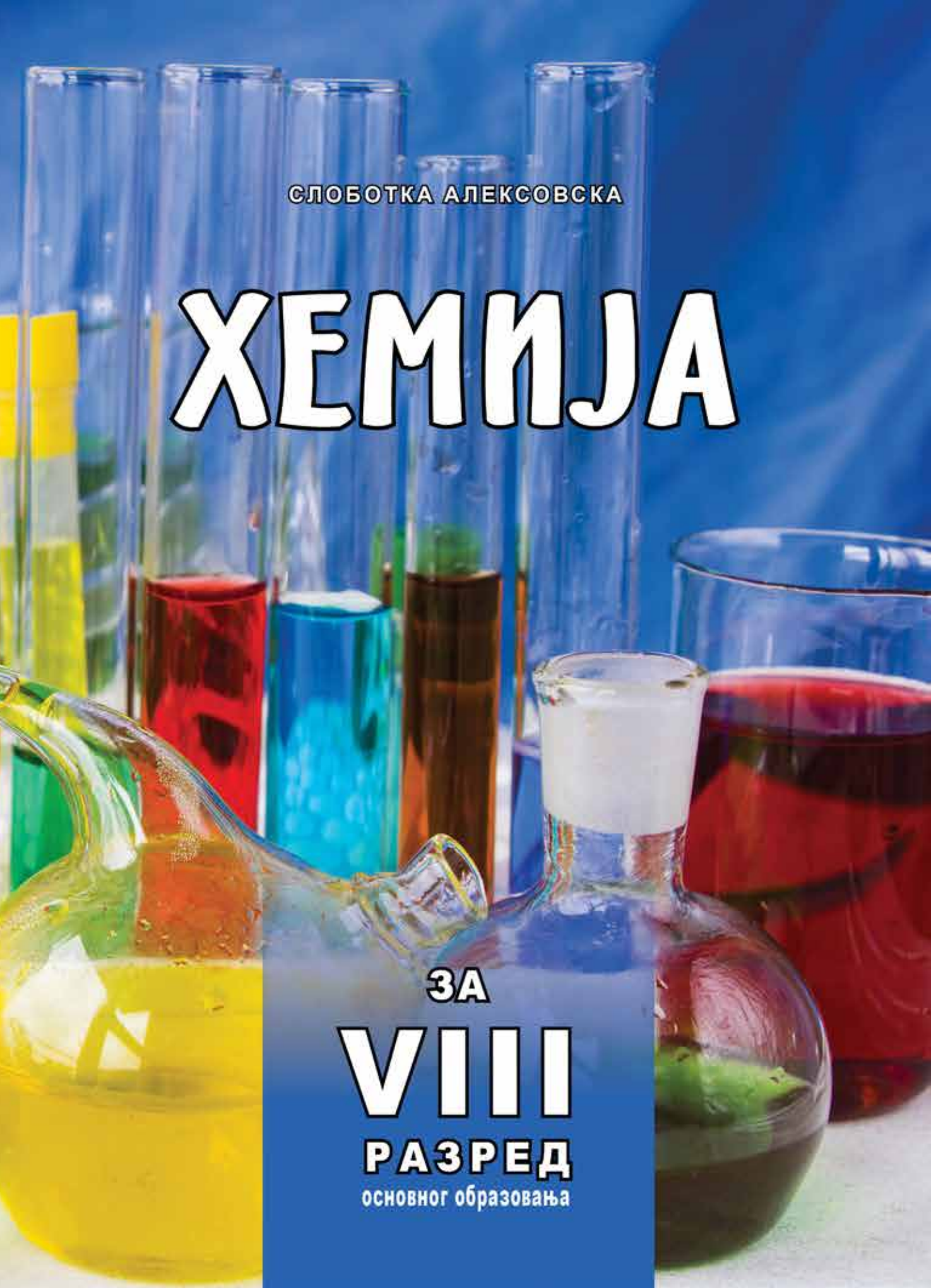


The background of the cover features a collection of chemistry glassware. In the foreground, there is a large round-bottom flask containing a yellow liquid. Behind it, several test tubes are visible, some containing red, blue, and brown liquids. To the right, a beaker is partially filled with a red liquid. The entire scene is set against a blue background with light rays emanating from the top right.

СЛОБОТКА АЛЕКСОВСКА

ХЕМИЈА

ЗА

VIII

РАЗРЕД

основног образовања

проф. д-р Слоботка Алексовска

ХЕМИЈА

ЗА VIII разред основног образовања



ПРОСВЕТНО ДЕЛО

Скопје, 2026

Рецензенти:

проф др Валентин Мирчески проф др Миха Буклески

Весна Баковска - наставник хемије у основној школи

Одлуком Националне комисије за уџбенике у Републици Северној Македонији, донетом дана 14.05.2026. године, заведеном под бр. 26-637/1 дана 20.05.2026. године од стране Министарства образовања и науке Републике Северне Македоније, Педагошке службе, одобрава се употреба уџбеника за наставни предмет Хемија за VIII разред у основном образовању.

САДРЖАЈ

1.1. СТРУКТУРА АТОМА	10
Честице у саставу атом.....	10
Атомски број и масени број	12
Изотопи и изобари	15
Релативна атомска и релативна молекулска маса	18
Изотопи и космохемија.....	22
Електронски слојеви.....	23
1.2. СТРУКТУРА ЕЛЕКТРОНСКОГ ОМОТАЧА.....	23
Распоред електрона по електронским нивоима	24
Историјски развој модела о структури атома	29
1.3. ПЕРИОДНИ СИСТЕМ ЕЛЕМЕНАТА	31
Зошто је потребно класификовати хемијске елементе?.....	31
Менделејев и прва табела Периодног система елемената	32
Систематизација елемената пре Менделејева.....	34
Структура Периодног система елемената	35
Веза између структуре електронског омотача и Периодног система елемената	37
Периодичност својстава хемијских елемената.....	41
Значење назива група елемената.....	43
2.1. ОКСИДИ.....	48
Зошто е потребна класификација на соединенијата?.....	48
Состав и класификација на оксидите.....	49
Номенклатура на оксидите.....	50
Добивање оксиди	54
Класификација на оксидите според хемиските својства	56
Својства и примена на некои оксиди	58
Оксиди и ефект на стаклена градина	61

2.2. ХИДРОКСИДИ	67
Састав и класификација оксида	67
Номенклатура оксида	68
Добијање хидроксида	70
Особине хидроксида	71
Неки важни хидроксиди	75
Хидроксиди у батеријама	79
2.3. КИСЕЛИНЕ	81
Састав хидроксида	81
номенклатура хидроксида	83
Физичка својства киселина	85
Добијање хидроксида	90
Хемијске реакције киселина	91
Киселе кише и њихово дејство на животну средину	95
Својства и примена неких киселина	97
Суперкиселине	100

Предговор

Овај уџбеник је намењен ученицима осмог разреда у основном образовању, а писан је у складу са наставним програмом за Хемију за осми разред и концепцијом за израду уџбеника. Приликом израде уџбеника, строго се водило рачуна да буду обухваћени сви садржаји и појмови, као и да се испоштују сви стандарди оцењивања из наставног програма, представљени са научном тачношћу и прилагођени узрасту ученика. У складу са наставним програмом, уџбеник се састоји од две теме. Прва тема, под насловом **Структура атома и Периодни систем елемената**, обухвата садржаје кроз које се ученици упознају са структуром атома, честицама од којих је атом изграђен, као и са структуром електронског омотача. У овој теми представљена је и структура Периодног система елемената, као и правила према којима су елементи распоређени у њему.

Друга тема носи наслов **Оксиди, хидроксици и киселине**. Кроз њу се ученици најпре упознају са појмовима оксид, хидроксид и киселина, као и са номенклатуром за сваку од ових класа једињења. Затим се упознају са неким од начина за њихово добијање, као и са неким њиховим физичким и хемијским својствима и применом повезаном са тим својствима. У овој теми обухваћен је и еколошки значај ових класа једињења. Ученици се упознају са појмовима гасова стаклене баште, ефеката стаклене баште, киселе кише итд., и са њиховим утицајем на промене у животној средини. Тиме ученици развијају вишу свест и позитивне навике о потреби очувања животне средине.

Уџбеник се завршава Терминолошким речником, у којем су обухваћени кључни појмови који се срећу у овом уџбенику, представљени на одговарајућем нивоу изучавања.



Потсети се!

Свака наставна јединица почиње са неколико питања у делу **Подсети се**, којима се повезују претходно научени појмови са онима који ће се изучавати у одговарајућем садржају. Поред тога што садрже основни текст, садржаји обилују и великим бројем слика, табела, шема, решених примера задатака и експеримената. Све ово је уметнуто у основни текст, са циљем да ученици лакше разумеју и науче научне чињенице.



Експеримент

Експеримент је најважније методско-дидактичко средство за изучавање хемије, па су зато експерименти неопходан део овог уџбеника из хемије. Поред тога, експерименти имају за циљ да пробуде радозналост и истраживачки дух код ученика. Једноставније експерименте могу изводити ученици под надзором наставника и уз предузете мере безбедности, док сложеније или опасније изводи наставник.

Решен пример:

У решеним примерима дат је цео ток, као и методологија решавања задатка, заједно са размишљањима и повезивањем чињеница. На овај начин ученици неће само учити градиво, већ ће развити и вештине учења, то јест научиће како да синтетишу стечена знања и како да их примене на конкретним примерима.



Питања и задаци

На крају сваког садржаја дата су **Питања и задаци** чији је циљ да се провери и примени усвојено знање ученика.



Истражуј

Део Истражуј има за циљ да подстакне ученика да истражује.

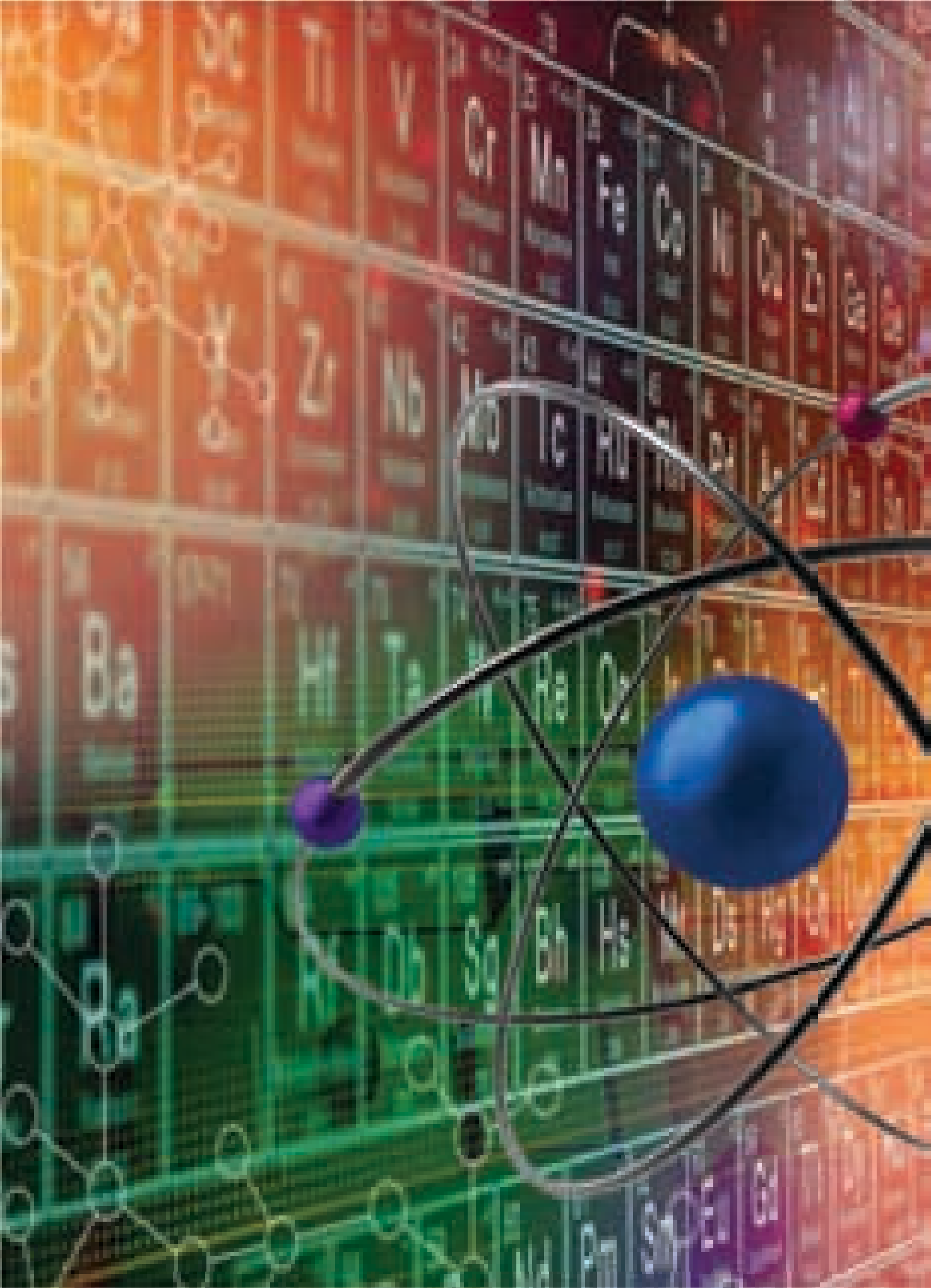


Сазнај више

На неким местима у уџбенику налази се издвојени текст под насловом Сазнај више. У њему су издвојене занимљивости повезане са основним текстом. Ове текстове не треба учити, али је пожељно прочитати их. Њихова улога је да популаризују хемију и да заинтересују и мотивишу ученике за стицање нових знања.

Драга ученице / драги ученику, надам се да ће ти овај уџбеник омогућити да стекнеш нова знања из области хемије, али и да ће код тебе подстаћи љубав према хемији и мотивисати те да учиш и истражујеш.

Желим ти успех у учењу хемије!



1 СТРУКТУРА АТОМА И ПЕРИОДНИ СИСТЕМ ЕЛЕМЕНАТА

Након што изучиш ову тему, моћи ћеш:

- ◆ да описујеш планетарни модел грађе атома са његовим елементарним честицама;
- ◆ да разликујеш атомски број од масеног броја и да разликујеш изотопе и изобаре;
- ◆ да израчунаваш релативну молекулску масу;
- ◆ да описујеш структуру електронског омотача са електронским нивоима;
- ◆ да одређујеш број електрона у електронским нивоима и број валентних електрона за првих 20 хемијских елемената из Периодног система елемената;
- ◆ да повезујеш структуру Периодног система елемената и грађу електронског омотача;
- ◆ да описујеш тренд промене металних, односно неметалних својстава по периоди и групи

Појмови:

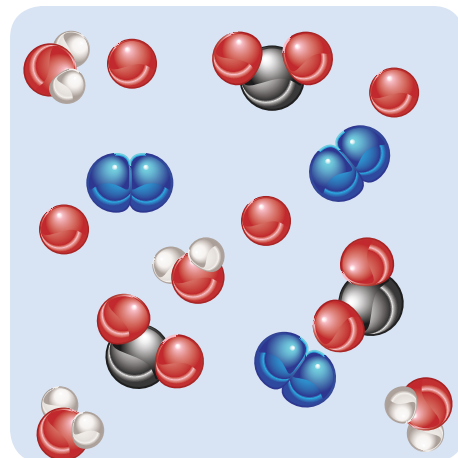
атом, атомско језгро, електронски омотач, протон, неутрон, електрон, атомски број, масени број, изотопи, изобари, релативна атомска маса, релативна молекулска маса, електронски омотач, електронски ниво, валентни електрони, стабилна електронска структура, Периодни систем елемената, периода, група, атомски број / редни број, алкални метали, земноалкални метали, халкогени елементи, халогени елементи, племенити гасови

1.1. СТРУКТУРА АТОМА



Потсети се!

- Кои честице сметаме сматрамо основним градивним честицама супстанци?
- Шта су молекули?



Честице у саставу атом

Прошле године већ си научио/научила да је основна градивна честица супстанци атом. Поред тога, научио/научила си и да постоје различите врсте атома који се разликују међу собом и да се скуп атома исте врсте назива хемијски елемент. Али шта је оно по чему се разликују различите врсте атома? Да бисмо одговорили на ово питање, морамо проучити грађу атома.

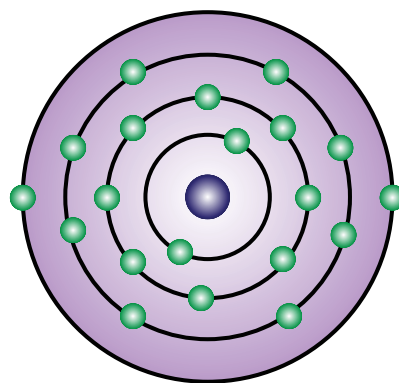
Концепт о атому као најмањој градивној честици супстанци у науку је увео познати научник Џон Далтон. Далтон је, слично као и грчки филозоф Демокрит, сматрао да је атом честица која се даље не може делити, односно која се не састоји од мањих честица. Он је претпоставио да је сваки елемент изграђен од идентичних атома који се разликују од атома других елемената и да се атоми различитих елемената међу собом могу комбиновати на различите начине, образујући молекуле. Поред тога, сматрао је да атом има масу.



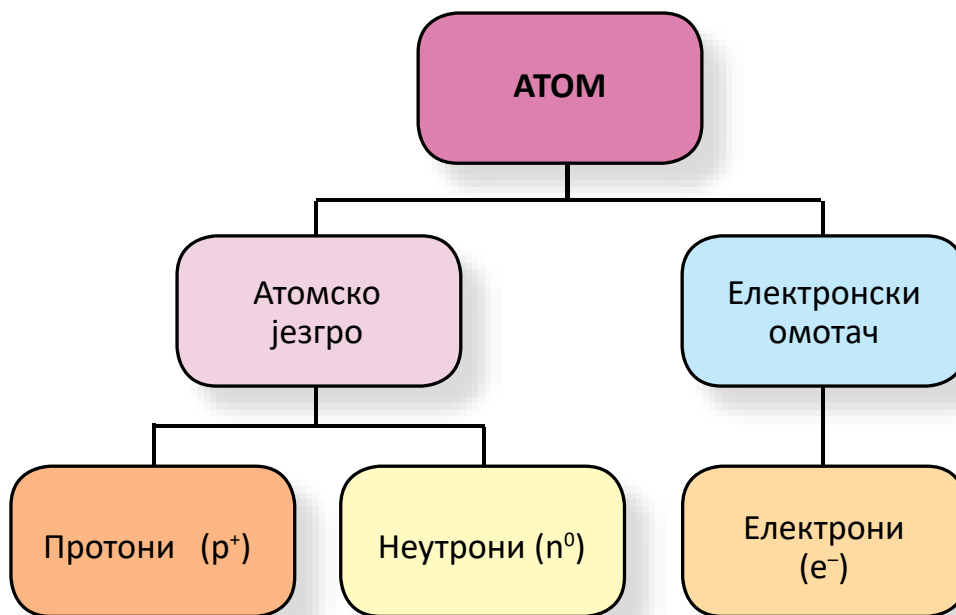
Слика 1.1.
Џон Далтон (1766 – 1840)

Са даљим развојем науке откривено је да је атом сложена честица, образована од мањих честица које се називају: **протони, неутрони и електрони**. Протони и неутрони улазе у састав **атомског језгра, које се налази у средишту (центру) атома**. Око језгра круже **електрони**, који образују **електронски омотач** атома. Према оваквој представи о грађи атома, електрони се крећу по кружним путањама око атомског језгра, слично као што се крећу планете око Сунца. Зато се овакав модел грађе атома назива планетарни модел (слика 1.2.).

Протони, електрони и неутрони међу собом се разликују по маси и по електричном наелектрисању. Протон и неутрон имају приближно једнаку масу, а електрон, у поређењу са њима, има занемарљиво малу масу. Протони су позитивно наелектрисане честице, електрони имају једнако наелектрисање као и протони, али су они негативно наелектрисани, а неутрони нису наелектрисани. У целини, атом је електронеутрална честица, па зато лако можемо закључити да је **број протона и електрона у једном атому једнак**.



Слика 1.2. Планетарни модел структуре атома



Слика 1.3. Честице у саставу атома

Атомски број и масени број

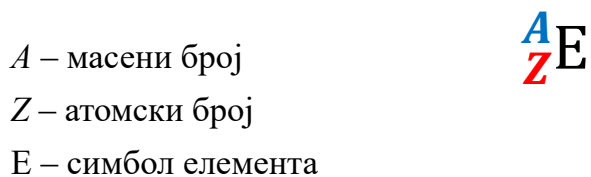
Као што смо већ рекли, број протона и електрона у атому мора бити једнак, будући да је атом честица која није наелектрисана. Међутим, број неутрона у језгру атома може бити различит од броја протона и електрона, а тиме се не нарушава електронеутралност атома. Касније ћеш учити да под одређеним условима атом може отпустити или примити одређен број електрона, при чему прелази у наелектрисану честицу. Једине честице у саставу атома чији се број не мења су протони. Зато је број протона у језгру важна карактеристика атома, јер на основу овог броја можемо закључити о атому ког елемента је реч.

Број протона у језгру атома назива се атомски број и обележава се са Z . Овај број се записује као леви доњи индекс испред симбола хемијског елемента. У ствари, атомски број показује ком елементу припада атом са тим атомским бројем.

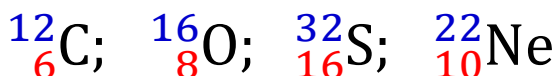
Протони и неутрони су честице које имају одређену масу, а у поређењу са њима, као што смо рекли, маса електрона је занемарљиво мала. Значи, маса атома је скоро у потпуности одређена масама протона и неутрона у саставу атомског језгра. Зато је **збир броја протона и неутрона у атомском језгру важна карактеристика атома, а назива се масени број и обележава се са A .**

$$\begin{array}{ccccc} Z & + & N(\text{неутрони}) & = & A \\ \text{број} & & \text{број} & & \text{масени} \\ \text{протона} & & \text{неутрона} & & \text{број} \end{array}$$

Масени број се записује као горњи леви индекс испред симбола хемијског елемента. Атомски и масени број атома неког елемента можемо представити на следећи начин:



Примери:



Решен пример 1.1:

Атомски број атома фосфора износи 15, а масени број 31. Запиши симбол фосфора са његовим атомским бројем и масеним бројем.

Решење: Атомски број се записује како доњи индекс, а масени број како горњи индекс испред симбола елемента. Симбол фосфора са његовим атомским бројем и масеним бројем записаћемо ${}_{15}^{31}\text{P}$.

Ако знамо број протона и неутрона у атомском језгру неког елемента, лако ћемо одредити атомски број и масени број.

Решен пример 1.2:

Атом азота садржи 7 протона и 7 неутрона у атомском језгру. а) Колико износе атомски број и масени број атома азота? б) Запиши симбол азота са његовим атомским бројем и масеним бројем.

Решење: а) Атомски број се означава са Z , а дефинисан је бројем протона у атомском језгру. Значи, атомски број атома азота је 7 ($Z = 7$). Масени број се означава са A и представља збир броја протона и неутрона у атомском језгру. У овом случају, $A = 7 + 7 = 14$ ($A = 14$).

б) Симбол азота са атомским бројем и масеним бројем је: ${}_{7}^{14}\text{N}$

Број протона, неутрона и електрона лако се може израчунати ако су познати атомски број и масени број атома елемента. Да погледамо ово на следећим примерима.

Решен пример 1.3:

Израчунај број неутрона у атому алуминијума на основу следећег записа:



Задато је: **Тражи се:**

$$Z = 13; \quad N(\text{нейтроны}) = ?$$

$$A = 27$$

Решение:

$$A = Z + N(\text{неутрони})$$

$$N(\text{нейтроны}) = A - Z$$

$$N(\text{нейтроны}) = 27 - 13 = 14$$

Одговор: Број неутрона у атому алуминијума је $N(\text{неутрони}) = 14$

Решен пример 1.4:

Масени број атома хлора износи 35, а број неутрона у атомском језгру 18. Колико износи атомски број и број електрона у атому хлора?

Задато је: **Тражи се:**

$$A = 35; \quad Z = ?$$

$$N(\text{нейтроны}) = 18 \qquad N(\text{электроны}) = ?$$

Решење: Атомски број је, у ствари, број протона у атомском језгру. Овај број (односно Z) ћемо наћи ако од масеног броја одузмемо број неутрона.

$$Z = A - N(\text{неутрони}) = 35 - 18 = 17$$

$$Z = 17 \quad N(\text{протоны}) = 17$$

Број електрона у атому је једнак броју протона, што значи у овом случају $N(\text{електрони}) = 17$

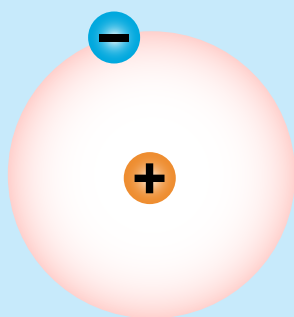
Одговор: Атомски број атома хлора, чији масени број е 35, износи 17.

Стога: $N(\text{протони}) = N(\text{електрони}) = 17$

Изотопи и изобари

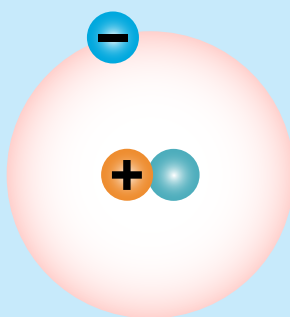
Рекли смо да број неутрона у језгру атома може бити различит од броја протона и електрона, а тиме се не нарушава електронеутралност атома. Управо зато, за један исти елемент постоје атоми који имају различит број неутрона у атомском језгру, па отуда и различите масене бројеве. **Атоми који имају исти атомски број, а различит масени број називају се изотопи.** Испод су дати изотопи водоника, угљеника и кисеоника.

Изотопи водоника


 ${}^1_1\text{H}$

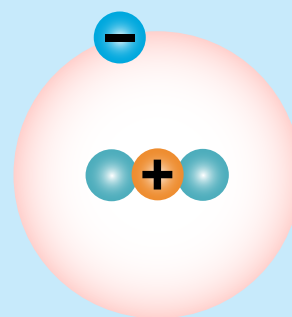
протијум

1 протон
1 електрон
0 неутрони


 ${}^2_1\text{H}$

деутеријум

1 протон
1 електрон
1 неутрон

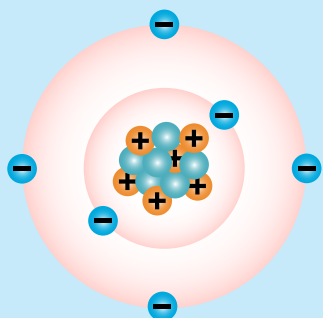

 ${}^3_1\text{H}$

тритијум

1 протон
1 електрон
2 неутрони

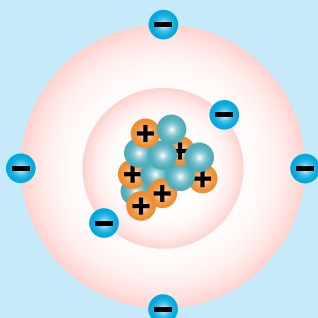
Протијум је једини стабилни атом који не садржи неутроне во атомското !

Изотопи угљеника



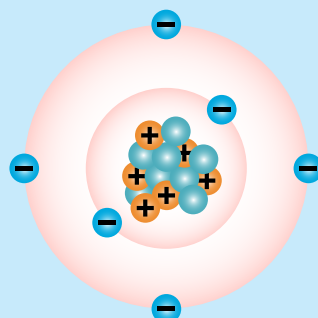
$^{12}_6\text{C}$

6 протона
6 електрона
6 неутрона



$^{13}_6\text{C}$

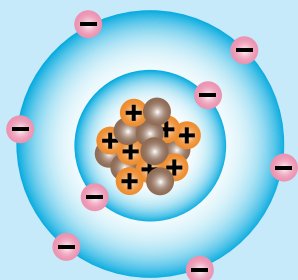
6 протона
6 електрона
7 неутрона



$^{14}_6\text{C}$

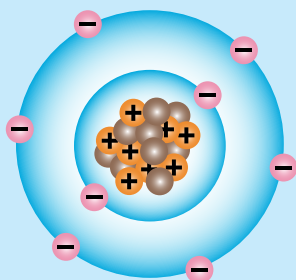
6 протона
6 електрона
8 неутрона

Изотопи кисеоника



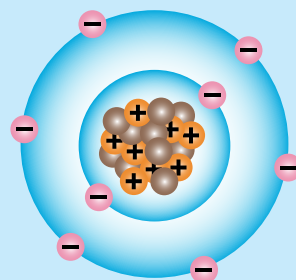
$^{16}_8\text{O}$

8 протона
8 електрона
8 неутрона



$^{17}_8\text{O}$

8 протона
8 електрона
9 неутрона



$^{18}_8\text{O}$

8 протона
8 електрона
10 неутрона

Из датих примера лако се може приметити да је код свих изотопа датог елемента број протона у атомском језгру једнак. Наравно, и број електрона је једнак, али као што смо претходно рекли, број електрона се под датим условима може променити. С друге стране, број неутрона код различитих изотопа једног истог елемента је различит. Очигледно, једина ствар која се не мења код атома једног истог елемента јесте број протона у језгру, односно атомски број. Значи, атомски број (број протона) је најбитнија карактеристика која одређује о атому ког елемента је реч. Отуда можемо рећи да је **хемијски елемент скуп атома са истим атомским бројем**.

На пример, ако је атомски број атома неког елемента 26, онда је тај елемент гвожђе; елемент који има атомски број 16 је сумпор; ако је атомски број атома неког елемента 9, онда је тај елемент флуор итд.

Постоје и атоми који имају једнак масени број, а различит атомски број. Они се називају **изобари**. Наравно, ови атоми су атоми различитих елемената, будући да су њихови атомски бројеви различити.

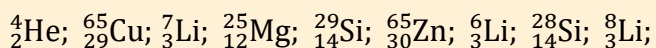
Примери:



Да бисмо направили разлику између изотопа и изобара, погледаћемо следећи пример:

Решен пример 1.5:

Одреди којим су од следећих израза записани изотопи, а којим изобари:



Решение: Изотопи су атоми истог хемијског елемента, који имају једнак атомски број. Изотопи су: ${}^6_3\text{Li}$, ${}^7_3\text{Li}$ и ${}^8_3\text{Li}$, како и ${}^{28}_{14}\text{Si}$ и ${}^{29}_{14}\text{Si}$.

Изобари су атоми различити елементи са једнаким масеним бројем, а различним атомским бројем. Изобари су ${}^{65}_{29}\text{Cu}$ и ${}^{65}_{30}\text{Zn}$.

Релативна атомска и релативна молекулска маса

Рекли смо да атоми имају масу. Али, маса атома је толико мала да је не можемо измерити, а ипак, потребно је да је на некакав начин изразимо. Масу атома изражавамо преко **релативне атомске масе**. Данас у науци постоји начин за одређивање релативне атомске масе за сваки елемент, али о томе како се одређује релативна атомска маса, учићеш касније. Оно што је за сада важно да знаш јесте да је релативна атомска маса сваког елемента позната и да је она приказана у Периодном систему елемената.

Релативна атомска маса се обележава са A_r и представља број **без мерне јединице**. На пример, релативна атомска маса магнезијума је 24,30, хлора 35,45 итд.

Већ си научио/научила да се атоми могу међусобно повезивати и образовати молекуле. Молекули, такође, имају масу коју изражавамо као **релативна молекулска маса**, а обележавамо је са M_r . Она, такође, представља број бес мерне јединице. Будући да се молекули састоје од атома, њихова маса ће бити збир маса атома од којих су састављени. Према томе, ако знамо тачну формулу неког једињења или елементарне супстанце изграђене од молекула, као и релативне атомске масе елемената у њеном саставу, лако можемо израчунати релативну молекулску масу. Као што знаш, укупан број атома сваког елемента у саставу молекула представљен је индексом у хемијској формули, а релативну атомску масу сваког елемента можемо наћи у Периодном систему елемената. Израчунавање релативне молекулске масе показаћемо на следећим примерима.

Решен пример 1.6:

Израчунај релативну молекулску масу а) Cl_2 ; б) SO_3 и в) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

Решење: а) Да би израчунаали релативну молекулску масу Cl_2 , потребно је да знамо релативну атомску масу хлора, која се може наћи у Периодном систему елемената. Она износи 35,45. Значи,

$$M_r(\text{Cl}_2) = 2 \cdot A_r(\text{Cl})$$

$$M_r(\text{Cl}_2) = 2 \cdot 35,45 = 70,90$$

$$M_r(\text{Cl}_2) = 70,90$$

б) Да бисмо израчунали релативну молекулску масу SO_3 , потребно је да знамо релативне атомске масе сумпора и кисеоника. Релативна атомска маса сумпора је , $A_r(\text{S}) = 32,06$, а кисеоника , $A_r(\text{O}) = 16,00$. Значи,

$$M_r(\text{SO}_3) = 1 \cdot A_r(\text{S}) + 3 \cdot A_r(\text{O})$$

$$M_r(\text{SO}_3) = 32,06 + 3 \cdot 16,00 = 80,06$$

$$M_r(\text{SO}_3) = 80,06$$

в) Релативне атомске масе елемента у $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ су:

$$A_r(\text{Ca}) = 40,08; A_r(\text{N}) = 14,01 \text{ и } A_r(\text{O}) = 16,00$$

$$M_r[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2] = A_r(\text{Ca}) + 2 \cdot A_r(\text{N}) + 3 \cdot 2 A_r(\text{O})$$

$$M_r[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2] = 40,08 + 2 \cdot 14,01 + 6 \cdot 16,00 = 164,09$$

$$M_r[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2] = 164,09$$



Прашања и задаци

1. У атомском језгру неког атома има 37 протона. Колики је број електрона у електронском омотачу?
2. Број протона у атомском језгру једног елемента, који је присутан у живим организмима, износи 19, а број неутрона износи 20. Колики је атомски број, а колики масени број овог елемента?
3. Напиши хемијске симболе, заједно са атомским и масеним бројем, за следеће елементе: а) натријум са атомским бројем 11 и 12 неутрона; б) бор са масеним бројем 11 и 6 неутрона; в) магнезијум са 12 електрона и 14 неутрона.
4. Препиши следећу табелу у своју свеску и попуни празна поља у сваком реду табеле

Елеменат	$N(p^+)$	$N(n^0)$	$N(e^-)$	Z	A	Цео запис елемента
Be				4	9	
Mn	25	30				
Co			27		86	
Br		44		35		
Cu		34	29			
Se		46			80	
Ba	56				133	

5. Изотопот флуора $^{18}_9\text{F}$ и изотоп јода $^{131}_{53}\text{I}$, примењују се у медицини. Одреди број протона, неутрона и електрона у овим изотопима.
6. Одреди којим су од следећих записа $^{26}_{12}\text{Mg}$; $^{40}_{20}\text{Ca}$; $^{35}_{17}\text{Cl}$; $^{40}_{19}\text{K}$; $^{52}_{24}\text{Cr}$; $^{24}_{12}\text{Mg}$; $^{37}_{17}\text{Cl}$; $^{87}_{37}\text{Rb}$; представљени изотопи, а којим изобари.
7. Израчунај релативне молекулске масе следећих молекула елементарних (простих) супстанци: а) Br_2 ; б) P_4 ; в) N_2 ; г) S_8 ; д) O_2 ; ђ) H_2 .

Релативне атомске масе елемената нађи у Периодном систему елемената.

8. Супстанца која је најодговорнија за појаву такозваног фотохемијског смога јесте азот-диоксид, чија је формула NO_2 . Осим овог једињења, азот образује и друга једињења са кисеоником следећих формула: N_2O , NO , N_2O_3 и N_2O_5 . Израчунај релативне молекулске масе свих ових једињења, као и за NO_2 , ако се зна да релативна атомска маса азота износи, $A_r(\text{N}) = 14,01$, а кисеоника $A_r(\text{O}) = 16,00$.
9. Неорганске киселине (о којима ће касније бити речи) важне су супстанце у техници и технологији. Израчунај релативну молекулску масу сваке од следећих киселина: HNO_3 , H_2SO_4 , H_3PO_4 , HClO_4 . Релативне атомске масе елемената у овим једињењима су: $A_r(\text{H}) = 1,01$; $A_r(\text{O}) = 16,00$; $A_r(\text{N}) = 14,01$; $A_r(\text{S}) = 32,06$; $A_r(\text{P}) = 30,97$; $A_r(\text{Cl}) = 35,45$.
10. Хидроксиди (о којима ћеш такође учити касније) јесу супстанце које налазе велику примену у различитим областима технике и технологије. Израчунај релативне молекулске масе следећих хидроксида а) NaOH ; б) $\text{Ca}(\text{OH})_2$; в) $\text{Pb}(\text{OH})_4$; г) $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Релативните атомски маси на елементите во овие соединенија се: $A_r(\text{H}) = 1,01$; $A_r(\text{O}) = 16,00$; $A_r(\text{Na}) = 22,99$; $A_r(\text{Ca}) = 40,08$; $A_r(\text{Pb}) = 207,20$; $A_r(\text{Fe}) = 55,85$.
11. Следеће супстанце се користе као додаци у храни или у другим производима јер су важне за људско здравље: а) KI (додатак кухињској соли); б) SnF_2 (додатак у пастама за зубе); в) MgSO_4 (додатак у минералним препаратима); г) NaHCO_3 (прашак за пециво). Израчунај релативне молекулске масе ових једињења. Потребне релативне атомске масе нађи у Периодном систему елемената.
12. Велики број једињења која постоје у природи као минерали, називају се пигментима, будући да се користе као боје. Такви су: TiO_2 (рутил, бели пигмент); As_2S_3 (аурипигмент, боје злата); CoAl_2O_4 (кобалтни спинел, плаве боје). Израчунај релативне молекулске масе ових пигмената. Потребне релативне атомске масе нађи у Периодном систему елемената.



Истражуј

1. Истражи примену изотопа у медицини. Састави кратку презентацију и представи је својим другарима из разреда.
2. Истражи примену изотопа за одређивање старости фосила. Састави кратку презентацију и представи је својим другарима из разреда.



Сазнај више

Изотопи и космохемија

На Земљи се сваки од хемијских елемената среће у најмање два изотопа. Али са напретком истраживања свемира, постало је очигледно да су изотопи различитих елемената распрострањени и на другим небеским телима, као што су Сунце, Месец, планете, астероиди, комете и звезде, као и у међугалактичком простору. На пример, испитивањем планете Марс утврђено је да је однос деутеријум / протијум ($^2\text{H} / ^1\text{H}$) на Марсу пет пута већи од оног на Земљи. Однос $^{17}\text{O} / ^{18}\text{O}$ је такође већи на Марсу него на Земљи. Овакве разлике у распрострањености изотопа користе се за постављање теорија о пореклу и историји Сунчевог система.

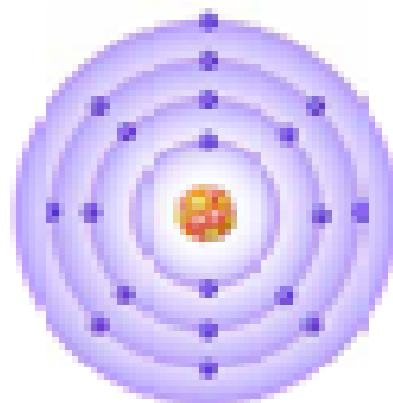
Такође, поређење садржаја неких изотопа у одређеним метеоритима пронађеним на Земљи омогућава нам да донесемо претпоставке о њиховом пореклу. На пример, данас се верује да одређени метеорити који су пали на Земљу потичу са Марса. Научници претпостављају да су они били избачени са његове површине када се Црвена планета (Марс) сударила са неким другим великим небеским телом, можда неким астероидом.

1.2. СТРУКТУРА ЕЛЕКТРОНСКОГ ОМОТАЧА



Потсети се!

- Од којих се честица састоји атомот?
- Како се помоћу планетарног модела описује структура атома?



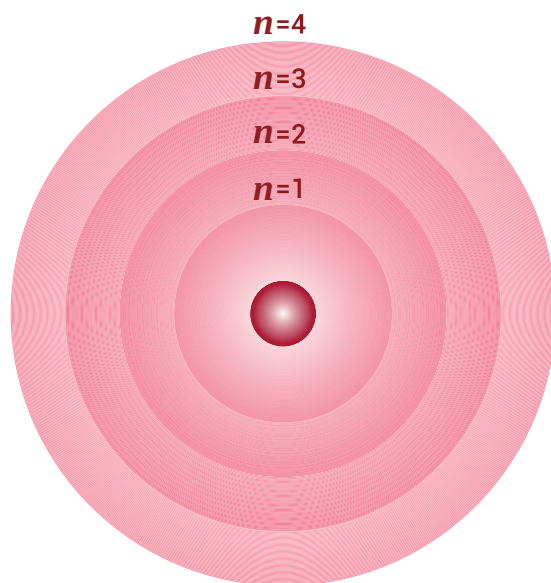
Електронски нивои

Рекли смо да се атом састоји од протона, неутрона и електрона и да електрони имају занемарљиво малу масу у поређењу са масом протона и неутрона. Поред тога, научио/ла си и да према тзв. планетарном моделу грађе атома, протони и неутрони чине атомско језгро, а електронски омотач чине електрони, који се огромном брзином крећу око атомског језгра по кружним путањама, слично кретању планета око Сунца.

Осим броја протона који даје идентитет атому елемента, за хемичаре је од посебне важности грађа електронског омотача, јер, као што ћеш учити у наставку, електрони учествују у хемијском везивању између атома. Планетарним моделом атома покушало се дати некакво виђење грађе електронског омотача, али овај модел није био у складу са неким законима физике, о којима овде неће бити речи. Зато су предложени нови модели грађе атома који описују грађу електронског омотача и распоред електрона у њему.

Према савременом научном моделу грађе електронског омотача, електрони се не крећу по тачно одређеним кружним путањама (орбитама), већ се налазе у деловима простора око језгра, који се називају **електронски нивои**. Електронски нивои се обележавају бројевима: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 или словима: К, L, M, N, O, P, Q. Први ниво (К-ниво) је најближи језгру атома. Што је број нивоа већи, то се тај ниво налази даље од језгра (слика 1.4.). Позицију електрона у електронском нивоу није могуће утврди-

ти, али се сматра да се електрони могу налазити само у електронским нивоима, а не између њих. Такође, зна се да сваки електронски ниво може да садржи само одређен број електрона.



Слика 1.4. Модел структуре атома са електронским нивоима.

Распоред електрона по електронским нивоима

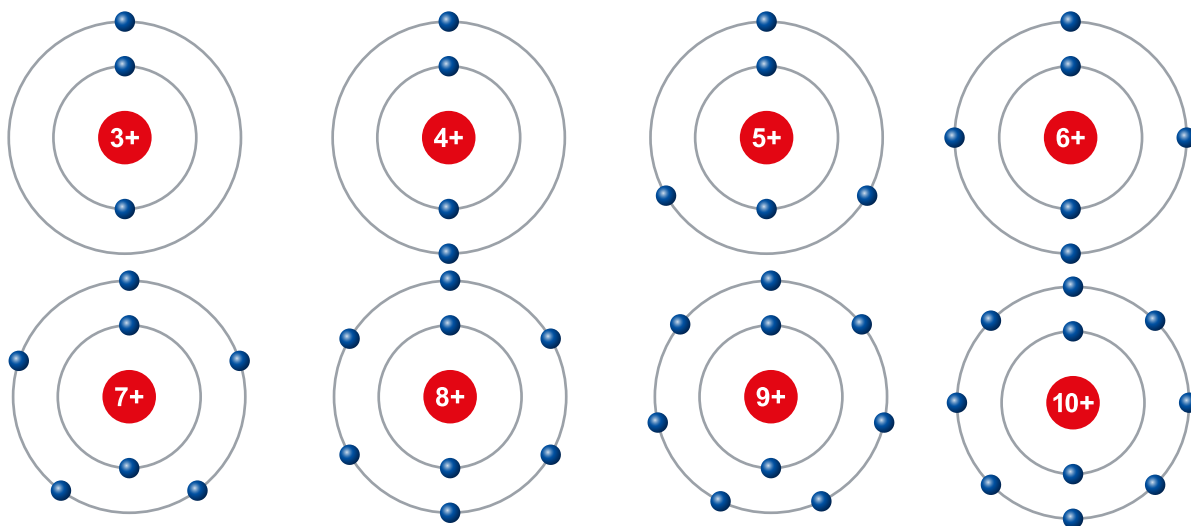
У атомима елемената који су нам познати може постојати од један до седам електронских нивоа у којима се распоређује одређен број електрона. Електрони се распоређују у електронским нивоима, почевши од првог електронског нивоа који је најближи језгру и који има најнижу енергију. Први ниво може да садржи највише два електрона, односно у њему може бити или један или два електрона (слика 1.5.)



Слика 1.5. Попуњавање првог нивоа електронима:
а) са једним електроном; б) са два електрона.

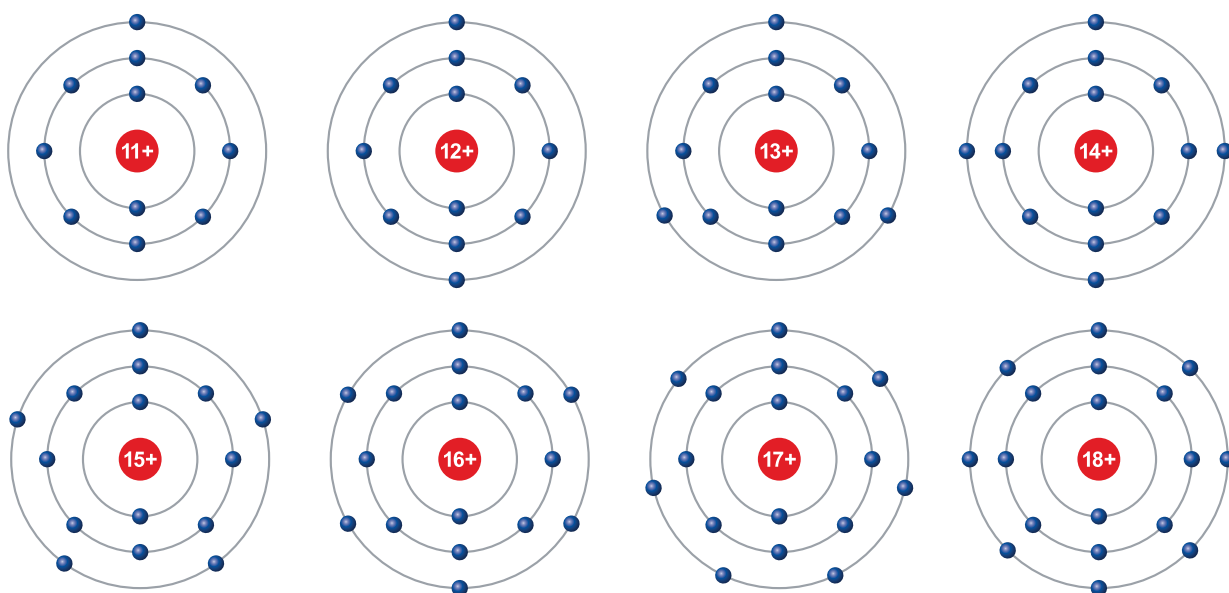
На слици су нивои једноставније приказани круговима.

Када се први ниво попуни електронима, следећи електрон се смешта у други електронски ниво. Други ниво може да садржи највише осам електрона (слика 1.6.). Према томе, сваки електронски ниво може да прими тачно одређен максималан број електрона.



Слика 1.6. Попуњавање другог нивоа електронима.

Када се други ниво попуни са осам електрона, почиње да се попуњава трећи ниво.



Слика 1.7. Попуњавање трећег нивоа електронима.

Распоред електрона по електронским нивоима за атоме првих двадесет елемената дат је у табели 1.1.

Табела 1.1. Распоред електрона по електронским нивоима за елементите
со атомским бројевима од 1 до 20

Елемент		Атомски Број	Укупан број електрона	Распоред електрона по нивоима
Водоник	H	1	1	1
Хелијум	He	2	2	2
Литијум	Li	3	3	2, 1
Берилијум	Be	4	4	2, 2
Бор	B	5	5	2, 3
Угљеник	C	6	6	2, 4
Азот	N	7	7	2, 5
Кисеоник	O	8	8	2, 6
Флуор	F	9	9	2, 7
Неон	Ne	10	10	2, 8
Натријум	Na	11	11	2, 8, 1
Магнезијум	Mg	12	12	2, 8, 2
Алуминијум	Al	13	13	2, 8, 3
Силицијум	Si	14	14	2, 8, 4
Фосфор	P	15	15	2, 8, 5
Сумпор	S	16	16	2, 8, 6
Хлор	Cl	17	17	2, 8, 7
Аргон	Ar	18	18	2, 8, 8
Калијум	K	19	19	2, 8, 8, 1
Калцијум	Ca	20	20	2, 8, 8, 2

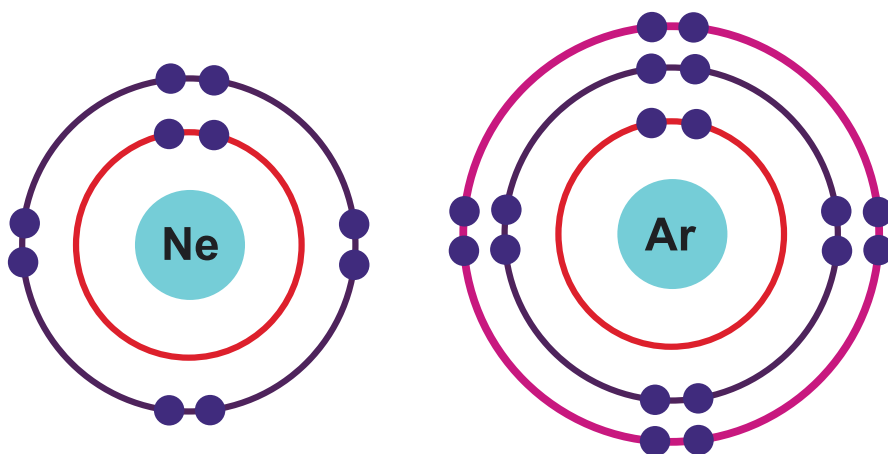
Иако трећи електронски ниво може да садржи максимално осамнаест електрона, ипак, када се овај ниво попуни са осам електрона, почиње да се попуњава четврти ниво. Заправо, попуњавање нивоа од трећег нивоа па надаље одвија се по сложеним законитостима о којима овде неће бити речи. За сада је довољно да се зна редослед попуњавања електронских нивоа за елементе са атомским бројем од 1 до 20.

За хемичаре највеће значење имају електрони који се налазе у последњем нивоу једног атома. Ови електрони се називају **валентни електрони**. Као што ћеш учити у наставку, управо ови електрони учествују у хемијским везама. Број валентних електрона код атома различитих елемената може бити од један до осам (табела 1.2.). У следећој табели дати су укупан број електрона, као и валентни електрони за атоме првих двадесет елемената.

Табела 1.2. Број на валентних електрона за елементе са атомским бројевима од 1 до 20

Елемент	Атомски број	Укупан број електрона	Распоред електрона по нивоима	Број валентних електрона
H	1	1	1	1
He	2	2	2	2
Li	3	3	2, 1	1
Be	4	4	2, 2	2
B	5	5	2, 3	3
C	6	6	2, 4	4
N	7	7	2, 5	5
O	8	8	2, 6	6
F	9	9	2, 7	7
Ne	10	10	2, 8	8
Na	11	11	2, 8, 1	1
Mg	12	12	2, 8, 2	2
Al	13	13	2, 8, 3	3
Si	14	14	2, 8, 4	4
P	15	15	2, 8, 5	5
S	16	16	2, 8, 6	6
Cl	17	17	2, 8, 7	7
Ar	18	18	2, 8, 8	8
K	19	19	2, 8, 8, 1	1
Ca	20	20	2, 8, 8, 2	2

Када се у последњем електронском нивоу налази осам електрона, постиже се **стабилна електронска структура** атома. Чим се постигне оваква електронска структура, почиње да се попуњава нови електронски ниво. Овако попуњене последње електронске нивое са осам електрона имају атоми неона и аргона (види табелу 1.2. и слику 1.8.). Стабилну електронску структуру има и атом који има само два електрона у првом нивоу (атом хелијума), будући да први електронски ниво може да садржи само два електрона.



Слика 1.8. Атоми неона и аргона имају стабилну електронску структуру са осам електрона у последњем електронском нивоу.

Решен пример 1.7:

Одреди број валентних електрона у атому елемента са атомским бројем 16.

Решење: Атомски број је број протона, који је у атому једнак броју електрона. Значи, број електрона у овом атому је 16. Ових 16 електрона се распоређују према правилима за распоређивање електрона по електронским нивоима. У први ниво се распоређују два електрона и са њима се завршава попуњавање првог нивоа. У други ниво се распоређује осам електрона и тиме се завршава попуњавање другог слоја. Преосталих шест електрона се распоређује у трећи ниво. Ово су, заправо, валентни електрони. Значи, број валентних електрона у атому елемента са атомским бројем 16 износи 6.



Дознај повеќе

Историјски развој модела о структури атома

У историјском развоју науке важно место заузима развој модела о структури атома. Први пут појам атом увео је старогрчки филозоф Демокрит. Он је сматрао да је атом најмања недељива честица која поседује својства супстанце која се састоји од тих атома и да су различите супстанце изграђене од различитих атома који се разликују по својој форми. Према Демокриту, атоми могу имати форме различитих геометријских тела.

Много векова касније, идеју Демокрита обновио је Џон Далтон. Он је, такође, сматрао да је атом недељив и да се атоми различитих елемената разликују међу собом, али је сматрао да атоми имају сферну форму, односно да су то мале куглице.

Са развојем науке и открићем електрона и катодних зрака (који су сноп електрона који се емитују из атома), као и радиоактивности, дошло се до закључка да атом није недељив, већ да се састоји од позитивно и негативно наелектрисаних честица – електрона и протона, који морају бити у истом броју, будући да је атом електронеутралан. На основу ових открића, научник Џ. Џ. Томпсон предложио је модел атома, који је назвао „пудинг са шљивама“. Према овом моделу, атом је изграђен од једне позитивно наелектрисане сфере у којој су, као у пудингу са шљивама, распоређени електрони. Међутим, убрзо након предлога оваквог модела, Ернест Радерфорд је извео експеримент којим је доказао да је позитивно наелектрисање концентрисано у центру атома и то у веома, веома малој запремини. Овај део атома назвао је атомско језгро. Електрони се крећу око атомског језгра по произвољним кружним путањама, слично као планете око Сунца. Касније су откривени неутрони као честице које су присутне у атомском језгру. Следећи модел грађе атома предложио је Нилс Бор, који је претпоставио да се електрони не крећу по произвољним кружним путањама, већ по тачно одређеним, тзв. орбитама, на тачно одређеном растојању од атомског језгра, а самим тим и са тачно одређеном енергијом. Ипак, и овој модел није могао да објасни понашање електрона у атомима и њихов однос са материјом. Данес се у науци

користи моделот структуре атома предложен од Ирвина Шредингера.

Према овом моделу, електрони се не крећу по орбитама, већ су електрони распоређени у тзв. електронске нивое.



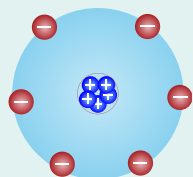
Демокрит
400 п.н.е.



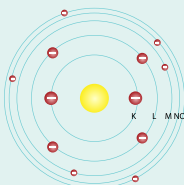
Џ. Далтон
1808



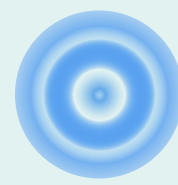
Џ. Џ. Томпсон
1897



Е. Радерфорд
1911



Н. Бор
1913



И. Шредингер
1926

Слика 1.9. Историски развој модела о структури атома



Питања и задаци

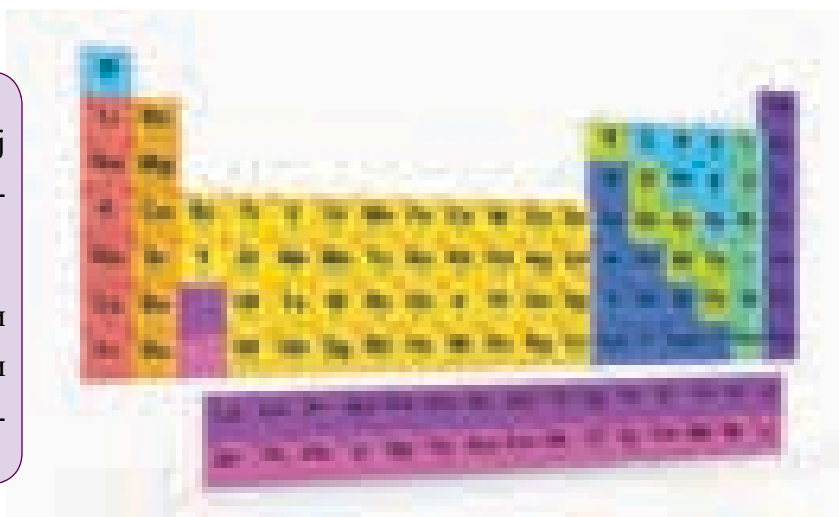
1. Са којим словом се означава трећи електронски ниво?
2. Колики је максималан број електрона који се могу распоредити у другом електронском нивоу?
3. Напиши распоред електрона по електронским нивоима за атом елемента са атомским бројем: а) 3; б) 7; в) 12; г) 17; д) 18; ђ) 20.
4. Одреди број валентних електрона у атому елемента са атомским бројем: а) 2; б) 5; в) 8; г) 10; д) 14; ђ) 19.
5. Колико укупно електрона има у атому елемента који има стабилну електронску структуру, а валентни електрони се налазе у трећем електронском нивоу?
6. Ако је у другом електронском нивоу неког атома распоређена половина електрона којима се постиже стабилна електронска структура, колико износи укупан број електрона у атому тог елемента?

1.3. ПЕРИОДНИ СИСТЕМ ЕЛЕМЕНАТА



Потсети се!

- Како се зове табела у којој су поређани хемијски елементи?
- Како се називају низови који су периоде, а како који су групе у Периодном систему елемената?



Зошто је потребно класификовати хемијске елементе?

Прошле године си се накратко упознао/ла са Периодним системом елемената. Научио/ла си да се табела у којој су елементи поређани тако да се њихова својства и својства њихових елементарних (простих) супстанци периодично понављају назива Периодни систем елемената. Ову табелу која садржи важне податке о хемијским елементима први је предложио руски хемичар Дмитриј Иванович Менделеев. Овде ћемо се осврнути на оно што си до сада научио/ла о Периодном систему елемената, али ћемо и проширити и продубити знања.

Још веома давно научници су приметили да међу својствима елементарних супстанци постоје разлике, али и значајне сличности међу неким од њих. Тако се, на пример, на собној температури у природи срећу елементарне супстанце у различитим агрегатним стањима. Оне имају различиту температуру топљења, различиту температуру кључања, густину, боју итд. Такође, постоје значајне разлике и у погледу њихових хемијских својстава. На пример, неки елементи су веома реактивни, док неки веома тешко ступају у хемијске реакције. Тако су, према хемијском понашању, елементи подељени у три групе: метали, неметали и полуметали. Међу својствима метала, као и међу својствима неметала, постоје сличности, посебно када је реч о њиховим хемијским својствима. Постојање сличности међу елементима, а самим

тим и међу њиховим елементарним

супстанцама, олакшава њихово изучавање. Научници су то приметили још веома давно, па су зато покушавали да класификују елементе према њиховим својствима.

Менделејева и прва табела Периодног система елемената

Многи научници су покушавали да класификују хемијске елементе на основу сличности у њиховим својствима. Ипак, највећи успех постигао је руски научник **Дмитриј Иванович Менделејева**. Он је први уочио природну периодичну законитост којој подлежу хемијски елементи. Притом је приметио да се са порастом релативне атомске масе елемената (атомске тежине, како се тада називала), периодично понављају сличности у њиховим хемијским својствима. Зато је 1869. године покушао да све до тада познате 63 елемента поређа у табелу према повећању њихове релативне атомске масе. Притом је елементе са сличним хемијским својствима ређао једне под друге. Табелу коју је саставио назвао је **Периодни систем елемената**.



Слика 1.10. Дмитриј Иванович Менделејева
(1834 – 1907)

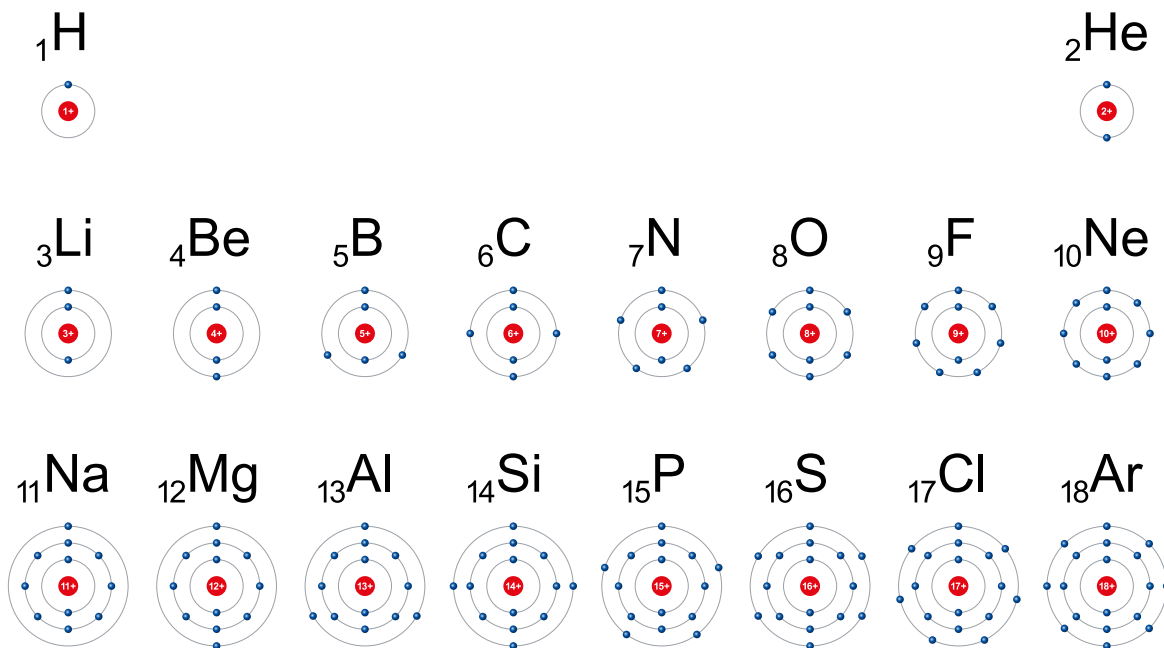
Слика 1.11. Први Периодни систем елемената који је саставио Менделејева

Менделјејев је приметио да у табели коју је саставио има много празних места и закључио је да та места припадају још увек неоткривеним елементима. На основу својстава елемената око неког празног места у табели, он је успео да предвиди својства елемента који би се нашао на том месту..

Иако је релативна атомска маса као критеријум за поређање елемената дала одличне резултате, ипак су се јављали изузеци. На пример, аргон има већу релативну атомску масу од калијума, али према својим својствима треба да стоји пре њега у табели. Ваква одступања јасно су показивала да за класификацију елемената мора постојати неки други критеријум.

Када је Менделјејев предложио Периодни систем елемената, није се знала грађа атома. Након што су откривене честице у грађи атома и његова структура, дошло се до закључка да се критеријум за распоред елемената у Периодном систему заснива на једној величини која је тесно повезана са релативном атомском масом, а то је **атомски број** елемента. За ово велику заслугу има млади енглески научник Хенри Мозли.

Од атомског броја зависи место елемента у Периодном систему, па се зато он назива и **редни број елемента**. Значи, **у Периодном систему елементи су поређани према порасту њихових атомских (редних) бројева**.



Слика 1.12. Елементи у Периодном систему су поређани према порасту њиховог атомског броја.



Дознај повеќе

Систематизација елемената пре Менделејева

Основе савременог схватања хемијских елемената потичу још од „оца хемије“ – Антоана Лавоазјеа. Он је у свом уџбенику навео једноставну табелу металних и неметалних супстанци које се не могу разложити на простије, а које је назвао хемијским елементима. Током 18. и 19. века многи истраживачи су успели да сакупе велики број података о својствима до тада познатих елемената и њихових једињења, што је представљало основу за систематизацију елемената.

Први научник који је направио некакву систематизацију елемената је немачки хемичар Јохан Волфганг Деберајнер. Он је 1817. године предложио тзв. „закон тријада“, према којем средњи елемент у тријади има атомску тежину (термин који се тада користио за атомску масу) која је аритметичка средина атомских тежина првог и трећег елемента и има својства слична њиховима.

Прва тријада	Друга тријада	Трећа тријада
Li (7,0)	Ca (40,0)	Cl (35,5)
$\text{Na } (7,0 + 39,0)/2 = 23,0$	$\text{Sr } (40,0 + 137)/2 = 88,5$	$\text{Br } (35,5 + 127,0) = 81,5$
K (39,0)	Ba (137,0)	I (127,0)

Он је увидео да елементи у тријадама показују слична хемијска својства. Тако литијум, натријум и калијум бурно реагују са водом и граде тзв. базе; калцијум, стронцијум и баријум реагују мање бурно и дају нешто слабије базе; хлор, бром и јод дају исту врсту једињења у реакцији са литијумом, натријумом и калијумом итд.

Енглески хемичар Џон Александер Њулендс поређао је тада познате елементе у осам колона и седам редова. Притом је приметио да се код сваког осмог елемента понављају слична својства, па је ову законитост назвао „закон октава“. Неке парове елемената сместио је на исто место, будући да су за њих биле израчунате исте релативне атомске тежине (масе), а са Di је означио непознати елемент.



H	F	Cl	Co/Ni	Br	Pd	I	Pt/Ir
Li	Na	K	Cu	Rh	Ag	Cs	Tl
C	Mg	Ca	Zn	Sr	Cd	Ba/Y	Pb
Be	Al	Cr	Y	Ce/La	U	Ta	Th
C	Si	Ti	In	Zn	Sn	W	Hg
N	P	Mn	As	Di/Mo	Sb	Nb	Bi
O	S	Fe	Se	Ro/Ru	Te	Au	Os

Немачки хемичар Лотар Мајер приметио је да постоје низови елемената са сличним хемијским и физичким својствима који се периодично понављају. Ипак, као што смо рекли, Менделејев је тај који је саставио прву табелу елемената у којој се својства елемената периодично понављају.

Структура Периодног система елемената

Данас је познато 118 елемената, од којих се 92 срећу у природи, а остали су вештачки добијени у лабораторији. Као што знаш, у Периодном систему елемената (слика 1.11) постоје хоризонтални и вертикални низови. Хоризонтални низови се називају периоде и означавају се бројевима записаним арапским цифрама од 1 до 7. Најчешће су у Периодном систему елемената посебно издвојене две серије од по 14 елемената, које припадају шестој, односно седмој периоди и називају се лантаноиди и актиноиди.



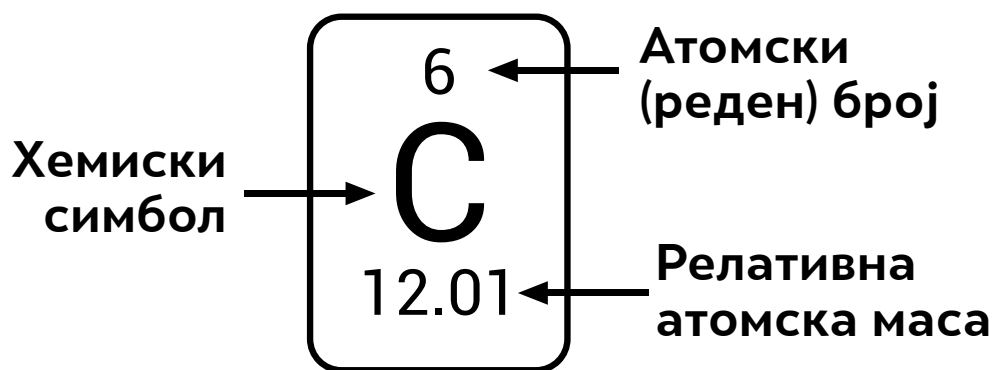
Слика 1.13. Најчешћа структура Периодног система елемената. Хоризонтални низови се називају периоде, а вертикални групе

Вертикални низови се називају групе. У последње време групе у Периодном систему се означавају бројевима записаним арапским цифрама од 1 до 18. Ипак, још увек се у великом броју периодних система групе означавају бројевима од један до осам, али римским цифрама (I – VIII), при чему је свака цифра праћена латиничним словом А или В. Ово значи да када се означавају бројевима записаним римским цифрама, постоји подела на А- и В-групе (слика 1.14.). Постоје различите препоруке за то које ће се групе елемената означити са А, а које са В, али се прва и друга група увек означавају са А. У неким периодним системима групе 3 – 10, када се обележавају римским цифрама, означавају се са А, групе 11 – 17 са В, а последња, 18. група, означава се само као VIIIB група. У другим периодним системима, пак, групе 13 – 18 се означавају са А. Група VIII (било да је означена са А или са В) састоји се од по три елемента (из 8, 9. и 10. групе), који се називају тријаде.

	1 IA	2 IIA											13 IIIB	14 IVB	15 VB	16 VIB	17 VIIB	18 VIII B
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg	3 IIIA	4 VIA	5 VA	6 VIA	7 VIIA	8 VIIIA	9 VIIIA	10 VIIIA	11 IB	12 IIB	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
Лантаноиди			57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	
Актиноиди			89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	

Слика 1.14. Различити начини означавања група у Периодном систему елемената

За сваки од 118 елемената у Периодном систему елемената постоји посебан квадрат/правоугаоник где је написан симбол елемента, његов редни број, а најчешће и његова релативна атомска маса (слика 1.15.). У неким периодним системима дато је и име елемента, број његових изотопа, као и вредности других физичких величина које се односе на његову елементарну супстанцу, као што су, на пример, температура топљења, температура кључања, густина итд.



Слика 1.15. Податоци за елементот што се содржат во речиси сите периодни системи.

Веза између структуре електронског омотача и Периодног система елемената

Периодни систем елемената је најсавршенија класификација коју је човек направио, будући да одсликава структуру атома. Структура атома, посебно његовог електронског омотача, као што ћемо видети, доводи до правилног мењања многих својстава елемената и елементарних супстанци које они граде.

Како што смо рекли, елементи у Периодном систему су поређани према порасту њихових атомских (редних) бројева. Атомски број је, заправо, број протона у језгру, а он је, са друге стране, једнак броју електрона у електронском омотачу. Са порастом атомског броја, код сваког следећег елемента, број протона, а самим тим и број електрона, повећава се за један. Али већ смо видели да су електрони распоређени по електронским нивоима и да сваки ниво може да прими одређен максималан број електрона. Први ниво може да прими максимум два електрона.

Ако погледамо Периодни систем елемената, приметимо да прва периода садржи само два елемента – водоник и хелијум. У другој периоди се налазе елементи код којих се други електронски ниво попуњава електронима од један до осам. Као што се може видети из Периодног система, друга периода садржи осам елемената. Лако можемо извести следеће закључке:

- **Број периоде у Периодном систему одговара редном броју последњег електронског нивоа који се попуњава електронима код атома елемената из те периоде.**

БРОЈ ПЕРИОДЕ = РЕДНИ БРОЈ ПОСЛЕДЊЕГ ЕЛЕКТРОНСКОГ НИВОА

- **Број елемената у једној периоди у Периодном систему одговара максималном броју електрона који се могу сместити у електронски ниво са истим бројем као што је и број те периоде.**

Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
2, 1	2, 2	2, 3	2, 4	2, 5	2, 6	2, 7	2, 8

Слика 1.16. У другој периоди Периодног система има осам елемената, будући да је толики максималан број електрона који се могу сместити у други електронски ниво.

Осим броја периоде, и број групе се може повезати са структуром електронског омотача. Раније смо рекли да када се завршава попуњавање електронима последњег електронског нивоа, завршава се и попуњавање периоде са истим бројем као што је и редни број тог нивоа. Потом код елемената у следећој периоди почиње да се попуњава електронима следећи ниво. Сви елементи којима започиње попуњавање сваке од периода, а самим тим и нов електронски ниво електронима, налазе се у првој групи Периодног система елемената. Знајући да се сваки нови електронски ниво најпре попуњава једним електроном, лако можемо закључити да сви елементи у првој групи Периодног система имају један електрон у последњем електронском нивоу, односно један валентни електрон.

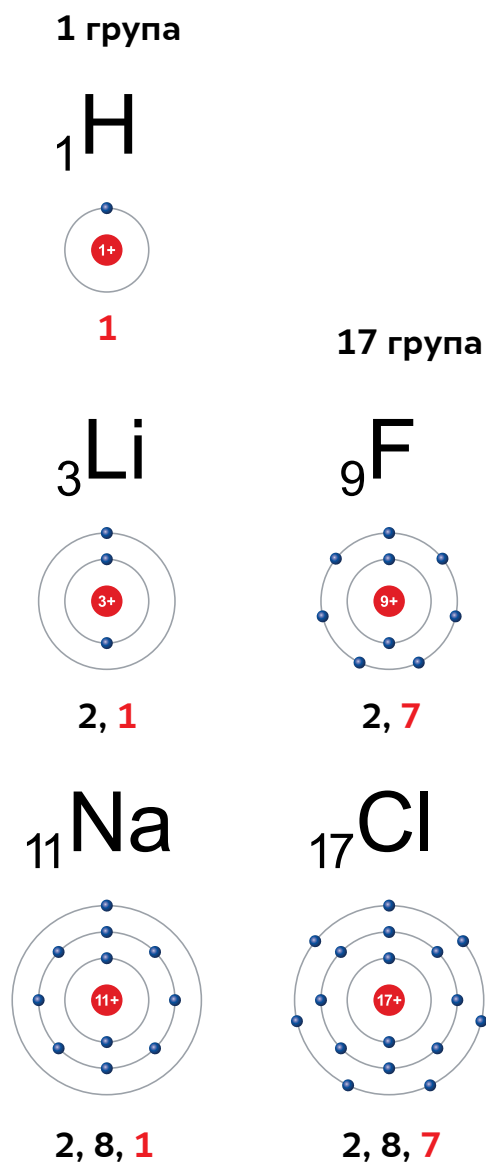
Даље, сви елементи код којих се последњи електронски ниво попуњава са два електрона, односно који имају два валентна електрона, налазе се у другој групи Периодног система елемената итд. Можемо извести следећи закључак:

У истој групи у Периодном систему елемената налазе се елементи који имају исти број валентних електрона, односно број валентних електрона у атому елемента једнак је броју групе у којој се он налази.

БРОЈ ВАЛЕНТНИХ ЕЛЕКТРОНА = БРОЈ ГРУПЕ

Заправо, број валентних електрона једнак је броју групе када је она означена римским цифрама. Тако, на пример, сви елементи из IIIA и IIIB групе имају три валентна електрона. Када су групе означене бројевима од 1 до 18, број валентних електрона је једнак броју групе све до 8. групе. За елементе од 12. до 18. групе, број валентних електрона се добија тако што се од броја групе одузме број 10. О валентним електронима у 9, 10. и 11. групи овде неће бити речи.

Ако знамо редни број неког елемента и везу између начина попуњавања електронских слојева и грађе Периодног система елемената, лако можемо одредити у којој групи и у којој периоди би се налазио елемент са одређеним редним бројем. А, ако, знамо у којој периоди и у којој групи се налази елемент, можемо одредити атомски број елемента и распоред електрона по електронским нивоима. То ћемо размотрити на следећим примерима:



Слика 1.17. Број групе је једнакав броју валентних електрона

Решен пример 1.8:

У којој групи и у којој периоди се налази елемент чији је редни број 15?

Решење: Редни број елемента је његов атомски број, односно број протона у атомском језгру који је једнак броју електрона у електронском омотачу. То значи да елемент са редним бројем 15 има 15 електрона. У овом случају, распоред електрона по електронским нивоима је следећи:

први ниво 2

други ниво 8

трећи ниво 5

Значи, последњи електронски ниво који се попуњава електронима је трећи, што значи да се елемент налази у трећој периоди. У последњем електронском нивоу атом садржи пет електрона, односно број валентних електрона износи пет. То значи да се елемент налази у VA / VB групи, односно 15. групи.

Одговор: Елемент се налази у трећој периоди и у 15. групи.

Решен пример 1.9:

а) Напиши распоред електрона по електронским нивоима у атому елемента који се налази у трећој периоди и у 13. групи Периодног система. б) Колико износи атомски број овог елемента?

Решење: а) Чињеница да се елемент налази у трећој периоди значи да се у атому тог елемента електронима попуњавају прва три нивоа. Са друге стране, то што се елемент налази у 13. групи значи да број валентних електрона у последњем електронском слоју код овог елемента износи $13 - 10 = 3$. Значи, распоред електрона по електронским нивоима је: 2, 8, 3.

б) Укупан број електрона у атому овог елемента (2, 8, 3) је 13. Он је једнак броју протона у атомском језгру, односно његов атомски број је 13.

Одговор: а) Распоред електрона по електронским нивоима је: 2, 8, 3.

б) $Z = 13$.

Периодичност својстава хемијских елемената

Периодни систем елемената одсликава грађу електронског омотача, а управо од ње зависе својства елемената и њихових елементарних супстанци. Повећање броја електрона код елемената у једној периоди, идући слева надесно, доводи до постепеног мењања њихових својстава. Са друге стране, периодично понављање броја електрона у последњем електронском слоју код елемената из исте групе доводи до периодичног понављања својстава елемената. Зато, на основу положаја елемената у Периодном систему, можемо добити представу о њиховим својствима и о својствима њихових елементарних супстанци.

Елементи у Периодном систему су поређани према порасту њихових атомских бројева, а тиме расту и масени бројеви и релативне атомске масе. Свака периода у табели Периодног система елемената започиње изразитим металом, а завршава се тзв. племенитим гасом. Зато се, идући слева надесно, својства елемената и њихових елементарних супстанци постепено мењају од металних до неметалних. По групи, пак, одозго надоле, расту метална својства. Значи: **Најизразитији метали налазе се лево доле у табели Периодног система, а најизразитији неметали десно горе.**



Слика 1.18. Промена металних/неметалних својстава елемената по групи и периоди.

Због сличности у својствима елемената, неке групе имају и заједничке називе за елементе у групи. Тако се елементи прве групе заједничким именом називају **алкални метали**, а елементи друге групе **земноалкални метали**. Елементи 16. групе називају се **халкогени елементи**, а 17. групе **халогени елементи**. У последњој, 18. групи Периодног система налазе се **племенити гасови**. Символи елемената у овим групама са њиховим атомским бројевима и њиховим именима дати су на слици 1.19.

I група		II група	
	Литијум		Берилијум
	Натријум		Магнезијум
	Калијум		Калцијум
	Рубидијум		Стронцијум
	Цезијум		Баријум
	Францијум		Радијум

III група		IV група		V група		VI група		VII група		VIII група	
	Кисеоник		Флуор		Хелијум		Неон		Хлор		Аргон
	Сумпор		Бром		Криптон		Ксенон		Астат		Радон
	Селен		Јод		Радон		Радон		Тенесин		
	Телур										
	Полонијум										
	Ливерморијум										

Слика 1.19. Символи и имена: алкалних, земноалкалних, халкогених, халогених елемената и племенитих гасова.

У 18. групи се налази и последњи елемент Периодног система, оганесон, са редним бројем 118, али се сматра да он нема својства племенитог гаса.

Сви алкални метали имају један валентни електрон, земноалкални имају два валентна електрона, халкогени шест, а халогени седам валентних електрона. Максималан број валентних електрона (осам) имају атоми племенитих гасова (изузетак је атом хелијума са два електрона). У атомима ових елемената последњи електронски ниво је потпуно попуњен електронима, па зато они имају стабилно електронско стање и тешко ступају у хемијске реакције. Због тога се и називају племенити гасови.

За разлику од њих, елементи 1, 2, 16. и 17. групе су значајно реактивни, а неки од њих и екстремно реактивни.

H•																		He•
Li•	•Be•													•O•	•F•	•Ne•		
Na•	•Mg•													•S•	•Cl•	•Ar•		
K•	•Ca•													•Se•	•Br•	•Kr•		
Rb•	•Sr•													•Te•	•I•	•Xe•		
Cs•	•Ba•													•Po•	•At•	•Rn•		
Fr•	•Ra•													•Lv•	•Ts•	•Og•		

Слика 1.20. Елементи 1, 2, 16, 17. и 18. групе са валентним електронима представљеним тачкама.

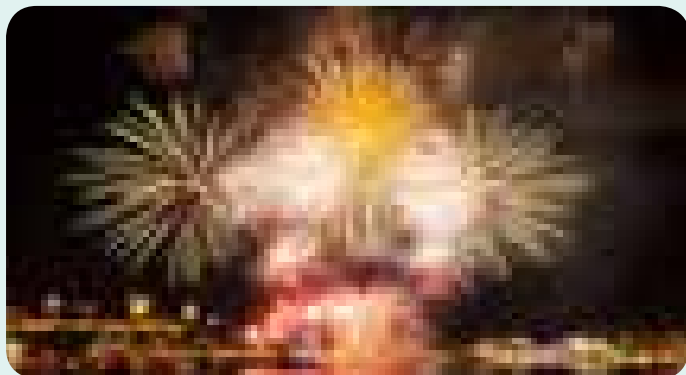


Сазнај више

Значење назива група елемената

Алкални метали – метали који имају могу да образују јаке тзв. алкалије (базе).

Земноалкални метали – метали, који такође образују алкалије. Префикс „земно“ описује супстанце које се налазе у земљи, а нерастворљиве су у води и не мењају се при загревању, као и оксиди ових метала



Слика 1.21. Због велике реактивности, неки алкални и земноалкални метали се користе за прављење ватромета.

Халкогени елементи – елементи који образују руде, „рудородни“. Реч је кованица од две старогрчке речи: халкос, што значи руда, и генан, што значи рађа.

Халогени елементи – елементи који образују соли, „рађачи соли“, зато што у директној реакцији са металима образују соли.

Племенити гасови – гасови који су екстремно слабо реактивни и стабилни, односно не желе да се везују са другим елементима. Ово се повезује са понашањем племића у прошлости, који нису желели да се мешају са „обичним“ људима.



Слика 1.22. Племенити гас хелијум се употребљава за пуњење балона будући да је нереактиван и има веома малу густину.



Питања и задаци

1. Зашто се атомски број елемента назива још и редни број елемента?
2. Који је број периоде ако број последњег електронског нивоа који се попуњава код атома елемената у тој периоди износи пет?
3. У којој периоди се налази неки елемент ако његов атом садржи три електронска нивоа?
4. У којој периоди се налази елемент код ког се распоред електрона по електронским нивојима може представити као 2, 8, 8, 2?

5. Што је једнако за елементе из исте групе Периодног система?
а) Укупан број електрона б) Број протона
в) Број валентних електрона г) Масени број
6. У којој групи Периодног система се налази елемент са четири валентна електрона у свом атому?
7. Број протона у језгру атома неког елемента је 16. У којој периоди и у којој групи Периодног система се налази овај елемент?
8. Колико протона и колико електрона има атом елемента који се налази у трећој периоди и у 14. групи Периодног система елемената?
9. Напиши распоред електрона по електронским нивојима за атом елемента који се налази у четвртој периоди и првој групи Периодног система.
10. У ком делу Периодног система се налазе најизразитији метали, а у ком најизразитији неметали?
11. Како се заједничким именом називају елементи који се налазе у другој групи Периодног система елемената?
12. У којој групи Периодног система се налазе: а) халогени елементи; б) племенити гасови; в) алкални метали?
13. Како се мењају метална/неметална својства идући одозго надоле по групи у Периодном систему елемената?



Истражуј

Истражи примену племенитих гасова у светлећим рекламама. Састави кратку презентацију и представи је својим другарима из разреда!



2. ОКСИДИ, ХИДРОКСИДИ И КИСЕЛИНЕ

Након што изучиш ову тему, моћи ћеш:

- ◆ да објашњаваш састав оксида;
- ◆ да класификујеш оксиде;
- ◆ правилно да примењујеш номенклатуру оксида;
- ◆ да објашњаваш и представљаш хемијским једначинама реакције за добијање оксида спајањем елементарне супстанце и кисеоника;
- ◆ да објашњаваш састав хидроксида;
- ◆ правилно да примењујеш номенклатуру хидроксида;
- ◆ да објашњаваш и представљаш хемијским једначинама реакције за добијање хидроксида и карактеристичне хемијске реакције хидроксида;
- ◆ да објашњаваш састав киселина;
- ◆ да класификујеш киселине;
- ◆ правилно да примењујеш номенклатуру киселина;
- ◆ да објашњаваш и представљаш хемијским једначинама реакције за добијање киселина и карактеристичне хемијске реакције киселина

Појмови:

оксид, метални оксид, неметални оксид, киселински оксид, базни оксид, амфотерни оксид, неутрални/индиферентни оксид, номенклатура, реакција спајања (синтезе), ефекат стаклене баште, хидроксид, хидроксилна група, база, киселина, киселински остатак, безкисеонична киселина, кисеонична киселина, индикатор, рН вредност, реакција неутрализације, кисела киша

2.1. ОКСИДИ



Потсети се!

- ◆ Како су подељене елементарне (просте) супстанце према својим својствима?
- ◆ На основу ког критеријума су елементи распоређени у Периодном систему?
- ◆ У ком делу Периодног система се налазе метали, а у ком неметали и металоиди (семиметали)?
- ◆ Шта је валентност и шта значи стална, а шта променљива валентност?



Зашто је потребна класификација једињења?

Већ си научио да су елементарне (просте) супстанце према својим својствима подељене на метале, неметале и металоиде (семиметале). Распоред елемената у Периодном систему и њихову класификацију разматрали смо када смо говорили о Периодном систему елемената и нагласили смо да класификација елемената и њихових елементарних супстанци олакшава њихово изучавање. Када је, пак, реч о једињењима, потреба за њиховом класификацијом је још већа јер је број једињења веома велики, тако да је њихово појединачно изучавање веома тешко. Ипак, међу одређеним једињењима може се наћи много сличности, тако да постоји могућност за њихову класификацију.

Према саставу и неким заједничким својствима, једињења хемијских елемената су подељена у четири основна типа једињења: оксиде, хидроксиде, киселине и соли. Посебну класу једињења (са изузетком неколико) чине једињења елемента угљеника, али о овим једињењима ће бити речи у твом даљем изучавању хемије. Овде ћеш учити о оксидима, хидроксидима и киселинама

Састав и класификација оксида

Прво да разгледамо формуле следећих једињења:

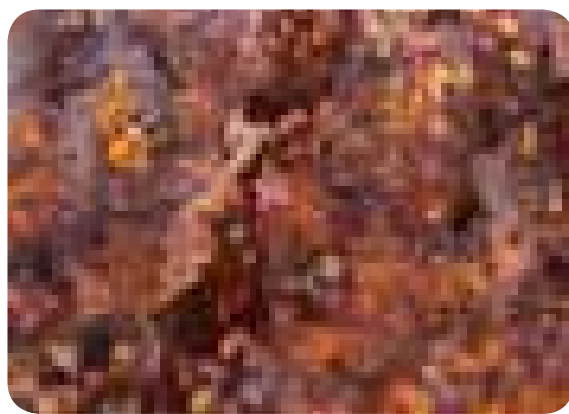


Ако пажљиво погледаш дате формуле, лако можеш закључити да се све састоје од само два елемента (тзв. бинарна једињења) од којих је један увек кисеоник. Очигледно, ове формуле представљају једну конкретну класу једињења која садрже елемент кисеоник. Као што знаш, латинско име за кисеоник је *oxxygenium*, па отуда и заједничко име за ову класу једињења — **оксиди**. Према томе, можемо рећи:

Оксиди су једињења састављена од два елемента од којих је један увек кисеоник.



Слика 2.1. Вода, која је неопходна за наш живот, по хемијском саставу је оксид.



Слика 2.2. Рђа садржи оксиде гвожђа.

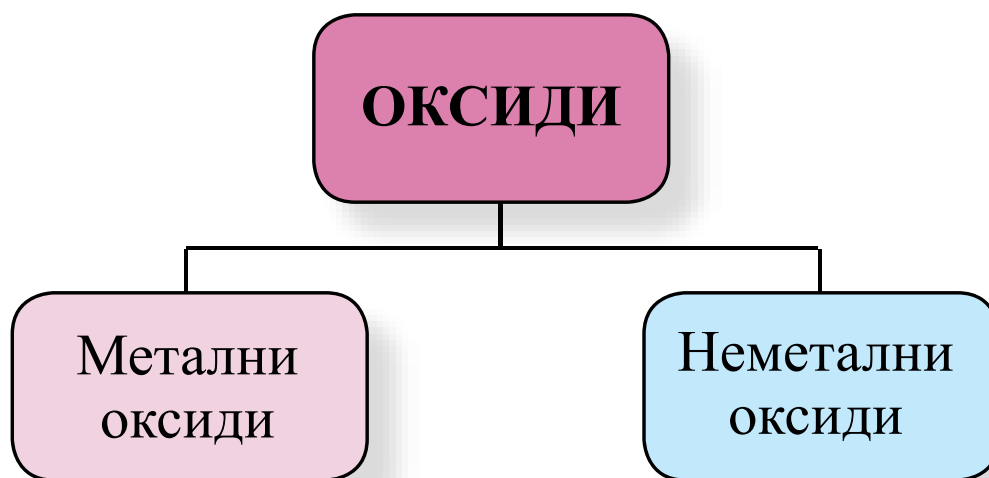


Сазнај више

Бинарна једињења кисеоника која нису оксиди

Постоје и друга бинарна једињења кисеоника која се не убрајају у оксиде. На пример, водоник-пероксид (H_2O_2), који је у свакодневном животу познат као водоник, иако је бинарно једињење кисеоника, није оксид. Постоје пероксиди и других хемијских елемената. Такође, бинарно једињење кисеоника са флуором није оксид. Зашто ова једињења нису оксиди, разумећеш касније током изучавања хемије.

Из датих формула оксида може се приметити да је у неким од оксида кисеоник везан за метал, а у неким за неметал. Отуда можемо доћи до неких закључака у вези са поделом оксида. Тако, као што смо елементарне супстанце поделили на метале и неметале, и оксиди су, према свом саставу, класификовани на **металне оксиде** и **неметалне оксиде**. Из примера за оксиде који су дати горе, метални оксиди су: Na_2O , MgO , Fe_2O_3 , CaO , PbO_2 и CuO , а неметални оксиди су: H_2O , N_2O_5 , CO_2 и SO_3 .



Слика 2.3. Класификација оксида према саставу.

Номенклатура оксида

Именовање једињења на основу формуле једињења, према датим правилима, назива се номенклатура. Номенклатура оксида је веома једноставна, будући да су они једни од најједноставнијих једињења. Оксиди се именују тако што се прво наводи име елемента који гради оксид, одмах до њега (спојено) у малој загради бројем написаним римским цифрама пише се валентност елемента који гради оксид, а на крају се одвојено пише реч **оксид**. За елементе који немају променљиву валентност, тј. имају сталну валентност, она се не пише. У таквом случају, тај елемент гради само један оксид. Хајде да погледамо именовање неких од горе наведених оксида:

Решен пример 2.1:

Која су имена следећих оксида а) Fe_2O_3 ; б) Na_2O ?

Решење: а) Ради се о оксиду гвожђа. Да бисмо написали тачно име оксида, најпре морамо да одредимо валентност елемента, тј. гвожђа. Знамо да је кисеоник двовалентан, а такође и да производ валентности и индекса једног елемента мора бити једнак производу индекса и валентности другог елемента. Дакле :

$$\begin{array}{c} x \quad \text{II} \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 \\ 2 \cdot x = 3 \cdot 2 \\ x = 3 \end{array}$$

Према томе, име оксида је: **гвожђе(III) оксид**.

б) Ово је формула оксида натријума (Na). Натријум нема променљиву валентност, па је зато име овог оксида **натријум оксид**.

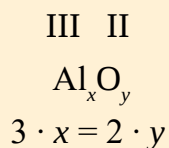
Освен да именуваш оксид врз основа на дадена формула, многу е важно да знаеш и правилно да ја определиш формулата на оксидот ако ти е познато неговото име. Да го разгледаме тоа со следниве примери:

Решен пример 2.2:

Која је формула: а) алуминијум оксида б) олово(IV) оксида?

Решење: а) Да би смо одредили формулу алуминијум оксида прво треба да да пронајјемо индексе у његовој формули. За то је, са друге стране, потребно да знамо валентност и алуминијума и кисеоника. У имену оксида није наведена валентност алуминијума, што значи да он нема променљиву валентност. Алуминијум се налази у 13. групи Периодног система, што значи да је тривалентан, док за кисеоник знамо да је двовалентан. Производ валентности и индекса алуминијума (означијемо га са x) у формули оксида, мора бити једнак производу

валентности кисеоника и његовог индекса (y). Дакле:

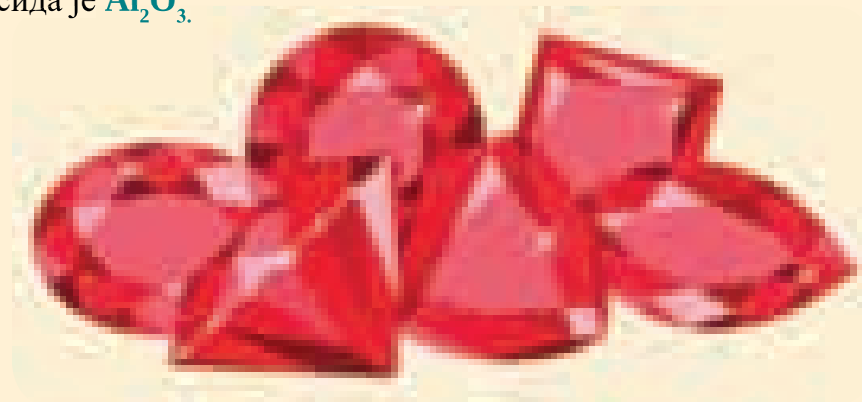


Да бисмо нашли индекс алуминијума и индекс кисеоника, потражићемо НЗС (најмањи заједнички садржалац) њихових валентности.

За 3 и 2, НЗС је 6, па отуда:

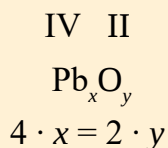
$$6 : 3 = 2 \text{ и } 6 : 2 = 3$$

Индекс за алуминиум је 2, а за кисеоник 3. Према томе, формула алуминијум оксида је Al_2O_3 .



Рубин је полудраги камен који по саставу представља Al_2O_3 , са примесама хрома.

б) На основу датог имена можемо закључити да је олово елемент са променљивом валентношћу и да је у овом оксиду четворовалентно. Да бисмо нашли формулу овог оксида, поступићемо као у претходном примеру. Производ валентности и индекса олова (означићемо га са x) у формули оксида, мора бити једнак производу валентности кисеоника и његовог индекса (y). Дакле:



За 4 и 2, H_3C е 4. Дакле,

$$4 : 4 = 1 \text{ и } 4 : 2 = 2$$

Дакле, индекс за олово је 1, а за кисеоник 2. Према томе, формула олово(IV) оксида је **PbO_2** .

Номенклатура коју смо објаснили важи за све оксиде. Ипак, у употреби је још једна номенклатура која се најчешће користи за оксиде неметала. Према овој номенклатури, испред имена елемента и испред речи оксид стављају се префикси изведени из грчког језика, који указују на број атома тог елемента и број атома кисеоника у молекулу оксида. Ако у молекулу оксида постоји само један атом неметала, префикс *моно-* се не пише, али то не важи за кисеоник. Хајде да то погледамо на следећим примерима:

Решен пример 2.3:

Како се именује оксид а) N_2O_3 ; б) CO ? в) Која е формулата оксида дифосфор пентаоксид?

Решење: а) Из формуле оксида закључујемо да један молекул оксида садржи два атома азота, која ћемо у имену означити префиксом ди-, и три атома кисеоника, која ћемо означити префиксом три-. Дакле, име овог оксида је **диазот триоксид**.

б) Из дате формуле се види да један молекул CO садржи један атом угљеника и један атом кисеоника, што се у имену означава префиксом моно-. Међутим, према горе наведеном правилу, префикс моно- се не пише испред угљеника. Зато је име за CO **угљеник монооксид**.

в) Из имена дифосфор-пентаоксид закључујемо да у једном молекулу овог оксида постоје два атома фосфора и пет атома кисеоника, што значи да је формула оксида **P_2O_5** .

Грчки префикси за одговарајуће бројеве су следећи:

један: моно-, два: ди-, три: три-, четири: тетра-, пет: пента-, шест: хекса-, седам: хепта-, осам: окта-, девет: нона-, десет: дека-.

У табели 2.1. дати су примери за номенклатуру оксида.

Табела 2.1. Примери номенклатуре оксида.

Формула	Назив	Формула	Назив
Оксиди елемената са променљивом валентношћу			
Co_2O_3	кобалт(III) оксид	NiO	никел(II) оксид
Cu_2O	бакар(I) оксид	SnO_2	калај(IV) оксид
HgO	жива(II) оксид	Mn_2O_7	манган(VII) оксид
Оксиди елемената са постојаном валентношћу			
K_2O	калијум оксид	CaO	калцијум оксид
ZnO	цинк оксид	Al_2O_3	алуминијум оксид
Ag_2O	сребро оксид	SrO	стронцијум оксид
Оксиди неметала			
Cl_2O_7	дихлор хептаоксид	N_2O_5	диазот пентаоксид
SO_3	сулфур триоксид	BrO_2	бром диоксид
N_2O	диазот монооксид	P_2O_3	дифосфор триоксид

Добијање оксида

У природи се среће велики број оксида. Најзаступљенији оксид у природи је вода. Међутим, вода, као и велики број других оксида, могу се добити и у лабораторији. Постоје различити начини за добијање оксида, али овде ћемо размотрити само начин тзв. директног спајања (синтезе) елементарне (просте) супстанце са кисеоником. Реакција спајања (синтезе) је врста реакције у којој се од две или више супстанци добија једна сложенија. Највећи број метала и неметала се у атмосфери кисеоника или ваздуха директно спаја са кисеоником, при чему граде оксиде. Овај начин добијања оксида размотрићемо кроз следеће експерименте.



Експеримент 2.1.

Добијање оксида директним спајањем елементарне супстанце са кисеоником

а) Добијање магнезиум оксида

Потребан прибор и супстанце: метална машица, шпиритусна лампа, сахатно стакло, магнезијумска трака, заштитне наочаре и рукавице.



Магнезијум оксид

Поступак: Металном машицом се узме парче магнезијумске траке и унесе у пламен. Шта се може приметити? Добијена бела супстанца се сакупља на сахатно стакло.

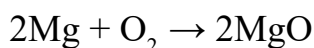
б) Добијање сумпор диоксид

Потребан прибор и супстанце: кашичица за сагоревање, шпиритусна лампа, стаклена боца, сумпор у праху, заштитне наочаре и рукавице.

Поступак: У кашичицу за сагоревање стави се мало сумпора у праху и кашичица се загрева на шпиритусној лампи док се не запали. Потом се запаљени сумпор уноси у стаклену боцу. Када се сакупи довољно гаса, боца се затвара чепом.



При сагоревању магнезијума, он се спаја са кисеоником из ваздуха, при чему се образује бели прах магнезијум оксида. Ову хемијску реакцију можемо записати следећом једначином:



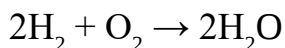
При сагоревању сумпора образује се гас сумпор диоксид. Једначину ове хемијске реакције можемо записати као



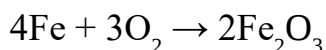


Слика 2.4. Модел молекула сумпор диоксида

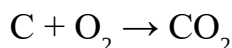
Из ових експеримената можемо закључити да како метали, тако и неметали могу да сагоревају на ваздуху и да образују оксиде. При сагоревању, елементарна супстанца се спаја са кисеоником из ваздуха и образује оксид. Иста реакција се одвива и ако се уместо ваздуха користи чист кисеоник, али је тада реакција бурнија. На пример, водоник може да сагорева у кисеонику, при чему се добија вода и ослобађа велика количина енергије.



Реакцију сагоревања железне вуне на ваздуху можемо представити следећом једначином:



Сагоревањем угљеника на ваздуху добија се угљен диоксид:

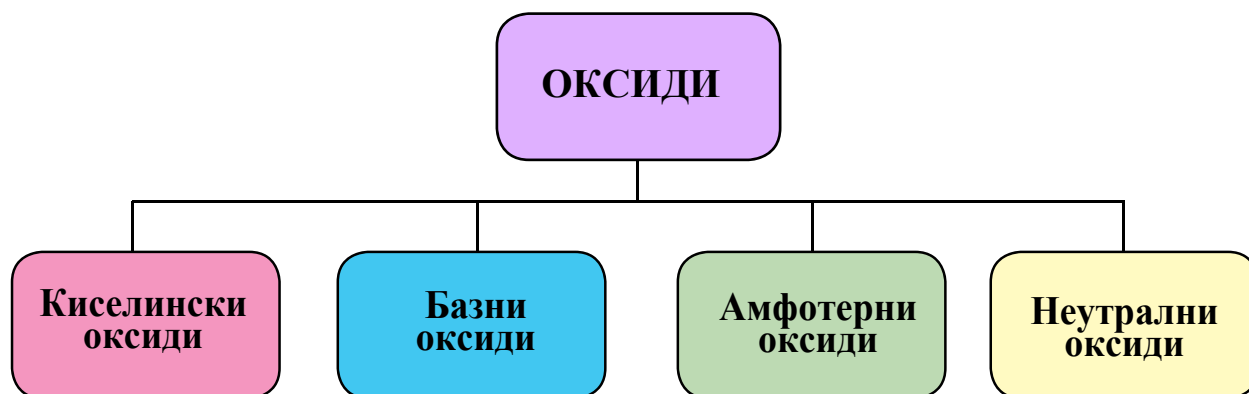


Постоји још велики број реакција сагоревања елементарних супстанци, али је важно да знаш да се, у највећем броју случајева, у овим реакцијама добија оксид елементарне супстанце.

Класификација оксида према хемијским својствима

Из претходно разматраних примера добијања оксида видели смо да је магнезијум-оксид чврста супстанца, сумпор-диоксид гасовита супстанца, а вода течна супстанца. Отуда можемо закључити да се оксиди разликују према својим физичким својствима. Број оксида је веома велики и они се разликују не само према агрегатном стању, већ и према другим физичким својствима, као што су на пример боја, растворљивост у води итд. Осим према физичким својствима, оксиди се разликују и према својим хемијским својствима. На основу разлика у хемијским својствима, оксиди су подељени у четири класе: киселински оксиди, базни оксиди, амфотерни оксиди и неутрални (индиферентни) оксиди. Овде ћемо рећи да је ова подела направљена пре

свега на основу реакције са водом, али и са другим супстанцама као што су киселине и базе, о којима ће бити речи у наставку.



Слика 2.5. Класификација оксида према хемијским својствима

Са реакцијама ових врста оксида постепено ћемо се упознати у наставку. Овде ћемо поменути само нека њихова општа хемијска својства.

Киселински оксиди су оксиди неметала и малог броја метала. Они у реакцији са водом образују киселину. Такође, реагују са базама, као и са базним оксидима, градећи соли. О свим овим класама једињења учићеш у наставку.

Базни оксиди су метални оксиди који у реакцији са водом образују базу. Такође, реагују са киселинама, као и са киселинским оксидима, градећи соли.

Амфотерни оксиди су метални оксиди који могу да реагују и са киселинама и са базама.

Неутрални (индиферентни) оксиди су мали број неметалних оксида који не реагују ни са водом, ни са киселинама, ни са базама.

Табела 2.2. Примери за различни видови оксиди според хемиските својства.

Киселински оксиди		Базни оксиди		Амфотерни оксиди		Неутрални оксиди	
угљен диоксид	CO_2	литијум оксид	Li_2O	цинк оксид	ZnO	угљен моноксид	CO
сулфур триоксид	SO_3	калцијум оксид	CaO	алуминијум оксид	Al_2O_3	дiazот моноксид	N_2O
дiazот пентаоксид	N_2O_5	баријум оксид	BaO	олово(II) оксид	PbO	азот моноксид	NO
тетрафосфор декаоксид	P_4O_{10}	бакар(II) оксид	CuO	калај(IV) оксид	SnO_2		
супор диоксид	SO_2	никел(II) оксид	NiO	хром(III) оксид	Cr_2O_3		

Својства и примена неких оксида

Рекли смо да је број оксида веома велики, па отуда и велики број различитих својстава која они испољавају. Од својстава супстанци, као што знаш, зависи нивова примена. Оксиди се користе као материјали са специфичним својствима у електроници, биомедицини итд. Овде ћемо навести својства неких важнијих оксида који налазе одговарајућу примену.

Магнезијум оксид, MgO , је бела, прашкаста супстанца са високом температуром топљења. Он има ниску електричну проводљивост, а високу топлотну проводљивост. Магнезијум-оксид је базни оксид који реагује са водом. Због својих својстава, магнезијум оксид (MgO) налази примену као ватростални (огноотпорни) материјал за облагање пећи у металургији, као елек-



Слика 2. 6. Магнезиум оксид се користи во производството на градежни материјали.

трични изолатор у електроници и као средство за заштиту од пожара у грађевинским материјалима.

Магнезијум оксид налази примену у медицини и фармацији као антацид (средство против вишка желудачне киселине) и као лаксатив (средство против лошег варења хране и затвора).

Он има и еколошку улогу, будући да се употребљава при пречишћавању воде.

Калцијум оксид, CaO , је сиво-бела, прашкаста супстанца са високом температуром топљења. Он је типичан базни оксид који при реакцији са водом ослобађа велику количину топлоте.

Због високе температуре топљења, калцијум-оксид се користи као одличан ватростални материјал. У грађевинарству, калцијум оксид је познат под именом негашени креч. При његовој реакцији са водом добија се тзв. гашени креч, па се зато реакција између калцијум-оксида и воде у грађевинарству назива „гашење креча“. Калцијум-оксид везује угљеник-диоксид из ваздуха, при чему се добија кречњак. Због свих ових својстава, калцијум оксид је једна од компоненти цемента.



Слика 2.7. Магнезијум оксид се користи у медицини како антацид и лаксатив.



Слика 2.8. Калцијум оксид

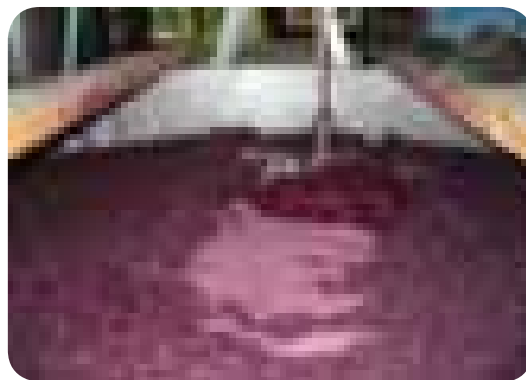


Слика 2.9. Цемент садржи калцијум оксид.

Сулфур диоксид, SO_2 , на собној температури је безбојан, незапаљив гас са већом густином од ваздуха и оштрим, иритирајућим или загушљивим мирисом. Он је типичан киселински оксид који реагује са водом, али реагује и са многим другим супстанцама и сматра се прилично реактивним једињењем.

У индустрији се користи за производњу сумпорне киселине, о којој ћеш учити у наставку. Због својих антимикробних својстава користи се као конзерванс, посебно у винарству.

Сумпор диоксид је један од гасова који се испуштају из индустријских погона, али због његове реакције са воденом паром у ваздуху, он је један од главних узрочника тзв. киселих киша, о којима ће бити речи у наставку. Зато је његово испуштање у атмосферу регулисано законским прописима.

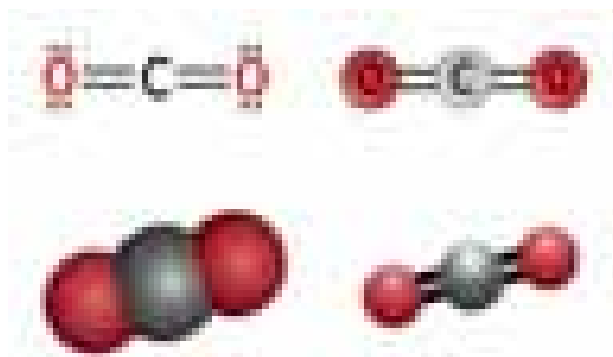


Слика 2.10. Сулфур диоксидот се користи при производството на вина како конзерванс.



Слика 2.11. Концентрацијата на сулфур диоксид во воздухот треба редовно да се мери и доколку е висока, се преземаат соодветни мерки за нејзино намалување.

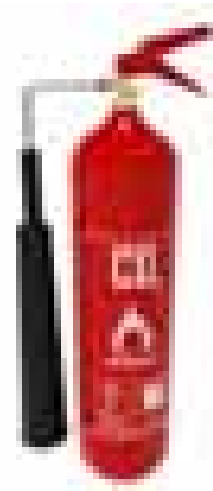
Угљен диоксид, CO_2 , је безбојан, без мириса, незапаљив гас који је гушћи од ваздуха и кључан је за живот на Земљи. То је киселински оксид који се раствара у води и реагује са њом.



Слика 2.12. Структурна формула и модели молекула

Због тога што није запаљив, угљен диоксид се користи у апаратима за гашење пожара. Осим тога, користи се и за газирање пића.

Угљен диоксид је кључна компонента у биохемијским процесима, пре свега у фотосинтези, процесу у којем биљке користе светлосну енергију Сунца за синтезу хранљивих материја, при чему се ослобађа кисеоник. Код животиња и човека угљен диоксид се образује током рада метаболизма, а ослобађа се дисањем. На овај начин он учествује и главна је компонента, у циклусу угљеника, те се његова концентрација у атмосфери одржава на сталном нивоу.



Слика 2.13. Апарати за гашење пожара испуштају угљен диоксид.

Угљен диоксид има важну улогу у одржавању температуре на површини наше планете, због чега се јављају озбиљни проблеми при повећању његовог удела у атмосфери. О овоме ће бити речи детаљније у делу који следи.

Оксиди и ефекат стаклене баште

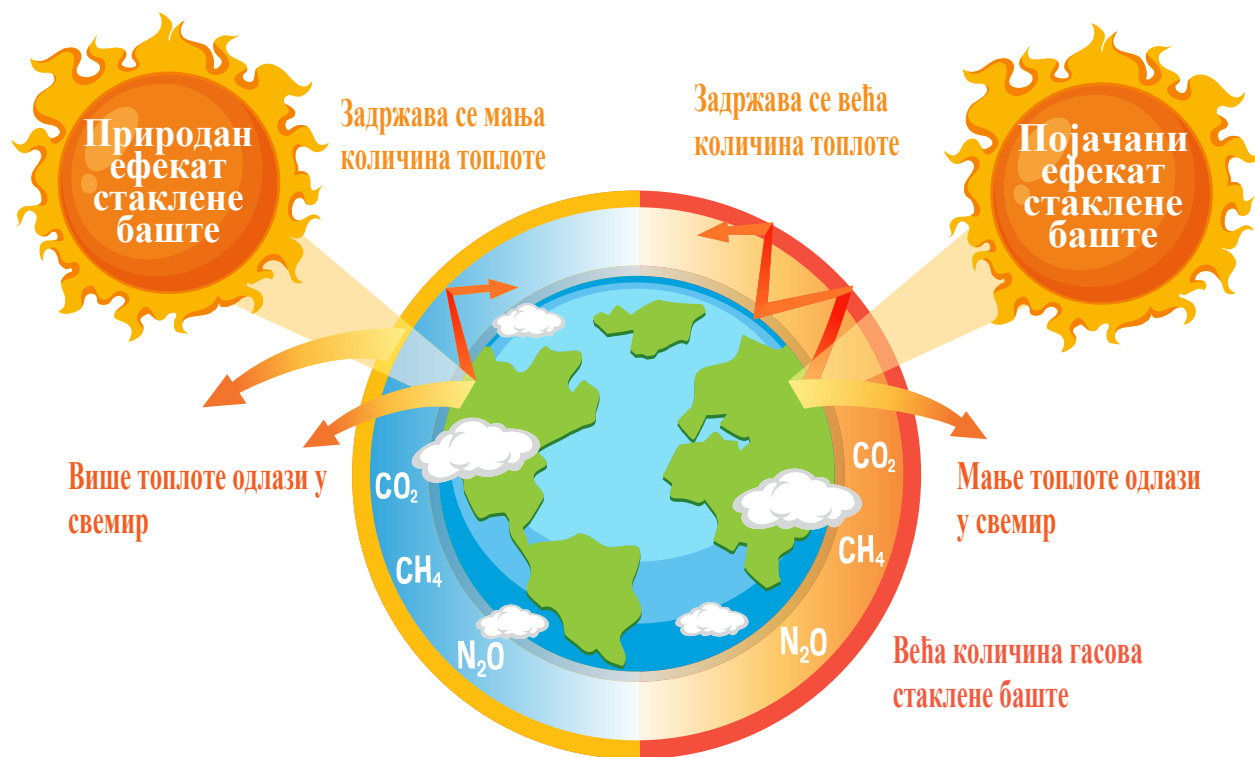
Од многих оксида у природи, два су од посебног значаја за човека и за живи свет. Један од њих је вода, чији је значај очигледан. Други посебно значајан оксид је угљен диоксид. Угљен диоксид и водена пара заступљени су у веома малом проценту у атмосфери. Кружењем воде у природи и процесима из циклуса угљеника, њихов ниво у атмосфери се константно одржава, будући да су они од суштинског значаја за одржавање живота на Земљи. Као што знаш, вода и угљен диоксид су неопходни за процес фотосинтезе, којим се сунчева светлост



Слика 2.14. Циклусом угљеника у природи обезбеђује равнотежни ниво угљеник-диоксида у атмосфери.

користи за синтезу шећера, који су прве супстанце у ланцу исхранешекери, кои се првите супстанци во синцирот на исхрана.

Поред тога, они имају и другу важну улогу, а то је одржавање просечне температуре на површини Земље. Атмосфера и Земљина површина се загревају од сунчевог зрачења, које се, када падне на Земљину површину, одбија од ње. Међутим, неки гасови у атмосфери, међу којима су најзначајнији водена пара и угљен диоксид, задржавају (апсорбују) ово зрачење и не дозвољавају му да се врати у свемир. То омогућава да се температура на површини Земље одржи на просечној вредности од $15\text{ }^{\circ}\text{C}$, која би у супротном износила $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Овакав ефекат је сличан ефекту који се дешава у стакленицима, па су зато гасови који имају способност да апсорбују топлоту која се рефлектује са површине Земље познати као гасови стаклене баште, а сам ефекат се назива **ефекат стаклене баште**.



Слика 2.15 Нормалан, природан ефект стаклене баште и појачани ефект стаклене баште

Са развојем индустрије и модерног начина живота нарушава се природна равнотежа гасова стаклене баште. Томе доприносе неконтролисано испуштање гасова из индустрије, издувни гасови из моторних возила, гасови из топлана, из домаћинства итд. Овим се мења састав ваздуха и повећава удео гасова стаклене баште, а највише угљен диоксида. Ово доводи до појаве **појачаног ефекта стаклене баште**.

Појачани ефекат стаклене баште, заједно са неким другим појавама, може изазвати повећање просечне температуре на Земљи. Ова појава се назива глобално загревање. Глобално загревање изазива климатске промене које нарушавају равнотежу у екосистемима и изазивају трајне, штетне последице, па чак и нестанак неких врста. На пример, у неким деловима планете могу се појавити сушна, пустињска подручја, а у другим појава повећаног нивоа водених површина због топљења леда у поларним подручјима.



Слика 2.16. Глобално загревање нарушава екосистеме.

Повећана количина угљен диоксида и других гасова стаклене баште у атмосфери последица је, пре свега, употребе фосилних горива (угља, нафте, нафтних деривата и природног гаса) у индустрији, саобраћају и домаћинствима. Сва она садрже угљеник, па се зато њиховим сагоревањем образује угљен диоксид. Шумски пожари и сагоревање биомасе, такође, у значајној мери доприносе повећању количине угљен диоксида у атмосфери.



Слика 2.17. Употреба фосилних горива у индустрији, саобраћају и домаћинствима повећава ниво гасова стаклене баште у атмосфери.

Због озбиљних проблема које изазива глобално загревање, уведене су законске мере којима се спречава неконтролисана емисија угљен диоксида и других гасова стаклене баште у атмосферу. Најважније од свега јесте да сваки човек буде упознат са овим проблемима и да зна да има лични утицај на њих, као и личну одговорност за спречавање и смањење штетних последица.



Сазнај више

Азот моноксид – загађивач и биолошки гласник

Азот моноксид, NO , је безбојан гас чија је важност за животну средину позната већ неколико деценија, али чија је биолошка важност тек сада потпуно препозната.

Значај NO за животну средину произилази из чињенице да се формира као међупроизвод при сагоревању фосилних горива. У моторима са унутрашњим сагоревањем, као и у другим изворима сагоревања, на повишеној температури, азот који је везан у супстанцама из фосилних горива реагује са кисеоником из ваздуха, при чему се образује мала количина азот монооксида. Међутим, азот моноксид реагује готово одмах са кисеоником из ваздуха и образује азот диоксид, NO_2 , који је веома отрован гас. Азот диоксид је једна од компоненти фотохемијског смога. Он реагује са воденом паром у ваздуху и образује киселину која се налази у киселим кишама.

Када се удише, азот моноксид (NO) пролази из плућа у крвоток, где реагује са гвожђем из хемоглобина. Замислите изненађење када је откривено да се ово веома реактивно, наизглед опасно једињење синтетише код људи и игра виталну

улогу као сигнални молекул у кардиоваскуларном систему. На пример, азот моноксид штити први слој крвних судова (онај који је у контакту са крвљу) и чини их еластичнијим. Зато је он вазодилататор, тј. супстанца која проширува крвне судове, а тиме и снижава крвни притисак. Поред тога, азот моноксид је сигнални молекул за регулацију великог броја тзв. неуротрансмитера.

Године 1992. азот-моноксид је проглашен за „молекул године“, а Нобелова награда за физиологију или медицину 1998. године додељена је за откриће улоге азот монооксида као вазодилататора.



Питања и задаци

1. Које од следећих формула су формуле оксида: а) K_2S ; б) NO ; в) $HClO$; г) Cs_2O ; д) $HNCO$?
2. Класификуј следеће оксиде на металне и неметалне: FeO ; Co_2O_3 ; N_2O ; Cl_2O_7 ; P_2O_5 ; MnO_2 ; Cr_2O_3 ; SrO ; BrO_2 ; Al_2O_3 ; BeO ; HgO .
3. Именуј оксиде из претходног питања. Податке о променљивој валентности за елементе који ти нису познати потражи на интернету.
4. Напиши формуле следећих оксида: а) титан(IV) оксид; б) арсен(III) оксид; в) тетрафосфор декаоксид; г) антимон(V) оксид; д) литијум оксид; ђ) дибром моноксид; е) калај(IV) оксид; ж) хлор диоксид; з) цинк оксид; и) ванадијум(V) оксид; ј) сумпор триоксид; к) ренијум(VII) оксид. Симболе елемената који ти нису познати пронађи у Периодном систему.
5. Напиши израмњене једначине за реакције директног спајања са кисеоником: а) литијума; б) баријума; в) бакра; г) алуминијума; д) фосфора.
6. Неки метални оксид се не раствара у води, али реагује и са киселинама и са базама. У коју класу оксида припада према хемијским својствима?

7. Који од следећих оксида су киселински оксиди: а) BeO ; б) N_2O_5 ; в) N_2O ; г) BaO ; д) SO_2 ?
8. Напиши формуле три базна, три киселинска, три амфотерна и три неутрална оксида.



Истражуј

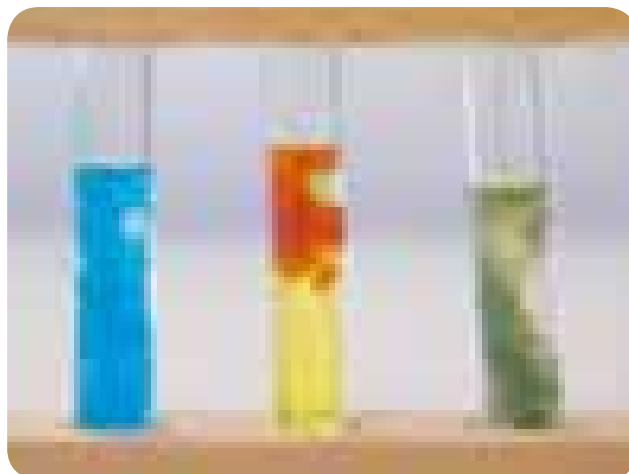
1. Оксиди неких метала се користе као имплантати (вештачки материјали уграђени у жив организам). Потражи информације на интернету о најмање једном оксиду који се користи за израду имплантата. Састави кратку презентацију и представи је друговима из разреда.
2. Потражи информације на интернету о утицају глобалног загревања на пораст просечне температуре океана. Пронађи податке за последњих 50 година и представи их графички. Састави кратку презентацију и представи је друговима из разреда.

2.2. ХИДРОКСИДИ



Потсети се!

- ◆ Од чега зависе својства супстанци?
- ◆ Шта су базни оксиди?



Састав хидроксида

Поред оксида, друга велика и важна класа једињења су хидроксиди. Као што смо претходно рекли, класификација супстанци заснива се на њиховом саставу. Зато, да бисмо сазнали шта је карактеристично за састав хидроксида, погледајмо неколико хемијских формула хидроксида.



Из датих формула могу се извући два важна закључка: (1) у свим формулама постоји симбол неког метала; (2) у свим формулама постоји једна или више (ОН) група. Очигледно, хидроксиде граде метали (о једном изузетку биће речи касније) када се везују са ОН групом/групама. Група **–ОН** назива се **хидроксидна група**, па отуда и назив ове класе једињења. На основу састава хидроксида, можемо рећи да су **хидроксиди једињења која се састоје од метала везаног за једну или више хидроксидних група**.

Ако пажљиво погледаш формуле хидроксида наведене изнад, приметићеш да метали који улазе у њихов састав имају сталну валентност: Тако су натријум и калијум увек једновалентни, магнезијум и калцијум су двовалентни, а алуминијум је трива-

лентан. Отуда лако можеш видети да је број -ОН група једнак валентности метала. Према томе, можемо извући закључак да је **-ОН група једновалентна**.



Слика 2.18. Модели хидроксидне групе

Номенклатура хидоксида

Номенклатура хидоксида је веома једноставна, управо због тога што је -ОН група једновалентна. Хидроксиди се именују слично као оксиди. Имена хидоксида се образују од **назива метала и речи хидроксид**. Најпре се пише име метала који гради хидроксид, а уколико метал има променљиву валентност, одмах поред њега, у малој загради, записује се валентност метала. Потом се одвојено додаје реч хидроксид. Ово ћемо погледати на следећим примерима:

Решен пример 2.4:

Именуј следеће хидроксиде: а) $\text{Fe}(\text{OH})_3$; б) $\text{Ba}(\text{OH})_2$?

Решење: а) Овом формулом је представљен хидроксид гвожђа. Гвожђе има променљиву валентност, па зато, да бисмо написали тачан назив овог хидроксида, најпре морамо одредити валентност гвожђа. Знамо да је -ОН група једновалентна, а такође и да производ валентности и индекса једног елемента мора бити једнак производу индекса и валентности другог елемента, тј. атомске групе. Значи:

$$1 \cdot x = 3 \cdot 1$$

$$x = 3$$

Преме томе, назив хидоксида биће : **гвође(III) хидроксид..**



б) У овом случају ради се о хидроксиду баријума, а он има сталну валентност. Наиме, баријум је земноалкални метал и налази се во другој групи Периодног система, што значи да је двовалентан.

Према томе, овај хидроксид ћемо именовати једноставно као **баријум хидроксид**.

На следећим примерима ћемо видети како на основу назива састављамо формулу хидоксида.

Решен пример 2.5:

Напиши формуле за: а) бакар(II) хидроксид; б) рубидијум хидроксид.

Решење: а) Из назива хидоксида може се закључити да је у овом хидроксиду бакар двовалентан. Будући да је хидроксидна група једновалентна, у овом хидроксиду је бакар везан за две —OH групе. Значи, формула бакар(II) хидоксида је **Cu(OH)_2** .

б) У називу овог хидоксида није наведена валентност метала, што значи да он нема променљиву валентност. Да бисмо написали формулу хидоксида рубидијума, морамо знати његову валентност. Рубидијум је алкални метал и налази се у првој групи Периодног система, што значи да је једновалентан. Према томе, формула рубидијум-хидоксида је **RbOH** .



Други примери за номенклатуру хидоксида су дати у табели 2.3.

Табела 2.3. Називи и формуле неких хидоксида.

Формула	Име	Формула	Име
LiOH	литијум хидроксид	Zn(OH)_2	цинк хидроксид
Cr(OH)_3	хром(III) хидроксид	Pb(OH)_4	олово(IV) хидроксид
Sn(OH)_2	калај(II) хидроксид	CuOH	бакар(I) хидроксид

Добијање хидроксида

Постоје различити начини за добијање хидроксида, али за сада ћемо се упознати само са једним начином за добијање неких хидроксида, који ћемо погледати у следећем експерименту:



Експеримент 2.2.

Добијање хидроксида реакцијом базног оксида и воде

Добијање калцијум хидроксида

Потребан прибор и супстанце: кашичица, чаша од 200 mL, стаклени штапић, термометар, лакмус папир, калцијум оксид, дестилована вода, заштитне наочаре и рукавице.

Поступак: У чашу од 200 mL сипа се околу 100 mL воде, мери се температура воде и евидентира се. У воду се уноси комад црвеног лакмус папира. Каква је боја лакмус папира? Потом се узима једна кашичица калцијум оксида и пажљиво додаје у чашу са водом, уз стално мешање стакленим штапићем, све док се калцијум оксид не раствори. Поново се мери температура садржаја у чаши и евидентира се.

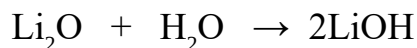


Додирни спољашњи зид чаше. Потом се у чашу додаје комад црвеног лакмус папира. Каква је сада боја лакмус папира?

Оно што се примећује из овог експеримента јесте да када се калцијум оксид дода у воду, температура расте, што значи да се ослобађа топлота. Топлота се ослобађа при неким физичким процесима, али као што знаш, ослобађање топлоте је и један од показатеља да се одвија хемијска реакција. Доказ да се у овом експерименту заиста догодила хемијска реакција јесте промена боје лакмусовог папира, који након завршетка реакције добија плаву боју када се стави у чашу. Заправо, у овом експерименту се одвија реакција између калцијум оксида и воде, при чему се добија калцијум хидроксид. Ову реакцију можемо записати следећом хемијском једначином:



И други базни оксиди реагују са водом и граде хидроксиде. Ево неколико примера:



Из изједначених једначина ових реакција лако се може закључити да када базни оксид реагује са водом, увек се добија само један производ, а то је хидроксид метала из базног оксида. Претходно си научио/ла да се хемијска реакција у којој се две или више супстанци међусобно спајају и граде само један производ назива реакција спајања (или реакција синтезе). Значи, реакција између базног оксида и воде је реакција спајања, у којој се добија хидроксид.

Својства хидроксида

Хидроксиди су супстанце које се на собној температури налазе у чврстом агрегатном стању. Највећи број њих је беле боје, али неки имају своју карактеристичну боју.



Слика 2.19. Неки обојени хидроксиди: а) цинк хидроксид; б) никел(II) хидроксид; в) гвожђе(III) хидроксид.

Неки хидроксиди су добро растворљиви у води, а неки су веома слабо растворљиви. Ово ћемо погледати у следећем експерименту.



Експеримент 2.3.

Растворљивост неких хидроксида у води

Потребан прибор и супстанце: Три чаше од 200 mL, три кашичице, три стаклена штапића, натријум хидроксид, калцијум хидроксид, алуминијум хидроксид, дестилована вода, заштитне наочаре и рукавице.

Поступак: Три чаше од 200 mL напуне се до половине водом. У прву чашу се кашичицом стави неколико зрна натријум хидроксида; у другу чашу се стави једна кашичица калцијум хидроксида, а у трећу чашу једна кашичица алуминијум хидроксида. Садржај у свакој од чаша промеша се посебним стакленим штапићем. Шта се примећује? У сваку од три чаше стави се по један комад црвеног лакмус папира. У којим чашама се мења боја лакмус папира? Како се она боји?

Из експеримента 2.3. може се закључити да се натријум хидроксид потпуно раствара у води, калцијум хидроксид се делимично раствара у води, док се алуминијум хидроксид не раствара. У раствору натријум хидроксида и у бистром раствору калцијум хидроксида лакмус папир се боји у плаво, док у чаша са нераствореним алуминијум хидроксидом и водом лакмус папир не мења своју боју. Хидроксиде који су растворљиви у води називамо **базама**.

За хидроксиде који су слабо растворљиви (нерастворљиви) у води не користи се појам базе. О ширем значењу појма базе и о томе које још супстанце представљају базе, учићеш касније, у даљем образовању. Хидроксиди алкалних метала и већине земноалкалних метала су добро растворљиви у води и њихови раствори представљају базе. При растварању неких од ових хидроксида у води ослобађа се топлота. Поред тога, у растворима хидроксида, тј. у базним растворима, лакмус папир се боји у плаво.

У вези са базама постоји један значајан изузетак. Осим растворљивих хидроксида, базни раствор гради и један гас оштрог, загушљивог мириса који се назива амонијак, а чија је формула NH_3 . Када се амонијак раствара у води, долази до хемијске реакције између амонијака и воде, при чему обично кажемо да се добио амонијум хидроксид, NH_4OH . Заправо, једињење са оваквом формулом не може се изоловати ни у чврстом ни у течном стању, али ипак постоји у воденом раствору. Његов раствор је базан, што се може лако доказати ако се у раствор стави комад црвенг лакмус папира, при чему ће се он обојити у плаво.

Базе и њихови раствори, посебно они од алкалних и земноалкалних метала, веома су реактивне и веома корозивне супстанце. Они нагризају кожу, дрво, хартију, текстил, косу, масти итд., па зато при раду са њима треба предузети мере заштите.



Слика 2. 20. Модел молекула амонијака.



Слика 2.21. На флашама са чврстим натријум хидроксидом (каустичном содом), као и на онима са његовим концентрованим растворима, обавезно стоји знак за корозивну супстанцу.

Хидроксиди ступају у велики број реакција. За сада ћемо поменути само реакцију између хидроксида и киселинских оксида, коју ћемо погледати у следећем експерименту.



Експеримент 2.4.

Реакција између базе и киселинског оксида

Реакција раствора калцијум хидроксида и угљен диоксида

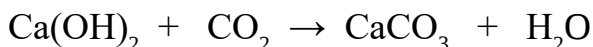
Потребан прибор и супстанце: Епрувета, пипета, балон, штипаљка, пластична цевчица, раствор калцијум хидроксида (кречна вода), заштитне наочаре и рукавице.

Поступак: У епрувету се сипа разблажени раствор калцијум хидроксида. Надува се један балон, затвори се штипаљком и постави на пластичну цевчицу.

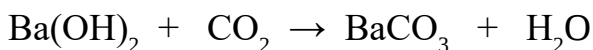
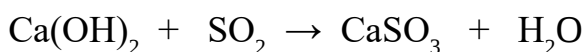
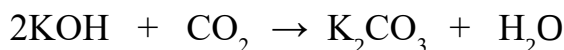
Цевчица се уноси у раствор калцијум-хидроксида и пажљиво се пропушта ваздух из балона. Прати промене у епрувети. Шта примећујеш?



Када се у раствор калцијум хидроксида испусти ваздух из балона, раствор се замути, тј. јавља се бели талог. Као што знаш, ваздух који се издише у балон садржи угљен диоксид. Када се он унесе у раствор калцијум хидроксида, долази до реакције калцијум хидроксида са угљен диоксидом из балона, при чему се гради слабо растворљива супстанца у води, која се зове калцијум карбонат (о називима ове врсте једињења учићеш касније). Реакција се може представити следећом једначином:



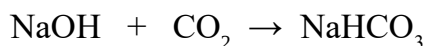
Хидроксиди реагују, не само са угљен диоксидом, већ и са другим киселинским оксидима. При оваквим реакцијама добијају се со и вода. О солима ћеш учити касније. Ево неколико примера:



Неки важнији хидроксиди

Натријум хидроксид, NaOH, је бела кристална супстанца, позната под именом каустична сода, која се најчешће среће у виду гранула.

Изложен воздуху, цврст NaOH реагује са CO_2 из воздуха, при чему се на његовој површини гради NaHCO_3 , према следећој једначини:



Натријум хидроксид се лако раствара у води, при чему се ослобађа топлота. Добијени раствор је база која је веома корозивна. Натриум хидроксид не раствара пластикату, али раствара масноће и други биолошки материјал.

Затоа, са цврстиот натриум хидроксидом, како и са његовим растворима, треба руковати веома пажљиво.

Најважнија примена натријум хидроксида заснива се управо на његовој реакцији са масноћама, па је зато он важна компонента у производњи сапуна и детерџената. Користи се и у текстилној индустрији, као и у кожарској индустрији због свог дејства на животињску кожу. Поред тога, натријум хидроксид је важан лабораторијски реагенс, а користи се и за пречишћавање отпадних вода од киселина.



Слика 2.22. Кристали (грануле) натриум хидроксида



Слика 2.23. Натриум хидроксидот се користи у индустрији сапуна.

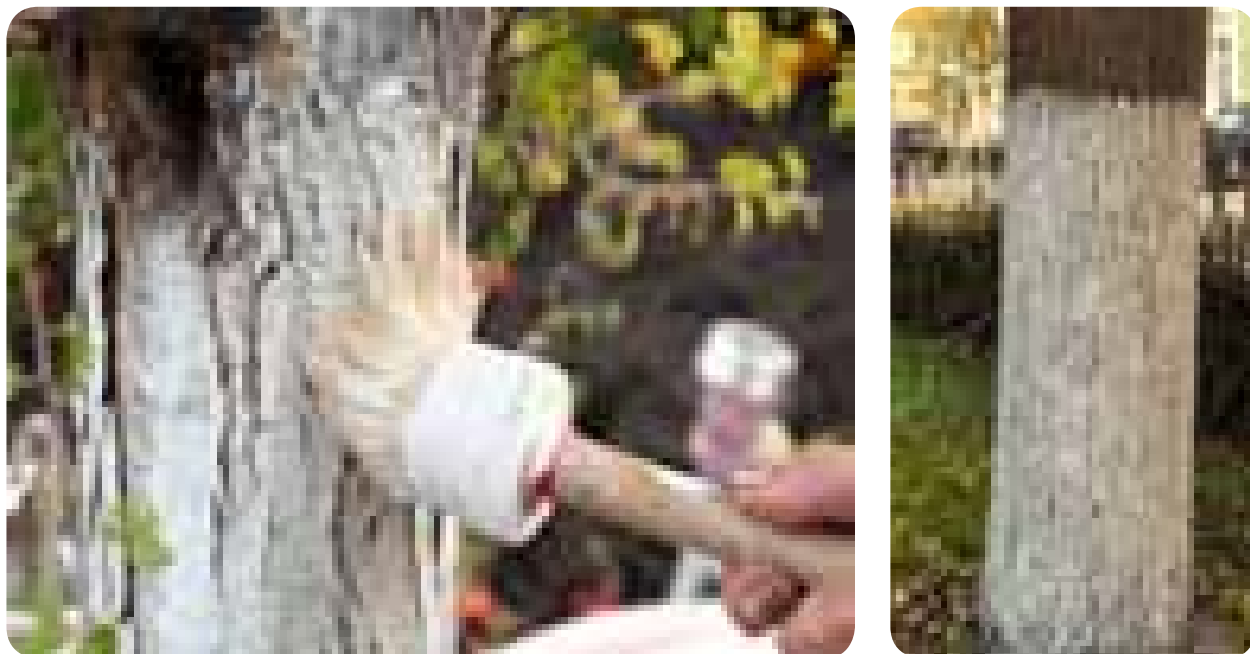
Калцијум хидроксид, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, је супстанца која се среће у виду безбојних кристала или у виду белог праха, позната под именом гашени креч. Калцијум-хидроксид се умерено раствара у води, а при његовом растварању ослобађа се топлота. Раствор калцијум хидроксида, познат под именом кречна вода, представља базу. У поређењу са натријум хидроксидом, калцијум хидроксид и његови раствори су мање корозивни, али ипак могу изазвати опекотине на кожи и зато са њим треба пажљиво руковати.

Као што смо рекли, растворени калцијум хидроксид се везује са угљен диоксидом из ваздуха и гради кречњак (калцијум карбонат). На овом својству калцијум хидроксида заснива се његова примена у грађевинарству, као једне од компоненти малтера и цемента. Поред тога, користи се и за добијање гипса.



Слика 2.24. Калциум хидроксидот се примењује у грађевинарству.

Друга важна примена калцијум хидроксида, која је од еколошког значаја, јесте његова примена у пречишћавању отпадних вода. У пољопривреди се користи као фунгицид (средство за заштиту биљака од штетних гљивица).



Слика 2.25. У пољопривреди се користи као фунгицид.

Амонијум хидроксид, NH_4OH , постоји само у воденом раствору који се добија када се гас NH_3 раствори у води. Као што смо рекли, амонијум-хидроксид представља базу.

Амонијум хидроксид има велики значај у пољопривреди будући да се користи за добијање вештачких ђубрива. Он се користи и при пречишћавању отпадних вода, а такође налази велику примену као састојак у средствима за чишћење у домаћинству.



Слика 2.26. На неким лабораторијским флашама може се срести етикета на којој пише амонијум хидроксид (а), али на неким стоји етикета на којој пише раствор амонијака (б). Заправо, ради се о истој врсти раствора.



Слика 2.27. Велики број средстава за чишћење у домаћинству садржи амонијум хидроксид.

Алуминијум хидроксид, $\text{Al}(\text{OH})_3$, је бела прашкаста супстанца, готово нерастворљива у води.

Алуминијум хидроксид налази примену у индустрији, као једна од компоненти ватросталних материјала. Посебно је значајна његова примена у пречишћавању отпадних вода. У медицини се ово једињење користи као антацид, односно за ублажавање симптома изазваних вишком желудачне киселине.



Слика 2.28. Алуминијум хидроксид је важан састојак у антацидима, средствима за ублажавање желудачних тегоба.



Слика 2.29. Хидроксиди налазе примену у различитим областима.



Сазнај више

Хидроксиди у батеријама

Неки хидроксиди налазе и другу веома важну примену. Да ли знаш да се донедавно за батерије у нашим телефонима и лаптоповима користио никал(II) хидроксид? Никал(II) хидроксид, $\text{Ni}(\text{OH})_2$ је материјал за израду такозваних никал-метал-хидридних батерија, које помоћу хемијских реакција омогућавају складиштење и ослобађање енергије. Данас је литијум хидроксид, LiOH „звезда” у модерним батеријама, будући да је основни материјал за израду такозваних литијум-јонских батерија, које налазе огромну примену у електроници. Иако данас литијум-јонске батерије доминирају, $\text{Ni}(\text{OH})_2$ остаје важан у хибридном аутомобилима, али се такође непрестано трага за применом других металних хидроксида који ће наћи примену у електроници.



Питања и задаци

1. Именуј следеће хидроксиде: а) $\text{Sr}(\text{OH})_2$; б) CsOH ; в) $\text{Mn}(\text{OH})_3$; г) $\text{Be}(\text{OH})_2$; д) $\text{Ti}(\text{OH})_4$. За симболе елемената који ти нису познати, користи Периодни систем елемената.
2. Напиши хемијске формуле следећих хидроксида: а) олово(II) хидроксид; б) кадмијум хидроксид; в) гвожђе(II) хидроксид; г) калај(IV) хидроксид; д) кобалт(III) хидроксид. За симболе елемената који ти нису познати, користи Периодни систем елемената.
3. Напиши изједначену једначину реакције између: а) рубидијум оксида и воде; б) стронцијум оксида и воде.
4. Напиши изједначену једначину реакције између: а) бакар(II) хидроксида и угљен диоксида; б) натријум хидроксида и сумпор диоксида; в) гвожђе(III) хидроксида и угљен диоксида. Помоћ: за састављање формула соли које се добијају у овим реакцијама, узми у обзир хемијске једначине дате као пример на страници 74.



Истражуј

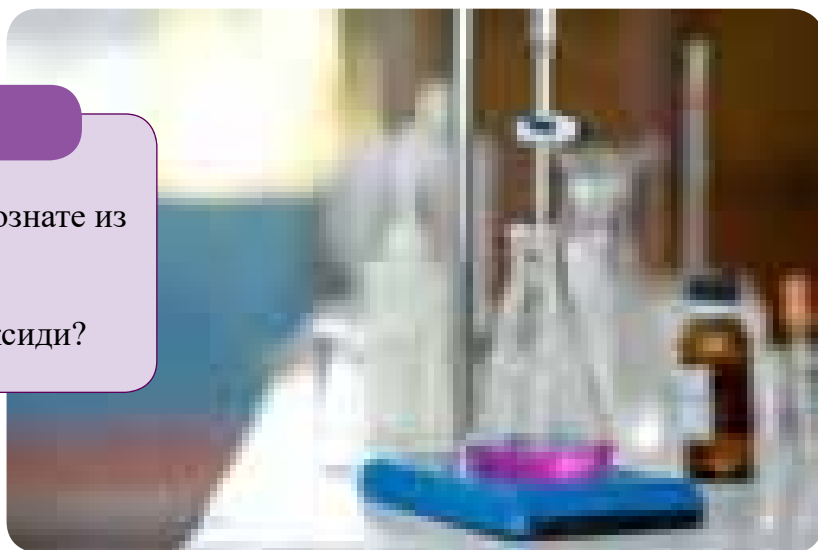
1. Потражи информације на интернету о еколошком значају калцијум хидроксида за смањење нивоа угљен диоксида, а самим тим и о његовом утицају на глобално загревање и климатске промене. Састави кратку презентацију и представи је одељењу.
2. Истражуј на тему: „Хидроксиди око нас”. Одабери један хидроксид (на пр. NaOH , LiOH , $\text{Mg}(\text{OH})_2$ итд.) и потражи информације о његовом својствима и примени. Састави кратку презентацију и представи је одељењу.

2.3. КИСЕЛИНЕ



Потсети се!

- ◆ Које киселине су ти познате из свакодневног живота?
- ◆ Шта су киселински оксиди?



Састав и класификација на киселина

Киселине, слично као оксиди и хидроксиди, представљају још једну велику класу једињења која срећемо у свакодневном животу. На пример, сону киселину употребљавамо као средство за одстрањивање каменца. Ова киселина се излучује и у нашем желуцу, где помаже у разлагању хране. Можемо сматрати да угљене киселине има у газираним пићима. Неке киселине се образују у атмосфери као резултат загађења ваздуха итд.

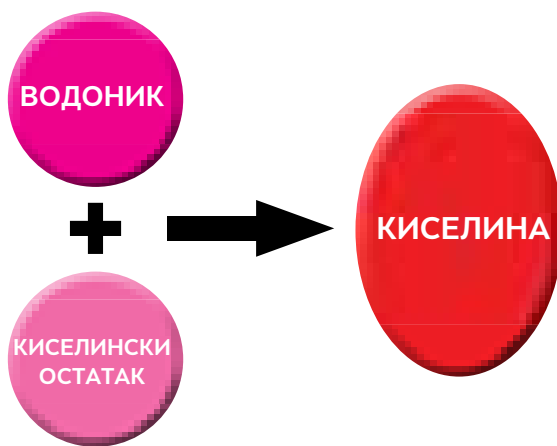
Да бисмо могли да класификујемо више једињења у једну класу, она треба да имају нека заједничка својства која су, као што већ знаш, повезана са њиховим хемијским саставом. Тако, и када је реч о киселинама, најпре морамо видети од чега су оне састављене. У ту сврху, пажљиво ћемо погледати формуле неколико киселина:



Из ових формула се лако може приметити да свака од њих почиње симболом водоника. У првој и у четвртој формули водоник је везан за неметал, а у преостале три је везан за једну групу атома у којој учествује кисеоник.

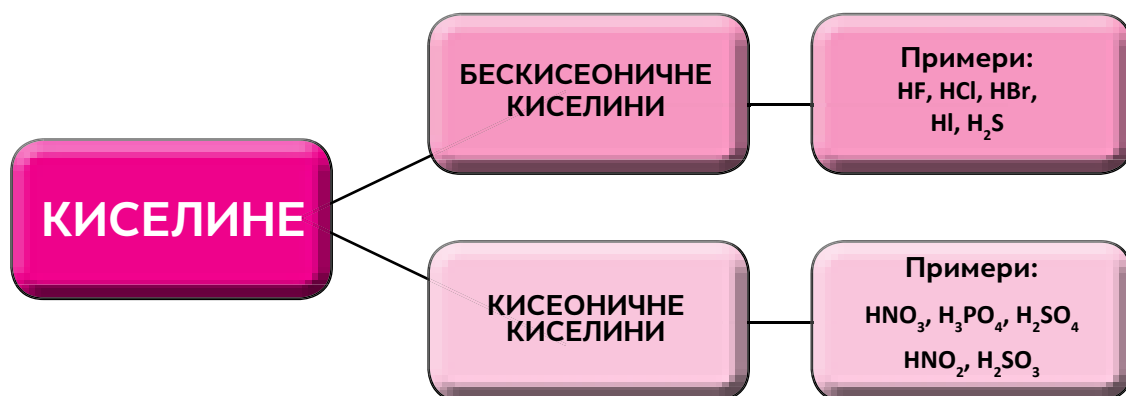
Атом или атомска група за коју је везан водоник назива се киселински остатак. Отуда, према њиховом саставу, већ можемо дати дефиницију шта су киселине:

Киселине су једињења изграђена од водоника и киселинског остатка.



Слика 2.30. Киселине се састоје од водоника и киселинског остатка.

Као што си могао/ла закључити, киселине су састављене од водоника и киселинског остатка. Киселински остатак се, са друге стране, може састојати од једног неметала или од целе атомске групе која садржи кисеоник. Зато је подела киселина направљена управо на основу тога да ли киселински остатак садржи или не садржи кисеоник. На основу овога, киселине су подељене на: **кисеоничне киселине** и **бекисеоничне киселине**. На слици 2.31. приказана је подела киселина, као и формуле неких важнијих киселина из сваке групе.



Слика 2.31. Поделба на киселините на бекисеоничне и кисеоничне.

Номенклатура киселина

Из формула датих изнад, лако се може приметити да свака формула почиње симболом водоника. Број водоникових атома у једном молекулу киселине различит је за различите киселине. Знајући да је водоник једновалентан, лако можемо закључити колика је валентност киселинског остатка.

Именовање киселина зависи од тога да ли је реч о бескисеоничним или о кисеоничним киселинама. Прво ћемо погледати именовање бескисеоничних киселина и њихових киселинских остатака. **Бескисеоничне киселине** се именују тако што се на име неметала дода наставни вокал **-о-** и спојено са њим реч **водонична**, а потом се одвојено пише реч киселина. Ево неколико примера:

HI – јод**оводична** киселина

H₂S – сулфур**оводонична** киселина

Неки елементи граде само једну кисеоничну киселину, али најчешће један исти елемент гради више од једне кисеоничне киселине, које се у највећем броју случајева разликују по броју кисеоникових атома у киселинском остатку. На пример:



Кисеоничне киселине са већим бројем кисеоникових атома именују се тако што се на име елемента који гради киселину (сумпор, азот, фосфор) додаје наставак **-на** или **-аста** и одвојено реч **киселина**. У таквој киселини, елемент који гради киселину има своју највишу валентност. Зато се таква киселина понекад назива основна киселина за тај елемент. Ова номенклатура важи и за киселине елемената који граде само једну кисеоничну киселину. Кисеоничне киселине са мањим бројем кисеоникових атома од основне именују се тако што се на име елемента који гради киселину додаје наставак **-аста** и одвојено реч **киселина**. На пример:



Именовање киселина погледаћемо на следећем примеру:

Решен пример 2.6:

Како се именују следеће киселине: а) HBr ; б) HNO_3 ; в) HNO_2 ?

Решење:

- а) HBr је бескисеонична киселина брома. Зато се име ове киселине образује тако што се на реч бром додаје -оводонична, а потом реч киселина. Значи, име ове киселине је **бромоводонична киселина**.
- б) HNO_3 је кисеонична киселина азота, у којој је азот у својој највишој валентности, тј. петовалентан. Име ове киселине образује се тако што се на реч азот додаје наставак -на, а потом одвојено реч киселина. Према томе, име ове киселине је **азотна киселина**.
- в) Киселина HNO_2 садржи један кисеоников атом мање од основне киселине (HNO_3), па се зато, уместо -на, на реч азот додаје наставак -аста и одвојено реч киселина. Значи, ову киселину ћемо именовати као **азотаста киселина**.

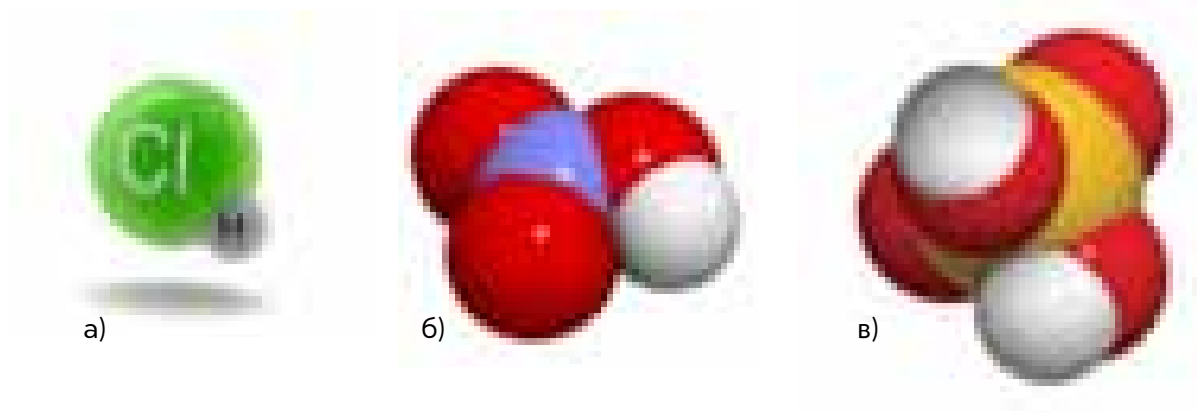
У табели 2.4. дате су формуле и имена неких кисеоничних и бескисеоничних киселина.

Табела 2.4. Називи и формуле неких кисеоничних и бескисеоничних киселина.

Формула	Назив киселина
HF	флуороводонична киселина
HCl	хлороводонична киселина
HBr	бромоводонична киселина
HI	јодоводонична киселина
H_2S	сумпороводонична киселина
H_2CO_3	угљена киселина
H_2SO_4	сумпорна киселина
H_2SO_3	сумпораста киселина
H_3AsO_4	арсенова киселина
H_3AsO_3	арсенаста киселина
H_3PO_4	фосфорна киселина
H_3PO_3	фосфораста киселина

Физичка својства киселина

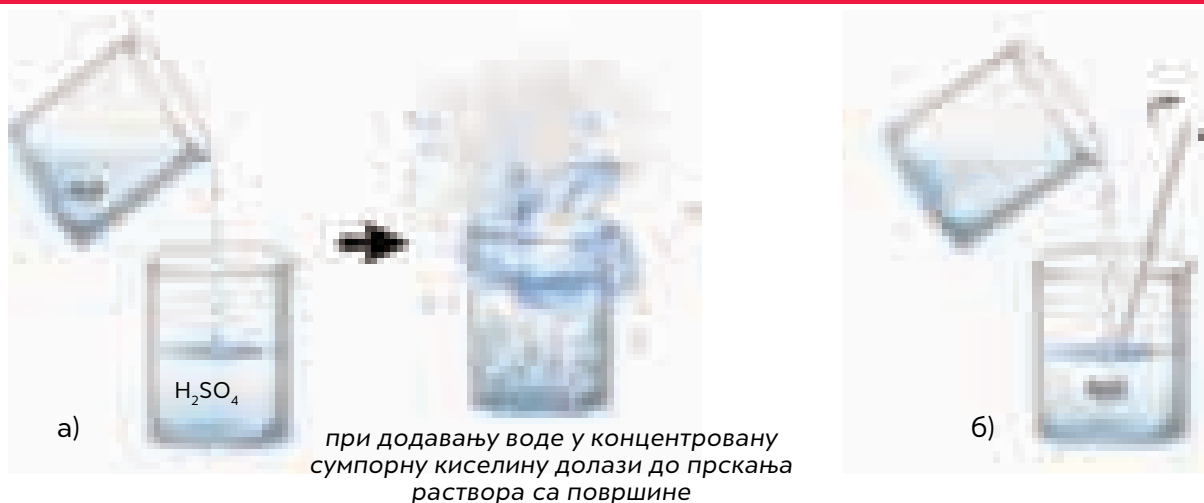
Иако свако једињење, па самим тим и свака киселина, има своја посебна својства, киселине ипак имају и низ заједничких својства. Погледаћемо нека од њих, имајући у виду, пре свега, најважније киселине, а то су: азотна киселина, сумпорна киселина и хлороводонична киселина.



Слика 2.32. Модели молекула: а) HCl ; б) HNO_3 ; в) H_2SO_4

Све киселине имају **кисео укус**, па отуда им потиче и име. Наравно, они се не **смеју пробати**. Већина киселина (са неколико изузетака) јесу безбојне течности оштрог мириса. Неке концентроване киселине, као што су HCl , H_2SO_4 и HNO_3 , диме на ваздуху. Хлороводонична киселина (HCl) се, заправо, добија када се гас хлороводоник (HCl) раствори у води.

Киселине се лако растварају у води. Уобичајено, у лабораторије киселине долазе као концентровани раствори, а потом се, по потреби, разблажују. Међутим, мора се веома пазити при разблаживању киселина, посебно када је реч о сумпорној киселини. При разблаживању сумпорне киселине ослобађа се велика количина топлоте. Зато се **при разблаживању сумпорне киселине увек, у танким млазевима, киселина додаје у воду, а не обратно**. Сумпорна киселина има много већу густину од воде, па се зато не сме сипати вода у киселину, будући да вода остаје на површини, па због ослобођене топлоте она прска, заједно са капљицама сумпорне киселине.



Слика 2.33. Разблаживање концентроване сумпорне киселине а) неправилно: вода се додаје у киселину, при чему долази до прскања раствора; б) правилно: киселина се додаје у воду.

Када је концентрована, сумпорна киселина упија влагу из околине, због чега кажемо да је хигроскопна супстанца. Осим тога, она може одузети воду из супстанци. Образложење: у шећеру нема везане воде. Зато кажемо да она има дехидратациона својства. У ово се можемо уверити ако на мало шећера капнемо неколико капи концентроване сумпорне киселине. Након извесног времена, шећер ће поцрнети због тога што киселина одузима воду и остаје само угљеник.



Слика 2.34. Шећер угљенише када на њега додају пар капи концентроване сумпорне киселина.

Један од начина за доказивање присуства киселине у неком раствору јесте помоћу **индикатора**. Индикатори су супстанце које имају различиту боју у киселом, неутралном и базном раствору, што значи да показују о каквом је раствору реч. Неутралан раствор је раствор који није ни кисео ни базан.

Претходно смо поменули лакмус папир и рекли да се црвени лакмус папир у растворима база боји у плаво, а у киселој средини се боји у црвено, што значи да је лакмус папир индикатор. Осим лакмус папира, постоје и многи други индикатори, а сваки од њих има различиту боју у киселој, неутралној и базној средини. Овде ћемо поменути неке од индикатора: универзални индикатор, метил-оранж, али и неке природне индикаторе, тј. индикаторе који се налазе у прехранбеним производима, као што су сок од црвеног купуса, чај од бруснице и други.

У следећем експерименту ћемо видети каква је боја неких од ових индикатора у киселој, неутралној и базној средини:



Експеримент 2.5.

Боје различитих индикатора у раствору HCl , NaOH и у дестилованој води

Потребан прибор и супстанце: стак са шест епрувета, пипете, Пастерове пипете, лабораторијске наочаре и рукавице, разблажени раствор HCl , разблажени раствор NaOH , дестилована вода, раствор универзалног индикатора, бистри сок од црвеног купуса.



Поступак: Пипетом се напуне две епрувете до половине раствором HCl -а, две дестилованом водом и две раствором NaOH -а. У једну од две епрувете са раствором HCl -а, Пастеровом пипетом се капне универзални индикатор, а у другу бистри сок од црвеног купуса. Исти поступак се изводи и са епруветама у којима је дестилована вода, као и са епруветама у којима је раствор NaOH -а. Забележи боје и евидентирај их.

Из изведеног експеримента сигурно си приметио/ла да се додавањем универзалног индикатора у раствор HCl -а он боји у црвено, у дестилованој води у зелено, а у раствору NaOH -а у тамноплаво-љубичасто. Додавањем сока од црвеног купуса у раствор HCl -а, раствор се такође боји у црвено, али у дестилованој води добија љубичасто-плаву боју, а у раствору NaOH -а жуто-зелену боју.

Индикатори не само што показују да ли је неки раствор кисео, неутралан или базан, већ они показују и „колико” је он кисео или базан, односно да ли је слабо кисео или веома кисео, односно мало или веома базан. За одређивање тога колико је кисео или базан један раствор, служи такозвана рН-скала у којој постоје вредности од 0 до 14. О томе шта представља рН, учићеш у свом даљем хемијском образовању, али сада је довољно да знаш да вредност рН показује колико је слабо/јакو кисео или колико је слабо/јакو базан неки раствор.

Најчешће коришћени индикатор којим се може одредити рН-вредност неког раствора јесте универзални индикатор. Универзални индикатор може бити у папирној форми (у виду индикаторског папира или индикаторских трака) или у форми раствора. Универзални индикатор се састоји од раствора неколико једињења која показују различите промене боје у широком опсегу рН-вредности. Индикаторски папир се добија када се он потопи у раствор универзалног индикатора. На кутији индикаторских трака постоји скала са комбинацијама боја за сваку вредност рН, која се упоређује са бојама индикаторске траке унесене у раствор са неком рН-вредношћу.



Слика 2.35. Кутија са тракама универзалног индикатора.



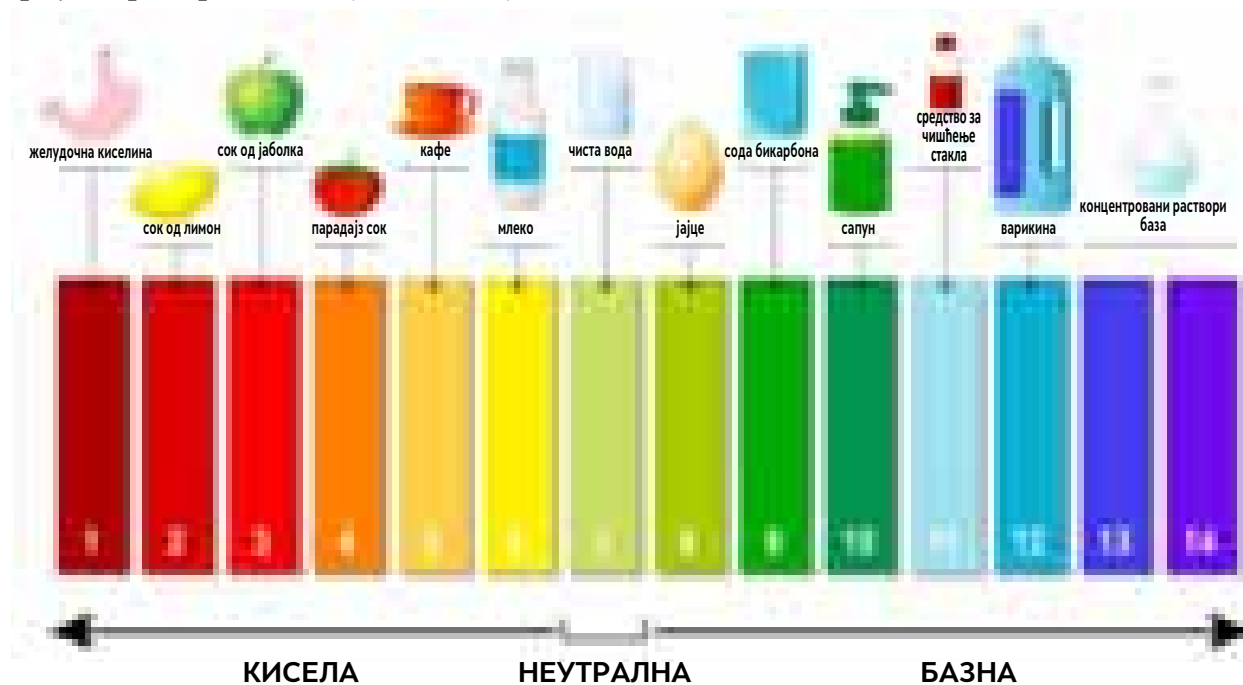
Слика 2.36. Боје раствора универзалног индикатора на различитим рН-вредностима.

У киселим растворима рН може имати вредности од 0 до 6. Што је нижа вредност рН (од 6 ка 0), то је раствор киселији. Неутрални раствори показују вредност рН = 7. У базним растворима вредност рН може износити од 8 до 14. Што је виша вредност рН (од 8 до 14), то је раствор базнији. Као што смо рекли, различити индикатори добијају различите боје на одређеним рН-вредностима (слика 2.36 и слика 2.37).



Слика 2.37. Боје раствора индикатора од црвеног купуса на различитим рН-вредностима.

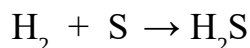
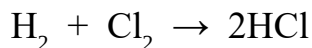
Телесне течности у живим организмима, прехранбени производи, многе течности у домаћинству, као што су средства за хигијену и чишћење у домаћинству, имају одређене рН-вредности (слика 2.38).



Слика 2.38. Примери вредности рН телесних течности, прехранбених производа и средстава за хигијену и чишћење у домаћинству.

Добијање киселина

Бескисеоничне киселине могу се добити директном реакцијом водоника са неметалом који гради киселину. На пример:



Један од начина за добијање кисеоничних киселина јесте реакција између киселинског оксида и воде. Зато се киселински оксиди још називају и анхидриди киселина. Погледаћемо овај начин добијања киселина у следећем експерименту.



Експеримент 2.6.

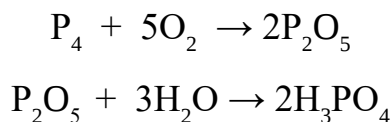
Добијање фосфорне киселине

Потребан прибор и супстанце: кашичица за сагоревање, шпиритусна лампа или горионик, боца са чепом од 1 L, чаша од 100 mL, црвени фосфор у праху, дестилована вода, раствор од црвеног купуса, лабораторијске наочаре и рукавице. Експеримент се изводи у дигестору или поред отвореног прозора.

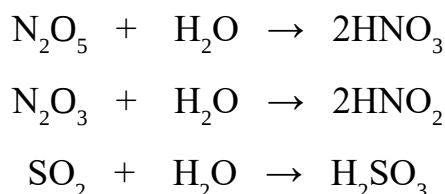
Поступак: У кашичицу за сагоревање ставља се црвени фосфор у праху. Кашичица за сагоревање се уноси у пламен шпиритусне лампе или горионика, при чему се фосфор пали. Кашичица се уноси вертикално у боцу и, након што се у боци сакупи довољно гаса, затвара се чепом. У чашу се сипа 100 mL воденог раствора од црвеног купуса. Каква је боја раствора? Потом се отвара чеп на боци и раствор од црвеног купуса се сипа у боцу. Шта се примећује? Каква је боја раствора у боци?

При сагоревању црвеног фосфора добија се његов оксид, дифосфор пентаоксид, у гасовитом агрегатном стању (на собној температури то је бела чврста супстанца). Дифосфор пентаоксид у реакцији са водом гради фосфорну киселину. Ово се може закључити по промени боје раствора од црвеног купуса. Наиме, када се раствор од црвеног купуса, који је љубичасте боје, сипа у боцу са дифосфорпентаоксидом, ње-

гова боја постаје црвена, што значи да је рН средине кисела. Једначине ових реакција су:



Ево других примера за добијање киселина реакцијом између киселинског оксида и воде:



Хемијске реакције киселина

Киселине су реактивна једињења која ступају у велики број реакција, али овде ћемо погледати три од њихових важнијих реакција. Најпре ћемо у следећем експерименту погледати како различите киселине реагују са различитим металима..

Од изведених експерименти може да се забележи дека цинкот, алуминиумот и



Експеримент 2.7.

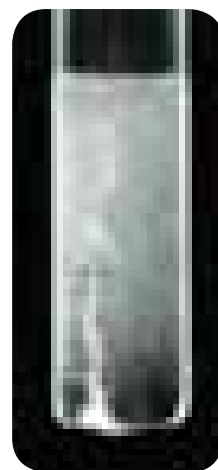
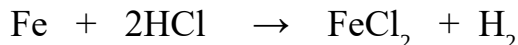
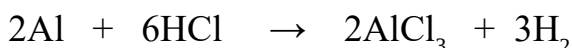
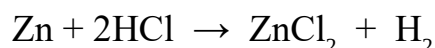
Реакције киселина са металима

Потребан прибор и супстанце: сталак са епруветама, зрнца цинка, алуминијума, гвожђа и бакра, разблажена хлороводонична киселина, концентрована азотна киселина, заштитне наочаре и рукавице.

Поступак: Четири епрувете се напуне до једне трећине запремине разблаженом хлороводоничном киселином, а у пету се сипа мало концентроване азотне киселине. У прву епрувету се ставља зрнце цинка, у другу алуминијума, у трећу гвожђа, а у четврту зрнце бакра. Забележи шта се дешава. Пета епрувета се носи до отвореног прозора, а потом се додаје једно зрнце бакра. Забележи шта се дешава.

Из изведених експеримената може се приметити да цинк, алуминијум и гвожђе реагују са хлороводоничном киселином ослобађајући мехуриће гаса, док, са друге стране, бакар не реагује са хлороводоничном киселином. Међутим, када се бакар стави у епрувету са концентрованом азотном киселином, започиње бурна реакција у којој се ослобађа смеђе-црвени гас, а раствор се боји у зелено-плаво.

Заправо, при реакцији цинка, алуминијума и гвожђа са хлороводоничном киселином, метал замењује водоник из киселине, при чему се добија одговарајућа со и издваја се гасовити водоник. То се може доказати ако отвору епрувете принесемо упалућу шибицу, при чему ће се чути слаба експлозија. Реакције можемо представити следећим једначинама:

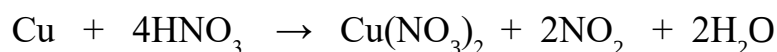


Слика 2.39. Цинк реагује са хлороводоничном киселином ослобађајући водоник.

При писању формула соли, води рачуна о томе да је валентност киселинског остатка једнака броју водоникових атома у киселини.

На овај начин реагују и многи други метали са различитим киселинама.

При реакцији бакра са концентрованом азотном киселином, смеђе-црвени гас који се ослобађа јесте азот-диоксид, а зелено-плава боја раствора потиче од награване соли. Једначина ове реакције је следећа:



Слика 2.40.

Бакар реагује са концентрованом азотном киселином, при чему се ослобађа азот-диоксид (NO_2), који је веома отрован гас црвено-смеђе боје.

Постоје и други примери метала који не ослобађају водоник при реакцији са неким киселинама или уопште не реагују са неким киселинама. О разлозима за овакво понашање и о реакцијама ове врсте учићеш у свом даљем образовању.

Осим са металима, киселине реагују и са базним оксидима, при чему се гради одговарајућа со и ослобађа се вода. На пример:

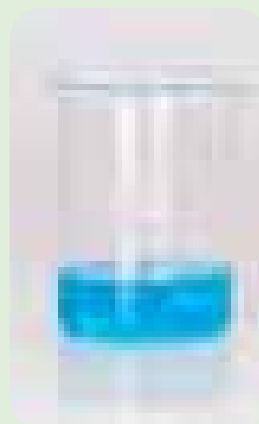


Експеримент 2.8.

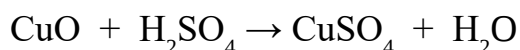
Реакција бакар(II) оксида са сумпорном киселином

Потребан прибор и супстанце: кашичица, чаша од 50 mL, стаклени штапић, решо, бакар(II) оксид, разблажени раствор сумпорне киселине, заштитне наочаре и рукавице.

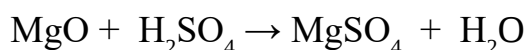
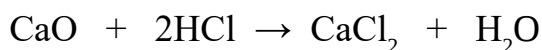
Поступак: Чаша од 50 mL напуни се до половине разблаженим раствором сумпорне киселине. Врхом кашичице узме се мало бакар(II) оксида и стави се у чашу. Чаша се стави на решо и благо загреје. Стакленим штапићем се интензивно промеша садржај чаше. Посматрај и прати промене.



При реакцији сумпорне киселине са црним прахом бакар(II) оксида, почиње да се одвива хемијска реакција која се примећује формирањем плавог раствора. При овој реакцији се, заправо, добија со која је растворљива у води, а њен водени раствор има плаву боју. Реакцију можемо представити следећом једначином:



Ево још неких примера реакција између базног оксида и киселине:



Једна од најважнијих реакција у које ступају киселине јесте реакција са базама. Ову реакцију ћемо размотрити кроз следећи експеримент:



Експеримент 2.9.

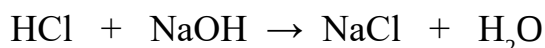
Реакција киселине са базом

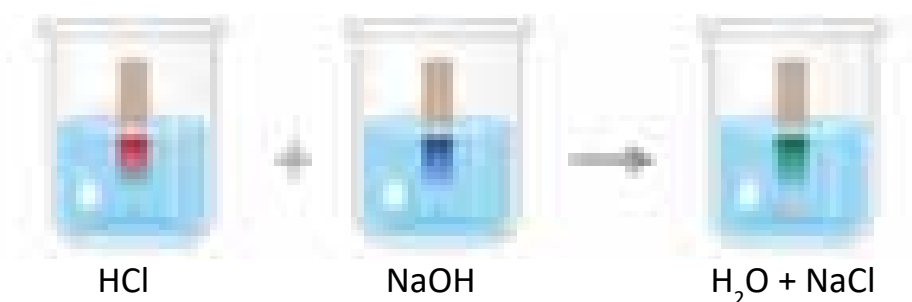
Потребан прибор и хемикалије: две епрувете, две пипете, универзални индикатор, разблажени раствор хлороводоничне киселине и разблажени раствор натријум хидроксида исте концентрације као киселина, заштитне наочаре и рукавице.

Поступак: Чистом и сувом пипетом одмери се 5 mL раствора HCl и пребаци у епрувету. Дода се неколико капи универзалног индикатора. Каква је боја раствора? Другом чистом и сувом пипетом одмери се 5 mL раствора NaOH, пребаци у епрувету и дода неколико капи универзалног индикатора. Каква је боја овог раствора? Раствор из једне епрувете се постепено додаје у другу епрувету. Посматрај и прати промене које се дешавају.

Боја раствора HCl у присуству универзалног индикатора је црвена, а NaOH плаво-љубичаста. Када се у један раствор почне додавати други раствор, боја раствора се постепено мења, да би на крају постала зелена. Као што си научио, универзални индикатор је зелено обојен у неутралним растворима, што значи да су хлороводонична киселина и натријум хидроксид потпуно одреаговали међусобно и добијен је неутралан раствор. Зато се реакција између киселине и базе назива **реакција неутрализације**. Продукти сваке реакције неутрализације су со и вода. При реакцијама неутрализације различитих киселина и база добијају се различите соли, али се у свим реакцијама неутрализације добија и вода.

Реакцију неутрализације коју смо размотрили у експерименту представимо следећом једначином:



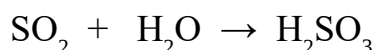
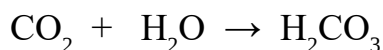


Слика 2.41. Реакција неутрализације између хлороводоничне киселине и натријум хидроксида, при чему се образује со (NaCl) и вода. На слици је дата и боја индикаторске траке у сваком од раствора.

Реакције неутрализације су веома важне реакције које се често изводе у хемијским лабораторијама, а имају и витални значај за одржавање рН равнотеже у природи. На пример, индустријске отпадне воде су често веома киселе или базне, па се због тога, пре него што се испусте у природне воде, морају неутрализовати до безбедног нивоа рН близу 7. Реакције неутрализације су важне и за биљке јер им је за раст и развој често потребна земља у одређеном рН-опсегу, па се зато такозвана кисела земљишта неутралишу базним супстанцама. Повећана киселост земљишта (земљиште са ниским рН-вредностима) у великој мери је последица појаве киселих киша.

Киселе кише и њихово дејство на животну средину

Гасови који се ослобађају из индустрије и сагоревањем фосилних горива у термоелектранама и домаћинствима, као и издувни гасови из аутомобила, садрже угљен диоксид, сумпор диоксид и азотне оксиде и тиме повећавају њихов ниво у атмосфери. Ови гасови реагују са воденом паром и капима кише и образују киселине. На пример:



Азот-моноксид под одређеним условима у атмосфери може да образује азот-диоксид, који у реакцији са воденом паром даје азотасту киселину и азотну киселину. Образоване киселине у атмосфери се растварају у кишници и падају на земљу. **Кишница која садржи растворене киселине добијене реакцијом атмосферске воде и гасовитих оксида који су загађивачи ваздуха назива се кисела киша.**

Киселе кише представљају велики проблем за животну средину. Оне мењају природни хемијски састав земљишта на које падају, при чему оно постаје киселије. Због повећане киселости земљишта, неке биљке престају да успевају. Поред тога, киселе кише оштећују лишће дрвећа, а негде и читаве шуме остају без лишћа. Киселе кише мењају и састав подземних вода, потока, река и језера, а због ових промена, у воденим екосистемима велики број риба и других животињских врста изумире.



а)



б)

Слика 2.42. Киселе кише оштећују лишће дрвећа (а), а као резултат тога, уништавају се и читаве шуме (б).

Због повећаног нивоа CO_2 у ваздуху и појаве киселих киша, долази до закисељавања (смањења рН вредности) мора и океана. Ово је велики глобални проблем јер у циклусу угљеника, који омогућава одржавање нивоа CO_2 на Земљи, учествује и CO_2 из океана. Међутим, закисељавање океана је велики проблем за опстанак неких морских животиња, као што су корали, шкољке, морски јежеви и др., јер повећана киселост изазива растварање калцијум карбоната који они користе за изградњу својих скелета и других тврдых делова тела. Очекује се да ће се киселост океана двоструко или троструко повећати до 2100. године, чиме ће се морски екосистеми наћи у још већој опасности. Ово је претња и за економске активности, као што су риболов, обални туризам итд.

Поред тога што наносе огромне штете екосистемима, риболову и туризму, киселе кише изазивају и друге економске штете, јер уништавају објекте и споменике.



Слика 2.43. Оштећење споменика од киселих киша.

Својства и примена неких киселина

Три најважније и најчешће примењиване киселине у лабораторији и индустрији су хлороводонична киселина, азотна киселина и сумпорна киселина.

Хлороводонична киселина (HCl) је безбојна течност оштрог мириса, која се добија када се гас хлороводоник (HCl) уводи у воду. Она је јака, корозивна киселина која ступа у реакцију са великим бројем метала, металних оксида и хидроксида. Не реагује са стаклом и пластиком, па се зато може чувати у стакленим и пластичним флашама. Интересантно је да је хлороводонична киселина најважнија компонента у желудачном соку и учествује у варењу хране.



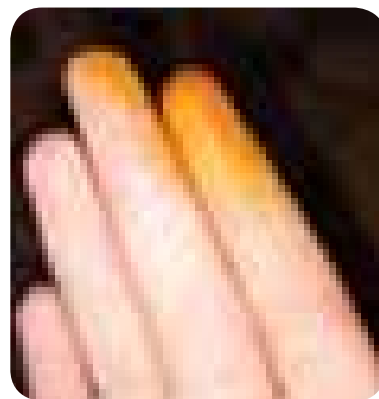
Слика 2.44. Хлороводонична киселина је важна хемикалија у лабораторији.

Примена хлороводоничне киселине у лабораторији, индустрији и домаћинству дата је на слици 2.45.



Слика 2.45. Примена хлороводоничне киселине у лабораторији, индустрији и домаћинству.

Азотната киселина (HNO_3) је безбојна течност загушљивог мириса. Када стоји дуже време, добија жућкасту боју због разлагања и ослобађања азотних оксида, као што је NO_2 смеђо-црвене боје. Азотна киселина је јака киселина која реагује са металима, укључујући и неке такозване племените метале, као што је, на пример, сребро. Она реагује и са многим оксидима и хидроксидима, а бурно реагује и са биолошким материјама и изазива озбиљна оштећења. Зато се њом, посебно ако је концентрована, мора пажљиво руковати.



Слика 2.46. Опекотине од концентроване азотне киселине.

Примена азотне киселине у лабораторији и индустрији дата је на слици 2.47



Слика 2.47. Примена азотне киселине у лабораторији и индустрији.

Сумпорна киселина (H_2SO_4) је безбојна течност без мириса, са знатно већом густином од воде ($1,84\text{g/mL}$). Она је јака киселина која је, као што смо рекли, хигро-скопна супстанца, а има и дехидратациона својства, што значи да одузима воду из супстанци. При њеном растварању у води ослобађа се велика количина топлоте. При разблаживању сумпорне киселине увек се, у танким млазевима, киселина додаје у воду, а не обрнуто. Сумпорна киселина је веома корозивна, реагује са металима, оксидима, хидроксидима и органским материјама. Њена примена у лабораторији и индустрији дата је на слици 2.48



Слика 2.48. Примена сумпорне киселине у лабораторији и индустрији.



Сазнај више

Суперкиселине

Сумпорна киселина је веома јака киселина, али она ипак није најјача кисеонична киселина. Најјача кисеонична киселина је такозвана перхлорна киселина (HClO_4). Она је стабилна у разблаженим растворима, али је у концентрованим растворима експлозивна. Постоје и киселине које се називају суперкиселине. То су киселине чија је јачина (киселост) већа од јачине чисте сумпорне киселине. За најјачу суперкиселину сматра се флуороантимонова киселина (HSbF_6), која је милијарду пута јача киселина од сумпорне киселине!



Питања и задаци

1. Које од следећих формула су формуле киселина: а) NaF ; б) H_2O ; в) H_2Se ; г) NH_3 ; д) H_2SeO_4 ?
2. Именуј следеће киселине: а) H_3PO_3 ; б) HI ; в) H_3AsO_4 ; г) H_2S ; д) H_2SO_3 .
3. Напиши формуле следећих киселина: а) бромоводонична киселина; б) фосфорна киселина; в) азотаста киселина; г) арсенаста киселина; д) селеноводонична киселина.
4. Напиши изједначене једначине реакција између а) H_2 и Br_2 ; б) N_2O_5 и H_2O ; в) SO_3 и H_2O ; г) H_2 и S_8 .
5. Који гас се издваја при реакцији магнезијума са сумпорном киселином? Напиши изједначену једначину реакције.
6. Напиши изједначену једначину реакције између бакра и концентроване азотне киселине.
7. Напиши изједначене једначине реакција између: а) калцијума и хлороводоничне киселине; б) алуминијума и сумпорне киселине; в) натријума и фосфорне киселине.
8. Која од ове две киселине може да се транспортује у бакарним цистернама: HNO_3 или HCl ? Објасни зашто!
9. Напиши изједначене једначине реакција између: а) калцијум оксида и сумпорасте киселине; б) калијум оксида и јодоводоничне киселине; в) бакар(II) оксида и хлороводоничне киселине.
10. Напиши изједначене једначине реакција неутрализације између: а) бромоводоничне киселине и калцијум хидроксида; б) сумпорне киселине и цезијум хидроксида; в) азотне киселине и баријум хидроксида; г) хлороводоничне киселине и калијум хидроксида.



Истражуј

1. Пронађи податке за најмање три различита индикатора и за боје које по-примају у киселој, неутралној и базној средини, односно при различитим рН вредностима. Резултате презентуј на постеру.
2. Припреми сок од црвеног купуса, а затим провери киселост/базност нај-мање три прехранбена производа (на пример, сок од поморандже, сок од јабуке итд.) и три средства за личну хигијену (на пример, шампон за косу, лосион за тело итд.). Резултате представи табеларно пред својим разредом.
3. Киселе кише мењају рН вредност земљишта, због чега неке врсте биља-ка престају да успевају у таквим условима. Пронађи податке о томе која се комерцијална средства користе за смањење последица закисељавања земљишта и како се она примењују. Припреми кратку презентацију и изло-жи је пред својим разредом.

ТЕРМИНОЛОШКИ РЕЧНИК

- **Алкални метали** – метали који се налазе у првој групи Периодног система елемената. То су: литијум (Li), натријум (Na), калијум (K), рубидијум (Rb), цезијум (Cs) и францијум (Fr).
- **Амфотерни оксид** – оксид метала који се понаша и као киселински оксид и као базни оксид.
- **Атом** – основна градивна јединица елемената.
- **Атомски број** – број протона у језгру атома неког елемента.
- **Атомско језгро** – део атома у коме је концентрисана његова маса. Састоји се од протона и неутрона.
- **Базе** – хидроксиди који се растварају у води.
- **Базни оксид** – оксид који при реакцији са водом образује базу, а при реакцији са киселином образује со и воду.
- **Бескисеонична киселина** – киселина која не садржи кисеоник у киселинском остатку.
- **Племенити гасови** – гасови који се налазе у 18. групи Периодног система елемената. То су: хелијум (He), неон (Ne), аргон (Ar), криптон (Kr), ксенон (Xe) и радон (Rn). Код ових елемената електронски ниво са највишом енергијом је потпуно попуњен електронима.
- **Валентни електрони** – електрони из последњег електронског нивоа.
- **Групе** – вертикални низови у Периодном систему елемената.
- **Деутеријум** – изотоп водоника са масеним бројем 2, односно са једним протоном и једним неутроном.
- **Дехидратација** – процес при коме се из неке супстанце уклања вода.
- **Електрон** – честица од које је изграђен електронски омотач атома. Она је негативно наелектрисана.
- **Електронски омотач** – омотач од електрона око атомског језгра.
- **Електронски ниво** – део простора око атомског језгра у коме се налазе електрони.
- **Елемент** – скуп атома са истим атомским бројем.
- **Ефекат стаклене баште** – процес при коме зрачење које емитују поједини гасови из атмосфере загрева површину Земље.
- **Закисељавање океана** – смањење рН вредности океана услед дејства киселих киша и других фактора.

- **Земноалкални метали** – метали из друге групе у Периодном систему елемената. То су: берилијум (Be), магнезијум (Mg), калцијум (Ca), стронцијум (Sr), баријум (Ba) и радијум (Ra).
- **Изобари** – атоми са истим масеним бројем, а различитим атомским бројем.
- **Изотопи** – атоми са истим атомским бројем, а различитим масеним бројем.
- **Индикатор** – супстанца која има различиту боју у растворима са различитом рН вредношћу.
- **Индиферентни оксид** – оксид који не ступа у реакције ни са водом, ни са киселинама, ни са базама.
- **Инертни гасови** – види племенити гасови.
- **Киселина** – супстанца чији су молекули изграђени од водоника и киселинског остатка.
- **Кисела киша** – киша са $\text{pH} < 7$ због тога што садржи растворене киселине, најчешће H_2CO_3 и H_2SO_3 , које се образују у атмосфери реакцијом између одговарајућих киселинских оксида и водене паре.
- **Киселински оксид** – оксид који у реакцији са водом образује киселину, а у реакцији са хидроксидом образује со и воду.
- **Киселински остатак** – остатак киселине након уклањања водоника из њеног молекула.
- **Кисеоничне киселине** – киселине чији киселински остаци садрже кисеоник.
- **Масени број** – збир броја протона и неутрона у језгру једног атома.
- **Метал** – врста елементарне супстанце са карактеристичним металним својствима.
- **Метални оксид** – оксид кисеоника са металом.
- **Неметал** – врста елементарне супстанце која има неметална својства.
- **Неметални оксид** – оксид кисеоника са неметалом.
- **Неутрални оксид** – види индиферентни оксид.
- **Неутрализација** – реакција између киселине и базе, при чему се образује со и вода.
- **Неутрон** – честица у саставу атомског језгра, која има масу приближно једнаку маси протона, али није наелектрисана.
- **Номенклатура** – именовање једињења на основу формуле једињења, према датим правилима.
- **Оксид** – бинарно једињење кисеоника и неког другог елемента у коме је кисеоник двовалентан.
- **Периодни систем елемената** – таблица у којој су елементи поређани према расту њихових атомских бројева.
- **Периоде** – хоризонтални низови у Периодном систему елемената.

- **Планетарни модел структуре атома** – модел структуре атома према коме електрони круже око језгра атома слично као што планете круже око Сунца.
- **Протијум** – изотоп водоника са масеним бројем 1, односно само са једним протоном у атомском језгру, а без неутрона.
- **Протон** – честица у атомском језгру која је позитивно наелектрисана.
- **Редни број** – редни број елемента у Периодном систему елемената који је једнак његовом атомском броју. Ова два појма су синоними.
- **Релативна атомска маса (Ar)** – неименован број који се користи за изражавање масе атома неког елемента. Релативне атомске масе елемената су дате у Периодном систему елемената.
- **Релативна молекулска маса (Mr)** – неименован број који се користи за изражавање масе молекула или других градивних јединица супстанци које нису атоми. Израчунава се на основу познате формуле супстанце као збир атомских маса елемената од којих се састоји супстанца, свака помножена индексом одговарајућег елемента у формули.
- **Стабилна електронска структура** – електронска структура код које су сви нивои потпуно попуњени електронима. Оваква електронска конфигурација постоји код племенитих гасова.
- **Гасови стаклене баште** – гасови који имају способност да апсорбују сунчево зрачење рефлектовано са површине Земље, чиме задржавају топлоту у Земљиној атмосфери и изазивају ефекат стаклене баште.
- **Халкогени елементи** – елементи из 16. групе у Периодном систему елемената. То су: кисеоник (O), сумпор (S), селен (Se), телур (Te), полонијум (Po) и ливерморијум (Lv).
- **Халогени елементи** – елементи из 17. групе у Периодном систему елемената. То су: флуор (F), хлор (Cl), бром (Br), јод (I), астат (At) и тенесин (Ts).
- **Хигроскопност** – способност неких супстанци да апсорбују воду из околине
- **Хидроксид** – једињење изграђено од метала и хидроксидне групе.
- **Хидроксидна група** – једновалентна група изграђена од кисеоника и водоника (–OH).
- **рН вредност** – број који показује колико је неки раствор кисео, односно базан.

Акционарско друштво за издавање учебника и наставних
средстава ПРОСВЕТНО ДЕЛО АД Скопје,
ул. „Димитрие Чуповски“ бр. 15

За издавача:

мр Павле Петров, генерални директор

Хемија за VIII разред основног образовања

Наслов оригинала:

Хемија за VIII отделение во основно образование

Аутор:

Слоботка Алексовска

Главни уредник: Весна Дукоска

Превод са македонског на српски језик: др Александра Радовановић

Лектура и језичка редакција: Гордана Ацеска

Графичко уређење, корице и компјутерска припрема:

Пепи Дамјановски

Илустрации: Shutterstock i Freepik
ISBN:978-608-228-587-0

Место и година издавање:
Скопје, 2026

Обим: 108 страни. Формат 195 x 270 мм . Тираж: 54.

Књига је штампана у штампарији:
ЕВРОПА 92 ДООЕЛ
ул. Крижевска бр.52, 2300 Кочани

CIP - Каталогизација во публикација
Национална и универзитетска библиотека „Св. Климент Охридски“, Скопје

373.3.016:54(075.2)

АЛЕКСОВСКА, Слоботка
Хемија за VIII разред основног образовања / Слоботка Алексовска ;
[превод са македонског на српски језик Александра Радовановић]. - Скопје
: Просветно дело, 2026. - 105 стр. : илустр. ; 27 см

Превод на делото: Хемија за VIII отделение во основно образование. -
Терминолошки речник: стр. 103-105
ISBN 978-608-228-587-0
COBISS.MK-ID 69307653



9 786082 285870

121840