аминокиселине



глицин



аланин

У природи постоји 20 аминокиселина које учествују у грађењу протеина. Људски организам може да синтетише 10 аминокиселина, док је преосталих 10 неопходно унети храном. Ове аминокиселине које је неопходно унети храном називају се **есенцијалне аминокиселине**.

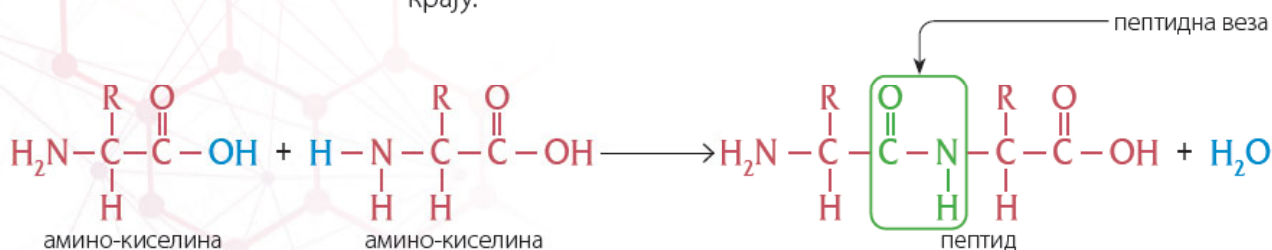
## Физичка својства аминокиселина

Амино-киселине су кристалне супстанце беле боје. С обзиром на то да садрже поларне функционалне групе, добро се растварају у води.

## Хемијска својства аминокиселина

С обзиром на то да функционалне групе одређују и својства, у свим реакцијама типичним за карбоксилне киселине учествују и аминокиселине.

Карактеристично за аминокиселине јесте да могу да реагују између себе. Карбоксилна група једног молекула аминокиселине реагује са амино-групом другог молекула аминокиселине и настаје **пептид**. Веза која на овај начин настане назива се **пептидна веза**. Током реакције се издваја и вода. Формула пептида пише се тако да се амино-група налази на левом крају, а карбоксилна група на десном крају.



На овај начин, више молекула аминокиселина може да се веже, и тако могу да изграде дуге ланце природног полимера. У овим полимерима аминокиселине су мономери.

## Протеини

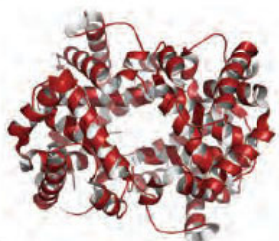
Протеини су ланци аминокиселина који садрже од сто до неколико хиљада аминокиселинских остатака. Протеини су макро-молекули, тј. веома велики молекули, са великим бројем атома и великом молекулском масом.

Иако постоји само 20 аминокиселина, редослед аминокиселина у протеинском ланцу може бити различит, па се тако 20 аминокиселина могу повезати на многобројне начине у молекулу протеина. Редослед повезивања одређује и својства и структуру протеина. Разлике у својствима протеина потичу од разлика у аминокиселинама од којих су изграђени и од њиховог редоследа.

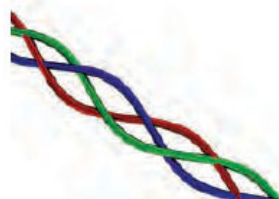
Протеини могу бити различитог облика, савијени у релативно стабилне тродимензионалне облике. Најчешће су или влакнастог или лоптастог облика.



● Савијање протеинског ланца у лоптасти протеин

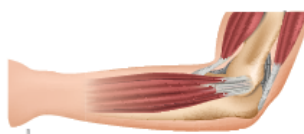


● Глобуларни (лоптасти) протеин



● Фибриларни (влакнасти) протеин

У зависности од свог облика, протеини имају одређене улоге и функције у живим организмима. Влакнасти протеини граде кожу, косу, нокте и мишиће, тако да они имају претежно градивну улогу.

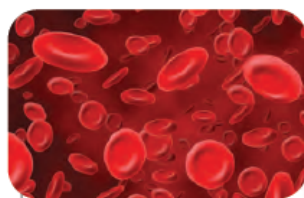


● Влакнасти протеини граде мишиће

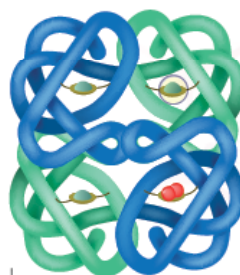


● Влакнасти протеини граде кожу и нокте

Лоптасти протеини имају више различитих улога. Неки од ових лоптастих протеина имају улогу биокатализатора (ензима), јер могу да убрзавају хемијске реакције, и тиме омогућавају да се реакције одигравају на температури тела, која је релативно ниска температура. Лоптасти протеини имају и улогу у транспорту супстанци у организму. Они учествују у преносу кисеоника и угљен-диоксида кроз крвоток. Лоптасти протеини регулишу и рад хормона, контракцију мишића, а имају и заштитну улогу, јер штите организам од инфекција тиме што учествују у изградњи антитела. Протеини су потребни за скоро све хемијске реакције које се одвијају у организму.



● Црвена крвна зрнца



● Модел молекула хемоглобина



**Да ли сте знали?**

**Хемоглобин** је лоптасти протеин који се налази у крви и служи за транспорт кисеоника од плућа до појединих ткива у организму. Хемоглобин такође транспортује угљен-диоксид из ткива до плућа.

Као што смо рекли, функција протеина у организму зависи од његове структуре и облика. У случају да дође до промене његовог облика, протеин губи функцију и могућност да обавља своју улогу у организму.

**Денатурација** је процес у коме долази до промене облика протеина. До денатурације протеина долази на високим температурама. Такође, различите супстанце као што су киселине, базе, соли или органски растварачи, могу да денатуришу протеине и тако утичу на њихову активност. Најочигледнији пример денатурације протеина је загревање беланцета јаја. При загревању, беланце се згусне и побели услед денатурације протеина који се налази у беланцету.

Дезинфекционо деловање алкохола се, такође, заснива на денатурацији. Алкохол денатурише протеине у бактеријама, и на тај начин их убија. Добијање сира од млека се такође заснива на денатурацији. Када се млеку дода киселина, долази до денатурације и таложења неких протеина који се налазе у млеку. Тако се добија сир.



**Да ли сте знали?**

**Амино-киселина триптофан** се налази у великој количини у какау. Триптофан се у организму претвара у серотонин, супстанцу која изазива добро расположење.



● Денатурације протеина у беланцету



● Добијање сира из млека



**Да ли сте знали?**

**Људско тело** садржи 60–80% воде, а проценат воде зависи од узраста. Од преостале масе тела, више од половине чине протеини.

Намирнице богате протеинима су: јаја, месо, риба, млеко и млечни производи. Од биљних намирница, протеинима су богате махунарке (пасуљ, сочиво, грашак, боранија) и житарице.



● Намирнице богате протеинима

### Резиме



- Аmino-киселине у својим молекулима садрже карбоксилну и амино-групу.
- Аmino-киселине су кристалне супстанце, беле боје и добро растворне у води.
- Аmino-киселине реагују међусобно градећи пептидну везу.
- Протеини су полимери у којима су аmino-киселине мономери.
- Протеини садрже од сто до неколико хиљада аmino-киселинских остатака.
- Протеини могу бити лоптасти и влакнасти.
- Денатурацијом протеини губе свој облик, па тиме и функцију.

### Питања и задаци

1. Наведи функционалне групе у аmino-киселинама.
2. Које групе и атоми су везани за  $\alpha$ -угљеник аmino-киселина?
3. Која су физичка својства аmino-киселина?
4. Напиши једначину реакције која приказује стварање дипептида.
5. Шта су протеини?
6. Који су најчешћи облици протеина?
7. Коју улогу у организму имају лоптасти и коју влакнасти протеини?
8. Шта је денатурација протеина? Шта може да проузрокује денатурацију протеина?

# ВИТАМИНИ



## Кључно

- витамини
- утицај витамина на организам
- растворљивост витамина
- налажење витамина у храни

**Витами** су органска једињења која су, у малим количинама, неопходна за функционисање организма. Витамини су супстанце које не могу да се произведу у људском организму, па их је зато неопходно уносити у организам, најбоље храном. Важно је имати разноврсну исхрану у којој се налазе сви неопходни витамини за функционисање нашег организма. Пошто биљке могу да синтетишу све витамине, веома је важно сваког дана јести воће и поврће богато неопходним витаминима. Међутим, витамини се налазе и у храни животињског порекла.

## Утицај витамина на организам

Витами нису једине намирнице које је неопходно уносити храном. Поред витамина потребно је уносити есенцијалне масне киселине, есенцијалне аминокиселине и минерале.

Уколико не уносимо довољне количине витамина, долази до поремећаја у организму који изазива мањак неопходних витамина, а који се зове **авитаминоза**. Када уносимо веће количине него што су нам потребне, могуће је њихово штетно деловање, и то се назива **хипервитаминоза**.

## Растворљивост витамина

Витами су означени словима А, В (Бе), С (Це), Д (Де) и тако даље. Хемијска структура витамина утиче и на њихова физичко-хемијска својства. Тако се неки витамини растварају у води, а неки витамини се растварају у уљима.

Најзначајнији витамини који се растварају у води су: витамин С (Це) и витамин В (Бе) комплекса (чине га витамини: В1, В2, В3, В6, В9, В12...). Витамини који се растварају у уљима су: витамин А, витамин Д (Де), витамин Е и витамин К (Ка).

Поред словних ознака витамини имају и друга, можемо рећи научна имена. Тако се витамин С (Це) још назива и **аскорбинска киселина**, као што се и витамин В3 назива **ниацин**.

Витами који се растварају у води, из организма се излучују путем урина (мокраће). Они се не задржавају дуго у телу, и због тога је хипервитаминоза овим витаминима изузетно ретка. Витамини који се растварају у уљима не избацују се брзо из организма. Они се складиште у јетри или масним наслагама, и због тога је могуће да дође до хипервитаминозе.



## Да ли сте знали?

Иако је разноврсна исхрана неопходна за **унос витамина**, некада се ни на тај начин не могу унети потребне количине витамина. У тим ситуацијама препоручује се узимање витамина као **додатак исхрани**.

У ситуацијама када људи болују од одређених болести, такође се препоручује узимање витамина као додатак исхрани. На пример, када људи болују од неке инфекције потребне су додатне количине витамина С (Це) и Д (Де).



## Да ли сте знали?

Од свих набројаних витамина, у људском организму може да се синтетише једино **витамин Д (Де)**. Да би се у организму изградио овај витамин, потребно је излагање коже сунцу.

Узимајући у обзир да се витамини који се растварају у води из организма брзо излучују, они се морају уносити свакодневно. С друге стране, витамини који се растварају у уљима складиште се у организму, па их није неходно уносити свакодневно.

## Налажење витамина у храни

### Витамин С (Це)

Највише га има у свежем воћу и поврћу (лимун, киви, шипак, паприка). Игра значајну улогу у имуном систему. Његов недостатак изазива болест под називом скорбут.



лимун



киви



шипак



паприка

• Воће и поврће богато витамином С

### Витамины В (Бе) комплекса

Најбољи извори ових витамина су квасац, јаја, пшеница, зелено поврће и џигерица. Веома су важни за правилан рад нервног система, раст и развој организма, стварање црвених крвних зрнаца, а учествују и у разним другим хемијским реакцијама у организму. Њихов недостатак може довести до **анемије** (недостатак црвених крвних зрнаца), као и до неправилног рада нервног система.



зелено поврће



квасац



пшеница



јаја

• Значајни извори витамина В

### Витамин А

Може се наћи у млеку, рибљем уљу, јајима и шаргарепи. Он је важан за правилан и добар вид. Недостатак витамина А може довести до **ноћног слепила**, које још називамо и кокошије слепило, због тога што кокошке не виде ноћу.



рибље уље



млеко



шаргарепа

• Значајни извори витамина А



### Витамин D (Де)

Као што смо већ рекли, витамин D је једини витамин који човек може да синтетише. Он се такође налази у рибљем месу, рибљем уљу и печуркама. Витамин D је важан за добар имунитет и за правилан развој и раст костију. Услед недостатка овог витамина може се јавити неправилан развој костију, односно болест коју зовемо **рахитис**.



рибље месо



печурке

● Значајни извори витамина D

### Витамин E

Можемо га наћи у уљу, семенкама сунцокрета, као и у бадему, лешнику и кикирикију. Он је антиоксиданс, односно спречава штетну оксидацију једињења у организму.



семенке сунцокрета



бадем



лешник



кикирики

● Значајни извори витамина E

### Витамин K (Ка)

Углавном се налази у зеленом поврћу (зелена салата, грашак, итд.). Има улогу у процесу згрушавања крви и зарастању рана. Његов недостатак може утицати на спорије зарастање рана.



зелена салата



грашак

● Значајни извори витамина K

## Резиме



- Витамини су органска једињења која су неопходна за функционирање организма.
- Витамини не могу да се произведу у људском организму, па их је зато неопходно уносити у организам, најбоље храном.
- Важно је имати разноврсну исхрану у којој се налазе сви неопходни витамини.
- Уколико не уносимо довољне количине витамина, долази до поремећаја у организму.
- Неки витамини се растварају у води, а неки у уљима.

## Питања и задаци

1. Шта су витамини?
2. У којим намирницама се налазе витамини?
3. Објасни шта значе појмови авитаминоза и хипервитаминоза.
4. Наведи витамине који се растварају у води и витамине који се растварају у уљима.
5. Које су разлике у понашању витамина у вези са њиховом растворљивошћу?
6. Који витамин може да се синтетише у људском организму?
7. У којој храни се налази витамин С?

## Лабораторијска вежба



### Испитивање растворљивости масти и уља у води

**Прибор и посуђе:** 2 епрувете, кашичица, сталак за епрувете

**Супстанце:** сунцокретово уље, вода, свињска маст

- 1 У прву епрувету сипати пола кашичице сунцокретовог (јестивог) уља и додати неколико  $\text{cm}^3$  воде. Протрести епрувету.
- 2 У другу епрувету сипати пола кашичице свињске масти и додати неколико  $\text{cm}^3$  воде. Протрести епрувету.

**Опажање:** Уље и маст се не растварају у води.



## Лабораторијска вежба



### Испитивање растворљивости угљених хидрата у води

**Прибор и посуђе:** 3 епрувете, кашичица, сталак за епрувете

**Супстанце:** шећер (сахароза), вода, глукоза, комадић памука или вате

- 1 У прву епрувету сипати пола кашичице шећера и додати неколико  $\text{cm}^3$  воде. Протрести епрувету.
- 2 У другу епрувету сипати пола кашичице глукозе и додати неколико  $\text{cm}^3$  воде. Протрести епрувету.
- 3 У трећу епрувету сипати комадић целулозе (памука, вате) и додати неколико  $\text{cm}^3$  воде. Протрести епрувету.

**Опажање:** Шећер (сахароза) и глукоза се растварају у води, а целулоза се не раствара у води.



## Лабораторијска вежба

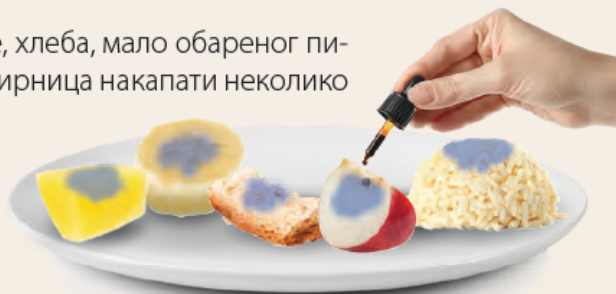
## Доказивање скроба

**Прибор:** тањир

**Супстанце:** комад кромпира, банане, хлеба, јабуке, обарен пиринач, 1% раствор јода у алкохолу

На тањир ставити комад кромпира, банане, хлеба, мало обареног пиринча и комад јабуке. На сваку од ових намирница накапати неколико капи 1% раствора јода у алкохолу.

**Опажање:** Све намирнице са јодом дају плаву боју. Ова боја потиче од реакције јода са скробом, па је плава боја доказ присуства скроба.



## Лабораторијска вежба

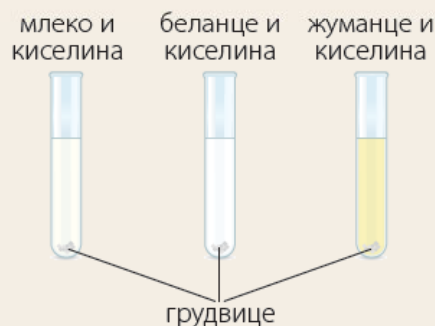
## Денатурација протеина

**Прибор и посуђе:** 6 епрувета, шпиритусна лампа, сталак за епрувете

**Супстанце:** млеко, беланце, жуманце, сирћетна киселина

**1** У прву епрувету сипати неколико  $\text{cm}^3$  млека, у другу неколико  $\text{cm}^3$  беланца, а у трећу неколико  $\text{cm}^3$  жуманца. У сваку епрувету додати  $1\text{cm}^3$  раствора сирћетне киселине и протрести епрувете.

**Опажање:** У све три епрувете стварају се грудвице које се временом таложе, услед денатурације протеина који се налазе у овим намирницама. У епрувети са беланцем примећује се и да беланце побели.



**2** У прву епрувету сипати неколико  $\text{cm}^3$  млека, у другу неколико  $\text{cm}^3$  беланца, а у трећу неколико  $\text{cm}^3$  жуманца. Сваку од ових епрувета загревати пажљиво на пламену. Оставити да се охладе.

**Опажање:** У првој епрувети са млеком не примећује се значајна промена, што указује да повишена температура не изазива очигледну денатурацију протеина у млеку.


У епруветама са беланцем и жуманцем дешавају се промене. Ове намирнице очврсну у току загревања. У епрувети са беланцем примећује се и да беланце побели. Дакле, повишена температура изазива денатурацију протеина у беланцу и жуманцу.







# ЗАШТИТА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ И ЗЕЛЕНА ХЕМИЈА

- 
- Загађивачи, загађујуће супстанце и последице загађивања
  - Рециклажа
  - Зелена хемија



## Кључно

- животна средина
- загађујуће супстанце
- подела загађујућих супстанци
- загађење ваздуха
- загађење воде
- загађење земљишта

# ЗАГАЂИВАЧИ, ЗАГАЂУЈУЋЕ СУПСТАНЦЕ И ПОСЛЕДИЦЕ ЗАГАЂИВАЊА

**Животна средина** је све оно што нас окружује. Животну средину чине ваздух, вода, земљиште, као и сви живи организми.

**Загађујуће супстанце** су сва једињења која неповољно утичу на квалитет животне средине. **Загађење** је процес током којег долази до нарушавања животне средине, ослобађањем загађујућих супстанци. Поред загађења које узрокује човек, постоје и природни извори загађења.

## Подела загађујућих супстанци

На основу агрегатног стања, загађујуће супстанце делимо на гасовите, течне и чврсте.

На основу хемијских карактеристика, загађујуће супстанце могу бити органске и неорганске.

Међутим, оно што је најважније јесте да, са еколошке тачке гледишта, имамо два типа загађујућих супстанци: **неразградиве** и **биоразградиве**.

**Неразградиве** су оне које се у природи не могу разградити или чија разградња траје јако дуго. Примери су пластичне кесе и флаше, и алуминијумске конзерве.

У **биоразградиве загађујуће супстанце** се убрајају оне који се могу потпуно разградити у биолошким процесима. То су, на пример, папирна амбалажа и отпадне воде из домаћинства.

Сви делови животне средине: ваздух, вода, земљиште, биљке и животиње, могу бити загађени. Загађујуће супстанце могу бити у једном делу животне средине, али могу и да прелазе из једног дела у други.

## Загађење ваздуха

Загађење ваздуха назива се **аерозагађење**. Најчешће загађујуће супстанце у ваздуху су гасови у које спадају: угљен-диоксид, угљен-моноксид, сумпор-диоксид, метан, оксиди азота и озон. Поред гасова, загађење ваздуха могу да проузрокују и чађ и прашина.

Природни извори загађења ваздуха су вулканске ерупције и пожари. Током ових догађаја у атмосферу се ослобађају како гасовите загађујуће супстанце, тако и прашина и чађ.



● Вулканска ерупција



● Пожар

Загађење ваздуха које узрокује човек углавном је последица индустријских процеса, производње енергије, грејања и саобраћаја. Током ових активности долази до сагоревања дрвета и фосилних горива (угља, нафте и земног гаса) и због тога се стварају загађујуће супстанце. Поред тога, у индустријским процесима настају и друге загађујуће супстанце, које нису последица сагоревања дрвета и фосилних горива.



● Фабрике као извор загађења



● Ауто саобраћај као извор загађења

Загађење ваздуха, али и воде и земљишта, могу изазвати и депоније смећа, на којима се могу одвијати процеси који производе различите гасовите супстанце, од којих неке могу бити загађујуће супстанце. Поред депонија смећа из насељених места, постоје и депоније отпада које ствара индустрија.

Директне последице по човеково здравље настају удисањем загађујућих супстанци. Поред удисања, гасови могу имати и друге негативне утицаје на здравље људи. Сумпор-диоксид и оксиди азота могу да реагују са водом из облака, и том приликом настају сумпорна и азотна киселина које на земљу падају у виду киселих киша. Оне узрокују закишељавање земљишта и воде, што доводи до уништења шума и изумирања животиња у рекама и језерима.

Угљен-диоксид, метан и још неки гасови у ваздуху, изазивају ефекат стаклене баште. То значи да они доприносе већем упијању сунчеве топлоте и тако доводе до глобалног загревања. Глобално загревање има негативан утицај на целокупну животну средину.

Загађење ваздуха се може смањити постављањем филтера на индустријска постројења и термоелектране. Поред тога, неопходно је смањити количину енергије која се троши у индустрији, транспорту и у свакодневном животу. Изоловање зграда је важно како би се смањила количина енергије која се троши за загревање. Пешачење и коришћење бицикла је корисно како би се смањила употреба моторних возила, па тиме и потрошња горива. Треба смањити и употребу лифтова, јер они троше много енергије. Енергија се троши и приликом транспорта производа, па је зато препоручљиво користити намирнице и остале производе који су произведени близу потрошача. Рециклажа је такође важна, и о томе ће бити речи у посебном поглављу.

Угљен-диоксид се троши у процесу фотосинтезе. Због тога је један од начина за смањење угљен-диоксида у ваздуху сађење дрвећа, односно, пошумљавање.



● Депонија



### Да ли сте знали?

**Колико је саксија биљака потребно да неутралише угљен-диоксид (CO<sub>2</sub>) који настаје као последица пуњења мобилних телефона?**

Приликом пуњења мобилних телефона троши се електрична енергија, а приликом производње електричне енергије ослобађа се CO<sub>2</sub>. Да би се потрошио CO<sub>2</sub> који настаје као последица пуњења мобилних телефона, потребно је у стану имати око 40 саксија биљака. Биљке користе CO<sub>2</sub> у процесу фотосинтезе, и на тај начин уклањају CO<sub>2</sub> из ваздуха.

## Загађење воде

Вода је основа свих живих организама на земљи. Због тога је квалитет воде веома битан. Квалитет воде се може нарушити различитим изворима загађења.

Природни извори загађења су труљење, спирање тла, атмосферске кише (киселе кише), као и микроорганизми.

Међутим, најчешћи извор загађења воде су активности људи. У воде се испуштају отпадне воде из домаћинства, пољопривреде и индустрије, а кроз њих долазе и загађујуће супстанце, попут растварача, детерџената, ђубрива, пестицида, тешких метала итд.



● Загађење воде водама из фабрика



● Загађење воде отпадом

Као што је већ речено, депоније смећа могу утицати и на загађење вода, јер загађујуће супстанце са депонија могу доћи до река или језера, а могу загадити и подземне воде.

Не морају све загађујуће супстанце директно да буду штетне по здравље. Вубрива која се употребљавају у пољопривреди корисна су за усеве. Међутим, она могу доспети до површинских вода. Затим се њима хране алге, које се убрзано развијају на површини воде и доводе до „цветања воде“. Ове алге троше кисеоник из воде, затим одумиру и труле, производећи низ токсичних супстанци. Овај процес се назива **еутрофикација**.

Загађена вода се не сме пити, пошто може довести до тровања, чак и смрти. Поред тога, загађујуће супстанце могу доспети у тела животиња, које се даље, ланцима исхране, могу пренети до човека.

Како би се смањило загађење воде, неопходно је да се вода пре испуштања из градске канализације или индустријских погона пречисти. У ову сврху се користе филтери, таложници, али и микроорганизми. Често се користи више ових техника заједно, како би се обезбедио довољан ниво пречишћавања.



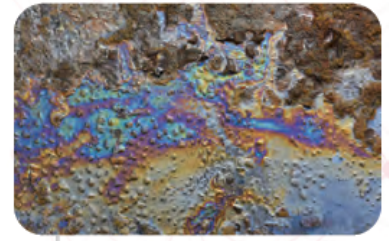
● Земљиште загађено отпадом

## Загађење земљишта

Земљиште је површински слој Земљине коре. Оно је јако значајно због производње хране. Због овога је веома важно водити рачуна о квалитету земљишта и спречити његово загађење.



Земљиште се најчешће загађује човековим деловањем. Интензивном пољопривредом долази до загађења земљишта пестицидима и инсектицидима. Из индустрије у земљиште могу dospети тешки метали, ароматична полициклична једињења, али и радиоактивни отпад. Радиоактивни отпад може да има изузетно негативне дугорочне последице, јер може да се задржи у земљишту дуги низ година. Земљиште се загађује и депонијама отпада.



Земљиште загађено отпадним водама из фабрика

Као што је већ речено, загађење се може из једног дела животне средине пренети на други, тако да на квалитет земљишта такође утичу и квалитет воде и ваздуха.

Биљке које расту на загађеном земљишту могу да усвоје (упију) токсичне супстанце, које даље, ланцима исхране могу dospети до човека и изазвати различита обољења, чак и смрт.

Иако није директна последица загађења, до губитка земљишта може доћи и непланским крчењем шума, које касније доводи до ерозије земљишта.

За пречишћавање земљишта се најчешће користе биљке и микроорганизми и овај процес назива се **биоремедијација**.

## Резиме



- Животна средина је све оно што нас окружује.
- Загађујуће супстанце у ваздуху су: угљен-диоксид, угљен-моноксид, сумпор-диоксид, метан, оксиди азота, озон, чађ и прашина.
- Неки гасови у ваздуху изазивају ефекат стаклене баште. Они доприносе већем упијању сунчеве топлоте, и тако доводе до глобалног загревања, које има негативан утицај на целокупну животну средину.
- Загађење воде углавном настаје услед испуштања отпадне вода из домаћинства, пољопривреде и индустрије.
- Главне загађујуће супстанце у земљишту су пестициди, инсектициди, тешки метали, ароматична полициклична једињења и радиоактивни отпад.
- Загађујуће супстанце могу бити неразградиве и биоразградиве.
- Загађење се смањује пречишћавањем, али и смањеном потрошњом енергије.

## Питања и задаци

1. Какав утицај имају загађујуће супстанце на животну околину?
2. Како се деле загађујуће супстанце?
3. Наведи примере разградивих и неразградивих загађујућих супстанци.
4. Шта су главни извори загађења ваздуха?
5. Како делују гасови који изазивају ефекат стаклене баште?
6. Како се може спречити загађење ваздуха?
7. Шта су главни извори загађења воде?
8. Шта су главни извори загађења земљишта?

# РЕЦИКЛАЖА И ЗЕЛЕНА ХЕМИЈА

## Кључно

- рециклажа
- материјали који се могу рециклирати
- зелена хемија
- принципи зелене хемије

## Да ли сте знали?

Експеримент који показује да је **рециклажа папира** могућа, може се извести код куће.

1. Комади папира се намоче око 30 минута у врућој води са детерџентом за прање судова.
2. Влажан папир се меша у блендеру док се не добије паста. Ако се дода нека боја за храну може се направити папир у боји.
3. Смеса се сипа у велики квадратни кухињски плех и дода се око 3 cm воде. Затим треба притиснути комад пластике, исте величине као посуда, на врх смеше и исцедити сву воду.
4. Пластику са мешавином папира положити на крпу, па склонити пластику.
5. На горњи део мешавине од папира поставити још једну крпу и истањити га оклагијом тако да буде врло танак.
6. Смешу треба испеглати и оставити да се осуши 24 сата.
7. Након што се осуши, папир је спреман за употребу.

## Рециклажа

Рециклажа подразумева претварање отпада у нешто што се може поново користити. Рециклажа је јако битна за очување животне средине. Све што бацимо завршава на депонијама. Временом се депоније пуне, што захтева њихово додатно ширење и отварање нових депонија. Рециклажом смањујемо количину отпада који завршава на депонијама. Поред тога, рециклажом се смањује потреба за новим сировинама, избегавају се технолошки процеси добијања производа, а постиже се и уштеда енергије. На пример, папир се производи од дрвета. Рециклирањем папира смањујемо потребу за сечом дрвећа. У случају алуминијума, рециклажом се избегава скуп поступак добијања алуминијума из руде и отпад који при томе настаје.

Разни материјали се могу рециклирати. То су: папир, пластика, алуминијумске лименке, електрични уређаји, текстил, компјутери и други електронски уређаји, новине, картон.



● Алуминијумске лименке



● Електрични и електронски уређаји



● Текстил



● Новине



● Папир



● Пластика



● Метал

Знак (симбол) за рециклажу назива се Мобијусова петља.



● Мобијусова петља



● Симболи за рециклажу

Због свега наведеног, важно је подстицати рециклажу. Свако од нас може да допринесе смањењу отпада који производимо и који одвајамо за рециклажу. Сви можемо да одвајамо папир и картон и носимо га у рециклажне центре. Такође, у градовима су се појавили контејнери за разврставање отпада. Тако је могуће одвајати пластику, стакло, стару гардеробу, и убацивати их у одговарајуће контејнере како би се касније рециклирали. Уз то, веома је важно да електричне уређаје не бацамо у контејнере и канте за смеће, већ да позовемо одговарајуће предузеће које се бави рециклажом овог отпада, и са њима договоримо како да тај отпад заврши код њих. Такође је важно да ни батерије не бацамо у контејнере и канте за смеће, већ треба наћи места где се батерије прикупљају за рециклажу.

**Да ли сте знали?**  
Код нас се годишње произведе око 2.15 милиона тона **отпада**. Дневна количина отпада коју свака особа у Србији произведе је око 1 kg. То је укупно око 350 kg отпада годишње. Највећи део овог отпада завршава на депонијама, док се мали део отпада рециклира.



● Контејнери за сортирање отпада за рециклажу

У овом поглављу је већ речено да су депоније отпада један од извора загађења животне средине. Узимајући то у обзир, јасно је колико је важно смањити количину отпада, а значајну улогу у смањивању количине отпада има рециклажа.

## Зелена хемија

Одржива и зелена хемија обухвата развој и примену метода које омогућавају реализовање хемије и хемијске индустрије уз очување животне средине, дакле, уз смањено загађивање животне средине. Важно је напоменути да се принципи зелене хемије не односе само на превазилажење опасности од загађујућих супстанци, већ укључују очување енергије, смањење отпада, и употребу одрживих или обновљивих сировина и пројектовање коначног одлагања отпада. Дакле, у зеленој хемији се ради на проналажењу и примени начина да се опасне супстанце замене безопасним супстанцама, начина да се смањи количина отпада, као и начина да се смањи потрошња енергије.

Неки од принципа зелене хемије односе се на то да је боље смањити отпад који производе хемијска и друге гране индустрије, него да се решава питање отпада. У технолошким процесима је потребно користити раствараче који не загађују животну средину. Потребно је користити сировине које могу да се обнављају. Потребно је наћи начине да се споредни производи искористе уместо да се бацају на отпад.

### Резиме



- Рециклажа је претварање отпада у нешто што се може поново користити.
- Рециклажом смањујемо количину отпада који завршава на депонијама.
- Рециклажом се смањује потреба за новим сировинама.
- Рециклажом се постиже уштеда енергије.
- Папир, пластика, алуминијумске лименке, електрични уређаји, текстил, компјутери и други електронски уређаји, новине, картон, могу се рециклирати.
- У зеленој хемији се ради на проналажењу и примени начина да се опасне супстанце замене безопасним супстанцама, начина да се смањи отпад, као и начина да се смањи потрошња енергије.

### Питања и задаци

1. Која је сврха рециклаже?
2. Који је утицај рециклаже на депоније отпада?
3. Који је утицај рециклаже на сировине?
4. Који је утицај рециклаже на потрошњу енергије?
5. Шта се може рециклирати?
6. Шта је циљ зелене хемије?
7. Који је принцип зелене хемије у односу на отпад?
8. Који је принцип зелене хемије у односу на споредне производе?

- Заокружи тачне тврдње. Метали прве и друге групе:
  - налазе се у ваздуху
  - имају метални сјај
  - са кисеоником граде оксиде
  - граде ковалентне везе
- На основу описа напиши о којој супстанци је реч.
  - Саставни је део малтера, који је смеша песка, воде и креча. Користи се за кречење зидова, за дезинфекцију и за заштиту стабала дрвећа. Добија се у реакцији калцијум-оксида са водом.  
\_\_\_\_\_
  - У свакодневном животу зове се негашени или живи креч. Користи се у производњи папира и стакла. Поред тога, користи се и за добијање других једињења калцијума.  
\_\_\_\_\_
- Наведи два метала који се налазе у живим организмима. Где се ови метали налазе у живим организмима?  
\_\_\_\_\_
- Напиши једначине реакција литијума и калцијума са кисеоником. Шта настаје у овим реакцијама?  
\_\_\_\_\_
- Заокружи најбољи проводник електрицитета и топлоте.
  - гвожђе
  - бакар
  - алуминијум
- Поред сваке тврдње заокружи **Т** ако је тачна, а **Н** ако је нетачна.
  - Гвожђе у контакту са ваздухом ствара заштитни слој који га штити од даље корозије. **Т Н**
  - Олово у једињењима има валенце 2 и 4, а цинк валенцу 2. **Т Н**
  - Цинк има примену као заштита од рендгенског зрачења. **Т Н**
  - Цинк у контакту са ваздухом ствара заштитни слој, који га штити од даље корозије. **Т Н**
  - Алуминијум је прелазни метал. **Т Н**
- Повежи легуре и метале који улазе у њихов састав.
 

челик ●	● бакара и цинка
бронза ●	● алуминијум и бакар
месинг ●	● гвожђе
дуралуминијум ●	● бакар и калај
- Колико ће бити маса бакар(II)-оксида који се одбија у реакцији кисеоника са 45 г бакра?  
\_\_\_\_\_
- Израчунај масени удео бакура у оксидима бакура.  
\_\_\_\_\_
- У реакцији калцијума са водом ослобађа се 17 молова водоника. Израчунај масу калцијум-хидроксида који се добија у овој реакцији.  
\_\_\_\_\_

1. Поред сваке тврдње заокружи **T** ако је тачна, а **H** ако је нетачна.

- |   |                   |
|---|-------------------|
| a) Везе између атома неметала су јонске.                              | <b>T</b> <b>H</b> |
| b) Неметали се налазе у Земљиној кори, свемиру, води и ваздуху.       | <b>T</b> <b>H</b> |
| v) Кисеоник је најраспрострањенији елемент у свемиру.                 | <b>T</b> <b>H</b> |
| г) Кисеоник је најзаступљенији елемент на Земљи.                      | <b>T</b> <b>H</b> |
| д) У елементарном стању неметали се налазе у сва три агрегатна стања. | <b>T</b> <b>H</b> |

2. Напиши низ реакција које приказују настајање сумпорасте киселине из сумпора.

---

3. Заокружи тачне тврдње.

- a) Оксиди неметала са водом граде базе.  
 б) Киселине боје лакмус хартију у плаво.  
 в) Киселине могу настати и у реакцији водоника са неметалима.  
 г) Неметали граде киселе оксиде.  
 д) Киселине у реакцији са цинком ослобађају водоник.

4. Напиши оксиде хлора у којима хлор има оксидационо стање I, III, VI.

---

5. Допуни реакције и напиши називе реактаната и производа реакције:



6. Поред сваког описа упиши назив хемијског једињења или хемијског елемента о коме је реч.

- a) Користи се у производњи кухињских судова и опреме у хемијској индустрији, јер има својство да се за њу не лепе намирнице. То је пластика која се састоји од флуора и угљеника. Отпорна је на високе температуре. \_\_\_\_\_
- б) Користи се за пречишћавање воде у водоводима и базенима. Његова једињења се, између осталог, користе за избелјивање одеће. \_\_\_\_\_
- в) Хемијски елемент који је значајан за функцију штитне жлезде. Његов раствор у алкохолу је добар антисептик. \_\_\_\_\_

7. Повежи супстанцу са њеном применом.

- |                     |                                |
|---------------------|--------------------------------|
| сумпор ●            | ● производња шибица            |
| сумпор(IV)-оксид ●  | ● дезинфекција сувог воћа      |
| сумпорна киселина ● | ● производња вештачког ђубрива |
|                     | ● производња гума              |
|                     | ● производња лекова            |

8. Колико је грама угљеника потребно за реакцију са кисеоником да би се добило 7 g угљен(IV)-оксида?

---

9. Одреди процентни састав раствора који садржи 7 g суморне (сулфатне) киселине у 200 g раствора.

---

10. Израчунај број молова амонијака који се добија у реакцији 8,5 g азота.

---

- Заокружи тачне тврдње.
  - У солима постоје јонске везе.
  - Све соли су беле, кристалне супстанце.
  - Налазе се у ваздуху.
  - Налазе се у земљишту.
  - У воденом раствору се разлажу на јоне.
- Наведи начине на које се могу добити соли.  
\_\_\_\_\_
- Напиши формуле гвожђе(III)-хлорида, калцијум-карбоната, алуминијум-хлорида, натријум-сулфата.  
\_\_\_\_\_
- Напиши једначине хемијских реакција и називе соли које се добијају:
  - калијум-хидроксид + хлороводонична киселина  
\_\_\_\_\_
  - магнезијум-оксид + азотна киселина  
\_\_\_\_\_
  - угљен(IV)-оксид + калијум-хидроксид  
\_\_\_\_\_
- Повежи називе и формуле соли.
 

алуминијум-хлорид ●	● $Mg(NO_3)_2$
натријум-сулфат ●	● $Ca_3(PO_4)_2$
калцијум-фосфат ●	● $AlCl_3$
магнезијум-нитрат ●	● $Na_2SO_4$
калцијум-нитрит ●	● $Ca(NO_2)_2$
- Наведи најмање три соли које се слабо растварају у води.  
\_\_\_\_\_
- Напиши како дисосују следећа једињења.
 

$HCl$  \_\_\_\_\_

$H_2SO_4$  \_\_\_\_\_

$NaOH$  \_\_\_\_\_

$Ca(OH)_2$  \_\_\_\_\_
- Допуни реакције.
  - $CaO + H_2SO_4$  \_\_\_\_\_
  - $CaCO_3 + 2HCl$  \_\_\_\_\_
- Израчунај колико ће грама калцијум-карбоната настати у реакцији 1,5 g угљен-диоксида са калцијум-хидроксидом.  
\_\_\_\_\_
- Израчунај колико ће грама сребро-хлорида настати у реакцији сребро-нитрата са 71 g 5% раствора натријум-хлорида?  
\_\_\_\_\_





1. Поред сваке тврдње заокружи **T** ако је тачна, а **H** ако је нетачна.

- |  |          |          |
|--|----------|----------|
| а) Сви угљоводоници су чврсте супстанце.                     | <b>T</b> | <b>H</b> |
| б) Угљоводоници се добро растварају у води.                  | <b>T</b> | <b>H</b> |
| в) Циклични угљоводоници могу бити алициклични и ароматични. | <b>T</b> | <b>H</b> |
| г) Угљоводоници могу бити засићени и незасићени.             | <b>T</b> | <b>H</b> |
| д) Општа формула алкена је $C_nH_{2n}$ .                     | <b>T</b> | <b>H</b> |

2. Напиши молекулске формуле алкана, алкена и алкина, са 5 и 7 атома угљеника.

---

3. Напиши све изомере пентана и дати им називе по IUPAC у.

---

4. Напиши све изомере бутена.

---

5. Заокружи тачан одговор. Шта је бензен, према подели угљоводоника?

- а) алициклични угљоводоник
- б) ациклични угљоводоник
- в) ароматични угљоводоник
- г) алициклични незасићени угљоводоник

6. Повежи полимере са њиховом применом.

- |                          |                    |
|--------------------------|--------------------|
| полиетилен ●             | ● столарија        |
| поливинил-хлорид (PVC) ● | ● изолатор за жице |
| тефлон ●                 | ● пластичне фолије |

7. Напиши једначину адиције два молекула хлора на 1-бутин.

---

8. Израчунај масени удео угљеника у 2-метил-1-пентену, 1-хексену и 2-хексену.

---

9. Колико је мола бензена учествовало у реакцији сагоревања, ако у току сагоревања настане 17 g угљен-диоксида?

---

10. Која је молекулска формула угљоводоника, ако у реакцији са 6 мола кисеоника, настаје 4 мола угљен-диоксида и 4 мола воде?

---

1. Заокружи тачне тврдње. Алкохоли:

- а) имају хидроксилну групу.
- б) у молекулу садрже угљеник, водоник и сумпор.
- в) се могу добити из шећера.
- г) се растварају у води.
- д) имају општу формулу  $\text{RCOOH}$ .

2. Напиши формуле следећих алкохола: 1,2,4-пентантриола, 2-бутанола, 1,2-пентандиола.

---

3. Напиши једначине хемијских реакција:

- а) метанола и натријума \_\_\_\_\_
- б) сагоревање алкохола који садржи 4 угљеникова атома \_\_\_\_\_
- в) оксидације 2-пропанола \_\_\_\_\_
- г) дехидратације бутанола \_\_\_\_\_

4. Поред сваке тврдње заокружи **T** ако је тачна, а **H** ако је нетачна.

- а) Естри садрже карбоксилну групу. T H
- б) Више масне киселине су карбоксилне киселине. T H
- в) Карбоксилне киселине могу бити засићене и незасићене. T H
- г) Естри имају пријатне мирисе. T H
- д) Естри се добијају у реакцији алкохола и база. T H

5. Шта је заједничко мравима и копривама?

---

6. Које од датих супстанци се добро растварају у води? Објасни.

етанол, етанска киселина, натријум-ацетат, метанска киселина,  
етил-етаноат, метанол, метил-пропаноат

---



---

7. Напиши рационалне формуле:

метил-етаноата, пентанске киселине, етил-етаноата, метил-пропаноата.

---

8. Колико се грама водоника добија у реакцији калијума са 20 г 5% раствора етанске киселине?

---

9. Израчунај масу етанске (сирћетне) киселине која се добија оксидацијом 59 г 30% раствора етанола.

---

10. Колико се грама 8% раствора етанске киселине троши у реакцији са натријумом, ако се у реакцији добија 25 г натријум-етаноата?

---

- Заокружи тачне одговоре. У састав масти и уља улазе остаци:
 

а) монохидроксилног алкохола етанола	б) трохидроксилног алкохола глицерола
в) сирћетне (етанске) киселине	г) масних киселина
д) палмитинске киселине	
- Објасни разлику између диглицерола и моноглицерола?  
\_\_\_\_\_
- Подвучи супстанце које граде смешу масти и уља.  
триглицероли, слободне масне киселине, протеини, кетони,  
моноглицероли, диглицероли, аминокиселине
- Напиши једначину реакције олеинске киселине са водоником. Шта настаје као производ ове реакције?  
\_\_\_\_\_
- Заокружи својства моносахарида.
 

а) Моносахариди су мономери у полисахаридима.	
б) Моносахариди су алкохоли.	
в) Моносахариди су угљени хидрати.	
г) Моносахариди настају фотосинтезом у биљкама.	
д) Моносахариди граде протеине.	
- Поред сваке тврдње заокружи **Т** ако је тачна, а **Н** ако је нетачна.
 

а) Глукоза је моносахарид, а лактоза је дисахарид.	Т Н
б) Фруктоза се налази у крви и преноси се до других ћелија у организму.	Т Н
в) Скроб и целулоза су дисахариди.	Т Н
г) Целулоза је растворна у води.	Т Н
д) Сахароза се налази у великој мери у шећерној трсци и шећерној репи.	Т Н
ђ) У састав меда улазе глукоза и фруктоза.	Т Н
- Заокружи тачне одговоре. Све аминокиселине у свом саставу имају:
 

а) алкохолну функционалну групу	б) аминокиселинску функционалну групу
в) карбоксилну функционалну групу	г) угљеник, водоник, кисеоник и азот
д) угљеник, водоник, кисеоник и сумпор	
- На основу описа напиши о којој врсти органских једињења је реч.  
Представљају полимере аминокиселина. Могу бити влакнасти и лоптасти облици. Улазе у састав коже, ноктију, косе и мишића. Неки од њих учествују у преносу кисеоника и угљен-диоксида кроз крвоток. Могу се денатурирати.  
\_\_\_\_\_
- Повежи витамине и њихове улоге у организму.
 

витамин С ●	● правилан развој и раст костију
витамини В групе ●	● добар вид
витамин А ●	● правилан рад нервног система
витамин Д ●	● имуни систем

- Заокружи све загађујуће супстанце у ваздуху.  
а) кисеоник    б) метан    в) чађ    г) азот    д) сумпор-диоксид
- Спој супстанце са врстом којој припадају.  
отпадна вода из домаћинства ●    ● биоразградиве загађујуће супстанце  
пластична амбалажа ●  
папирна амбалажа ●    ● неразградиве загађујуће супстанце  
алуминијумске конзерве ●
- Наведи најмање два начина којима се може спречити глобално загревање.  

---
- Заокружи тачан одговор. Гасови који изазивају ефекат стаклене баште:  
а) производе одсјај светлости слично стаклу    б) повећавају концентрацију стакла у ваздуху  
в) доприносе већем упијању сунчеве топлоте    г) доприносе чистијем ваздуху  
д) изазивају стакласти изглед баште
- Заокружи тачне одговоре. Депоније отпада:  
а) загађују земљиште    б) доприносе ефекту стаклене баште    в) смањују се рециклажом  
г) повећавају се зеленом хемијом    д) повећавају зелене површине.
- Поред сваке тврдње заокружи **Т** ако је тачна, а **Н** ако је нетачна.  
а) Депоније отпада доприносе ефекту стаклене баште.    **Т Н**  
б) Рециклажа утиче на смањење депонија отпада.    **Т Н**  
в) Загађење земљишта назива се и аерозагађење.    **Т Н**  
г) Рециклажа не доприноси уштеди електричне енергије.    **Т Н**  
д) Пестициди су загађивачи земљишта.    **Т Н**  
ђ) Радиоактивни отпад доприноси загађењу земљишта.    **Т Н**
- Наброј материјале који се могу рециклирати.  

---
- Заокружи тачне одговоре. Чиме се бави зелена хемија?  
а) производњом зелене боје    б) смањењем зелених површина  
в) заменом опасних супстанци    г) уклањањем отпада зелених биљака  
д) смањењем потрошње енергије
- Осмисли и напиши на које начине бисте спровели акцију заштите од загађења ваздуха, воде и земљишта у вашој околини.  

---
- Заокружи тачан одговор. Која веза постоји између ефекта стаклене баште и зелене хемије?  
а) Обе се баве повећањем зелених површина.  
б) Ефекат стаклене баште решава проблеме у зеленој хемији.  
в) Зелена хемија смањује ефекат стаклене баште.  
г) Ефекат стаклене баште спречава развој зелене хемије.  
д) Обе се баве уклањањем сувог лишћа.

# ПОЈМОВНИК

## А

**авитаминоза** – поремећај у организму који је изазван недостатком неопходних витамина; настаје као последица смањеног уноса витамина у организм

**адиција** – реакција у којој се атоми или атомске групе додају на места где је раскинута двострука или трострука веза

**алкални метали** – елементи 1. групе периодног система, који имају по један валентан електрон у последњем енергетском нивоу

**алкил-група** – атомска група која настаје када се алкану одузме један водоник; име алкил-групе се добија заменом наставка -ан из имена алкана, наставком -ил

**алотропске модификације** – различити облици истог елемента или једињења

**алкохоли** – класа органских једињења која у себи садржи хидроксилну групу

**алдехиди** – једињења која као функционалну групу садрже алдехидну групу

**аерозагађење** – загађење ваздуха

**амино-киселине** – органска једињења која садрже амино-групу ( $-NH_2$ ) и карбоксилну групу ( $-COOH$ )

**ациклични угљоводоници** – једињења чији молекули садрже атоме повезане у разгранате или неразгранате низове

**алкани** – засићени ациклични угљоводоници који у својим молекулима садрже једноструку везу између угљеникових атома

**алкени** – незасићени ациклични угљоводоници, који у својим молекулима садрже двоструку везу између угљеникових атома

**алкини** – незасићени ациклични угљоводоници, који у својим молекулима садрже троструку везу између атома угљеника

## Б

**бензен** – прстен који се састоји од шест угљеникових атома, при чему је за сваки угљеник везан по један водоник

**биоремедијација** – процес у коме се биљке и микроорганизми користе за пречишћавање воде или земљишта од загађења

**биолошки важна једињења** – једињења која учествују у грађи ткива живих организама, па на тај начин и целих организама; имају важну улогу у хемијским процесима који се непрекидно одвијају у организму

**биохемија** – хемијска дисциплина која проучава биолошки важна органска једињења

## В

**витамини** – органска једињења која су, у малим количинама, неопходна за функционисање организма; не произведе се у људском организму, па их је неопходно уносити у организм, најбоље храном

## Д

**денатурација** – процес у коме долази до промене облика и тродимензионалне структуре протеина

**дисахариди** – у свом молекулу садрже међусобно повезана два моносахарида; најзначајнији дисахариди су сахароза и лактоза

## Е

**електролити** – супстанце које се у воденом раствору разлажу на јоне и њихови водени раствори проводе струју

**електролитичка дисоцијација** – процес разлагања супстанци на јоне, под утицајем поларних молекула воде

**естри** – органска једињења са кисеоником, која у својим једињењима садрже остатак молекула киселине и остатак молекула алкохола

**естерификација** – реакција карбоксилних киселина са алкохолом у којој настају естри, тако што се  $-OH$  из карбоксилне групе замењује са  $-OR$  из алкохола

## З

**загађење** – процес током којег долази до нарушавања животне средине ослобађањем загађујућих супстанци; поред загађења које узрокује човек, постоје и природни извори загађења

**загађујућа супстанца** – једињење које непо-вољно утиче на квалитет животне средине

**засићене карбоксилне киселине** – у свом молекулу садрже само једноструке везе између угљеникових атома

**земни гас** – врста фосилног горива; представља смешу алкана, који садрже од једног до четири угљеникова атома

**зелена хемија** – обухвата развој и примену метода које омогућава реализовање хемије и хемијске индустрије уз очување животне средине, односно уз смањено загађивање животне средине

**земноалкални метали** – елементи 2. групе периодног система, који у последњем енергетском нивоу имају два валентна електрона

## И

**изомери** – једињења која имају исту молекулску формулу, а разликују се у структури

## Ј

**јонска једињења** – једињења у којима постоји јонска веза; састоје се од позитивно наелектрисаних јона (катјона) и негативно наелектрисаних јона (анјона)

## К

**карбоксилне киселине** – класа органских једињења са кисеоником која као функционалну групу има карбоксилну групу

**кетони** – органска једињења која као функционалну групу садрже кето-групу

**кисели оксиди** – оксиди који са водом граде киселине

**киселински остатак** – остатак који се добије када се из молекула киселине одузме један или више атома водоника

## Л

**легуре** – чврсте, хомогене смеше које садрже два или више метала, или садрже метал и један или више елемената који нису увек метали

**легирање** – поступак додавања других метала (легирајућих елемената) у основни метал

## М

**масне киселине** – карбоксилне киселине које имају велики број угљеникових атома

**масти и уља** – биолошки важна органска једињења која у свом саставу садрже естре глицерола и масних киселина и слободне масне киселине

**метали** – елементи периодног система, који су у елементарном стању чврсте супстанце, изузев живе која је течна

**моносахариди** – једињења која се не могу разложити на једноставније угљене хидрате

**монохидроксилни алкохоли** – органска једињења у којима се налази једна хидроксилна група

## Н

**нафта** – врста фосилног горива, тамна течност, уљаста и непријатног мириса

**неорганска хемија** – грана хемије која проучава једињења која се налазе у неживом свету

**неутрализација** – хемијска реакција водених раствора хидроксида и киселине, у којој као производ настају со и вода

**незасићене карбоксилне киселине** – карбоксилне киселине које у свом молекулу могу имати двоструке или троструке везе

**номенклатура** – начин давања назива неорганским и органским једињењима, као и новим хемијским елементима.

**n-хексан** је алкан са шест атома угљеника који има линеаран, неразгранат низ.

**n-хексен** је алкен са шест атома угљеника који има линеаран, неразгранат низ.

## О

**оксиди** – бинарна хемијска једињења кисеоника са неким елементом

**оксид метала** – једињење које настаје у реакцији кисеоника са металима

**оксид неметала** – једињење које настаје у реакцији кисеоника са неметалом

**олигосахариди** – угљени хидрати који садрже од два до десет повезаних моносахарида

**органска хемија** – област хемије која проучава једињења угљеника

**органска једињења** – једињења угљеника

## П

**пептидна веза** – веза која настаје између карбоксилне групе једне аминокиселине и амино-групе друге аминокиселине

**поливинил-хлорид** – скраћено PVC, настаје полимеризацијом винил-хлорида (хлор-етена)

**полимери** – једињења која се састоје од великог броја мањих основних јединица, мономера; полимери су макромолекули, велики молекули који се састоје од великог броја атома и имају велику молекулску масу

**полимеризација** – процес у коме из молекула мономера настају молекули полимера

**полисахариди** – угљени хидрати који у својим молекулима садрже велики број повезаних моносахарида

**полихидроксилни алкохоли** – органска једињења у којима се налази две или више хидроксилних група

**прелазни метали** – елементи који се у периодном систему налазе од 3. до 12. групе

**протеини** – представљају полимере аминокиселина који садрже од сто до неколико хиљада аминокиселинских остатака; биолошки важна органска једињења

## Р

**рециклажа** – поступак претварања отпада у нешто што се може поново користити

## С

**сагоревање (оксидација)** – хемијска реакција неког хемијског елемента или једињења са кисеоником

**сапонификација** – реакција масти и уља са базама (хидроксидима) у којима настају сапуни и глицерол

**сапуни** – смеше соли масних киселина алкалних метала; најчешће натријумове или калијумове соли

**сирова нафта** – нафта која се извади из земљишта и не може користити у овом облику, већ се прерађује

**соли** – јонска једињења изграђена од катјона метала и анијона киселинског остатка

**супституција** – реакција у којој се један атом или група замењује другим атомом или групом атома

**сублимација** – процес преласка из чврстог стања у гасовито стање

## Т

**триглицероли (триглицериди)** – естри у којима се налази остатак глицерола и остаци три масне киселине

## У

**угљеник** – елемент 14. групе периодног система, који садржи четири електрона у последњем енергетском нивоу

**угљоводоници** – најједноставније органске супстанце које садрже само угљеник и водоник

**угљени хидрати** – биолошки важна органска једињења која улазе у састав живих бића, на пример: шећер, мед, скроб, целулоза

## Ф

**фотосинтеза** – процес у коме биљке, уз помоћ хлорофила који се налази у зеленим листовима, уз помоћ светлости, трошећи воду и угљеник(IV)-оксид ( $\text{CO}_2$ ), производе органске супстанце и елементарни кисеоник ( $\text{O}_2$ )

**фосилна горива** – најважнији извор енергије на планети Земљи (земни гас, нафта и угаљ); настају од остатака угинулих организама

**фракциона дестилација нафте** – процес у коме се нафта раздваја на фракције

**функционална група** – група атома која даје карактеристична својства одређеној класи органских једињења; једињења која поседују исту функционалну групу понашају на сличан начин

## Х

**халогени елементи** – елементи 17. групе периодног система елемената

**хемијски елементи** – чисте супстанце које се не могу хемијским променама разложити на једноставније супстанце

**хидроксиди (базе)** – супстанце које настају у реакцији оксида метала са водом, што се доказује лакмус хартијом која се боји у плаво; хидроксиди садрже хидроксидну групу  $\text{OH}$ -

**хидролиза** – хемијска реакција разлагања хемијских молекула на два мања фрагмента под утицајем воде

**хидрогенизација** – адиција водоника на двоструке везе

**хипервитаминоза** – поремећај у раду организма који настаје када уносимо веће количине витамина него што су нам потребне

## Ц

**циклични угљоводоници** – једињења која у свом молекулу граде прстен, односно цикличне структуре



## Метали, оксиди и хидроксиди

- б); в)
- а) калцијум-хидроксид-гашени креч  
б) калцијум-оксид
- гвожђе (црвена крвна зрнца),  
магнезијум (у хлорофилу биљака).
- $4\text{Li} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{Li}_2\text{O}$   
У реакцији настаје литијум-оксид  
 $2\text{Ca} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CaO}$   
У реакцији настаје калцијум-оксид.
- б)
- а) **H**; б) **T**; в) **H**; г) **T**; д) **H**
- челик – гвожђе;  
бронза – бакар и калај;  
месинг – бакар и цинк;  
дуралуминијум – алуминијум и бакар
- 56,3 g
- $\text{Cu}_2\text{O}$  88,8%,  $\text{CuO}$  79,8%
- 1258 g

## Неметали, оксиди и киселине

- а) **H**; б) **T**; в) **H**; г) **T**; д) **T**
- $\text{S} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{SO}_2$   
 $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$
- в); г); д)
- (I)  $\text{Cl}_2\text{O}$ ; (III)  $\text{Cl}_2\text{O}_3$ ; (VI)  $\text{ClO}_3$
- а)  $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3$   
азот(V)-оксид вода азотна киселина  
б)  $\text{P}_4 + 5\text{O}_2 \longrightarrow \text{P}_4\text{O}_{10}$   
фосфор кисеоник фосфор(V)-оксид
- а) тефлон; в) хлор; г) јод
- сумпор – производња шибица /производња гума;  
сумпор(IV)-оксид – дезинфекција сувог воћа;  
сумпорна киселина – производња вештачког ђубрива/производња лекова
- 1,908 g
- 3,5
- 0,6 молава амонијака

## Соли

- а), г), д)
- Соли се могу добити у реакцији киселине и базе, у реакцији метала и киселине, у реакцији оксида метала и киселине, у реакцији оксида неметала и базе, у реакцији метала и неметала.
- гвожђе(III)-хлорид  $\text{FeCl}_3$ ; калцијум-карбонат  $\text{CaCO}_3$ ; алуминијум-хлорид  $\text{AlCl}_3$ ; натријум-сулфат  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
- а)  $\text{KOH} + \text{HCl} \longrightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$   
(калијум-хлорид);  
б)  $\text{MgO} + 2\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$   
(магнезијум-нитрат);  
в)  $\text{CO}_2 + 2\text{KOH} \longrightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$   
(калијум-карбонат)

- алуминијум-хлорид –  $\text{AlCl}_3$ ; натријум-сулфат –  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ; калцијум-фосфат –  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ; магнезијум-нитрат –  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ ; калцијум-нитрит –  $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$
- сребро-хлорид, олово-хлорид, калцијум-сулфат, баријум-сулфат, олово-сулфат, већина сулфида, калцијум-карбонат.
- $\text{HCl} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ ;  $\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ ;  
 $\text{NaOH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ ;  $\text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$ ;
- а)  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$   
б)  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 3,4 g
- 8,7 g

## Органска једињења и њихова општа својства

- а) **H**; б) **T**; в) **T**; г) **H**; д) **H**
- алкохоли – хидроксилна група;  
алкени – трострука веза;  
карбоксилне киселине – карбоксилна група;  
алкени – двострука веза
- а); в)
- натријум-хлорид; натријум-хидрогенкарбонат; шећер
- У неорганским јонским једињењима при топљењу се раскидају јаке јонске везе, а у органским једињењима се раскидају ковалентне везе између молекула, које су значајно слабије од јонских веза. Зато се органска једињења топе на нижим температурама.
- угљеник и кисеоник
- а); в); д)
- а); г); д)
- 0,567 mola
- $0,923 = 92,3\%$ ;  $0,077 = 7,7\%$

## Угљоводоници

- а) **H**; б) **H**; в) **T**; г) **T**; д) **T**
- алкани –  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ,  $\text{C}_7\text{H}_{16}$   
алкени –  $\text{C}_5\text{H}_{10}$ ,  $\text{C}_7\text{H}_{14}$   
алкени –  $\text{C}_5\text{H}_8$ ,  $\text{C}_7\text{H}_{12}$
- $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_3$  – n-пентан  
 $\text{CH}_3\text{--}\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{--CH}_2\text{--CH}_3$  – 2-метилбутан  
 $\text{CH}_3\text{--}\underset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}\text{--CH}_3$  – 2,2-диметилпропан
- $\text{CH}_2=\text{CH--CH}_2\text{--CH}_3$   
 $\text{CH}_3\text{--CH}=\text{CH--CH}_3$   
 $\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{--CH}_3$
- в)
- полиетилен – пластичне фолије  
поливинил-хлорид (PVC) – столарија  
тефлон – изолатор за жице



7. 
$$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + 2\text{Cl}_2 \rightarrow \begin{array}{c} \text{Cl} \quad \text{Cl} \\ | \quad | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{Cl} \quad \text{Cl} \end{array}$$
8. 0,857, односно 85,7%, у сва три једињења.  
9. 0,0644 mol  
10.  $\text{C}_4\text{H}_8$

## Органска једињења са кисеоником

1. а); в)  
2.  $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ | \quad | \quad | \\ \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$  – 1,2,4-пентантриол  
 $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{OH} \end{array}$  – 2-бутанол  
 $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$  – 1,2 пентандиол
3. а)  $2\text{CH}_3\text{OH} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{O Na} + \text{H}_2$   
б)  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O} + 6\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$   
в)  $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{OH} \end{array} \xrightarrow{[\text{O}]} \begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ || \\ \text{O} \end{array}$   
г)  $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ | \\ \text{OH} \end{array} \xrightarrow{-\text{H}_2\text{O}} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$
4. а) **Н**; б) **Т**; в) **Т**; г) **Т**; д) **Н**  
5. Мравима и копривама је заједничка мравља киселина.  
6. етанол, етанска киселина, натријум-ацетат, метанска киселина и метанол.  
Објашњење: Једињења са поларним групама се добро растварају у води.  
7. метил-етаноат:  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$   
пентанска киселина:  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$   
етил-етаноат:  $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$   
метил-пропаноат:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_3$
8. 0,01667 g  
9. 23,1 g  
10. 228,75 g

## Биолошки важна органска једињења

1. б); г); д)  
2. Диглицероли у молекулу садрже остатке две масне киселине, а моноглицероли једне.  
3. триглицероли, слободне масне киселине, моноглицероли, диглицероли  
4.  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{16}-\text{COOH}$   
5. а); в); г)  
6. а) **Т**; б) **Н**; в) **Н**; г) **Н**; д) **Т**; њ) **Т**  
7. б); в); г)  
8. протеини  
9. Витамин С – имуни систем  
Витамици В групе – правилан рад нервног система  
Витамин А – добар вид  
Витамин D – правилан развој и раст костију

## Заштита животне средине и зелена хемија

1. б); в); д)  
2. отпадна вода из домаћинства – биоразградиве загађујуће супстанце  
пластична амбалажа – неразградиве загађујуће супстанце  
папирна амбалажа – биоразградиве загађујуће супстанце  
алуминијумске конзерве – неразградиве загађујуће супстанце
3. Рециклажа и зелена хемија.  
4. в) доприносе већем упијању сунчеве топлоте  
5. а); б); в)  
6. а) **Т**; б) **Т**; в) **Н**; г) **Н**; д) **Т**; њ) **Т**  
7. папир, пластика, алуминијумске лименке, електрични уређаји, текстил, компјутери и други електронски уређаји, новине, картон  
8. в); д)  
9. Индивидуални одговори ученика.  
Проверава наставник.  
10. в)

## ЛИТЕРАТУРА

- B. Fahlman, K. Purvis-Roberts, J. Kirk, A. Bentley, P. Daubenmire, J. Ellis, M. T. Mury, *Chemistry in context: applying chemistry to society*, 9. ed., McGraw-Hill Education, New York, 2018.
- P.W. Atkins, T.L. Overton, J.P. Rourke, M.T. Weller, F.A. Armstrong Shriver and Atkins, *Inorganic Chemistry*, 5. ed., Oxford University Press, 2010.
- С. Зарић, *Хемија прелазних метала*, Хемијски факултет, Београд, 2008.
- A. Wilbraham, D. Staley, M. Matta, E. Waterman, *Chemistry*, Pearson Prentice Hall, Boston, 2008.
- K.P.C. Vollhardt, N. Shore, *Organska hemija*, preveo Bogdan Šolaja, Datastatus, Београд, 2004.

# ИНДЕКС ФОРМУЛА

## H

- $H_2O$  – вода
- $HCl$  – хлороводонична киселина
- $H_2SO_4$  – сумпорна (сулфатна) киселина
- $H_2SO_3$  – сумпораста (сулфитна) киселина
- $H_2CO_3$  – угљена киселина
- $HBr$  – бромоводоник
- $HNO_3$  – азотна (нитратна) киселина
- $HNO_2$  – азотаста (нитритна) киселина
- $H_3PO_4$  – фосфорна киселина
- $HCOOH$  – метанска киселина (мравља киселина)
- $CH_3COOH$  – етанска киселина (сирћетна киселина)
- $CH_3(CH_2)_2COOH$  – бутанска киселина (бутерна киселина)
- $CH_3(CH_2)_3COOH$  – пентанска киселина (валеријанска киселина)
- $CH_3(CH_2)_{14}COOH$  – палмитинска киселина
- $CH_3(CH_2)_{16}COOH$  – стеаринска киселина
- $CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$  – олеинска киселина

## Na

- $NaCl$  – натријум-хлорид
- $NaOH$  – натријум-хидроксид
- $Na_2O$  – натријум-оксид
- $Na_2SO_4$  – натријум-сулфат
- $Na_2CO_3$  – натријум-карбонат
- $Na_3PO_4$  – натријум-фосфат
- $NaNO_3$  – натријум-нитрат

## Li

- $Li_2O$  – литијум-оксид
- $LiOH$  – литијум-хидроксид

## Mg

- $MgO$  – магнезијум-оксид
- $Mg(OH)_2$  – магнезијум-хидроксид
- $Mg(NO_3)_2$  – магнезијум-нитрат
- $MgCl_2$  – магнезијум-хлорид
- $Mg(OH)Cl$  – магнезијумхидроксид-хлорид

## C

- $CO$  – угљеник(II)-оксид
- $CO_2$  – угљеник(IV)-оксид
- $CH_4$  – метан
- $C_2H_6$  – етан
- $C_3H_8$  – пропан
- $C_4H_{10}$  – бутан
- $C_5H_{12}$  – пентан
- $C_6H_{14}$  – хексан
- $C_7H_{16}$  – хептан
- $C_8H_{18}$  – октан
- $C_9H_{20}$  – нонан
- $C_{10}H_{22}$  – декан
- $C_2H_4$  – етен
- $C_3H_6$  – пропен
- $C_2H_2$  – етин
- $C_3H_4$  – пропин
- $CH_3Cl$  – хлорметан
- $CH_2Cl_2$  – дихлорметан
- $CHCl_3$  – трихлорметан (хлороформ)
- $CCl_4$  – тетрахлорметан (угљентетрахлорид)
- $C_6H_6$  – бензен
- $CH_3OH$  – метанол
- $CH_3CH_2OH$  – етанол
- $C_3H_7OH$  – пропанол
- $CH_3COONa$  – натријум-етаноат
- $(CH_3COO)_2Ca$  – калцијум-етаноат
- $C_6H_{12}O_6$  – глюкоза

## Ca

CaO – калцијум-оксид  
Ca(OH)<sub>2</sub> – калцијум-хидроксид  
Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> – калцијум-фосфат  
Ca(NO<sub>2</sub>)<sub>2</sub> – калцијум-нитрит  
CaSO<sub>4</sub> – калцијум-сулфат  
CaCO<sub>3</sub> – калцијум-карбонат  
CaCl<sub>2</sub> – калцијум-хлорид

## Fe

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – гвожђе(III)-оксид  
FeO – гвожђе(II)-оксид  
FeCO<sub>3</sub> – гвожђе(II)-карбонат  
FeCl<sub>3</sub> – гвожђе(III)-хлорид  
Fe(OH)<sub>3</sub> – гвожђе(III)-хидроксид

## Cu

CuO – бакар(II)-оксид  
Cu<sub>2</sub>O – бакар(I)-оксид  
CuCl<sub>2</sub> – бакар(II)-хлорид

## Al

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – алуминијум-оксид  
AlCl<sub>3</sub> – алуминијум-хлорид  
Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> – алуминијум-нитрат  
Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> – алуминијум-сулфат  
AlPO<sub>4</sub> – алуминијум-фосфат

## Ag

AgNO<sub>3</sub> – сребро-нитрат  
AgCl – сребро-хлорид

## K

KNO<sub>2</sub> – калијум-нитрит  
KNO<sub>3</sub> – калијум-нитрат  
K<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> – калијум-сулфит

## Zn

ZnCl<sub>2</sub> – цинк-хлорид  
ZnSO<sub>4</sub> – цинк-сулфат  
ZnSO<sub>3</sub> – цинк-сулфит

## S

SO<sub>2</sub> – сумпор(IV)-оксид  
SO<sub>3</sub> – сумпор(VI)-оксид

## N

N<sub>2</sub>O – Азот(I)-оксид (Азот-субоксид)  
NO – азот(II)-оксид (Азот-монооксид)  
N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – азот(III)-оксид (Азот-триоксид)  
NO<sub>2</sub> – азот(IV)-оксид (Азот-диоксид)  
N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – азот(V)-оксид (Азот-пентоксид)  
NH<sub>3</sub> – амонијак

## P

P<sub>4</sub>O<sub>6</sub> – фосфор(III)-оксид  
P<sub>4</sub>O<sub>10</sub> – фосфор(V)-оксид

## Ba

BaCl<sub>2</sub> – баријум-хлорид  
BaSO<sub>4</sub> – баријум-сулфат

# ПЕРИОДНИ СИСТЕМ ХЕМИЈСКИХ ЕЛЕМЕНАТА

1.	1	<b>H</b>	Водоник	1,008
----	---	----------	---------	-------

атомски број

симбол елемента

назив елемента

релативна атомска маса

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
1. <b>H</b> Водоник 1,008	2. <b>Li</b> Литиум 6,9	3. <b>Na</b> Натријум 23	4. <b>K</b> Калијум 39,0	5. <b>Rb</b> Рубидијум 85,5	6. <b>Cs</b> Цезијум 132,9	7. <b>Fr</b> Францијум	8. <b>Be</b> Берилијум 9,0	9. <b>Mg</b> Магнезијум 24,5	10. <b>Ca</b> Калцијум 40,0	11. <b>Sr</b> Стронцијум 87,6	12. <b>Ba</b> Баријум 137,3	13. <b>B</b> Бор 10,8	14. <b>C</b> Угљеник 12,0	15. <b>N</b> Азот 14,0	16. <b>O</b> Кисељик 16,0	17. <b>F</b> Флуор 19,0	18. <b>He</b> Хелијум 4,0
19. <b>Sc</b> Скандијум 45,0	20. <b>Ti</b> Титанијум 47,9	21. <b>V</b> Ванадијум 50,9	22. <b>Cr</b> Хром 52	23. <b>Mn</b> Манган 54,9	24. <b>Fe</b> Гвожђе 55,8	25. <b>Co</b> Кобалт 58,9	26. <b>Ni</b> Никел 58,7	27. <b>Cu</b> Бакар 63,5	28. <b>Zn</b> Цинк 65,4	29. <b>Ga</b> Галијум 69,7	30. <b>Ge</b> Германијум 72,6	31. <b>Al</b> Алуминијум 27,0	32. <b>Si</b> Силицијум 28,0	33. <b>P</b> Фосфор 30,9	34. <b>S</b> Сулфор 32,0	35. <b>Cl</b> Хлор 35,5	36. <b>Ar</b> Аргон 39,9
37. <b>Y</b> Итријум 88,9	38. <b>Zr</b> Цирконијум 91,2	39. <b>Nb</b> Нибобијум 92,9	40. <b>Mo</b> Молибден 95,9	41. <b>Tc</b> Технецијум 98	42. <b>Ru</b> Рутенијум 101,1	43. <b>Rh</b> Родијум 102,9	44. <b>Pd</b> Паладијум 106,4	45. <b>Ag</b> Сребро 107,9	46. <b>Cd</b> Кадмијум 112,4	47. <b>In</b> Индијум 114,8	48. <b>Sn</b> Калај 118,7	49. <b>Al</b> Алуминијум 27,0	50. <b>Si</b> Силицијум 28,0	51. <b>P</b> Фосфор 30,9	52. <b>S</b> Сулфор 32,0	53. <b>Cl</b> Хлор 35,5	54. <b>Kr</b> Криптон 83,8
55. <b>Cs</b> Цезијум 132,9	56. <b>Ba</b> Баријум 137,3	57-71. <b>La</b> Лантаноиди	72. <b>Hf</b> Хафнијум 178,5	73. <b>Ta</b> Тантал 180,9	74. <b>W</b> Волфрам 183,8	75. <b>Re</b> Ренијум 186,2	76. <b>Os</b> Осмијум 190,2	77. <b>Ir</b> Иридијум 192,2	78. <b>Pt</b> Платина 195,1	79. <b>Au</b> Злато 197	80. <b>Hg</b> Жива 200,6	81. <b>Tl</b> Титанијум 204,4	82. <b>Pb</b> Олово 207,2	83. <b>Bi</b> Бизмут 209,0	84. <b>Po</b> Полонијум	85. <b>At</b> Астат	86. <b>Rn</b> Радон
87. <b>Fr</b> Францијум	88. <b>Ra</b> Радијум	89-103. <b>Ac</b> Актиноиди	104. <b>Rf</b> Рифенијум	105. <b>Db</b> Дубнијум	106. <b>Sg</b> Сибборгијум	107. <b>Bh</b> Боријум	108. <b>Hs</b> Хасијум	109. <b>Mt</b> Мајтнеријум	110. <b>Ds</b> Дармштадијум	111. <b>Rg</b> Рендгенијум	112. <b>Cn</b> Коперницијум	113. <b>Nh</b> Нихонијум	114. <b>Fl</b> Флеровијум	115. <b>Mc</b> Московијум	116. <b>Lv</b> Ливерморијум	117. <b>Ts</b> Тенесин	118. <b>Og</b> Оганесон

лантаноиди

57. <b>La</b> Лантан 138,9	58. <b>Ce</b> Церијум 132,9	59. <b>Pr</b> Прометијум 140,9	60. <b>Nd</b> Неодијум 144,2	61. <b>Pm</b> Прометијум 145	62. <b>Sm</b> Самаријум 150,3	63. <b>Eu</b> Еуропијум 152,0	64. <b>Gd</b> Гадолинијум 157,2	65. <b>Tb</b> Тербијум 158,9	66. <b>Dy</b> Диспрозијум 162,5	67. <b>Ho</b> Холимијум 164,9	68. <b>Er</b> Ербијум 167,2	69. <b>Tm</b> Тулијум 168,9	70. <b>Yb</b> Итербијум 173,0	71. <b>Lu</b> Лутетијум 175,0
----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

актиноиди

89. <b>Ac</b> Актинијум 227,0	90. <b>Th</b> Торијум 232,0	91. <b>Pa</b> Протактинијум 231,0	92. <b>U</b> Уранијум 238,0	93. <b>Np</b> Нептунијум 237,0	94. <b>Pu</b> Плутонијум 244,0	95. <b>Am</b> Америцијум 243,0	96. <b>Cm</b> Курчијум 247,0	97. <b>Bk</b> Берилијум 247,0	98. <b>Cf</b> Калифорнијум 251,0	99. <b>Es</b> Енричијум 252,0	100. <b>Fm</b> Фермијум 257,0	101. <b>Md</b> Маријум 288,0	102. <b>No</b> Нобелијум 289,0	103. <b>Lr</b> Лоренцијум 260,0
-------------------------------------	-----------------------------------	---	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	--	-------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------

метали

неметали

металоиди

племенити гасови