

# Проф. д-р Слоботка АЛЕКСОВСКА Дипл. проф. Љиљана АНТОНОВСКА

### X Е М И Ј А за VII одделение во осумгодишното образование

#### Рецензенти

Проф. д-р ВАЛЕНТИН МИРЧЕВСКИ, Институт за хемија, Природно-математички факултет, Скопје

МИЛИЦА ПАВЛОВА, наставник по хемија и биологија во ОУ "Кирил и Методиј", с. Стајковци Дипл. проф. по биологија и хемија ДАНИЕЛА РАДЕВСКА, ОУ "Лазо Трпковски", Скопје

### Јазичен лектор

Виолета ЈОВАНОВСКА

### Компјутерска обработка

Слоботка Алексовска

### Коректура

Слоботка Алексовска

#### Издавач:

Министерство за образование и наука за Република Македонија

#### Печати:

Графички центар дооел, Скопје

Тираж: 16.300

Со решение на Министерот за образование и наука на Република Македонија бр. 22-4528/1 од 16.08.2010 година се одобрува употребата на овој учебник

СІР - Каталогизација во публикација Национална и универзитетска библиотека "Св.Климент Охридски", Скопје 373.3.016:54(075.2)=163.3 АЛЕКСОВСКА, Слоботка

Хемија за VII-мо одделение во осумгодишното основно образование /Слоботка Алексовска, Лиљана Антоновска. - Скопје : Министерство за образование и наука на Република Македонија, 2010. - 156 стр. : илустр. ;30 см

ISBN 978-608-226-189-8

1. Антоновска, Лиљана [автор]

COBISS.MK-ID 84322314

### ПРЕДГОВОР

Овој учебник е наменет за учениците од седмо одделение во основното образование. Тој е пишуван во согласност со прифатениот наставен план и програма и со концепцијата за пишување учебници во основното и средното образование.

Во оваа учебна година за прв пат започнува изучувањето на хемијата. Затоа, првата тема е вовед во хемијата во кој учениците треба да се запознаат со тоа каква наука е хемијата и како се доаѓа до научните вистини во хемијата. Во втората тема се изучуваат супстанците – нивните својства, промени и класификација на чисти супстанци и смеси. Дадена е и поделбата на смесите, како и некои основни методи за раздвојување на компонентите од смесите. Покрај тоа, дадена е поделба на самите чисти супстанци – елементарни супстанци и соединенија. Во третата тема најнапред се изучува градбата на атомот и периодниот систем, за потоа, врз основа на стекнатите знаења, да се продолжи со изучување на хемиските врски. Со сите овие стекнати предзнаења, во последните четири глави (IV, V, VI и VII) изучени се основните групи хемиски соединенија (оксиди, киселини, хидроксиди и соли).

Во овој учебник, освен наставните единици, дадени се и прашања и задачи, мал потсетник, занимливости, тест и накрај терминолошки речник.

Покрај тоа што го содржат основниот текст, наставните единици изобилуваат и со голем број слики, табели, шеми, експерименти и решени примери на задачи. Сето ова е со цел учениците полесно да ги разберат и научат сложените научни факти.

Експериментите се издвоени под наслов *Наша мала лабораторија*, а се наоѓаат на места во наставните единици на кои сметаме дека треба да се изведат во текот на часот. Поедноставните експерименти ги изведуваат самите ученици, а оние кои се посложени или опасни, ги изведува наставникот. Колку, и кои од нив ќе бидат изведени на часот, зависи од наставникот и од можностите на училиштето. Најважно е, преку експериментите, учениците да сфатат дека експериментот е едно од најважните методско-дидактички средства во изучувањето на хемијата. Покрај тоа, експериментите имаат за цел да ја разбудат љубопитноста и истражувачкиот дух кај учениците.

Решените примери се така осмислени што го даваат целиот тек како и методологијата на решавање на задачата, заедно со размислувањата и поврзувањето на фактите. На ваков начин учениците не само што ќе го учат материјалот, туку и ќе учат како да учат, т.е. како да ги синтетизираат научените факти и да ги применат на конкретен пример.

На некои места во текстот, во т.н. *Додатоци* издвоени се важни факти, занимливости или научни новини поврзани со основниот текст. Нивната улога е да им ја доближат хемијата на учениците, да ја популаризираат и да ги заинтересираат за стекнување нови знаења. Ученикот не треба да ги учи, но пожелно е да ги прочита.

На крајот од секоја тематска целина даден е *Мал потсетник* којшто е, всушност, резиме на темата. Тој ги содржи сите најзначајни факти кои ученикот треба да ги усвои од дадената тема.

На крајот од материјалот даден е тест за самопроверка. Најголемиот дел од прашањата во тестот се така осмислени што не бараат само репродукција на знаењето, туку разбирање и примена на стекнатото знаење во конкретна ситуација.

Учебникот завршува со *Терминолошки речник* во кој се дефинирани сите поими што се сретнуваат во овој учебник.

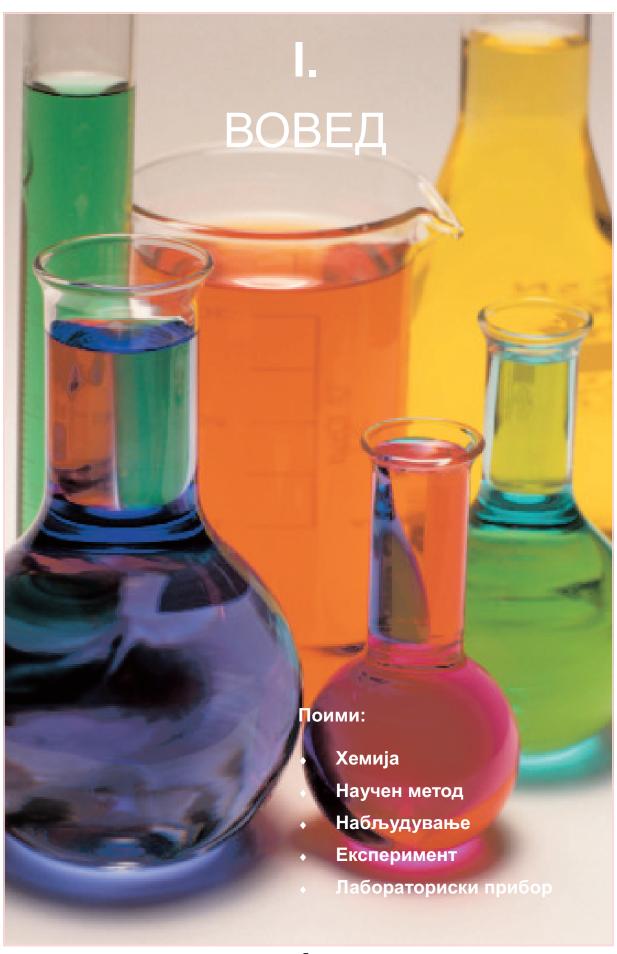
Драг и почитуван ученику, се надеваме дека овој учебник ќе ти овозможи да ги стекнеш основните сознанија од областа на хемијата. Покрај тоа, се надеваме дека кај тебе ќе ја поттикне љубовта кон науката, особено кон хемијата, и ќе те мотивира да бараш нови сознанија и да истражуваш. Кога ќе го користиш овој учебник, посетувај ја и web-страницата: http://www.chemistry.schools.edu.mk, а секако и слични страници.

За сите прашања, сугестии, дискусии за хемијата, обрати се на следниве e-mail адреси:

bote@pmf.ukim.mk или bote.aleksovska@gmail.com antonovskaliljana@yahoo.com

Ти посакуваме пријатна и успешна работа!

**АВТОРИТЕ** 



# І.1. ПРЕДМЕТ НА ИЗУЧУВАЊЕ И ЦЕЛИ НА ХЕМИЈАТА КАКО НАУКА

### Што изучува хемијата и кои се нејзините цели?

Со хемијата се сретнуваше и во досегашното образование. Така, мноштво поими и законитости што ги учеше во предметите поврзани со природата се предмет на изучување на хемијата. Природата е неисцрпен предмет за истражување и најголема лабораторија. Таа е неделива и единствена, а со неа управуваат природните закони. Меѓутоа, таа е толку обемна и сложена, што мора да се изучува во повеќе науки. Науките кои ја проучуваат природата и законите што владеат во неа, се викаат природни науки. Природни науки се физика, хемија и биологија. Овие три науки имаат различни предмети на изучување, но сепак тие се меѓусебно поврзани и се надополнуваат, токму

поради единственоста на природата.

Хемијата е природна наука која ги проучува супстанците. Супстанците се насекаде околу нас: воздухот што го дишеме, водата што ја пиеме, тлото по кое чекориме, храната што ја внесуваме, растенијата, животните, човечкото тело итн., се изградени од супстанци. Хемијата го открива составот на супстанците и нивните својства, а во зависност од нивните својства, супстанците ги ползува за различни цели. Но, супстанците постојано претрпуваат промени, а тие се посебно важни за хемичарите. Познавајќи ги хемиските промени и законитостите



Сл. І.1. Природата, нејзината фасцинантна убавина, сила и таинственост е најголемата инспирација за научниците.

на кои тие подлежат, хемичарите можат да ги проучуваат промените во природата, но и да создаваат нови супстанци. Според сето ова, за хемијата можеме да ја дадеме следнава дефиниција:

Хемијата е наука која ги проучува супстанците, нивниот состав, нивните својства и промени и законите по кои се одвиваат тие промени.

Очигледно, супстанците и нивните промени се енормно голем предмет на истражување. Некои супстанци влегуваат во состав на неживата природа, а



Сл. І. 2. И љубовта е хемија!

други, во составот на живите организми, а некои пак ги создал човекот. Бројни претворби на супстанците се случуваат спонтано, а некои човекот свесно ги предизвикува. Во живите организми постојано се случуваат хемиски претворби на супстанците. Па дури и емоциите се поврзани со хемиски претворби на некои супстанци!

Поради тоа што ги проучува супстанците и нивните претворби, хемијата е основа за развој и на многу други т.н. применети науки. Затоа, освен што е природна наука, **хемијата е** и **фундаментална наука**. Врската на хемијата со другите природни науки и со некои применети науки е дадена на сликата I.3.



Сл. І.3. Врска на хемијата со други науки.

Трите природни науки не можат строго да се разделат една од друга, па затоа од нив се развиле гранични, или т.н. интердисциплинарни науки како физичка хемија, биохемија, биофизика итн.

Од друга страна, самата хемија е толку многу широка наука, така што за полесно изучување таа мора да биде поделена на повеќе гранки како што се: неорганска хемија, органска хемија, аналитичка хемија и др.

### Хемијата некогаш и денес

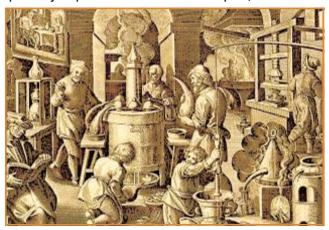
Хемијата ги влече своите корени уште од древни времиња, поради својата примена во секојдневниот живот на човекот. Уште во каменото време, од природните материи човекот добивал бои и миризливи материи. Потоа, се научил да топи руди и од нив да произведува разни предмети, а го развил и добивањето на керамички производи.



Сл. I.4. Четирите главни елементи од кои старите Грци сметале дека е сè изградено.

Но, хемијата не е наука која се занимава само со голи факти, туку секогаш бара одговори на прашањето "зошто", односно се обидува да ги објасни фактите. Напорите да се разбере зошто различните супстанци имаат различни својства (боја, мирис итн.) и зошто претрпуваат промени под дејство на некои влијанија, довеле до поставување на првите "теории" за природата. Така, старите Грци сметале дека водата, огнот, земјата и воздухот се четирите главни елементи од кои е изградено сè што постои.

Желбата за злато довела до појава на *алхемијата*. Алхемичарите, трагајќи по "каменот на мудроста" за којшто верувале дека може металите да ги претвора во злато, успеале да добијат многу нови соединенија и да развијат различни хемиски процеси.



Сл. І.5. Слика од древна алхемиска лабораторија.

Понатаму, хемијата се развивала сè поинтензивно, а минатиот век со право може да се нарече век на хемијата. Денес, животот не е можно да се замисли без хемија. Многу предмети во домаќинството, облеката, градежните материјали и друго, се резултат на напредокот на хемијата.

Во решавањето на проблемите за добивање храна, хемијата има значаен придонес поради производството на вештачките ѓубрива, средствата за заштита на растенијата од болести и штеточини како и оние кои го забрзувата растењето на растенијата.



Сл.І.7. Модерна хемиска лабораторија.

Сепак, хемијата станала вистинска наука со откритието на законот за запазување на масата од Антоан Лавоазје. Тој се обидел врз основа на експерименталните факти да изведе теоретски заклучоци со што го вовел научниот метод во хемијата. Затоа, Лавоазје се смета за татко на хемијата.



Сл.І.6. Антоан Лавоазје – татко на модерната хемија.

Модерната медицина и фармација својот напредок во голема мерка го должат на напредокот на хемијата. Многу неизлечиви болести сега се победени благодарение на пронаоѓањето нови лекови.

Во потрагата на извори на енергија, хемијата игра особено значајна улога. Покрај тоа, таа е во постојана потрага по нови супстанци што ќе имаат посакувани својства. Еден таков пример се пластичните материјали со кои секојдневно се среќаваме.

# I.2. ХЕМИЈАТА Е ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА НАУКА

За да стаса до научната вистина, науката применува научен метод или метод на истражување. Научниот метод вклучува: набљудување, поставување хипотеза, експериментирање, поставување теорија, проверка на теоријата. Централно место во научниот метод зазема експериментот.

Експериментот претставува точно дефинирана, осмислена и контролирана постапка при која се изведуваат физички и/или хемиски промени. При експериментирањето се врши набљудување и мерење.

Набљудувањето претставува внимателно, сконцентрирано посматрање на предметите, супстанците, појавите и промените што се случуваат во природата или при експериментирањето. При набљудувањето собираме определени податоци. Според тоа што го забележуваме во текот на набљудувањето, изведуваме соодветни заклучоци.

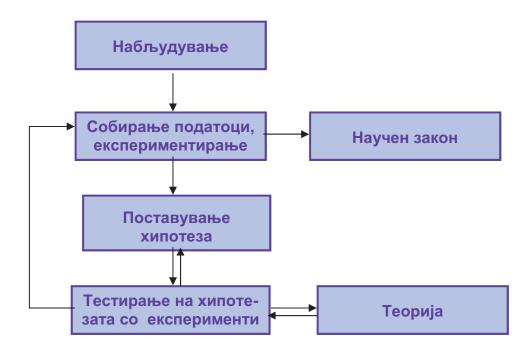
Со мерење се добиваат квантитативни заклучоци. Мерењето претставува споредување на големината на својството што го мериме со големината на исто такво својство кое е земено како стандард. На пример, кога ја мериме должината на еден предмет, ја споредуваме со должината на 1 метар, значи иста таква величина земена како стандард.



Сл.І. 8. При експериментирањето се врши набљудување и мерење.

Набљудувањето и експериментирањето нè поттикнуваат да размислуваме зошто се случува некоја појава, зошто некое својство е токму такво какво што е итн., односно да размислуваме за научниот проблем што треба да го решиме. За да ги објасниме сите овие нешта, најпрво поставуваме **хипотеза.** Хипотезата е претпоставка за тоа како *би можеле* да го решиме научниот проблем.

Но, за да ја потврдиме хипотезата, повторно изведуваме експерименти. Доколку хипотезата се потврди, тогаш таа може да прерасне во **теорија**. Меѓутоа, секоја теорија постојано мора да се проверува преку нови експерименти. Така, секоја теорија е постојано под лупата на науката. Научниците честопати ги сумираат своите научни факти во изјави кои се нарекуваат научни закони. Врската меѓу експериментирањето, хипотезата, теоријата и законите е дадена на слика I.10.



Сл.І. 9. При експериментирањето се врши набљудување и мерење.

Во текот на изучувањето на хемијата, честопати и ти ќе имаш улога на научник. Ќе треба да експериментираш, истражуваш и решаваш конкретен проблем. Затоа, уште на почеток треба да се запознаеш со основниот лабораториски прибор што се користи во хемијата и како да ракуваш со него. Основниот лабораториски прибор е даден на слика I.10.

При изучувањето на хемијата, секако ќе употребуваш и различни хемикалии. Некои хемикалии можат да бидат опасни и штетни, па затоа потребно е и да се запознаеш со знаците за предупредување (Табела I.1), како и со правилата за безбедно работење. Еве некои од основните правила:

# **Дел од мерките на претпазливост и правила** на однесување при изведување на обиди

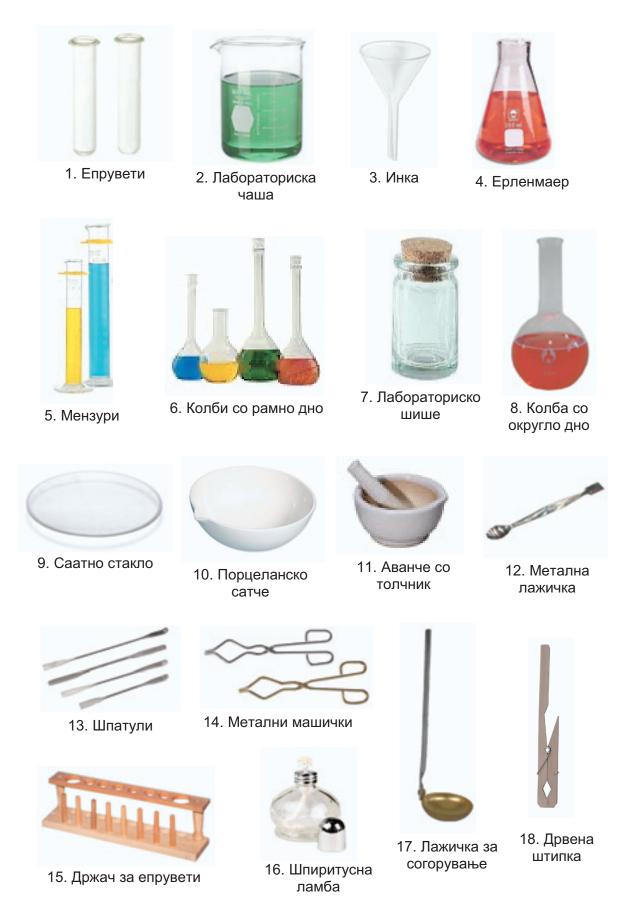
- Користи ги предвидените заштитни средства, особено лабораториските очила.
- Внимавај на знаците за предупредување.
- Супстанците не ги фаќај директно со рака и не ги пробувај на вкус.
- Не мирисај директно над отворот на садот, туку претходно замавни со раката над отворот на садот.
- Кога изведуваш обид, особено кога загреваш, отворот на епруветата сврти го на страната на која нема никој.
- По завршената работа, измиј го употребениот прибор и хемикалиите врати ги на место;
- и други.



Сл. І.10. Лабораториски очила. Тие треба задолжително да се носат при изведувањето на експериментите.

Табела І.1. Знаци за предупредување и потенцијална опасност

СИМБОЛ	ЗНАЧЕЊЕ НА СИМБОЛОТ	СИМБОЛ	ЗНАЧЕЊЕ НА СИМБОЛОТ
	НАДРАЗЛИВА СУПСТАНЦА (ИРИТАНТ)		ОКСИДАЦИОНО СРЕДСТВО (ОКСИДАНС)
	СУПСТАНЦА ШТЕТНА ПО ЗДРАВЈЕТО		РАДИОАК- ТИВНА СУПСТАНЦА
	КОРОЗИВНА СУПСТАНЦА: Сите концентри- рани киселини и бази.		ЕКСПЛОЗИВНА СУПСТАНЦА
	ЛЕСНО ЗАПАЛИВА СУПСТАНЦА		СУПСТАНЦА ШТО Е ЗАГАДУВАЧ НА ЧОВЕКОВАТА ОКОЛИНА
F+	ЕКСТРЕМНО ЗАПАЛИВА СУПСТАНЦА		КАНЦЕРОГЕНА СУПСТАНЦА
	ТОКСИЧНА СУПСТАНЦА (ОТРОВ)	BIOHAZARD	БИОЛОШКИ ОПАСНА СУПСТАНЦА



Сл. І. 11. Основен лабораториски прибор.

Овде накусо ќе кажеме за што служи основниот лабораториски прибор. На овој дел ќе се навраќаш почесто, бидејќи со некои од поимите што се дадени тука ќе се сретнеш понатаму во материјалот, особено при изведувањето на експериментите.

- **Епруветите** (1) служат за изведување хемиски реакции со помали количества супстанци.
- **Лабораториски чаши** (2) служат за изведување хемиски реакции, за растворање супстанци, собирање филтрат, загревање итн.
- **Лабораториските инки** (3) служат за филтрирање и за претурање течности од еден во друг сад.
- **Ерленмаери** (4). Служат за изведување хемиски реакции, за собирање и чување течности итн.
- **Мензурите** (5) спаѓаат во т.н. одмерни садови кои служат за мерење на определен волумен течност.
- **Колби со рамно дно** (6) спаѓаат во т.н. одмерни садови кои, најчесто, служат за приготвување и чување определен волумен раствор.
- Лабораториско шише (7) служи за чување цврсти или течни супстанци.
- **Колбите со округло дно** (8) служат за изведување реакции, загревање, собирање гасови, дестилација итн.
- Саатните стакла (9) служат за изведување кристализација при обична температура ("испарување до суво"), за мерење цврсти супстанци, за покривање садови во кои се наоѓаат некои супстанци итн.
- Порцеланско сатче (10) служи за испарување до суво на помали количества раствор, за топење на супстанци, собирање филтрат, изведување хемиски реакции и др.
- **Аванче со толчник** (11) е порцелански сад со дебели ѕидови. Служи за дробење и ситнење на цврсти супстанци.
- Држач за епрувети (12)
- Шпатулите (13) служат за земање мали количества цврста супстанца.
- **Металните машички** (14) се користат за држење и пренесување загреани садови.
- Металната лажичка (15) се користи за земање цврсти супстанци.
- Шпиритусната ламба (16) како и другите пламеници служат како средства за загревање.
- Лажичката за согорување (17) се користи за согорување на некоја цврста супстанца, директно на отворен пламен.
- **Дрвените штипки** (18) се користат за држење на епрувети при краткотрајно загревање на отворен пламен.

#### ШТО НАУЧИ?

- 1. Побарај информации за улогата на хемијата во фармацијата, металургијата, градежништвото и други области.
- 2. Врз основа на името, определи го предметот на изучување на биохемија, геохемија и агрохемијата.
- 3. Кој прибор би можел да го употребиш за загревање на цврста супстанца?
- 4. Што би употребил ако сакаш да префрлиш некоја течност од еден во друг сад?



### **ИСТРАЖУВАЈ!**

- Одбери два интересни објекта, супстанци или предмети и внимателно набљудувај ги. Запиши ги твоите запазувања од набљудувањето.
- Со помош на наставникот измери ја масата на едно празно саатно стакло. Потоа во него стави некоја супстанца и повторно измери го. Колкава е масата на супстанцата?
- ◆ Со мензура измери 35 mL вода. Наставникот ќе ти даде упатства како да го отчиташ волуменот на течноста.
- Од вашата училишна лабораторија земи неколку шишиња со хемикалии и разгледај ги етикетите на нив. Пронајди ги знаците за предупредување и опасност и изведи заклучок за тоа кои од нив се исти за повеќе супстанци.

### МАЛ ПОТСЕТНИК

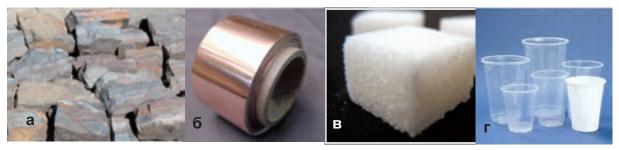
- **Хемијата е природна и експериментална наука** која ги изучува супстанците, нивниот состав, нивните промени и законите според кои се одвиваат тие промени.
- Хемијата има големо влијание во сите области од животот.
- За да се стигне до научната вистина, во хемијата се применува научниот метод. Тој вклучува истражување, кое најчесто ги опфаќа набљудувањето, експериментирањето и мерењето.
- **Експериментот** претставува точно дефинирана, осмислена и контролирана постапка при која се изведуваат физички и/или хемиски промени.
- Експериментите (обиди) се изведуваат со лабораториски прибор.
- Знаците за предупредување и мерките на претпазливост при работа со хемиски супстанци треба да се знаат и да се почитуваат.



# II.1.1. СУПСТАНЦИТЕ И НИВНИТЕ СВОЈСТВА

### Супстанците се разликуваат според своите својства

Уште на почетокот на оваа книга кажавме дека супстанците се насекаде околу нас. Но, што е тоа супстанца? Под поимот супстанца подразбираме една од појавните форми на материјата. Сета жива и нежива природа, видлива и невидлива, е изградена од супстанци. Со супстанците сме во постојан контакт, а и самите ние се состоиме од супстанци. Тоа што е важно да се каже во врска со супстанците е дека супстанците зафаќаат определен волумен и имаат маса. Оние супстанци или мешавини од супстанци кои имаат техничко и технолошко значење и од кои се произведуваат различни предмети се нарекуваат материјали. Постои огромен број т.н. природни супстанци, но постојат и такви кои ги создал човекот.



Сл. ІІ.1.1. Различни супстанци. а) Карпите во природата се состојат од мноштво супстанци. б) Некои супстанци, како бакарот кој е прикажан на оваа слика, имаа техничко значење. в) Супстанците, како шеќерот кој е прикажан на сликата, ги користиме во исхраната. г) Овие пластични чаши се состојат од супстанци кои ги создал човекот.

Многубројните супстанци меѓу себе се разликуваат според своите **својства.** Општо земено, кога зборуваме за својства, мислиме на определени карактеристики, односно белези што се типични за нешто или некого. Така, ако сакаме да опишеме некоја личност ќе кажеме каква е бојата на нејзината коса и очи, колку е висока итн., а може дури и да го опишеме нејзиниот карактер според нејзините реакции во определени ситуации. Според целокупниот опис, оваа личност ќе може да ја разликуваме од некои други.

На сличен начин постапуваме и кога зборуваме за супстанците. Секоја супстанца има мноштво својства. Некои од својствата може да бидат исти за повеќе супстанци. На пример, постојат поголем број супстанци во цврста агрегатна сосотојба со црна боја, или, пак, поголем број супстанци што се безбојни гасови итн. Меѓутоа, тоа што е важно да се нагласи е дека не може сите својства за две супстанци да се еднакви. Значи, множеството својства карактеризира една определена супстанца.

Очигледно, познавањето на својствата на супстанците е многу важно, пред сè за да можеме да ги разликуваме едни од други, но и за да можеме, врз основа на заедничките својства, да ги класифицираме во определени групи. Особено важно е да се знае дека употребата на супстанците зависи од нивните својства. Општо, својствата на супстанците се делат на физички и хемиски.

### Физички својства

Физичките својства на супстанците се поочигледни отколку хемиските, бидејќи дел од овие својства можеме да ги регистрираме со нашите сетила. Така, супстанците се среќаваат во определена агрегатна состојба, имаат определена боја, некои имаат определен мирис и вкус итн. Меѓутоа, иако можеме да видиме како една цврста супстанца се топи, точната температура на топење на супстанцата не можеме да ја регистрираме со нашите сетила. За таа цел употребуваме термометар. Постојат и други физички својства кои може да ги определиме со инструменти, а не со сетилата. Такви се, на пример, густината, електричната спроводливост, температурата на вриење, вискозноста и др. Оттука, можеме да кажеме дека:

Физички својства на супстанците се оние својства кои може да ги забележиме со нашите сетила или да ги регистирираме и измериме со инструменти.



Сл. II.1.2. Едно од својствата на супстанците е нивниот пријатен мирис.



Сл. II.1.3. Во лимонот се содржат супстанци што имаат својство на кисел вкус.



Сл.II.1.4. Медот е супстанца која, освен што има сладок вкус, има и голема вискозност.



Сл.II.1.5. Сите супстанци што се овде прикажани се во цврста агрегатна состојба, но имаат различни бои.



Сл.II.1.6. Едно важно својство на железото е неговата ковливост.

Некои физички својства на **поодделните супстанци (една**, **чиста супстанца)** се нарекуваат **карактеристични физички својства**, какви што се: густината, тврдоста, температурата на топење, температурата на вриење, растворливоста, електричната и топлинската спроводливост и други.

Карактеристичните физички својства не зависат од големината на примерокот., т.е. од количеството супстанца. На пример, готварската сол (според хемискиот состав натриум хлорид), може да биде во облик на фин прав или пак во вид на крупни кристали од камена сол, па сепак, секој примерок готварска сол, во која било количина, има иста густина од 2,163 g/cm³, температура на топење од 803 °C, а на собна температура секогаш се раствораат 35,86 грами готварска сол во 100 грами вода.





Сл.II.1.7. Температурите на топење на цврстите супстанци можат да се измерат со т.н. "Тилеов апарат".

Сл.II.1.8. Густината на течностите се мери со направа позната под името ареометар.

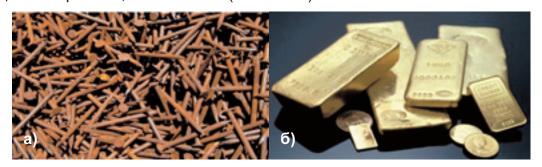
Постојат и некои својства што се типични само за мал број супстанци. Така на пример, железото има магнетни својства, што значи дека може да биде привлечено од магнет. Јодот, пак, има својство да сублимира т.е. да преминува од цврста, директно во гасовита агрегатна состојба.



Сл.II.1.9. Железото има магнетни својства и затоа магнетот го привлекува.

# Хемиски својства

Хемиските својства е потешко да ги забележиме, но сепак, да се обидеме да ги воочиме преку примери од секојдневниот живот. Познато ти е дека под дејство на надворешните влијанија металните клинчиња, како и другите предмети од железо 'рѓосуваат, при што очигледно е дека претрпуваат промени во хемискиот состав. Златото, пак, изложено на истите надворешни услови не претрпува никакви промени. Значи, железото има способност да претрпи определени промени, а златото не (Сл. II.1.10).



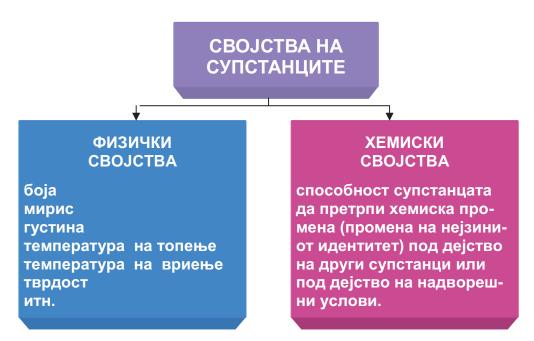
Сл II.1.10. Железните предмети на воздух 'рѓосуваат (а), но не и оние од злато (б).

Понатаму, знаеме дека бензинот има способност да гори при што се добиваат гасовити супстанци, а водата нема способност да гори. Ако врз парче креда се истури солна киселина од домаќинството ќе се забележи видлива промена. Но ако солна киселина капнеме врз пластика, нема да се случи никаква промена.

Постојат уште многу вакви примери, но и овие се доволни за да го дефинираме поимот хемиско својство.

Хемиско својство е <u>способноста</u> на супстанцата да претрпи определен вид хемиска промена (промена на нејзиниот идентитет) под дејство на други супстанци или под дејство на надворешните услови.

Сето ова што досега го кажавме, резимирано е на следната слика:



Сл. ІІ.1.11. Резиме за физичките и хемиските својства на супстанците.

#### ШТО НАУЧИ?

1. Прочитај го следниов текст: "Сулфурот е жолто обоена цврста супстанца, која лесно се спрашува. Не се раствора во вода. Запален на воздух гори. Врие на температура од 445 °C. Има способност да се соединува со металите." Кои физички и хемиски својства на сулфурот можеше да ги препознаеш од овој текст?

# истражувај!



Работа во групи: За следново барање, поставете хипотеза, направете план за работа, набљудувајте и/или изведете експеримент и донесете заклучок. Заклучоците може да ги презентирате во табела.

• Испитај дел од физичките и хемиските својства на следниве супстанци: шеќер, готварска сол, масло за јадење, парче стакло и хартија.

# II.1.2. ПРОМЕНИ НА СУПСТАНЦИТЕ

Супстанците во природата, како и оние кои ги создал човекот се подложни на промени. Понекогаш промените се случуваат под дејство на надворешните услови или, пак, човекот свесно ги предизвикува. Така, карпите се ронат, стаклото може да се скрши, свеќата да изгори, шеќерот да се раствори во вода, водата да испари итн. Очигледно, како што постојат огромен број супстанци, постојат и огромен број различни промени на кои тие подлежат. И слично како и својствата на супстанците, и нивните промени можат да бидат физички и хемиски.

### Физички промени

Видовме дека при определени услови супстанците пројавуваат определени физички својства. Така, на пример, знаеме дека на собни услови водата е безбојна течност. Но, ако ја зголемиме температурата таа ќе премине во пареа, а ако ја намалиме до 0 °С ќе замрзне. Значи, нејзината агрегатна состојба се променила. Од секојдневниот живот знаеме дека кога раствораме шеќер во вода, ако ја зголемиме температурата, ќе може да раствориме поголемо количество шеќер во истиот волумен вода. Тоа значи дека се зголемила растворливоста на шеќерот или, поточно, вредноста за растворливоста. Овие примери се илустрација за физички промени.

За подобро да разбереме што се случува при физичките промени., ќе изведеме неколку обиди:

Наша мала лабораторија

Обид II.1.1: Промена на агрегатната состојба на водата

**Потребен прибор и супстанци:** чаша, саатно стакло, шпиритусна ламба, парчиња мраз.

**Постапка:** Во една чаша стави неколку парчиња мраз и чашата загревај ја на шпиритусна ламба. Загревај додека водата да зоврие. На отворот на чашата постави саатно стакло. Што забележуваш? Која е супстанцата на ѕидовите на саатното стакло?

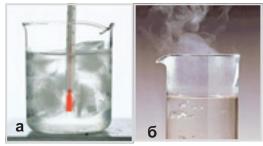


Наша мала лабораторија

Обид II.1.2: Менување на формата на супстанцата

**Потребен прибор и супстанци:** аванче со толчник, морска сол.

**Постапка:** Земи поголемо парче морска сол. Вкуси ја солта, а потоа во чисто аванче и со чист толчник, спраши ја. Откако ќе ја спрашиш, повторно вкуси ја.



Сл. II.1.12. а) На 0 °С водата мрзне, а на повисоки температури (б) водата преминува во пареа. Промената на агрегатната состојба претставува физичка промена.



### Наша мала лабораторија

Обид: II.1.3 Растворање на шеќер

**Потребен прибор и супстанци:** чаша, стаклена прачка, шпиритусна ламба, коцка шеќер.

Постапка: Земи парче шеќер и вкуси го. Истото парче шеќер стави го во чаша со вода и раствори го. Отакако ќе се раствори, чашата загревај ја додека да испари сета вода. Вкуси ја супстанцата што ќе остане по испарувањето на водата.

Од изведените обиди сигурно забележа дека при промена на агрегатната состојба, промена на формата и растворување се случуваат физички промени. Во секој од изведените обиди пред да предизвикаш физичка промена, најнапред ги идентификува супстанците според нивните својства. Затоа, сигурно забележа дека по завршувањето на промената, повторно ја доби истата супстанца. Затоа, од сето ова што досега го кажавме, можеме да заклучиме дека:

Физички промени се такви промени при кои доаѓа до промена на физичките својства, или на нивните вредности, но не доаѓа до промена на идентитетот на супстанцата. При физичките промени не се образуваат нови супстанци.

Како што ќе видиме, сосема спротивно се случува при хемиските промени.

### Хемиски промени

За разлика од физичките промени кои се доста очигледни, хемиските промени понекогаш многу лесно се забележуваат, но некогаш, иако се случуваат, тешко е да се утврдат. За подобро да ги разбереме хемиските промени, ќе изведеме неколку експерименти.



# Наша мала лабораторија Обид II.1.4: Загревање памук

**Потребен прибор и супстанци:** порцеланско сатче, шпиритусна ламба и памук.

Постапка: Набљудувај парче памук и изведи заклучок за некои од својствата на памукот. Потоа, стави го во порцеланско сатче и загревај го. Какви се својствата на добиената супстанца во споредба со памукот?





# Наша мала лабораторија Обид II. 5. Горење магнезиум

**Потребен прибор и супстанци:** метална машичка, шпиритусна ламба, саатно стакло, магнезиумова лента.

Постапка: Земи парче магнезиумова лента, набљудувај го и забележи ги неговите својства. Потоа, со метална машичка земи го парчето магнезиумова лента и внеси го во пламен. Што забележуваш? Добиената бела супстанца собери ја во саатно стакло. Набљудувај ја оваа супстанца и спореди ја со магнезиумот пред да го загреваш.



Сл. II.1.13. При горењето на магнезиум се ослободува светлина.

Од изведените обиди сигурно забележа дека, по завршувањето на процесот, се добиле нови супстанци, бидејќи тие имаат сосема различни својства од оние на појдовните супстанци. Така, од белиот памук, при неговото горење останува црна супстанца (тоа е, всушност, јаглерод). Исто така, и од магнезиумовата лента се добива супстанца која има сосема различни својства од магнезиумот. Оттука, можеме да кажеме дека:

Хемиски промени се такви промени при кои под дејство на надворешни влијанија или при заемодејство со други супстанци доаѓа до промена на составот на супстанците. При тоа, појдовните супстанци го губат својот идентитет и се добиваат други супстанци.

Хемиските промени се викаат уште и хемиски реакции, како и хемиски процеси. Тоа што е особено важно да се нагласи е дека секоја хемиска промена е проследена со физички промени. Тоа јасно можевме да го видиме споредувајќи ги физичките својства на појдовните супстанци и на супстанците што се добиле како резултат на хемиската промена. Покрај тоа, при обидите што ги изведовме потребно беше да загреваме, т.е. да доведеме енергија. Од друга страна, при горењето на магнезиумот се ослободи силна светлина. Всушност, при секоја хемиска промена мора да дојде до размена на енергија. При некои промени на супстанците потребно е да се доведе енергија, а при други се ослободува енергија.

За крај, еве неколку примери за хемиски промени од секојдневниот живот. Такви промени се: фотосинтезата, дишењето, варењето на храната, 'рѓосувањето на железото, скиселувањето на млекото и на виното и многу други.

### ШТО НАУЧИ?

- 1. Кои од следниве процеси се физички, а кои се хемиски: а) горење на свеќа, б) кршење на стаклото, в) горење на дрвото, г) мешањето на вода и масло, д) скиселувањето на виното, д) сублимацијата на јодот, ѓ) испарувањето на морската вода, е) топење на сладоледот.
- 2. Дај пример за некоја хемиска промена од секојдневниот живот која се одвива со доведување на енергија.



### **ИСТРАЖУВАЈ!**

Работа во групи: За следново барање, поставете хипотеза, направете план за работа, набљудувајте и/или изведете експеримент и донесете заклучок. Дајте образложение за заклучокот?

• Испитај дали кога врз парче креда ќе се истури оцет се случува хемиска или физичка промена!



# II.1.3. КЛАСИФИКАЦИЈА НА СУПСТАНЦИТЕ

Во природата се среќаваат мноштво различни супстанци, во сите три агрегатни (физички) состојби: цврста, течна и гасовита. Според ова својство супстанците се делат на *цврсти супстанци, течности и гасови*. Но, од аспект на хемискиот состав, супстанците во природата може да се сретнат или како чисти супстанци или, пак, измешани со други супстанци. Ваквите мешавини од супстанци се викаат смеси. Во природата супстанците, најчесто се среќаваат како смеси, а многу поретко како чисти супстанци.

Видовме дека супстанците имаат определени својства и дека меѓу себе се разликуваат токму според нив. Затоа, за чистите супстанци можеме да кажеме:

Чистите супстанци, при определени услови, имаат постојан состав и постојани физички и хемиски својства. Во чистите супстанци со никаква постапка не може да се докаже присуството на друга супстанца.

Од чистите супстанци кои се сретнуваат во природата тука ќе ги спомнеме златото, среброто, бакарот, сулфурот, готварската сол и други. Меѓутоа, за своите потреби, човекот, постојано синтетизира нови, чисти супстанци со точно определени својства, кои ќе најдат соодветна примена. Затоа, бројот на чисти супстанци секојдневно се зголемува.

За поделбата на чистите супстанци ќе зборуваме понатаму.



Сл. III.1.14. Сулфурот (цврста супстанца со жолта боја) во природата се среќава како чиста супстанца, познат под името самороден сулфур.

### Смеси

Со смеси се среќаваме постојано во секојдневниот живот. Почвата, воздухот, морската, речната, езерската вода, па дури водата која ја пиеме, поголемиот број хранливи продукти, итн. се смеси. Самите ние секојдневно приготвуваме смеси, на пример, кога приготвуваме кафе, чај, салата, кога мешаме масло и оцет итн. Оттука, сосем лесно може да заклучиме што е смеса:

### Смесите претставуваат мешавини од две или повеќе чисти супстанци.

При приготвувањето на смесите, состојките од кои е составена смесата (компонентите) најчесто ги земаме во произволни количества. На пример, смеса од кафе и шеќер може да приготвиме ако земеме по една лажичка од обете, по две, или во некои други произволни количества. Според тоа, можеме да заклучиме дека, за разлика од чистите супстанци, смесите немаат постојан состав. За да провериме какви својства имаат смесите ќе изведеме неколку експерименти.



### Наша мала лабораторија

Обид II.6: Приготвување на смеса од железо и сулфур и испитување на нејзините својства.

**Потребен прибор и супстанци:** филтерна хартија, метална лажичка, магнет, железни струганици и сулфур во прав.

**Постапка:** Пред да почнеш со приготвување на смесата добро разгледај ги железните струганици и сулфурот. Забележи ги нивните својства. Провери дали железото има магнетни својства.

На парче филтерна хартија стави по една лажичка сулфур во прав и железни струганици, а на друго парче филтерна хартија една лажичка железни струганици и три лажички сулфур. Смесите добро измешај ги. Забележи ја бојата на двете смеси.

Под филтерната хартија на двете смеси помини со магнет. Што забележуваш?



### Наша мала лабораторија

Обид II.7: Приготвување на смеса од масло и вода и на смеса од вода и алкохол.

**Потребен прибор и супстанци:** две чаши, стаклени прачки, вода, масло и алкохол.

**Постапка:** Во две чаши стави вода, а потоа во едната масло, а во другата алкохол. Обете смеси измешај ги со стаклена прачка. Дали забележуваш разлика меѓу двете смеси?





Од првиот изведен обид можеше да забележиш дека железото и сулфурот во смесата не си ја промениле агрегатната состојба, ниту пак бојата, а железото и во смесата си ги задржува своите својства. Меѓутоа, сигурно забележа и дека смесата која содржи повеќе сулфур од железо има боја која е повеќе жолта, отколку сива. Врз основа на сето ова, можеме да го заклучиме следново:

Супстанците во составот на смесите си ги задржуваат своите својства. Својствата на смесите се променливи, а зависат од количеството на поодделните компоненти во смесата.

Од набљудувањето на приготвените смеси во обидот 2, може да забележиш дека смесата на вода и алкохол наликува на една супстанца, бидејќи не можат да се видат поодделни капки алкохол или вода. Но, во смесата од вода и масло, сосема јасно се гледа граница меѓу маслото и водата. Очигледно, станува збор за два различни типа смеси. Всушност, смесите се поделени на хетерогени смеси и хомогени смеси. Така,

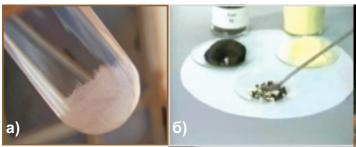
Хетерогените смеси се смеси со нееднаков состав и својства во сите свои делови. Кај нив постои јасно изразена (видлива) граница меѓу поодделните состојки на смесата.

Пример за хетерогена смеса кој веќе го видовме е маслото и водата, но исто така и железото и сулфурот образуваат хетерогена смеса.

Хетрогени смеси се и: песокот и водата, чадот, различните карпи, рудите итн. Од друга страна,

хомогени смеси се смеси со еднороден состав и својства во сите свои делови. Меѓу компонентите на хомогената смеса не се забележува видлива граница меѓу поодделните состојки во смесата.

Хомогени смеси се, на пример: воздухот како и најголемиот број други смеси на гасови, различните раствори, различните легури итн. Инаку, постојат хетерогени и хомогени смеси во сите три агрегатни состојби.



Сл.II.1.15. Хетерогени смеси: а) смеса од течна и цврста супстанца, б) смеса од две цврсти супстанци (железо и сулфур), в) карпите се хетерогени смеси од цврсти супстанци.



## Раствори

Најчесто среќаван и еден од најважните типови смеси се **хомогените смеси** – **растворите.** За раствори си слушал во секојдневниот живот, а сигурно и си приготвувал раствори. Растворите можат да се добијат со мешање на супстанци од сите три агрегатни состојби, а и самите раствори се среќаваат во сите три агрегатни состојби. На пример, воздухот е гасовит раствор, морската и езерската вода се течни раствори, а исто така и водата од чешмата. Примери, пак, за раствор од цврсти супстанци се легурите. Од сите овие типови раствори, најчесто се среќаваат течните раствори.



Сл.II.1.16. Во минералната вода, покрај други супстанци, во водата е растворен и гасот јаглерод диоксид.



Сл. II.1.17. Водни раствори на различни обоени супстанци.

Растворот се состои од растворувач и растворена супстанца/и. Растворувач е супстанцата што е во поголемо количество и којашто е во иста агрегатна состојба со добиениот раствор. Најчесто како растворувач за повеќе супстанци се користи водата. Нејзините раствори се најважни во хемијата, но исто така и за животот на човекот. Всушност, самите клетки содржат вода во која се растворени различни супстанци.

### Од што зависи растворливоста на супстанците?

Од секојдневниот живот знаеме дека некои супстанци се раствораат во вода, а други не се раствораат во вода туку во некои други супстанци. На пример, маслата не се раствораат во вода, но се раствораат во други супстанци. Исто така, знаеме дека некои супстанци полесно се растворуваат во водата, а некои потешко или откако растворот ќе се загрее, итн.

Очигледно, растворувањето зависи од повеќе фактори. Најпрво ќе кажеме дека определени супстанци се растворуваат во определни растворувачи, но во причините за тоа нема да навлегуваме. Покрај тоа, овде ќе се ограничиме само на водни раствори.



Сл. II.1.18. Синиот камен лесно се раствора во вода, а добиениот раствор е, исто така, со сина боја.

Водата раствора многу различни супстанци. Процесот на растворување на супстанците во вода можеме да го разгледаме преку растворање на цврста супстанца во вода, на пример на син камен. Ако додаваме постепено од модриот камен во водата, ќе забележиме дека тој веднаш исчезнува, а добиениот раствор се обојува сино. Ако продолжиме со додавањето син камен, тој и понатаму ќе се раствора, а растворот ќе добива поинтензивна сина боја. Сепак, во еден момент додадениот син камен не ќе може повеќе да се раствори во водата. Очигледно, во определено количество вода може да се раствори само определено количество растворлива супстанца.

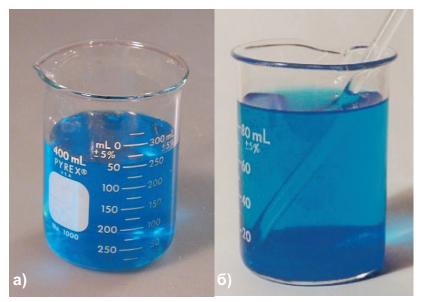
Според количеството на растворена супстанца во определено количество растворувач, растворот може да биде незаситен, заситен и презаситен.

**Незаситен раствор** е раствор во кој, при дадените услови, растворувачот може да раствори уште од растворливата супстанца.

**Заситен раствор** е раствор во кој, при дадените услови, во растворувачот е растворено максимално можно количество од растворената супстанца. Растворувачот, при тие услови не може да раствори повеќе од супстанцата.

При определени услови, може да се добие и **презаситен раствор**. Ваквиот раствор содржи поголемо количество растворлива супстанца од заситениот. Од ваквите раствори вишокот од растворена супстанца исталожува.

Растворливоста на супстанците во водата (и во други растворувачи), може да се промени со промена на температурата. Најчесто, со зголемување на температурата кај повеќето цврсти супстанци растворливоста се зголемува.



Сл. II.1.19. а) Овој раствор на син камен е незаситен. б) растворот на син камен бил презаситен, па затоа од него исталожил вишокот од син камен. Растворот над талогот е заситен.

Тоа значи дека со покачување на температурата во растворувачот ќе се раствора поголемо количество растворсупстанца. лива има и спротивни случаи. Некои супстанци полесно се растворуваако се намалува температурата. Така. пример, кога ce раствора гасената вар или сулфурната киселина, растворот треба да го ладиме.

Постојат различни начини со формули да се изрази количеството на растворена супстанца што е растворено во определено количество растворувач, но за нив нема сега да учиш. Тука ќе спомнеме само дека за растворите кои содржат мало количество од растворливата супстанца, честопати се користи терминот "разреден раствор", додека ако растворот содржи поголемо количество растворлива супстанца се користи терминот "концентриран раствор".

### ШТО НАУЧИ?

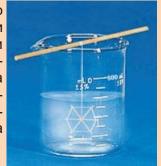
- 1. Кои од следниве супстанци се чисти супстанци, а кои се смеси а) нафта, б) шеќер, в) вино, г) водород д) водна пареа, д) млеко?
- 2. Која од следниве смеси е хомогена, а која е хетерогена: а) песок и вода, б) ракија, в) чај, г) сол и бибер, д) оцет?
- 3. Наброј неколку хетерогени смеси и неколку раствори со кои се среќаваш во секојдневниот живот.
- 4. Во кои од дадените случаи ќе се образува раствор доколку се измешаат следниве супстанци: а) вода и брашно, б) сол и вода, в) масло и оцет, г) вода и солна киселина?
- 5. Во еден сад се наоѓа една цврста супстанца, а над неа нејзиниот раствор. Каков е растворот над цврстата супстанца: незаситен, заситен или презаситен?

### **ИСТРАЖУВАЈ!**



Работа во групи: За секое од следниве барања, поставете хипотеза, направете план за работа, изведете експеримент и донесете заклучок. Дајте образложение за заклучоците?

- Од следниве супстанци пригответе различни смеси: вода, масло, брашно, алкохол, сол, шеќер, син камен, железо, креда. Кои од смесите се хетерогени, а кои се раствори?
- Пригответе незаситени и заситени раствори од: а) вода и шеќер, б) вода и сол, в) вода и син камен.
- Приготви различни кристални форми во бела и во сина боја. Помош. За да добиеш сини кристали користи раствор од син камен, а за да добиеш бели кристали користи раствор од стипса (за оваа супстанца информации ќе ти даде наставникот). Треба да приготвиш презаситен раствор на повисока температура, кој потоа ќе го оставиш бавно да се излади. Пример за тоа како да направиш определена форма е даден на оваа слика.



# II.1.4. ОДДЕЛУВАЊЕ НА СОСТОЈКИТЕ ОД СМЕСИТЕ

Видовме дека, чистите супстанци во составот на смесите си ги задржуваат своите својства. Затоа, ако го знаеме составот на смесата и својствата на поодделните компоненти во неа, ќе можеме да ги издвоиме од смесата. Всушност, можеме да кажеме дека раздвојувањето на компонентите од смесите се базира на разликите во физичките својства на поодделните компоненти во смесата.

Доколку некоја од компонентите во смесата има некое карактеристично својство кое другите компоненти го немаат, згодно е да се примени токму тоа својство за да се оддели соодветната компонента.

На пример, железото има магнетни својства, па доколку во смесата нема други компоненти со магнетни својства, железото може да се издвои од неа така што кон смесата ќе се приближи магнет. Или, пак, јодот кој има својство да сублимира, од смеса во која нема други супстанци што сублимираат, ќе го издвоиме токму врз основа на ова својство (сл III.1.21.).



Сл. II.1.20. Железото може да се одвои од смесата врз основа на неговите магнетни својства.



Сл. ІІ.1.21. На собна температура јодот е цврста супстанца со сива боја, но при загревање сублимира, т.е. директно преминува во виолетови пареи, без да се втечни. Ако на патот на пареите се постави ладен предмет, пареите од јод преминуваат во цврста состојба. Ова својство на јодот може да послужи за негово издвојување од смеси.

Декантацијата е постапка за одделување на компонентите од хетерогена смеса. Таа се базира на разликите во густината на супстанците во смесата, па според тоа, може да се примени само во случаи кога таа разлика е значителна. Со декантација најчесто се раздвојуваат смеси од цврста и течна компонента, но може да се користи и за раздвојување на две течности во хетерогена смеса. За подобро да ја научиш декантацијата ќе го изведеме следниов обид. За раздвојување на две течности што не се мешаат се користи т.н. одделителна инка (сл. III.1. 22).

Многу почесто во смесите нема компоненти со некои карактеристични својства. Во таков случај за раздвојување на компонентите од смесата се одбира такво својство за кое постојат значителни разлики во неговите вредности кај двете поодделни компоненти. Врз основа на изборот на својството според кое ќе се раздвојуваат компонентите од смесата и од видот на смесата (хомогена или хетерогена) развиени се различни методи и техники за раздвојување на компонентите од смеса. Овде ќе ги споменеме оние кои најчесто се употребуваат.



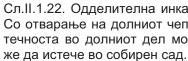
# Наша мала лабораторија

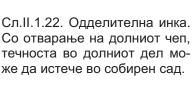
Обид II.1.8: Декантација

Потребен прибор и супстанци: две чаши, стаклена прачка, песок, вода.

Постапка: Во една чаша измешај песок и вода. Остави ја чашата да мирува за песокот да падне на дното.

Потоа, водата прелеј ја во друга чаша сипувајќи ја внимателно по ѕидовите на стаклената прачка.





Филтрацијата е операција која се користи за раздвојување на цврстата супстанца од течноста во хетерогена смеса. Таа се базира на разликата во големините на честичките. За оваа цел потребни се материјали кои се порозни и низ чии пори ќе поминат честичките со помала големина, а ќе се задржат оние со поголема.Таквите материјали се викаат филтри. Течноста која поминува низ порите на филтерот се вика филтрат, а цврстата супстанца што останува на неговата површина се вика талог. Во лабораторијата најчесто се користи филтерна хартија. Да изведеме еден обид во кој ќе направиме филтрација.



# Наша мала лабораторија Оби∂ II.1.9: Филтрација

**Потребен прибор и супстанци:** статив и метален прстен, чаша, инка, стаклена прачка, ерленмаер, филтерна хартија, креда, вода.

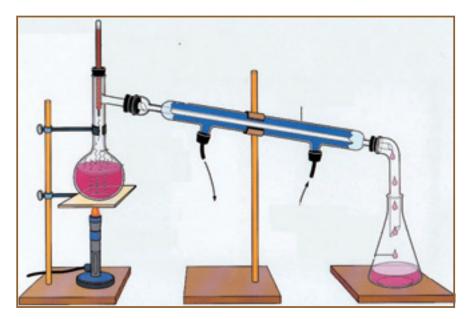
Постапка: Состави го приборот како што е претставено на слика III.1.23. Во чашата измешај истолчена креда и вода. Внимателно промешај ја, а потоа по ѕидовите на стаклената прачка внимателно сипувај во инката. Каква е течноста што се собира во ерленмаерот? Што останува на филтерната хартија?



Сл. II.1.23. Прибор за филтрација. Низ филтерната хартија минува бистрата течност, а на филтерната хартија останува цврстата супстанца.

Дестилацијата е постапка со која се разделуваат компонентите од раствор врз база на разликите во нивните температури на вриење. Процесот се состои во загревање на смесата, при што течноста со пониска температура на вриење испарува, а потоа ладење на нејзините пареи при што тие повторно поминуваат во течност. Добиената течност се вика дестилат. Со дестилација може да се одделуваат супстанците од раствори на цврста супстанца во течен растворувач, како и раствори од течни супстанци. Во последниов случај станува збор за т.н. фракциона дестилација, а издвоените дестилати се викаат фракции.

Апаратурата за дестилација е дадена на слика II.1. 24.



Сл. II.1.24. Апаратура за дестилација.

Ако една цврста супстанца е растворена во течност, таа може да се оддели со загревање на растворот и испарување на растворувачот. По испарување на течноста, во садот останува цврстата супстанца. Издвојувањето на цврстата супстанца може да се изведе и со намалување на растворливоста, така што испарува дел од растворувачот или, пак, се менува температурата. Во обата случаја се добива презаситен раствор од кој се издвојува цврстата супстанца. Оваа постапка се нарекува кристализација. Цврстата супстанца, кристалите, од течноста се одделуваат со филтрирање.



Сл. II.1.25. Кристализација од раствор.

#### ШТО НАУЧИ?

- 1. На разликата во кое својство се базира одвојувањето на супстанците од смеса со декантација?
- 2. Која метода би ја применил за да го одвоиш етанолот од неговата смеса со вода? На што се базира оваа метода?
- 3. Која од следниве супстанци има својство да сублимира: а) готварска сол, б) јод, в) сулфур, г) железо, д) хлор?
- 4. Кои од следниве супстанци: креда, песок, сол, брашно и шеќер може да се одделат со постапка на кристализација ако се во смеса со вода?

#### **ИСТРАЖУВАЈ!**



Работа во групи: За секое од следниве барања, поставете хипотеза, направете план за работа, изведете експеримент и донесете заклучок. Дајте образложение за заклучоците?

- **1.** Одберете две супстанци од кои ќе направите таква смеса од која потоа ќе можете овие супстанци да ги одделите со декантација и со филтрација. Изведете ги овие постапки.
  - 2. Пригответе раствор од син камен во вода, а потоа извршете дестилација на растворот. Помош: Дестилацијата може да се изведе во импровизирана апаратура. Растворот ставете го во голема епрувета и прицврстете ја, во коса положба, на статив. Епруветата затворете ја со тапа низ која минува еднаш свиткана стаклена цевка. Крајот од цевката внесете го во сува епрувета ставена во чаша со студена вода. Големата епрувета внимателно загревајте ја до вриење. Забележете каква боја имаат првите капки од дестилатот, а потоа прекинете ја дестилацијата.
  - 3. **ПРОЕКТ:** Пригответе смеса од песок, јод и готварска сол, а потоа одделете ги компонентите од смесата.

### ДОДАТОК:

### ПРЕЗАСИТЕНИ РАСТВОРИ

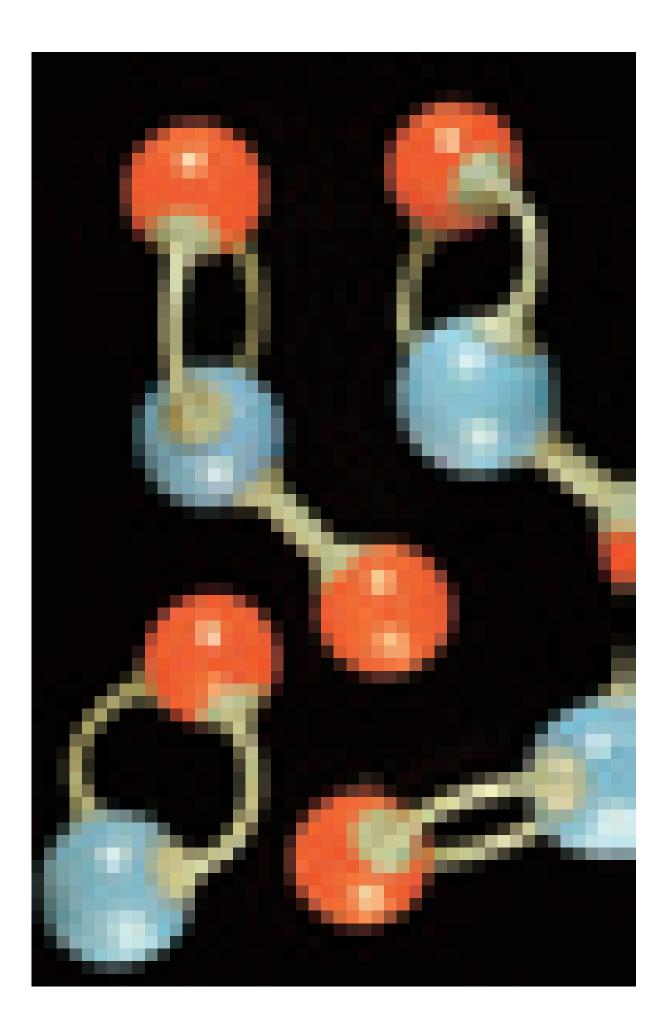
Презаситените раствори се добиваат само во посебни услови. Тие се многу нестабилни и при најмала промена на условите доаѓа до кристализација на растворената супстанца. Сепак, презаситени раствори се среќаваат и во природата. Таков пример е медот. Медот е презаситен раствор на шеќерот глукоза (а го содржи и шеќерот фруктоза) во вода. Понекогаш, со стоење, глукозата кристализира или, како што вели народот, медот се претворил во шеќер. Многу бомбони и слатка содржат презаситен раствор на сахароза (обичен шеќер). Токму затоа понекогаш можеме да забележиме дека од слаткото кристализира шеќер.

Некои вина содржат растворено големо количество од една сол т.н. вински камен (калиум хидрогентартарат). Кога виното се лади, растворот од оваа сол станува презаситен и по извесно време можат да се појават кристали. За да се отстрани винскиот камен од виното, пред да го флашираат, винарите го ладат виното на околу 0 °С и во него додаваат неколку кристалчиња вински камен. Така, целиот вински камен ќе искристализира, а потоа виното се филтрира.



### ШТО НАУЧИ?

- Супстанците се разликуват меѓу себе според **својствата** кои може да бидат **физички и хемиски.**
- **Физичките својства** се откриваат со сетилата и со мерење.
- **Хемиско својсто** е способноста на супстанцата, при заемодејство со други супстанци или под влијание на надворешните услови, да претрпи одредени промени, при кои се добиваат други супстанци.
- Физички промени се такви промени при кои доаѓа до промена на некое физичко својставо или на неговата вредност, но не доаѓа до промена на идентитетот на супстанцата.
- При **хемиските промени,** под дејство на други супстанци или под дејство на надворешни влијанија од едни супстанци се добиваат други супстанци.
- Супстанците се среќаваат како чисти супстанци и во смеса.
- **Чистите супстанци** имаат постојани физички и хемиски својства и во нив не може да се докаже присуство на друга супстанца.
- **Смесите** се составени од различни супстанци,а својствата им се променливи и зависат од својствата и количеството на одделни состојки.
- Смесите може да бидат хомогени и хетерогени.
- ◆ Растворите се хомогени смеси составени од растворувач и растворлива супстанца.
- Состојките од смесата се одделуваат врз основа на **разликите во својствата на одделните состојки.**
- За одделување на состојките од смеса се користат различни постапки како: **декантација, филтрација, дестилација, криста- лизација, сублимација** и други.





# II.2.1. СУПСТАНЦИТЕ СЕ ИЗГРАДЕНИ ОД ЧЕСТИЧКИ

### Атомот - основната градбена честичка на супстанците

За да добиеме целосна претстава за супстанците, треба да дознаеме од што се изградени и на кој начин. Овие прашања се поставиле пред човештвото уште многу одамна.

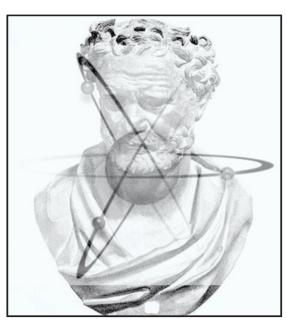
Набљудувајќи ги супстанците околу себе, старите Грци, пред околу 400 години п.н.е., дебатирале за тоа дали може материјата да се дели сè повеќе и повеќе, без граници, бесконечно, или можеби постои нешто толку мало што на никаков начин не може да се подели на ништо помало. Една група филозофи,

предводена од Зенон, сметале дека материјата може да се дели до бесконечност. Од друга страна, Леукип и неговиот ученик Демокрит (460 – 370 п.н.е.), сметале дека постои една граница после која материјата понатаму не може да се дели. Најмалото делче од материјата до кое може таа да се раздели, го нарекле атом што на грчки значи неделив. Покрај тоа, Демокрит укажувал дека атомите се носители на својствата на материјата.

Меѓутоа, подоцна, познатите филозофи Платон и Аристотел не го прифатиле овој концепт, па под влијание на нивниот авторитет тој со векови бил напуштен. Со развојот на науката, овој концепт повторно станал актуелен, а за неговото повторно прифаќање најголема заслуга има англискиот научник Далтон.

Така, во денешната наука се смета дека супстанците се изградени од различни градбени единки. Градбените единки на супстанците, со заедничко име, се викаат честички. Заедничко за сите видови различни честички, што постојат е тоа што се тие толку многу мали што не можеме да ги видиме ниту со голо око, ниту со микроскоп.

Во градбата на супстанците учествуваат неколку различни вида честички, но основна честичка од која можеме да сметаме дека се изградени сите супстанци е атомот.



Сл.II.2.1. Демокрит, старогрчки филозоф кој прв за градбата на материјата го употребил зборот атом.



Сл.II.2.2. Поголемо, помало, уште помало....



Сл. II.2.3. Џон Далтон, англиски физичар кој во науката ја вовел теоријата за атомот.

Во науката, за основоположник на атомистичката теорија се смета Џон Далтон. Тој, исто како и Демокрит, сметал дека атомот е најмалата честичка која понатаму не може да се дели. Исто така, тој сметал дека атомот има маса. Далтон претпоставил дека секој елемент е изграден од идентични атоми кои се разликуваат од атомите на другите елементи. Атомите на различните елементи меѓу себе можат да се комбинираат на различни начини.

Со поматамошниот развој на науката, теоријата на Далтон претрпела извесни промени, но сепак нејзината суштина се смета за темел при изучување на градбата на материјата.

### Атомот е сложена честичка

Тоа во што не биле во право, ниту Демокрит ниту Далтон, е дека атомот е неделива честичка. Всушност, атомот се состои од уште помали честички, а тоа се: протони, неутрони и електрони. Протоните и неутроните го образуваат атомското јадро. Околу јадрото кружат електроните, кои ја образуваат електронската обвивка на атомот. За тоа како се распределени електроните во електронската обвивка, ќе учиш во поглавјето III.1.

Од друга страна, и Демокрит и Далтон имале право за тоа дека атомот има маса. Масата на атомот е, главно, концентрирана во јадрото, бидејќи протоните и неутроните имаат определена маса (приближно еднаква за обата), а електронот има занемарливо мала маса во споредба со нивната.

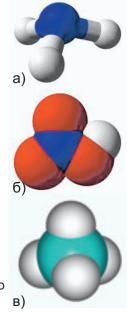
Градбените честички на атомот се разликуваат меѓу себе и по електричниот полнеж, за којшто ќе учиш понатаму во физика. Сепак, за нашите сегашни цели, важно е да знаеш дека протоните се позитивно наелектризирани честички, електроните имаа еднаков полнеж со протоните, но тие се негативно наелектризирани, а неутроните не се наелектризирани. Во целина, атомот не е наелектризирана честичка, па затоа лесно може да заклучиме дека бројот на протоните и електроните во еден атом мора да биде ист. Бројот на неутрони не мора да биде еднаков со нивниот број.

Сето досега кажано, можеме сликовито да го претставиме на следниов начин:



Покрај атомот, во градбата на супстанците учествуваат уште два типа честички. Едните од нив се добиваат при сврзување на атомите меѓу себе, а се викаат молекули. Значи, молекулите се изградени од два или повеќе атоми кои, како што ќе видиме, може да бидат исти или различни. Другиот тип честички се добиваат кога електроните што се најоддалечени од атомското јадро, при дадени услови, ќе го напуштат атомот, или кога кон атомот ќе се приклучи мал број други електрони. Во обата случаја се добиваат наелектризирани честички, т.н. јони кои, исто како и атомите и молекулите, се градбени единки на некои супстанци за кои ќе учиме во третата глава.

Значи, можеме да кажеме дека, градбените единки на супстанците се: атоми, молекули и јони.



Сл. II.2.4. Модели на молекули: а) со топчиња и стапчиња, б) и в) со калоти.

### II.2.2. ХЕМИСКИ ЕЛЕМЕНТИ

Во поглавјето II.1. супстанците ги поделивме на чисти супстанци и смеси. Но, за да можеме да ги разликуваме различните чисти супстанци, најнапред треба да видиме што е тоа елемент. Сега, откако знаеме некои основни податоци за градбата на атомот, тоа ќе можеме лесно да го направиме.

Видовме дека протоните и електроните се наелектризирани честички, но неутроните немаат полнеж. Тоа значи дека ако се смени нивниот број во атомското јадро, нема да се наруши електронеутралноста на атомот. Затоа, нивниот број не е суштествената карактеристика за еден одреден вид атом.

Во неутралниот атом бројот на протони и електрони мора да е еднаков. Всушност, тој број е различен кај различни атоми. Значи, нивниот број е важна карактеристика за атомот, белег по кој атомите ќе се разликуваат еден од друг. Атомите што имаат еднаков број протони и електрони имаат исти карактеристики, па за нив велиме дека се атоми од ист вид или еднородни атоми. Меѓутоа, кога пред малку кога ги спомнавме јоните, кажавме дека бројот на електроните што се најоддалечени од атомското јадро, при дадени услови, може да се промени. Очигледно, кога зборуваме за еден определен вид атом, единственото нешто што не се менува е бројот на протоните во јадрото. Значи, бројот на протоните е најбитната карактеристика која определува за каков атом станува збор. Оттука е дефиниран и поимот елемент.

### Множеството атоми со ист број протони се вика ХЕМИСКИ ЕЛЕМЕНТ

На пример, атомите на хемискиот елемент водород содржат еден протон, на азотот 7 протони, на кислородот 8 протони, на железото 26 итн. На човекот досега му се познати 118 хемиски елементи. Од нив, во супстанците во природата се наоѓаат 92, а останатите човекот ги добил по вештачки пат.

### **ДОДАТОК**

### **ДЕМОКРИТ И ЗЕНОН**

За основоположници на учењето за најмала честичка од која е изградена материјата се сметаат Леукип и неговиот ученик Демокрит (460-370 п.н.е.).

Интересно е како Демокрит дошол до идејата за атомот. Според преданието, Демокрит седел на морскиот брег, а во рацете држел јаболко и размислувал: "Ако јаболкото го пресечам на половина, ќе добијам половина јаболко. Ако потоа таа половина ја пресечам на



два дела, ќе добијам четвртина јаболко. Ако продолжам така да сечам, во раката ќе имам осмина, шеснаесеттина итн. И нема ли во еден момент делењето да доведе до тоа, преостанатиот дел да нема повеќе својство на јаболко?" По долго размислување, филозофот дошол до заклучок дека поделбата на јаболкото не може да оди до бесконечност и таа честичка која не може повеќе да се дели ја нарекол атомос, што на грчки значи неделив. Затоа, во историјата на науката тој е познат како татко на атомот.

Можеби ова е легенда, но со сигурност се познати аргументите со кои Демокрит одговорил на учењето на Зенон, познатиот филозоф кој ја формирал т.н. *Стоичка школа.* Имено, Зенон размислувал спротивно од Леукип и Демокрит. Тој сметал дека материјата може да се дели до бесконечност.

За да докаже дека постојат атомите, Демокрит се послужил со еден аргумент на Зенон. Тој образложил: "Ако предметите бесконечно се делат на сè поситни и поситни делчиња, тогаш ќе има бесконечен број делчиња. Ако тие имаат големина, колку и да е таа мала, збирот од бесконечно ситни делчиња ќе даде бесконечно голем предмет. Но, ако овие делчиња немаат големина, тогаш збирот на бесконечен број делчиња на еден предмет, што немаат големина, дава предмет без големина". Според тоа, велел Демокрит, претпоставката дека деливоста на секој предмет оди до бесконечност е апсурдна, според тоа логички следи дека секој предмет кој има определена големина е составен од атоми.

# II.2.3. ВИДОВИ ЧИСТИ СУПСТАНЦИ

Откако научивме за својствата на супстанците и за честичките од кои се тие изградени, можеме да одговориме и на прашањето дали постојат различни видови чисти супстанци, а доколку постојат, во што се состои разликата меѓу нив. Всушност, чистите супстанци се разликуваат според својот состав, а врз основа на тоа, поделени се на: елементарни (прости) супстанци и соединенија. Подолу ќе ги разгледаме овие два вида чисти супстанци.

### Елементарни (прости) супстанци

Елементарни супстанци се чисти супстанци во чиј состав влегува само еден елемент. Тие можат да бидат изградени од атоми или, пак, од молекули, изградени од еден вид атоми.

• Елементарната супстан-

ментот бакар.

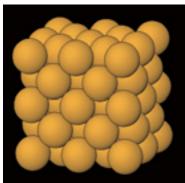
тот кислород.

голем број атоми на еле-

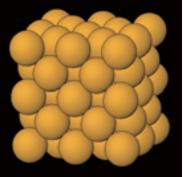
• Елементарната супстан-

од два атома на елемен-

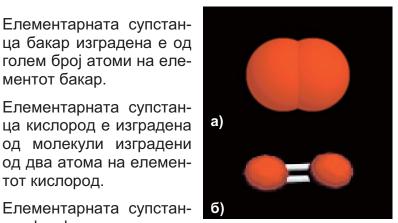
Да разгледаме неколку примери:



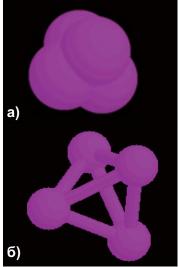
Сл.П.2.5. Елементарната супстанца бакар изградена е од голем број атоми на елементот бакар.



• Елементарната супстанца фосфор изградена е од четири атома на елементот фосфор.



Сл.II.2.6. Модели на молекулата на кислород а) со калоти б) со топчиња и стапчиња.

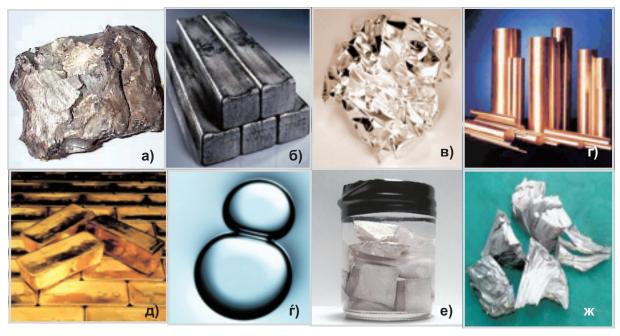


Сл.II.2.7. Модели на молекулата на фосфор а) со калоти б) со топчиња и стапчиња.

Поради различните градбени единки и поради начинот на нивното сврзување, елементарните супстанци се разликуваат меѓу себе според своите својства. Сепак, елементарните супстанци, според своите својства можат да се поделат на две поголеми групи, а тоа се: метали и неметали.

На собна температура металите се во цврста агрегатна состојба. Единствен исклучок е живата, која, на собна температура, е во течна агрегатна состојба. Најголемиот број метали имаат сива боја, а на пресек имаат метален сјај. Тие се добри спроводници на топлина и електричество. Со исклучок на помал број метали кои се меки, повеќето се тврди и лесно можат да се коваат.

Меѓу металите, од секојдневниот живот, сигурно ги знаеш железото, бакарот, цинкот, оловото, алуминиумот, златото, среброто, живата итн. Но метали се и многу други елементарни супстанци со кои помалку си се сретнувал, како на пример натриум, калиум, калциум, кобалт, никел итн.



Сл. ІІ.2.8. Различни метали: а) железо, б) магнезиум, в) алуминиум, г) бакар, д) злато, ѓ) жива, единствениот течен метал, е) натриум, ж) калциум.

На собна температура, **неметалите** се сретнуваат во сите три агрегатни состојби, но најголем број од нив се во гасовита агрегатна состојба. Оние неметали коишто се во цврста агрегатна состојба, како на пример сулфур и јод, се крти. Во неметали спаѓаат: кислород, азот, јаглерод, фосфор, хлор, сулфур и др. Бројот на метали е многу поголем од бројот на неметали, но неметалите, како елементарни супстанци се значително застапени на Земјата. Доволно е да се каже дека главни компоненти на воздухот се азот и кислород.

Некои елементарни супстанци имаат својства и на метали и на неметали. Тие се викаат **полуметали** или **семиметали**. Тука спаѓаат, силициумот, германиумот, арсенот, антимонот и др.

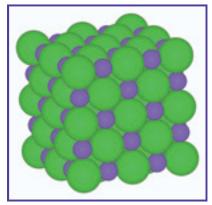


Сл. II.2.9. Различни неметали: а) хлорот е жолта гасовита супстанаца, б) бромот е кафеава течност в) јодот е темносива цврста супстанца која сублимира во виолетови пареи, г) сулфурот е жолта, цврста супстанца.

### Соединенија

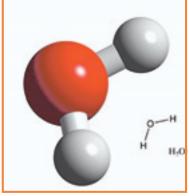
За разлика од елементарните супстанци, соединенијата се изградени најчесто од молекули. Меѓутоа, за разлика од молекулите на елементарните супстанци кои се состојат од атоми од ист вид, молекулите на соединенијата се состојат од најмалку два различни атома. Значи, во составот на соединенијата влегуваат најмалку два различни елемента. Токму затоа велиме дека тие се посложени од простите супстанци. Покрај тоа, соединенијата можат да бидат изградени и од голем број јони со спротивни полнежи.

Да разгледаме неколку примери:



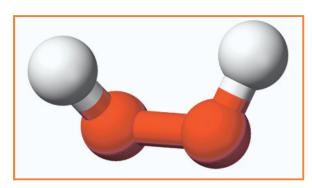
Сл. II.2.10. Готварската сол е изградена од јони на натриум и хлор.

- Во составот на готварската сол (натриум хлорид) влегуваат два елемента: натриум и хлор.
   Таа е изградена од голем број јони на натриум и хлор.
  - Водата е изградена од молекули во чиј состав влегуваат атоми на два елемента: водород и на кислород



Сл.II.2.11. Водата е изградена од молекули во чиј состав влегуваат атоми на елементите водород и кислород.

Тука треба да напомнеме дека од атоми на елементите водород и кислород се изградени и молекулите на едно друго соединение, водород пероксид (познато уште и како хидроген). Меѓутоа, како што може да се види од сликите II.2.11. и II.2.12, молекулата на водата се состои од еден атом кислород и два атома водород, а молекулата на водород пероксидот од два атома кислород и два атома водород.



Сл. II.2.12. Во молекулата на водород пероксид има два атоми кислород и два атоми водород. Значи, иако се состои од истите елементи како и водата, тие се различни соединенија, бидејќи содржат различен број атоми во нивните молекули.

Постојат многу различни соединенија кои се состојат од исти елементи, но бројот на атомите од соодветните елементи во нивните молекули е различен. На пример, оцетната киселина и етанолот се изградени од исти елементи: јаглерод, водород и кислород. Меѓутоа, во молекулата на оцетната киселина има 2 атома јаглерод, 4 атома водород и 2 атома јаглерод, 6 атома водород и 1 атом кислород.

Оттука можеме да заклучиме дека соединенијата имаат определен постојан состав.

Поради можноста атомите на различните елементи да се сврзуваат меѓу себе во огромен број комбинации, постојат многу различни соединенија. Бројот на соединенија кои се среќаваат во природата е многу голем, а хемичарите, добивајќи соединенија кои ги нема во природата, уште повеќе го зголемуваат тој број.

Овде треба да нагласиме дека во составот на соединенијата влегуваат определени елементи, но не елементарни супстанци! Навистина, некои соединенија се добиваат со соединување на елементарни супстанци изградени од атоми од кои се состои и соединението, но добиеното соединение има сосема различни својства од елементарните супстанци од кои се добива. На пример, во составот на водата влегуваат елементите водород и кислород, но водата има сосема различни својства од елементарните супстанци водород и кислород: тие се гасовити супстанци, водата е течност итн.

Како што можат директно да се добијат од нивните елементарни супстанци, така соединенија можат да се разложат на елементарни супстанци. За разлика од нив, елементарните супстанци не можат да се разложат на попрости супстанци.

Поделбата на супстанците за која зборувавме во претходната глава, како и поделбата на чистите супстанци, може да ја претставиме на следниов начин:



#### ШТО НАУЧИ?

- 1. Во атомското јадро на некој атом има 12 протони. Колкав ќе биде бројот на електрони во електронската обвивка?
- 2. Амонијакот се состои од елементите азот и водород. Дали молекулата на амонијакот е изградена од атоми од ист вид или од различен вид?
- 3. Според што се разликуваат атомите на сулфурот и на фосфорот?
- 4. Дали можат молекулите да бидат градбени единки и на елементарните супстанци и на соединенијата?
- 5. Врз основа на дадениве искази определи кои супстанци се елементарни, а кои се соединенија: а) Супстанцата азот се состои од молекули изградени од два атома на елементот азот. б) Супстанцата сулфур е изградена од молекули што се состојат од осум атома. в) Супстанцата амонијак може да се разложи на супстанците азот и водород. г) Супстанцата дијамант се состои од огромен број атоми на елементот јаглерод. д) Супстанцата јаглерод диоксид се состои од молекули изградени од еден атом јаглерод и два атома кислород.
- 6. Кои од следниве својства се заеднички за металите: а) лесно се раствораат во вода, б) имаат метален сјај, в) имаат задушлив мирис, г) спроведуваат електричество.
- 7. Една елементарна супстанца се наоѓа во цврста агрегатна состојба. Ако се протрие со толчник, веднаш ќе се спраши. При слабо загревање се топи. Според овие податоци, дали оваа проста супстанца е метал или неметал?



### **ИСТРАЖУВАЈ!**

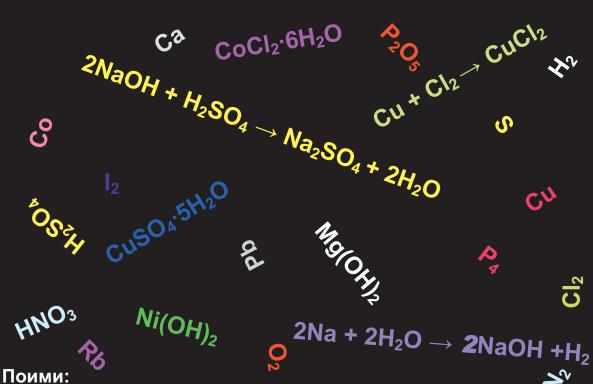
- ◆ Направи збирка од метали и неметали кои ти се достапни од секојдневниот живот. Набљудувај ги и опиши ги својствата што може да ги забележиш кај секој метал и неметал во збирката. Воочи некои битни разлики во нивните својства. Разгледај ги збирките од твоите соученици.
- ◆ Разгледај ги анимациите за структурата на атомот и видео снимките за чисти супстанци и соединенија што се дадени на веб страницата http://www.chemistry.schools.edu.mk



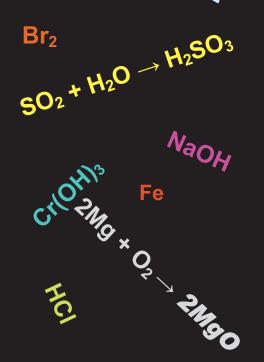
### МАЛ ПОТСЕТНИК

- ◆ Градбените единки на супстанците со заедничко име се викаат честички.
- Основната честичка од која сметаме дека се изградени супстанците се вика атом.
- Атомот е **сложена честичка** и се состои од уште помали честички: **протони, неутрони и електрони.**
- ◆ Молекулите се посложени честички од атомот. Можат да бидат изградени од атоми од ист вид или од различни атоми.
- ◆ Чистите супстанци се делат на елементарни супстанци и соединенија.
- Елементарните супстанци се изградени само од еден вид атоми т.е. само од еден хемиски елемент.
- ◆ Според своите својства, елементарните супстанци се делат на метали, неметали и полуметали.
- **Coeduнeнијата** се образуваат со сврзување на атоми од различен вид. Тие **ce cocmaвeни од два или повеќе различни елементи.**
- Соединенијата можат да се разложат на елементарни супстанци изградени од елементите кои влегуваат во нивниот состав, а елементарните супстанци не можат да се разложат на попрости супстанци.

# II. 3. ЈАЗИКОТ НА ХЕМИЈАТА



- Хемиски симболи (знаци)
- Хемиски формули
- Стехиометриски индекс
- Валентност
- Хемиска равенка
- Реактанти
- Продукти
- Стехиометриски коефициент
- Реакции на соединување
- Реакции на разложување
- Реакции на замена



# II.3.1. ХЕМИСКИ СИМБОЛИ (ЗНАЦИ)

Човештвото постојано напредува бидејќи луѓето постојано ги пренесуваат своите мисли, идеи и достигнувања, комуницирајќи меѓу себе. Основни средства за комуникација меѓу луѓето, било при личната комуникација или при електронската, се говорот и писмото. Но, постојат различни јазици на кои говорат луѓето и различни писма. Поради тоа, човештвото постојано бара нови, универзални начини на комуницирање. Ова е особено важно кога станува збор за науката. Така, броевите и математичките симболи ги разбираат математичарите од целиот свет, бидејќи тие се исти во која и да е земја во светот. Ознаките на величините во физиката се, исто така унифицирани, а воведен е и меѓународен систем на единици кој важи во целиот свет.

Секако, и хемичарите имаат свој јазик и писмо со кое комуницираат, ги изразуваат своите идеи, откритија и достигнувања. Централно место во хемијата заземаат супстанците, а тие, пак, се изградени од елементи. Затоа, нивните ознаки се, всушност, азбуката на хемијата.

Во текот на развојот на науката, на елементите им биле давани различни имиња. Некои елементи ги добиле имињата според некоја земја, некој научник или својство на елементарната супстанца изградена од тој елемент. Многу елементи имаат имиња на јазикот на којшто се зборува во една земја. За да се воедначи именувањето на елементите во целиот свет, на сите елементи им се дадени латински имиња. Сепак, дури и латинските имиња во различни јазици, различно се изговараат. Но, секоја супстанца изградена од определени елементи, секаде во светот, има определени својства без разлика како ние ќе одлучиме да ја нарекуваме. Затоа, уште поважно од именувањето на елементите е тие да се означуваат на унифициран начин. На предлог на шведскиот хемичар Берцелиус, ова за прв пат било договорено уште на почетокот на XIX век. За означување на хемиските елементи било предложено да се користат скратени ознаки изведени од нивните латински имиња. Овие ознаки се наречени хемиски симболи (знаци). Значи,

хемиските симболи се скратени ознаки за хемиските елементи изведени од нивните латински имиња.

Во голем број случаи, симболот на елементот се означува само со една голема буква од латиницата, која е првата буква од неговото латинско име.

### Пример II.3.1. Симболи на елементи со една буква:

- Латинското име на водородот е hydrogenium, а неговиот симбол е H.
- Латинското име на борот е **borum**, а неговиот симбол е **B**.
- Латинското име на јаглеродот е **carbonium**, а неговиот симбол е **C**.
- Латинското име на азотот е **nitrogenium**, а неговиот симбол е **N**.
- Латинското име на кислородот е oxigenium, а неговиот симбол е O.

Меѓутоа, постојат случаи кога латинските имиња на два или повеќе елементи започнуваат со иста буква. Во таков случај, се зема уште една буква од името, која најчесто е втората буква, но може да биде и некоја друга.

### Пример II.3.2. Симболи на елементи со две букви:

- Латинското име на:
- неонот е **neon**, а неговиот симбол е **Ne**.
- натриумот е **natrium**, а неговиот симбол е **Na**.
- никелот е **niccolum**, а неговиот симбол е **Ni**.
- нобелиумот е **nobelium**, а неговиот симбол е **No**.
- ниобиумот е **niobium**, а неговиот симбол е **Nb**.

Како што може да се забележи од дадените примери, **првата** буква од хемискиот симбол е **голема**, а **втората** е секогаш **мала буква**.

Покрај пишувањето, многу е важно правилното читање на хемиските симболи. При читањето на буквите **на латиница, се чита секоја буква поодделно**.

### Пример II.3.3. Читање на хемиските симболи:

- Симболот на хемискиот елемент:
- силициум, **Si**,ce чита **ес-и** (а не, си!)
- калциум, Са, се чита це-а (а не, ца!)
- железо, **Fe**, се чита **еф-е** (а не, фе!)
- натриум, **Na**, се чита **ен-а** (а не,на!)
- бариум,Ва, се чита бе-а (а не, ба!)

Накрај, треба да кажеме дека освен што со хемиските симболи се означуваат хемиските елементи, со нив, се означува **еден атом** од елементот, а во некои случаи и елементарната супстанца. На пример,

Табела II.3.1. Имиња и симболи на некои елементи со кои почесто се сретнуваме

Име	Симбол	Име	Симбол
водород	Н	хлор	CI
јаглерод	С	калиум	K
азот	N	калциум	Ca
кислород	0	сулфур	S
флуор	F	железо	Fe
натриум	Na	бром	Br
магнезиум	Mg	јод	1
алуминиум	Al	бакар	Cu
олово	Pb	цинк	Zn
фосфор	Р	жива	Hg

### Ca

### означува:

- Елемент калциум
- Елементарната супстанца калциум
- Еден атом калциум

### ДОДАТОК:

### ОЗНАЧУВАЊЕ НА ХЕМИСКИТЕ ЕЛЕМЕНТИ



Означување на хемиските елементи има своја историја. Први ознаки за хемиските елементи, како и за различни супстанци што почесто се користеле, биле воведени од алхемичарите. За таа цел тие користеле различни цртежи (погледни ја сликата лево). На пример, седумте познати метали од времето на алхемичарите се идентификувале и се означувале со седумте познати небесни тела од Сончевиот сиситем.

Таткото на хемијата, Лавоазје, составил една таблица од елементарни соединенија и едноставни супстанци (слика десно).

Прв којшто предложил употреба на букви за означување на елементите бил Берцелиус. Но, уште од почеток, од некои научници неговата идеја наишла на отпор.





Џон Далтон, кој се противел на идејата на Берцелиус за воведување ознаки со букви, си имал свои сопствени ознаки за елементите (слика лево).

# II.3.2. ХЕМИСКИ ФОРМУЛИ

Ако се хемиските симболи азбуката на хемијата, тогаш хемиските формули се зборовите. Имињата на елементите се означуваат со хемиски симболи, додека, пак, **имињата на соединенијата скратено се означуваат со хемиски формули.** Еве неколку примери на познати супстанци:

### Пример II.3.4. Хемиски формули на соединенија:

- Вода H₂O
- Готварска сол (натриум хлорид) NaCl
- Варовник (калциум карбонат) **CaCO**<sub>3</sub>
- Гасена вар (калциум хидроксид) Ca(OH)<sub>2</sub>
- Шеќер (сахароза) С<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>
- Прашок за печиво **NaHCO**<sub>3</sub>

Меѓутоа, со хемиски формули се означуваат и некои елементарни супстанци кои се изградени од молекули. Нивниот број е мал, а еве некои примери:

### Пример II.3.5. Хемиски формули на елементарни супстанци:

- Водород H<sub>2</sub>
- A30T  $N_2$
- Кислород О<sub>2</sub>
- Фосфор Р<sub>4</sub>
- Сулфур S<sub>8</sub>

Од примерите II.3.4 и II.3.5, лесно може да се забележи дека хемиските формули ги содржат симболите на елементите од кои е изградено соединението, напишани еден до друг, и броеви кои се ставаат во долен десен индекс покрај симболот на елементот. Бројот еден, во формулите, никогаш не се пишува.

Хемиските формули, било да се на соединенија или на елементарни супстанци, имаат определено значење и ни даваат определени информации. Така, покрај тоа што хемиската формула може да означува некое конкретно соединение, таа означува и една молекула од соединението.

Меѓутоа, во претходната глава кажавме дека соединенијата не мора да се изградени само од молекули, туку може да бидат изградени и од јони. Во таков случај, **хемиската формула означува т.н. формулна единка.** 

Бидејќи со молекули означуваме и елементарни супстанци, хемиските формули означуваат и една молекула од некоја елементарна супстанца.

Еве неколку примери, за тоа што сè означуваат хемиските формули:

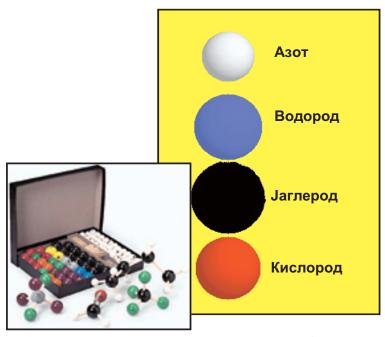
# Пример II.3.6. Што означуваат хемиски формули на: а) $CO_2$ , б) NaCl, в) $P_4$ ?

Решение: Со овие хемиски формули се означуваат:

- а) Соединението јаглерод диоксид.
   Една молекула јаглерод диоксид.
- б) Соединението натриум хлорид. Една формулна единка од натриум хлорид.
- в) Елементарната супстанца фосфор. Една молекула од елементарната супстанца фосфор.

Покрај тоа што хемиските формули ни служат нешто да означиме, тие ни даваат и определени информации. Така, хемиските симболи во формулата ни даваат определени информации. Кога со хемиската формула означуваме супстанца, тогаш хемиските симболи во формулата ги означуваат елементите од кои се состои таа супстанца. Кога, пак, со формулата сакаме да означиме една молекула или формулна единка од соединението, тогаш хемиските симболи означуваат атоми (или јони) од соодветниот елемент.

Но, како што можеме да видиме, во формулите на соединенијата се појавуваат и броеви, кои се запишуваат во долен десен индекс. Овие броеви се викаат стехиометриски индекси или, почесто, само индекси. Тие се многу важни, бидејќи ни покажуваат дека соединенијата имаат постојан состав. Така, ако соединението е изградено од молекули, индексите во формулата ни покажуваат колку атоми од секој елемент има во една молекула од соединението. Доколку, пак, соединението е изградено од јони, индексите во формулата ни покажуваат колку јони од секој елемент има во една формулна единка од соединението. Ако некоја групација од атоми се повторува повеќепати, тогаш во формулата таа се става во мала заграда, а потоа се пишува индексот, кој покажува колку пати се повторува таа групација Ова ќе го илустрираме со примерот II.3.7.

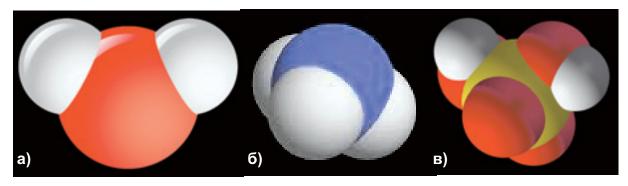


Сл.II.3.1. За да се разликуваат различните атоми во молекулите, во моделите на молекулите се користат топчиња во различни бои. Определени бои одговараат на определени елементи.

# Пример II.3.7. Какви информации ни даваат хемиските формули на: а) $H_2SO_4$ б) NaCl в) $P_4$ ?

**Решение:** Хемиски симболи во формулите на овие соединенија означуваат: дека:

- а) Соединението сулфурна киселина се состои од елементите водород, сулфур и кислород.
   Една молекула сулфурна киселина се состои од два атома водород, еден атом сулфур и четири атома кислород.
- б) Соединението натриум хлорид се состои од елементите натриум и хлор Една формулна единка од натриум хлорид содржи еден јон натриум и еден јон хлор.
- в) Една молекула од елементарната супстанца фосфор се состои од четири атома фосфор.



Сл.II.3.2. Калотни модели на некои молекули: а) Молекулата на вода ( $H_2O$ ) се состои од еден атом кислород (црвена калота) и два атома водород (бели калоти). б) Молекулата на амонијак ( $NH_3$ ) се состои од еден атом азот (сина калота) и три атома водород (бели калоти) в) Молекулата на сулфурна киселина ( $H_2SO_4$ ) се состои од еден атом сулфур (жолта калота), четири атома кислород (црвени калоти) и два атома водород (бели калоти). Калота е пресечена топка!

### ШТО НАУЧИ?

- 1. Која од следниве ознаки е хемискиот симбол на фосфор: a) F б) Fo в) P г) Ph
- 2. Прочитај ги следниве хемиски симболи: Cu, Tl, Mn, I, Rb, Ga, Sb.
- 3. Запиши ги хемиските симболи на елементите, ако симболите се читаат на следниов начин: а) ес-е б) ха-е в) це-де г) ел-и д) ес-ер.
- 4. Ползувајќи го периодниот систем на елементите, најди ги симболите на сите елементи што почнуваат на буквата: а) С б) М в) Б и обиди се да ги прочиташ.
- 5. Кои од следниве формули се формули на елементарни супстанци, а кои на соединенија: а)  $Br_2$  б)  $H_2CO_3$  в)  $SO_2$  г)  $N_2O_5$  д)  $O_3$ ?
- 6. Која ќе биде формулата на соединението ако се знае дека тоа се состои од хлор и кислород и ако индексот на хлорот е 2, а на кислород 7?
- 7. Формулата на етанолот е C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O. Од кои елементи се состои соединението? Колку атоми од секој елемент има во една молекула етанол?

# **II.3.3. ВАЛЕНТНОСТ**

### Што е валентност?

Видовме дека соединенијата имаат постојан состав, што значи дека кога се образуваат молекули од некое соединение, определен број атоми од еден елемент се сврзуваат со точно определен број атоми од некој друг елемент. На пример, кога се образува молекулата на водата  $(H_2O)$ , со еден атом кислород се сврзуваат два атома водород, а кога се образува молекулата на амонијак  $(NH_3)$  со еден атом азот се сврзуваат три атома водород. Понатаму, со еден атом кислород се сврзуваат два атома хлор кога образува молекула на дихлор оксид  $(Cl_2O)$ , но со еден атом кислород се сврзува еден атом азот кога се образува азот моноксид (NO). Очигледно, овде станува збор за определено својство на атомите на елементите кога се сврзуваат меѓу себе. Тоа својство може да го дефинираме на следниов начин:

Својството на атомите од некој елемент да се сврзуваат со точно определен број атоми од некој друг елемент се вика валентност.

Во формулите валентноста се запишува со број над симболот на елементот. На пример:

H₂O, водородот е едновалентен, кислородот е двовалентен

NH<sub>3</sub>, азотот е тривалентен, водородот е едновалентен

### Определување на валентноста на елементите

Поголем број од елементите, во различни соединенија, имаат различна т.е. променлива валентност. На пример, во соединението диазот оксид  $(N_2O)$ , со еден атом кислород се сврзуваат два атома азот, а во соединението азот моноксид, со еден атом кислород се сврзува еден атом азот. Значи, азотот има променлива валентност. Затоа, валентноста на елементите во соединенијата не треба да ја помниме, туку треба да умееме да ја определиме. Но, за таа цел, мора да постои некаков стандард врз основа на кој ќе може да ја определиме валентноста на некои елементи. И навистина, постојат елементи кои во сите свои соединенија имаат иста валентност, или како што се вели постојана валентност. Бројот на такви елементи е мал, а од нив најважни се водородот и кислородот, па затоа валентноста на елементите во соединенијата ќе ја определуваме преку овие два елемента.

### Определување на валентноста според водородот

Определувањето на валентноста според водородот е едноставно, бидејќи водородот во своите соединенија е секогаш едновалентен. Тоа значи дека атомот на водород може да се сврзе само со еден атом од некој друг елемент. Според тоа, валентностите на елементите кои градат соединенија со водородот (или го заменуваат во неговите соединенија), е еднаква на бројот на сврзани атоми водород. Еве неколку примери:

# Пример II.3.8. Колкава е валентноста на а) сулфурот во $H_2S$ б) железото во FeS в) азотот во $NH_3$ г) јаглеродот во $CH_4$ ?

#### Решение:

- а) Сулфурот во  $H_2S$  е сврзан со два едновалентни водородни атоми, па затоа, во ова соединение, тој е **двовалентен**.
- б) Железото во FeS заменил два водородни атоми, според тоа, во ова соединение, тој е **двовалентен.**
- в) Азотот во NH<sub>3</sub> е сврзан со три едновалентни атоми водород, според тоа во ова соединение, тој е **тривалентен**.
- г) Јаглеродот во CH<sub>4</sub> е сврзан со четири едновалентни атоми водород, според тоа тој е **четиривалентен**.

### Определување на валентноста според кислородот

Валентноста може да се определува и во однос на кислородот, затоа што тој во своите соединенија секогаш е **двовалентен**. Ако знаеме дека кислородот е двовалентен, тогаш ако со него се сврзе само еден атом од некој елемент, тој елемент мора да е, исто така, двовалентен; ако се сврзат два атома од некој елемент со еден атом кислород, тогаш тој елемент е едновалентен; ако со еден атом од некој елемент се сврзуваат два двовалентни кислородни атома, тогаш тој атом мора да е четиривалентен, итн.

Освен водородот и кислородот, постојат уште некои други елементи што имаат постојана валентност. Тие се дадени во табелата II.3.2.

Всушност, секогаш кога ја знаеме валентноста на едниот елемент, можеме да ја определиме валентноста на другиот елемент. За тоа, постои следново правило:

За секое соединение изградено од два елемента, производот од индексот и валентноста на едниот елемент, мора да е еднаков со производот од индексот и валентноста на другиот елемент.

$$m n$$
 $A_x B_y$ 

$$m \cdot x = n \cdot y$$

*m* – валентност на елементот A

**х** – индекс на елементот A

*n* – валентност на елементот В

у – индекс на елементот В

Табела II.3.2. Некои поважни елементи и нивната валентност.

Елемент	Валентност	
H, Li, Na, K, Rb, Cs, F	1	
O, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd	Ш	
Al, Ga, Sc	III	

Определувањето на валентноста на елементите во соединенијата ќе ја презентираме на следниве примери:

# Пример II.3.9. Колкава е валентноста на а) азотот во $N_2O_5$ б) сулфурот во $Al_2S_3$ ?

#### Решение:

а) Ја знаеме формулата на соединението, според тоа ги знаеме и индексите во формулата: за азот 2, за кислород 5. Знаеме и дека валентноста на кислородот е 2. Го применуваме горенаведеното правило:

$$2 \cdot x = 5 \cdot 2$$

Оттука,

$$10:2=5$$

Според тоа, азотот во N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> е петвалентен.

б) Од формулата на соединението гледаме дека индексот за алуминиумот е два, а на сулфурот 3. Во соединенијата алуминиумот е секогаш тривалентен. Го применуваме горенаведеното правило:

$$2 \cdot 3 = 3 \cdot x$$

Оттука,

$$6:3=2$$

Според тоа, во Al<sub>2</sub>S<sub>3</sub> сулфурот е двовалентен.

# Определување на формулата на соединението врз основа на валентноста на елементите

Познавањето на валентностите на елементите може да се исползува за определување на формулите на соединенијата изградени од два атома (т.н. бинарни соединенија). Во таков случај се постапува на следниов начин:

- се бара НЗС (најмал заеднички содржател) од двете валентности;
- добиениот НЗС се дели со валентноста на соодветниот елемент;
- добиениот број е индексот на тој елемент во хемиската формула.

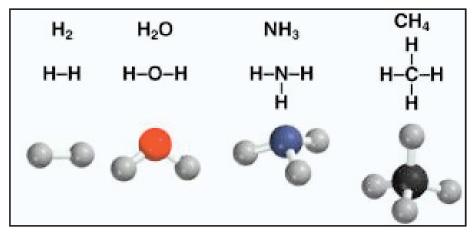
Тоа ќе го илустрираме со следниве примери:

# Пример II.3.10. Која е формулата на соединението што се состои од а) тривалентно железо и двовалентен сулфур б) четривалентно олово и кислород?

### Решение:

- а) Дадени се валентностите на железо и сулфур. Од нив бараме НЗС. За 3 и за 2, НЗС е 6. За да го добиеме индексот на железото, НЗС го делиме со валентноста на железото: 6:3=2. Значи, **индексот на железото во формулата е 2.** На сличен начин постапуваме и за да го добиеме индексот на сулфурот: 6:2=3. Значи, **индексот на сулфурот во формулата е 3.** Според тоа, формулата на соединението е  $Fe_2S_3$ .
- б) Дадено е дека валентноста на оловото е четири, а знаеме дека кислородот е двовалентен. За 4 и за 2, НЗС е 4. Индексот за оловото е: 4 : 4 = 1. Индексот за кислородот 4 : 2 = 2. Според тоа, формулата на соединението е PbO<sub>2</sub>. Бројот 1 не се пишува во формулата.

Честопати, за да ја претставиме валентноста на атомите во молекулата, како и за да се претстави распоредот на атомите во просторот, пишуваме т.н. структурни формули (за нив ќе учиш повеќе следната година), или користиме молекулски модели со топчиња и стапчиња.



Сл. II. 3.3. Структурни формули и модели на некои соединенија од кои јасно се гледа валентноста на елементите.

### ШТО НАУЧИ?

- 1. Определи ја валентноста на елементите во следниве соединенија и напиши ја над симболот на елементот: а) CuO б)  $Fe_2O_3$  в) HI г)  $PbO_2$  д)  $H_2S$  ѓ)  $CrO_3$  е)  $PH_3$  ж)  $Na_2O$  3)  $SiH_4$  s)  $Cl_2O_7$ .
- 2. Состави ги формулите на соединенијата на водород за следниве елементи: а) двовалентен сулфур б) четиривалентен јаглерод в) тривалентен фосфор г) четиривалентен силициум.
- 3. Состави ги формулите на соединенијата на кислород за следниве елементи: а) двовалентно олово б) четиривалентен калај в) шествалентен хром г) едновалентно сребро д) седумвалентен хлор.
- 4. Состави ги формулите на следниве соединенија: а) едновалентно сребро и двовалентен сулфур б) тривалентен кобалт и едновалентен хлор в) двовалентен манган и едновалентен бром. г) двовалентно олово и едновалентен јод.

# **II.3.4. ХЕМИСКИ РАВЕНКИ**

### Хемиски реакции и хемиски равенки

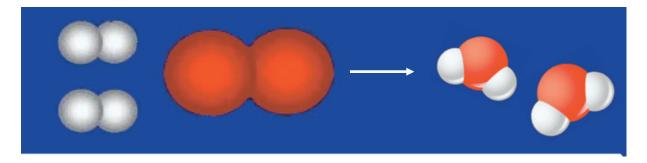
Од буквите (хемиски симболи) фомиравме зборови (хемиски формули) и најпосле стасавме до речениците, а тоа се хемиските равенки. Тие се од клучно значење во хемијата. Но, за да ги разбереме хемиските равенки, мора да разбереме што се случува во текот на хемиските реакции.

Кога учевме за промени на супстанците напомнавме дека **хемиските промени уште се нарекуваат и хемиски процеси или хемиски реакции.** При хемиските реакции од едни супстанци се добиваат други супстанци. Супстанците што се присутни на почетокот на хемиската реакција се викаат **реактанти**, а супстанците што се добиваат на крајот на реакцијата се викаат **продукти.** Значи,

# РЕАКТАНТИ ── ПРОДУКТИ

супстанци присутни супстанци присутни на почетокот на реакцијата на крајот на реакцијата

За да се случи една хемиска реакција потребно е реактантите да дојдат во меѓусебен контакт, при што доаѓа до прегрупирање на атомите од реактантите. Освен тоа, при некои реакции потребни се и други определени услови, на пример зголемена температура.



Важно е да напомнеме, дека ние не можеме да ги видиме хемиските реакции. Ниту со сетилото за вид, ниту со каков било инструмент не можеме да видиме како се прегрупираат атомите на елементите. Но, врз основа на разликите во својствата на реактантите и продуктите заклучуваме дека дошло до хемиска реакција. Да изведеме една хемиска реакција во нашата мала лабораторија.

# Наша мала лабораторија

Обид II.3.1: Реакција меѓу цинк и хлороводородна киселина

**Потребен прибор и супстанци:** епрувета, парче цинк и разредена хлороводородна киселина.

**Постапка:** Во една епрувета стави парченце цинк и малку разредена хлороводородна киселина. Забележи ги промените што се случуваат.

Реактантите во оваа реакција се цинкот и хлороводородната киселина. Гасот што забележа дека се ослободува е водород. Значи, тој е еден од продуктите на реакцијата, а другиот продукт е цинк хлорид. Оваа реакција би можеле да ја запишеме на следниов начин:

#### 

Меѓутоа, наместо на ваков начин, хемиските реакции ги запишуваме со хемиски равенки.

Со хемиските равенки, на симболичен начин, се претставуваат хемиските реакции.

За да составиме хемиска равенка, треба да ги знаеме реактантите и продуктите на реакцијата. Но, наместо да ги запишеме нивните имиња, во хемиските равенки ги запишуваме хемиските симболи и формули. На левата страна од хемиската равенка се пишуваат реактантите, а на десната продуктите на реакцијата. Меѓу нив се става стрелка →, која ја означува насоката на течење на реакцијата.

Во текот на хемиските реакции доаѓа до прегрупирање на атомите на реактантите, но атомите при тоа ниту се создаваат, ниту, пак, се уништуваат. Тоа значи дека вкупниот број атоми од секој од елементите пред почетокот на реакцијата и по завршувањето на реакцијата, мора да е еднаков. Со други зборови бројот на атоми на еден елемент лево од стрелката мора да е еднаков со бројот на атомите десно од стрелката.

Затоа, хемиските равенки мора да ги израмнуваме.

### Израмнување на хемиските равенки

Израмнувањето на хемиските равенки може да го претставиме со неколку чекора:

- Треба да ги напишеме точните формули на реактантите и продуктите.
- Внимавај, при рамнењето ма равенките не смеат да се менуваат индексите во формулите на супстанците т.е. самите формули на супстанците!
- Се проверува бројот на атомите од секој елемент лево и десно од стрелката.
- Ако е тој број различен, тогаш се одбираат одредени броеви кои се ставаат пред формулите на учесниците во реакцијата. Овие броеви се викаат СТЕХИОМЕТРИСКИ КОЕФИЦИЕНТИ.
- Стехиометрискиот коефициент пред формулата помножен со индексот за одреден елемент, го дава вкупниот број атоми од тој елемент.
- Се проверува дали после ставањето на коефициентите, бројот на атоми на секој елемент лево и десно од стрелката е еднаков.
- Ако бројот на атомите на секој од елементите лево, е еднаков на нивниот број десно, наместо → може да се стави знакот =.

Многу е важно да се разбере значењето на стехиометриските коефициенти. За разлика од индексите, стехиометриските коефициенти не претставуваат број на сврзани атоми од некој елемент во едно соединение, туку претставуваат број на слободни молекули или атоми. Така, ако напишеме:

5С – бројот 5 означува пет атома јаглерод

2S<sub>8</sub> – бројот 2 означува две молекули сулфур

3H<sub>2</sub>O – бројот 3 означува три молекули вода

Меѓутоа, ако во една молекула сулфур има осум атома сулфур, тогаш во две ќе има 16. Значи вкупниот број атоми од еден елемент ќе се добие како производ од стехиометрискиот коефициент и индексот.

 $2S_8$  – вкупниот број атоми сулфур = 2 · 8 = 16

 $3H_2O$  – вкупниот број атоми водород =  $3 \cdot 2$  = 6, а вкупниот број атоми кислород =  $3 \cdot 1$  = 3

Имајќи го сето ова предвид, израмнувањето на хемиските равенки станува доста лесно. Да го разгледаме израмнувањето на равенките низ неколку примери:

### Пример II.3.11. Да се израмни следнава хемиска равенка:

Al + 
$$O_2 \rightarrow Al_2O_3$$

Решение: Најпрво го пребројуваме бројот на атоми лево и десно од стрелката. Лево од стрелката има еден атом алуминиум и два атома кислород, а десно два атома алуминиум и три атома кислород. Значи, ниту еден од двата елемента не е израмнет. Во овој случај (и во други случаи слични на овој) израмнувањето треба да го започнеме од кислородот, а најпосле да го израмниме алуминиумот. За да го израмниме кислородот треба да одбереме такви стехиометриски коефициенти кои кога ќе се помножат со индексите во формулите ќе дадат ист број кислородни атоми од обете страни на равенката. Очигледно, тоа може да бидат само броевите 3 и 2. Значи, во овој чекор на израмнувањето ќе напишеме:

Al + 
$$3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$$

Сега бројот на кислородни атоми е израмнет. Лево имаме  $3 \cdot 2 = 6$ , а десно  $2 \cdot 3 = 6$ . Но, сега бројот на алуминиумови атоми лево од стрелката е 1, а десно  $2 \cdot 2 = 4$ . Ова значи дека, на левата страна, пред алуминиумот треба да ставиме стехиометриски коефициент 4.

$$4AI + 3O_2 \rightarrow 2AI_2O_3$$

Со тоа равенката е израмнета, па наместо стрелка можеме да ставиме и знак за равенство.

$$4AI + 3O_2 = 2AI_2O_3$$

Ова е само еден пример за израмнување на хемиските равенките. Меѓутоа, постојат многу различни равенки кои бараат и различни приоди при израмнувањето. Сепак, за сите важи истото барање, бројот на атомите од секој елемент лево и десно во равенката да биде еднаков. Израмнувањето на равенките ќе го научите само доколку со својот наставник и самостојно извежбате голем број различни примери.

# II.3.5. НЕКОИ ТИПОВИ ПОВАЖНИ ХЕМИСКИ РЕАКЦИИ

Сега откако научивме што е хемиска реакција и што е хемиска равенка, можеме да разгледаме неколку типа хемиски реакции. Ќе ги разгледаме следниве видови хемиски реакции: реакции на соединување, реакции на разложување и реакции на замена.

### 1. Реакции на соединување

Со овој тип реакции се сретнавме кога зборувавме за хемиски промени.

Така, видовме дека при горење на магнезиумова лента магнезиумот се сврзува со кислородот од воздухот и се добива магнезиум оксид. Да изведеме и некои други реакции на соединување:

Наша мала лабораторија

*Обид II.3.2:* Соединување на железо и сулфур.

**Потребен прибор и супстанци:** статив, епрувета, шпиритусна ламба, железо во прав и сулфур во прав.

**Постапка:** На едно парче хартија се става малку железо во прав, а на друго малку сулфур во прав. Набљудувај ги железото и сулфурот и испитај ги нивните својства.

Потоа направи смеса од овие две супстанци и испитај ги нејзините својства. Изведи заклучоци.

Смесата стави ја во епрувета и загревај ја до усвитување. Откако епруветата ќе се олади, извади го продуктот на реакцијата (ако е потребно, епруветата треба да се скрши). Воочи ги својствата на добиената супстанца и спореди ги со својствата на железото и сулфурот и нивната смеса.

Од изведениот обид може да се забележи дека супстанцата што се доби со горење на смесата од железо и сулфур се разликува и од железото и од сулфурот и од нивната смеса. Значи, црниот прав што се доби на крајот од реакцијата е нова супстанца која се вика железо(II) сулфид. Реакцијата можеме да ја претставиме со следнава равенка:

$$Fe + S = FeS$$

Во овој случај од две елементарни супстанци добивме едно соединение. Има и такви реакции на соединување при кои од две соединенија се добива друго соединение. На пример,

$$CaO + CO_2 = CaCO_3$$

Во општ случај, ваквите реакции можеме, да ги претставиме на следниов начин:

А + В — АВ соединение или соединение или соединение

Оттука можеме да заклучиме дека:

Реакции на соединување се оние при кои од две или повеќе супстанци (елементарни супстанци и/или соединенија) се добива една посложена супстанца (соединение).

Реакциите на соединување се особено значајни за добивање на нови соединенија. Во реакции на соединување спаѓаат и реакциите на сврзување на елементарните супстанци со кислород. Овие реакции спаѓаат и во групата реакции познати како горење. Меѓутоа, сите реакции на горење не спаѓаат во реакции на соединување, бидејќи не се добива секогаш само еден продукт на горењето.

### 2. Реакции на разложување

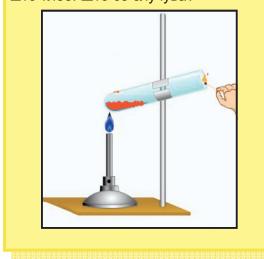
Реакциите на разложуавње се спротивни од реакциите на соединување. За подобро да ги разгледаме ќе изведеме еден обид:

Наша мала лабораторија

*Оби∂ II.3.3:* Разложување на жива(II) оксид.

**Потребен прибор и супстанци:** статив, епрувета, лажичка, шпиритусна ламба, жива(II) оксид.

Постапка: Со лажичка земи малку жива(II) оксид, забележи ги нејзините својства и стави ја во епрувета прицврстена на статив. Епруветата внимателно загревај ја со шпиритусна ламба. Забележи ги промените во епруветата. По извесно време кон отворот на епруветата принеси дрвце што тлее. Што се случува?



Од обидот што го изведовме можевме да забележиме дека при загревање на црвениот прав од жива(II) оксид (HgO), бојата на супстанцата се губи и постепено преминува во сива боја со метален сјај. Кога кон отворот на епруветата принесовме дрвце што тлее тоа пламна, што значи дека ослободениот гас е кислород. Според тоа, супстанцата што останала во епруветата е жива. Значи жива(II) оксидот се разложи на елементарна жива и кислород. Тоа можеме да го запишеме со следнава равенка:

$$2HgO = 2Hg + O_2$$

При оваа реакција од едно соединение добивме две елементарни супстанци. Меѓутоа, постојат многу реакции на разложување при кои соединението се разложува на други, попрости соединенија. На пример, разложувањето на супстанцата малахит можеме да го претставиме со следнава равенка:

$$Cu_2(OH)_2CO_3 = 2CuO + CO_2 + H_2O$$

Затоа, во општ случај, реакциите на разложување можеме да ги претставиме на следниов начин:

Значи:

Реакции на разложување се оние при кои од едно соединение се добиваат две или повеќе елементарни супстанци и/или соединенија.

Најчесто, за да се одвиваат реакциите на разложување, потребно е да се загрева или да се доведе некој друг вид енергија, како на пример, електрична. Оттука, за реакциите на разложување постојат и различни имиња: пиролиза - реакција на разложување на зголемена температура, без присуство на кислород; електролиза - реакција на разложување под дејство на електрична струја; фотолиза - реакција на разложување под дејство на сончева светлина, итн.

### 3. Реакции на замена

Со една реакција на замена веќе се запознавме. Реакцијата што ја изведовме меѓу цинк и хлороводородна киселина е, всушност, реакција на замена бидејќи цинкот го заменува водородот од HCI. Равенката на оваа реакција е следната:

$$Zn + 2HCI = ZnCI_2 + H_2$$

Во општ случај, можеме да напишеме:

$$A + BC \longrightarrow AC + B$$

Значи:

Реакции на замена се оние при кои атоми или атомски групи од една супстанца се заменуваат со атоми или атомски групи од некоја друга супстанца. Специјален случај на реакции на замена се т.н. реакции на двојна замена кај кои замената се одвива во обете насоки.

На пример,

#### ШТО НАУЧИ?

- 1. Колку атоми кислород се содржат во  $5Ca_3(PO_4)_2$ ?
- 2. Колку атоми од секој елемент се претставени на секој од следниве примери: а)  $3NH_3$  б)  $2H_3PO_4$  в)  $5Pb(NO_3)_2$  г)  $7Ca(OH)_2$  д)  $4Na_2S_2O_3$ ?
- Даден е симболичен приказ на една равенка на хемиска реакција:
   A + B → C + D Со кои букви се означени реактантите, а со кои продуктите на реакцијата?
- 4. Дадена е следнава равенка:  $Al_2(SO_4)_3 + 3CaCl_2 = 2AlCl_3 + 3CaSO_4$ . Подвлечи ги броевите што претставуваат стехиометриски коефициенти.
- 5. Кои од следниве равенки се израмнети:
  - a)  $KOH + H_2CO_3 = K_2CO_3 + H_2O$
  - б)  $2Na + Cl_2 = 2NaCl$
  - B)  $Na_2SO_4 + CaCl_2 = CaSO_4 + 2NaCl$
  - r) Na +  $H_2O$  = NaOH +  $2H_2$
  - $_{\rm J}) P_2 O_5 + 3 H_2 O = 2 H_3 PO_4$
- 6. Израмни ги следниве равенки:
  - a) Na + O<sub>2</sub>  $\rightarrow$  Na<sub>2</sub>O
  - 6)  $H_2SO_4 + NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O$
  - B)  $Cu(NO_3)_2 + Na_2S \rightarrow CuS + NaNO_3$
  - r) CaCO<sub>3</sub> + HBr  $\rightarrow$  CaBr<sub>2</sub> + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O
  - д)  $FeCl_3$  + NaOH  $\rightarrow$   $Fe(OH)_3$  + NaCl

- 7. Определи го типот на реакција (соединување, разложување, замена) на секоја од наведените реакции:
  - а) соединение + соединение  $\rightarrow$  соединение
  - б) соединение1 + елементарна супстанца 1  $\rightarrow$  соединение2 + елементарна супстанца 2
  - в) соединение → соединение + елементарна супстанца
  - г) елементарна супстанца + соединение  $\rightarrow$  соединение
  - $\Gamma$ ) соединение o елементарна супстанца + елементарна супстанца
  - За секоја од наведените реакции обиди се да дадеш конкретни примери.
- 8. Определи го типот на следниве реакции и израмни ги равенките:
  - a)  $KCIO_3 \rightarrow KCI + O_2$
  - б)  $NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4OH$
  - B)  $NH_3 \rightarrow N_2 + H_2$
  - r) Cu +  $Cl_2 \rightarrow CuCl_2$
  - д) AgNO<sub>3</sub> + HCl  $\rightarrow$  AgCl + HNO<sub>3</sub>

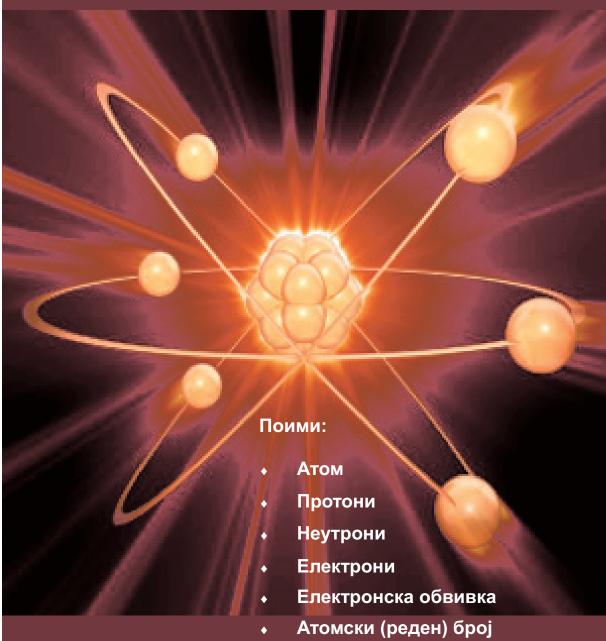




### МАЛ ПОТСЕТНИК:

- **Хемиските симболи (знаци)** се скратени **ознаки за хемиските елементи** изведени од нивните латински имиња.
- ⋆ Хемиските формули се скратени ознаки за имињата на соединенијата и за некои елементарни супстанци.
- Хемиската формула може да означува молекула, формулна единка или супстанца.
- Својството на атомите од некој елемент да се сврзуваат со точно определен број атоми од некој друг елемент се вика валентност.
- Валентноста на елементите може да се определи според водородот, кој е секогаш едновалентен, или според кислородот кој е секогаш двовалентен.
- Поимите: хемиска промена, хемиски процес и хемиска реакција имаат исто значење.
- Супстанците што се присутни на почетокот на реакцијата се викаат **реактанти**, а оние што се присутни на крајот на реакцијата се викаат **продукти**.
- Хемиските реакции на симболичен начин ги претставуваме со **хемиски** равенки.
- Стехиометриски коефициенти се броевите што се ставаат пред формулите и симболите на супстанците во хемиската равенка, со цел тие да се израмнат.
- Реакции на соединување се оние при кои од две или повеќе супстанци се добива една посложена. Реактантите може да бидат прости супстанци или соединенија, а продуктот е секогаш едно посложено соединение.
- **Реакции на разложување** се оние при кои од едно соединение се добиваат две или повеќе прости супстанци и/или соединенија.
- Реакции на замена се оние при кои атоми или атомски групи од една супстанца се заменуваат со атоми или атомски групи од некоја друга супстанца. Специјален случај на реакции на замена се т.н. реакции на двојна замена кај кои замената се одвива во обете насоки.



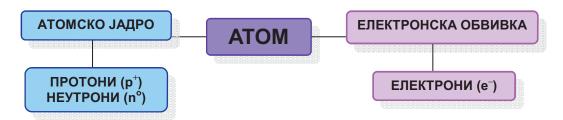


- Масен број
- Изотопи
- Релативна атомска и молекулска маса

## III.1.1. COCTAB HA ATOMOT

### Атомски број

Во поглавјето II.2. видовме дека супстанците се изградени од честички. Притоа, кажавме дека основна градбена единка на супстанците е **атомот**. Со следнава шема ќе се потсетиме за тоа што досега го научивме за атомот.



Сл. III.1.1. Атомот е составен од атомско јадро и електронска обвивка. Атомското јадро е составено од протони (позитивно наелектризирани честички) и неутрони (ненаелектризирани честички), а електронската обвивка со која е обиколено, се состои од електрони (негативно наелектризирани честички).

Кога го дефиниравме хемискиот елемент кажавме дека бројот на протони во јадрото е важна карактеристика на атомот, бидејќи според овој број може да заклучиме за атомот на кој елемент станува збор. Бројот на протоните во јадрото на атомот се вика атомски број и се бележи со Z. Овој број се запишува како лев долен индекс покрај симболот на хемискиот елемент.

### Масен број

Протоните и неутроните се честички кои имаат определена маса, а во споредба со нив масата на електроните е занемарливо мала. Значи, масата на атомот е речиси целосно определена со масите на протоните и неутроните во составот на атомското јадро. Со ова е поврзана една друга важна карактеристика на атомите. Збирот од бројот на протоните и неутроните во јадрото на атомот се вика масен број и се бележи со А.

$$Z$$
 +  $N$  =  $A$  број на број на масен протони неутрони број

Масениот број се запишува како горен лев индекс покрај симболот на елементот. Атомскиот и масениот број на атомите на некој елемент може да ги претставиме на следниов начин:



*A* - масен број

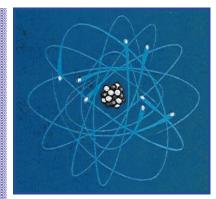
Z - атомски број

Е - симболот на елементот

Пример III.1.1. Атомите на кислородот во јадрото содржат осум протони и осум неутрони. Како ќе ги запишеме атомскиот и масениот број на кислородот?

Решение: Атомскиот број е дефиниран со бројот на протони во јадрото. За кислородот тоа е 8. Масениот број, пак, е збир од бројот на протони и неутрони што значи дека тој изнесува 16. Атомскиот број се запишува долу лево, а масениот број горе лево пред симболот на елементот.

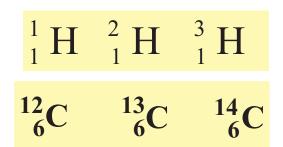
<sup>16</sup><sub>8</sub>O

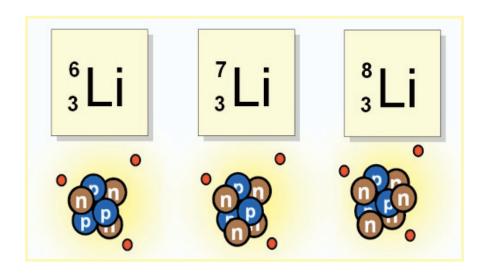


Сл. III.1.2. Во атомот на кислородот има осум протони, осум неутрони и осум електрони.

### Изотопи

Атомот е електронеутрална честичка, затоа што бројот на електрони е еднаков со бројот на протони. Неутроните, пак, се електрично неутрални честички и нивниот број не влијае врз електронеутралноста на атомот, па затоа не мора да е постојан и ист со бројот на протоните. Токму затоа за еден ист елемент постојат атоми што имаат различни масени броеви. **Атомите со ист атомски број, а различен масен број се викаат изотопи.** На пример,





Сл. III.1.3. Сликовит приказ на изотопите на литиумот. Тој има три изотопи чии масени броеви се 6, 7 и 8.

### Релативна атомска и релативна молекулска маса

Видовме дека протоните и неутроните имаат маса, а масата на електроните е занемарливо мала. Меѓутоа, масата на атомот е толку незамисливо мала што не можеме да ја измериме, а сепак, потребно е на некаков начин да ја изразиме. Најпогоден начин тоа да го направиме е масата на атомите да ја споредиме со масата на атомот на некој избран елемент, земена како стандард. Во текот на развојот на науката, за споредувење, биле избирани масите на атомите на различни елементи. Денес е прифатена унифицираната единица за маса или атомска единица за маса. Оваа единица се вика уште и јаглеродна единица, бидејќи се изразува со помош на масата на атомот на јаглерод. Споредбата на масата на некој атом со атомската единица за маса ја дава т.н. релативна атомска маса.

# Релативна атомска маса е број којшто покажува колку пати масата на еден атом е поголема од атомската единица за маса.

Релативната атомска маса се бележи со  $A_r$  и претставува неименуван број. На пример, релативната атомска маса на магнезиумот е 24,30. Тоа значи дека масата на атомот на магнезиумот е за 24,30 пати поголема од јаглеродната единица. Релативните атомски маси на елементите се децимални броеви. Тоа е така, затоа што елементите во природата се во вид на смеса од изотопите на соодветниот елемент, во која секој од изотопите е застапен со определено количество.

Покрај релативна атомска маса, со помош на атомската единица за маса може да дефинираме и релативна молекулска маса,  $M_{\rm r}$ . Бидејќи молекулите се состојат од атоми, нивната маса ќе биде збир од масите на атомите од кои се составени. Според тоа, ако ја знаеме точната формула на едно соединение и релативните атомски маси на елементите во неговиот состав, лесно може да ја пресметаме релативната молекулска маса. За релативните молекулски маси повторно ќе зборуваме, ќе ги пресметуваме и ќе ги употребуваме следната година кога ќе учиме хемиско сметање. Тука ќе дадеме само еден едноставен пример за тоа како се пресметува релативната молекулска маса.

# Пример III.1.2. Пресметај ја релативната молекулска маса на азотната киселина.

**Решение:** За да ја пресметаме релативната молекулска маса на азотната киселина, мора да ја знеме нејзината формула. Таа е  $HNO_3$ . Од формулата се гледа дека нејзината молекула се состои од еден атом водород, еден атом азот и три атома кислород, па според тоа,

$$M_r(HNO_3) = 1 \cdot A_r(H) + 1 \cdot A_r(N) + 3 \cdot A_r(O)$$

Релативните атомски маси на елементите во составот на HNO<sub>3</sub> се следниве:

 $A_r(H) = 1.01$   $A_r(N) = 14.01$   $A_r(O) = 16.00$   $M_r(HNO_3) = 1.01 + 14.01 + 3.16.00 = 63.02$  $M_r(HNO_3) = 63.02$ 

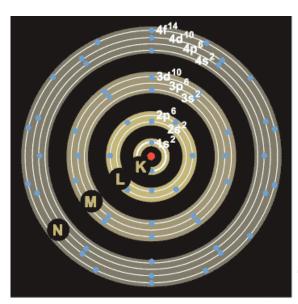
# III.1.2. ГРАДБА НА ЕЛЕКТРОНСКАТА ОБВИВКА

### Распоред на електроните во електронската обвивка

Покрај бројот на протони кој го дава идентитетот на атомот на елементот, за хемичарите од посебна важност е градбата на електронската обвивка бидејќи хемиското сврзување меѓу атомите настанува со размена на електрони.

Градбата на електронската обвивка подлежи на сложени законитости кои ќе ги учиш понатаму. Сепак тука, на наједноставен начин, ќе го изнесеме она што е најважно за градбата на електронската обвивка и во мерка колку што е неопходна за да го разбереме она што следи понатаму во овој учебник.

Знаеме дека електроните се движат околу јадрото со многу голема брзина. Но, дали се тие распоредени на некој определен начин? Всушност, електроните се распоредени на начин со кој се образуваат електронски слоеви. Електронските слоеви се бележат со броеви: 1, 2, 3, 4... итн., или со букви: K, L, M, N, O, P, Q итн. Првиот слој (К-слојот) е најблиску до јадрото на атомот. Колку што е бројот на слојот поголем, толку тој слој е пооддалечен од јадрото.



Сл. III.1.4. Електронската обвивка се состои од слоеви кои се бележат со K, L, M, N...За значењето на броевите и буквите на десната страна од сликата ќе учиш понатаму.

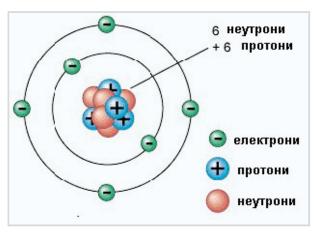
Во сите електронски слоеви бројот на електрони не е ист. Тоа можеш да го видиш и од сликата III.1.4. Во првиот електронски слој може да има најмногу два електрона. Во атомот на водородот има само еден електрон и тој се наоѓа во првиот електронски слој. Двата електрона во атомот на хелиумот, исто така се сместени во првиот електронски слој. Меѓутоа, атомот на литиумот во јадрото има три протони, а во електронската обвивка три електрони. Два од нив се наоѓаат во првиот електронски слој, а третиот мора да се смести во вториот електронски слој. Во вториот слој, всушност, можат да се сместат најмногу осум електрони. За бројот и начинот за сместување на електроните во повисоките слоеви, ќе учиш во средното образование.

За хемичарите најголемо значење имаат електроните што се наоѓаат во највисокиот слој на еден атом. Токму затоа и мораме да зборуваме за електронската структура на атомите. Бидејќи се најдалеку од атомското јадро овие електрони се најслабо привлекувани од јадрото. Тие се викаат валентни електрони. Нивниот број може да се движи од еден до осум. Ако во последниот слој има осум електрони, велиме дека оваа состојба на атомот е стабилна. Вака пополнети последни (или надворешни) електронски слоеви имаат атомите на т.н. благородни (инертни) гасови. Единствен исклучок е хелиумот кој има само два електрона. Во следната табела се дадени вкупниот број електрони, како и валентните електрони за првите дванаесет елементи.

Табела III.1.1.Вкупен број електрони и број на валентни електрони за првите дванаесет елементи

Атомски број	Елемент	Вкупен број електрони	Број на валентни електрони
1	водород	1	1
2	хелиум	2	2
3	литиум	3	1
4	берилиум	4	2
5	бор	5	3
6	јаглерод	6	4
7	азот	7	5
8	кислород	8	6
9	флуор	9	7
10	неон	10	8
11	натриум	11	1
12	магнезиум	12	2

Овде ќе завршиме со описот на електронската обвивка. Ќе кажеме само уште дека атомот и неговата внатрешна градба не сме способни да ги видиме, дури и да користиме најсовршен микроскоп. Честопати, за да добиеме некаква претстава за градбата на атомот, се служиме со модели и сликовити претстави. Таква претстава е дадена на сликата III.1.4. Наједноставниот модел е оној во кој околу јадрото кружат електроните по определени патни линии, како што е прикажано на сликата III.1.5.



Сл. III.1.5. Сликовита претстава на атомот на јаглерод кој содржи шест протони, неутрони и електрони.

#### ШТО НАУЧИ?

- 1. Определи ги атомскиот и масениот број на елементот што содржи седумнаесет протони и осумнаесет неутрони во јадрото.
- 2. Ако атомскиот број на атомот на некој елемент е 12, колку електрони има во електронската обвивка?
- 3. Колку изнесува бројот на протони, електрони и неутрони во атомот на бром, ако атомскиот број на бромот изнесува 35, а масениот 80?
- 4. Колку изнесува бројот на неутрони во јадрото на некој атом, ако неговиот масен број е 32, а атомскиот број е 15?
- 5. Колку изнесува атомскиот број за елемент што во електронската обвивка има 5 електрони? Објасни го одговорот!
- 6. Колкав е бројот на атоми од секој елемент во молекулите на:  $H_2SO_4$ ,  $N_2O_5$  и  $HCIO_3$ ?
- 7. Користејќи ги податоците од периодниот систем на елементите, пресметај ги релативните молекулски маси на соединенијата од претходното прашање.



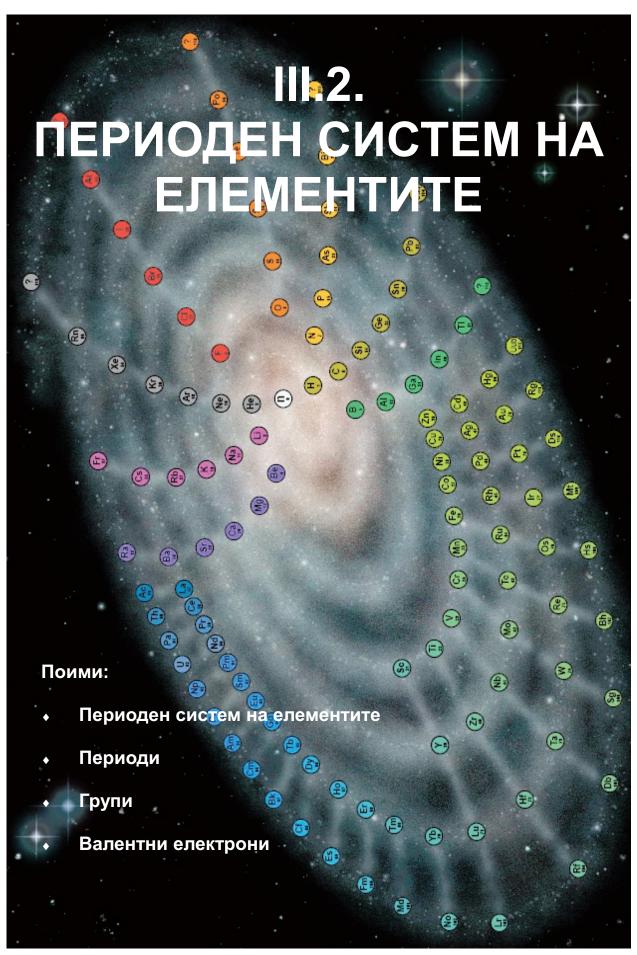
#### **ИСТРАЖУВАЈ!**

Разгледај ги различните анимации за структурата на атомот што се дадени на веб страницата http://www.chemistry.schools.edu.mk



#### МАЛ ПОТСЕТНИК:

- **Атомски број** претставува бројот на протони во јадрото на атомот на некој елемент. Тој се бележи како долен индекс пред симболот на елементот.
- Збирот од бројот на протони и неутрони во јадрото се вика **масен број.** Тој се бележи како горен индекс пред симболот на елементот.
- **Релативна атомска маса,**  $A_{r}$ , е број што покажува колку пати масата на еден атом е поголема од една јаглеродна единица.
- **Релативната молекулска маса, М**<sub>г</sub>, може да се пресмета како збир од релативните атомски маси на елементите во супстанцата, секоја помножена со индексот на елементот во хемиската формула.
- Во електронската обвивка, електроните се распоредени во електронски слоеви. Електроните од последниот електронски слој се викаат валентни електрони.



# III.2.1. КЛАСИФИКАЦИЈА НА ЕЛЕМЕНТИТЕ ВО ПЕРИОДЕН СИСТЕМ

### Можно ли е хемиските елементи да се подредат според својствата?

Испитувањата на физичките и хемиските својства на елементарните супстанци покажале дека меѓу нив постојат мноштво разлики, но и сличности. Така на пример, ако ги разгледаме физичките својства на елементарните супстанци ќе забележиме дека тие во природата се сретнуваат во различни агрегатни состојби, имаат различни темеператури на топење, густини, бои итн. И според хемиското однесување меѓу елементите постојат значителни разлики. На пример, некои се многу реактивни, а некои многу тешко стапуваат во хемиски реакции итн.

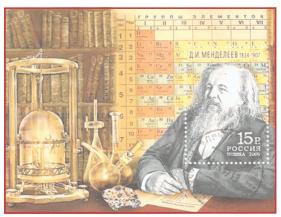
Сепак, токму според хемиското однесување елементарните супстанци се поделени во три групи: метали, неметали и полуметали. Меѓу својствата на металите, како и меѓу својствата на неметалите постои сличност. Особено голема сличност кај определени елементарни супстанци може да се забележи кога станува збор за хемиското однесување, според кое и најчесто се класифицираат. Постоењето на сличности меѓу елементите го олеснува нивното изучување. Затоа, од посебна важност е прашањето дали елементите може да се класифицираат според своите својства. Тука ќе видиме дека таквата класификација постои и ќе научиме што може да исползуваме од неа.

# Почетоци на класификација на елементите и првиот периоден систем

Основите на современото сфаќање на хемиските елементи потекнуваат уште од "таткото на хемијата" – Антоан Лавоазје. Тој во својот учебник навел едноставна таблица на метални и неметални супстанци кои не можат да се разложат на попрости и ги нарекол хемиски елементи. Во текот на 18. и 19. век многу истражувачи успеале да соберат бројни податоци за својствата на дотогаш познатите елементи и нивните соединенија, што претставувало основа за систематизација на елементите. Доберајнер во 1817 ја увидел сличноста меѓу поодделни елементи и ги класифицирал во т.н. тријади:

Li Ca S Cl Na Sr Se Br K Ba Te I

Тој увидел дека елементите во тријадите покажуваат слични хемиски својства. Така, Li, Na, K бурно реагираат со водата и градат бази; калциум, стронциум и бариум реагираат помалку бурно и даваат нешто послаби бази; хлор, бром и јод даваат слични соединенија во реакција со литиумот, натриумот и калиумот итн. Како параметар за систематизација на елементите Доберајнер ја употребил т.н. атомска тежина (всушност, релативната атомска маса). И други истражувачи се обидувале да направат слична класификација. Сепак, најголем успех постигнал рускиот научник Димитриј Иванович Менделеев.



Сл. III.2.1. Димитриј Иванович Менделеев, таткото на периодниот систем на елементите.

Менделеев прв ја воочил природната периодична законитост на која подлежат хемиските елементи. Тој забележал дека со растење на релативната атомска маса на елементите (атомската тежина, како што се нарекувала тогаш), периодично се повторуваат сличности во нивните хемиски својства. Затоа, во 1869 година, се обидел сите дотогаш познати 63 елемента да ги подреди во таблица според зголемувањето на нивната релативна атомска маса. Притоа, елементите со слични хемиски својства ги редел едни под други.

Таблицата, што ја составил ја нарекол периоден систем на елементите, а правилноста во изменувањето на својствата ја формулирал и како закон на периодичноста: својствата на елементите и нивните соединенија се во периодична зависност од релативните атомски маси на елементите.

Оваа таблица содржела многу празни места бидејќи тогаш биле познати само 63 елементи. Врз основа на својствата на елементите околу некое празно место во таблицата, тој успеал да го предвиди својството на елементот што би се нашол на тоа место. Менделеев го предвидел постоењето уште на 11 елементи. Со помош на откриената законитост дека својствата на елементите периодично се изменуваат, успеал да ги поправи релативните атомски маси на многу елементи.

И покрај тоа што во повеќето случаи релативната атомска маса како критериум за подредување дала одлични резултати, сепак се јавувале исклучоци. На пример, аргонот има поголема релативна атомска маса од калиумот, но според својствата, аргонот треба да се смести пред калиумот. Ваквите отстапувања јасно покажувале дека за класификација на елементите мора да постои некој друг критериум.

### Современата класификација на елементите

Денас се познати 118 елементи од кои 92 се сретнуваат во природата, а другите се вештачки добиени во лабораторија. Современата класификација на хемиските елементи се темели на една величина која е тесно поврзана со релативната атомска маса, а тоа е атомскиот број на елементот. Од него зависи местото на елементот во периодниот систем, па затоа тој се нарекува и реден број. Значи:

Во периодниот систем, елементите се подредени според растењето на атомските (редните) броеви.

Периодниот систем на елементите е најсовршената класификација што ја направил човекот, бидејќи е заснована на градбата на атомот. Градбата на атомот, особено на неговата електронска обвивка, како што ќе видиме, доведува до правилно изменување на многу својства на елементарните супстанци изградени од соодветните елементи.

### III.2.2. ГРАДБА НА ПЕРИОДНИОТ СИСТЕМ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ

### Како е изграден периодниот систем на елементите?

Ако погледнеме некој од денешните периодни системи на елементите, ќе забележиме дека постојат хоризонтални и вертикални низи. Седумте хоризонтални низи се викаат **периоди**, и вертикалните низи - **групи**. **Периодите** се означуваат со арапски броеви од еден до седум. Вообичаено, во периодниот систем посебно се издвоени две серии од по четиринаесет елементи, кои припаѓаат на шестата и седмата периода и се викаат **лантаноиди** и **актиноиди**.

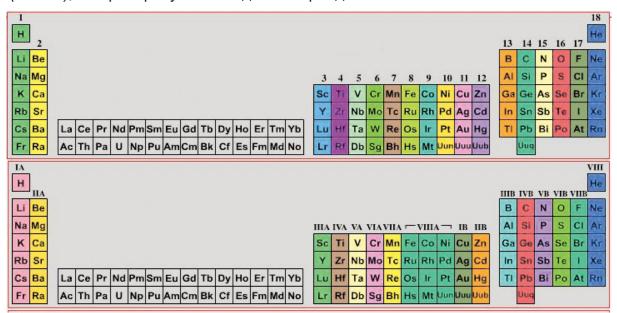
Означувањето на групите може да биде различно. Најчесто, **групите** се означуваат со римски цифри од еден до осум или, пак, со арапски цифри. Кога се означуваат со римски цифри групите се поделени на А и В групи. Последната група, во која се сместени **благородните** (инертни) гасови, се означува само како VIII група, а понекогаш и како нулта (0) група.

Меѓутоа, честопати се среќаваат извесни разлики во периодните системи, особено во сместувањето на лантаноидите и актиноидите, како и во означувањето на А и В групите, почнувајќи од третата. Изгледот на најчесто среќаваните периодни системи е даден на слика III.2.2.

	IA.																	18 VIIIA
1	H 1.00794	2 IIA											13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	Her 4.000000
2	3 Li 6,940	4 Be 9.812312											5 B 10,811	6 C 12,0007	7 N 14,0067	0 15,9994	F DUMBARIS	10 Ne 201797
3	11 Na 22.869730	12 Mg 24,3050	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8	VIIIB	10	II IB	12 IIB	13 Ad 26/981538	14 Si 26,0855	15 P 30.913061	16 S 32,065	17 CI 33.60	18 Ar 31348
4	19 K 30,0003	Ca Ca entits	21 Se: 44,95910	22 Ti 47.867	23 V 500415	21 Cr 31,9961	25 Ma 54,13000	26 Fe 55,845	27 Co 54.903200	28 Ni 56,0004	29 Cu 63,546	30 Za 65.600	31 Ga 61.723	32 Ge 72.64	33 An 74,92360	34 Se 71.90	25 Be 76:004	36 Kr 85.768
5	37 Rb 85,4678	38 Sir 87.62	39 Y HL90045	40 Zr 91,234	#1 Nb #2.60638	42 Mo 95.94	4) Te (80)	84 Ru 301.07	45 Rh 102.9080	66 PM 116.42	47 Ag 107,8682	68 Cd 112.411	In In	50 Se 118.710	51 <b>Sb</b> 121,760	52 Te 127.60	53 1 126,90447	54 Xe 131.243
6	55 Cs (10 90945	56. Ba 117.177	La* La* FRANK	72 Hf 176.40	Ta Ta	W INTRE	77 Re 196, 307	76 Os 19021	27 Mr 140.747	Pt Pt Intans	70 Ass 1701, 1000,471	10 Hg 200.50	11 TI 204.3431	12 Pb 3473	ES Non overtee	Po (SHI)	35 Ad (230)	96. Rm (277)
7	87 Fr (223)	81 Ra (221)	09 Ac <sup>40</sup> (227)	104 RF (241)	205 206 (343)	206 Sg (206)	107 <b>Bh</b> (200)	108 <b>Hs</b> (271)	100 Mt (200)	Elum (201)	Unio (212)	112 Uab (20)		Euq (200)		116 Cuh (210)		
		1	Пантанс	иди	35 Ce 140,116	20 Pv 140,00762	60 Nd 14424	41 Pm (145)	62 Sm (50.36	63 Eu 121.964	64 64 131,25	65 Tb 126,92304	00 Dy 102,500	67 Ho 164,33652	68 Er 167,290	60 Tim (58,8542)	70 Yb 173,64	71 Em 174,967
			Актино	иди	30 Th 2104041	Pa Pa 231,65500	00 U 270.00001	90 Np (200)	Pu (340	95 Am (20)	Cm GH)	97 B& (317)	es CF GND	Eh GSD	100 Fm (257)	101 Md (250)	No (29)	Lr (NO

Сл. III.2.2. Најчесто среќаван облик на периодниот систем на елементите. Во него, лантаноидите и актиноидите се посебно издвоени, а групите од 3-7 се означени како В, додека оние од 13-18 како А.

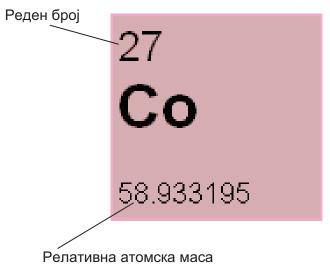
Денес, според *Интернационалната унија за чиста и применета хемија* (*IUPAC*), се препорачуваат следниве периодни системи:



Сл.III.2.3. Периодни системи препорачани од IUPAC. Означувањето на групите е од 1-18 или со римски броеви од I до VIII, каде групите 3-10 се означени со A, од 13-17 со B, а благородните гасови со VIII.

Ние тука ќе се придржуваме до препораките на IUPAC, со тоа што во македонското издание на периодниот систем, лантаноидите и актиноидите се посебно издвоени.

Периодниот систем се состои од 118 квадратчиња во кои е напишан симболот на елементот. Покрај тоа, во различни периодни системи дадени се мноштво различни податоци за елементот. Во речиси сите периодни системи даден е редниот број на елементот, а најчесто и релативната атомска маса. Во некои се содржи и името на елементот и вредностите на други физички величини како, на пример, температури на топење и вриење, густини итн.





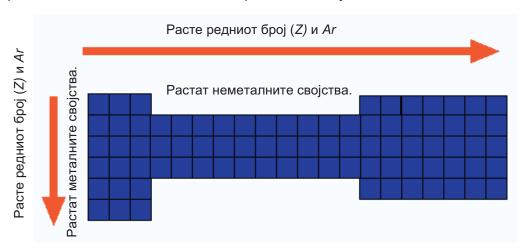
Сл.III.2.4. За секој елемент во периодниот системи дадени се некои податоци. Во различни периодни системи се содржат различни податоци, но во сите го има симболот на елементот и неговиот реден број.

### III.2.3. ПЕРИОДИЧНО ИЗМЕНУВАЊЕ НА СВОЈСТВАТА НА ЕЛЕМЕНТИТЕ

Веќе спомнавме дека периодниот систем е најсовршената класификација што ја направил човекот, бидејќи градбата на периодниот систем е во директна врска со градбата на електронската обвивка во атомите на елементите. Значи, елементите во периодниот систем се подредени следејќи една природна законитост. Така,

бројот на периодата е еднаков со бројот на последниот (највисокиот) електронски слој во атомите на елементите од таа периода.

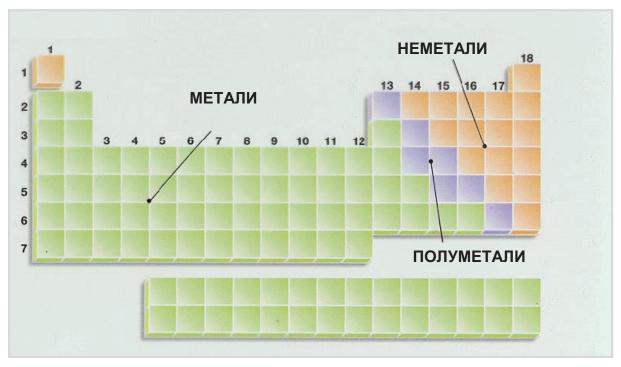
Од друга страна, пак, секој нареден елемент има еден дополнителен протон во јадрото и еден дополнителен електрон во електронската обвивка. Но, кога ќе заврши пополнувањето со електрони во еден слој т.е. кога ќе заврши периодата, започнува пополнувањето на следниот слој со еден, два итн. електрони. Според тоа, во првата група од периодниот систем ќе се наоѓаат елементи чиишто атоми во последниот електронски слој имаат само по еден електрон, во втората оние со по два итн. Значи, бројот на валентни електрони на елементот е еднаков на бројот на групата во која тој се наоѓа. Поради истиот број валентни електрони, елементите од иста група имаат иста максимална валентност (определена во однос на кислородот). Таа е еднаква со бројот на групата кога е означен со римски цифри. Така, на пример, сите елементи од IIIA и IIIB група се тривалентни; азотот којшто се наоѓа во VB група може да биде максимално петвалентен, а исто така и фосфорот. Максимален број валентни електрони (осум) имаат благородните гасови. Во атомите на овие елементи последниот електронски слој е целосно пополнет со електрони, па затоа за ваквата електронска состојба велиме дека е стабилна.



Сл. III.2.5. Редниот број и релативните атомски маси на елементите растат и долж групите и долж периодите.

Постепеното менување на бројот на електрони долж групите и периодите доведува и до постепено изменување на својствата на елементите и елементарните супстанци. Затоа, врз основа на местоположбата на елементите во периодниот систем може да добиеме претстава за нивните својства и својствата на елементарните супстанци.

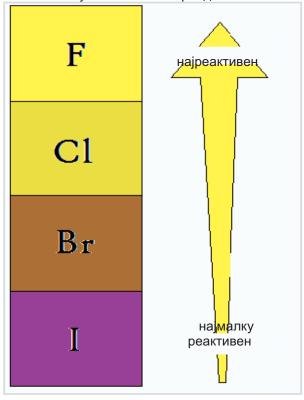
Секоја периода започнува со изразит метал, а завршува со благороден гас. Долж една периода, одејќи од лево кон десно, својствата на елементарните супстанци постепено се изменуваат од метални до неметални. Долж една група, од горе кон долу, растат металните својства. Значи, најизразитите метали ќе се наоѓаат лево, долу во периодниот систем, а најизразитите неметали горе, десно во периодниот систем (сл. III.2.6.).



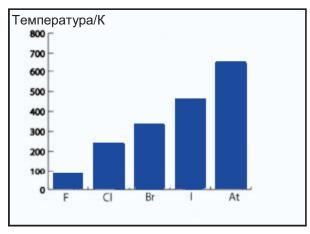
Сл. III.2.6. Местоположбата на металите, неметалите и полуметалите во периодниот систем.

Во една иста група се сместени елементи коишто, покрај металните т.е. неметалните својства, имаат и други слични својства или својства што постепено се изменуваат. Затоа, елементите од една иста група, честопати имаат заедничко име. На пример: елементите од 1-та група се викаат алкални метали; елементите од 2-та земноалкални метали; елементите од 17-та група (VIIB) се викаат халогени елементи.

Така, на пример, халогените елементи имаат слични хемиски својства, а некои нивни физички својства, постепено се изменуваат. Флуорот и хлорот се гасови, бромот е течност, а јодот цврста супстанца. Постепено се менува и нивната боја, температурата на вриење и др., но исто така и хемиската реактивност (сл. III.2.7 и III.2.8).



Сл. III.2.7. Некои својства во групата на халогените елементи правилно се изменуваат .



Сл. III.2.8. Температурите на вриење на халогените елементи растат долж групата.

Од ова што досега го изнесовме, очигледно е дека од периодниот систем на елементите можат да се дознаат многу податоци како за елементите, така и за нивните елементарни супстанци, но и дека нивните својства можат да се предвидат врз основа на нивната положба во периодниот систем. Поради тоа, периодниот систем е неопходна алатка при изучувањето на хемијата, како и за секој што се занимава со хемија.

### **ДОДАТОК**

### ДИМИТРИЈ ИВАНОВИЧ МЕНДЕЛЕЕВ И НЕГОВОТО ДЕЛО

Периодниот систем на елементите е најсовршената класификација која ја направил човекот. Таа се базира на најсуштественото својство на материјата, а тоа е градбата на атомот. Најголемата заслуга за ова откритие му припаѓа на Менделеев. Но, кој бил, всушност Менделеев?

Димитриј Иванович Менделеев се родил во 1834 година во Тоболск,



Сибир, како 14 дете во семејството. Татко му починал бргу по неговото раѓање, а подоцна, неговото семејство се преселило во Москва, со цел талентираниот Димитриј да се запише на тамошниот универзитет. Меѓутоа, поради местото на раѓање не бил примен. Благодарение на настојчивоста на неговата мајка, успеал да се запише на Педагошкиот институт во Санкт Петерсбург. Студиите ги завршил со златен медал, а потоа продолжил со студии по хемија во Одеса. Во Санкт Петерсбург станал професор по хемија на тамошниот Технички институт.

Поради огромната љубов кон хемијата и желбата да научи уште повеќе, Менделеев престојувал во Германија и Франција каде што работел со познати научници како Бунзен, Киркоф и Каницаро. Покрај тоа што ја составил првата таблица на периодниот систем на елементите, тој работел и на решавање на различни технолошки проблеми во индустријата. Особено е значајна неговата работа врз развојот на методите за изучување на хемијата.

Во 1890 година, Менделеев бил предвремено пензиониран, затоа што ги поддржал своите студенти во барањето за подобри студентски услови, при што влегол во отворен конфликт со власта.

#### ШТО НАУЧИ?

- 1. Според кое својство се подредени елементите во периодниот систем:
  - а) бројот на електрони во атомот
  - б) бројот на протони
  - в) масениот број
  - г) релативната атомска маса
- 2. Бројот на протони во јадрото на еден елемент е 14. а) Колку изнесува неговиот реден број? б) Во која периода се наоѓа тој елемент?
- 3. Колку протони и електрони ќе има еден елемент, ако се наоѓа во втората периода, во VB група.
- 4. Во која периода ќе се наоѓа некој елемент ако неговиот атом содржи три електронски слоја?
- 5. Што е еднакво за елементите од иста група во периодниот систем:
  - а) вкупниот број електрони
  - б) бројот на протони
  - в) бројот на валентни електрони
  - г) масениот број
- 6. Во која група од периодниот систем ќе се наоѓа еден елемент, ако има четири валентни електрони?
- 7. Во која група од периодниот систем се наоѓаат: а) халогените елементи б) благородните гасови в) алкалните метали?
- 8. Во кој дел од периодниот систем се наоѓаат најизразитите метали, а во кој најизразитите неметали?



### **ИСТРАЖУВАЈ!**

Кога солите на алкалните метали се внесуваат во пламен, доаѓа до обојување на пламенот. Провери со каква боја ќе се обои пламенот ако во него се внесе: а) натриум хлорид б) литиум хлорид. За таа цел, на врвот од една метална шпатула стави малку од солта и шпатулата внеси ја во пламен. Со каква боја ќе се обои пламенот?



#### МАЛ ПОТСЕТНИК:

- Периоден систем на елементите е таблица во која елементите се подредени според растењето на нивните атомски (редни) броеви.
- **Хоризонталните** низи во периодниот систем се нарекуваат **периоди**, а **вертикалните** низи, **групи**.
- ◆ Бројот на периодата одговара на бројот на последниот (највисокиот) електронски слој во атомите на елементите од таа периода.
- ◆ Во иста група од периодниот систем се сместени елементи со ист број валентни електрони.
- ◆ Максималната валентност на елементите од една група (спрема кислородот) одговара на бројот на групата.
- ◆ Некои својства на елементите правилно се изменуваат долж периодите и групите.
- ◆ Во иста група од периодниот систем се наоѓаат елементи чиишто елементарни супстанци имаат слични својства или, пак, тие правилно се изменуваат.
- Металните својства долж периодата опаѓаат (од лево кон десно), а растат долж групата (од горе надолу). Најизразитите метали се сместени лево, долу во периодниот систем, а најизразитите неметали, горе, десно.



Од детството на Менделеев



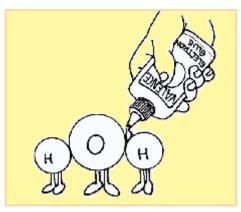
### III.3.1. ХЕМИСКО СВРЗУВАЊЕ И ВИДОВИ ХЕМИСКИ ВРСКИ

### Што ги држи атомите заедно?

Видовме дека при хемиските реакции доаѓа до прегрупирање на атомите на различните супстанци при што се добиваат други супстанци. Но што е тоа што ги држи атомите заедно? При добивањето на новите супстанци меѓу атомите доаѓа до т.н. хемиско сврзување или до образување хемиски врски. Хемиските врски се, всушност, причината поради која атомите се држат заедно во соединенијата и во елементарните супстанци. Сврзувањето на атомите може да се оствари на различни начини, но во основата на сите нив лежи размена на електрони. Значи, хемиските врски настануваат со размена на електрони.

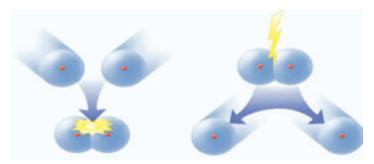
Тука веднаш ќе се запрашаме: кои и колку електрони можат да учествуваат во хемиското сврзување? До одговорот на ова прашање лесно ќе дојдеме ако се потсетиме на две важни работи кои веќе ги научивме. Од градбата на електронската обвивка научивме дека електроните во последниот електронски слој (валентните електрони) имаат најголема енергија, па затоа се најлесно подвижни. Научивме и дека атомот се наоѓа во најстабилна состојба доколку последниот слој е целосно пополнет.

Според тоа, лесно можеме да заклучиме дека во размената на електрони ќе учествуваат само валентните електрони.



Сл.III.3.1 "Лепакот" со кој се сврзуваат атомите меѓу себе се валентните електрони што се разменуваат меѓу нив.

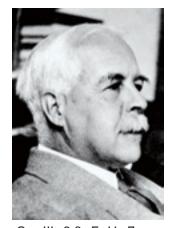
Притоа, атомите што учествуваат во размената на електрони се стремат да постигнат стабилна електронска структура во последниот електронски слој, каква што постои кај благородните гасови. Оттука ќе изведеме уште еден важен заклучок: сврзаните атоми, односно честичките добиени со хемиско сврзување, се постабилни од поодделните атоми. Од друга страна, пак, за да се раскинат хемиските врски потребно е да вложиме енергија (Сл. III.3.2).



Сл. III.3.2. При формирањето на хемиските врски се ослободува енергија (лево), а за тие да се раскинат (десно), треба да вложиме енергија.

За посликовито претставување на валентните електрони во атомот се користат т.н. електронски симболи што ги предложил научникот Луис кој се занимавал со изучување на хемиските врски. Во ваквите симболи, хемискиот симбол на елементот го означува јадрото на атомот и сите други електрони, освен валентните. Валентните електрони се запишуваат со точки покрај симболот на хемискиот елемент. Притоа, спарените електрони се запишуваат со пар од точки, а неспарените електрони само со една точка. Еве како со електронски симболи може да се претстават елементите од втората периода.





Сл. III. 3.3. Г. Н. Луис, научникот кој дал голем придонес за разбирањето на хемиските врски.

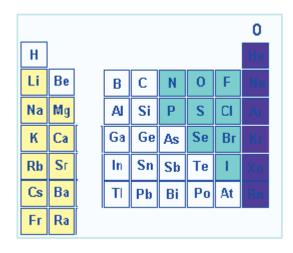
Покрај електронски симболи, се користат и електронски формули, со кои ќе се сретнеме подоцна во текот на изучувањето на хемиските врски. Електронските симболи и формули, во чест на Луис, се викаат уште и луисовски симболи и формули.

Размената на електрони може да се одвива на различни начини, па затоа постојат и различни видови хемиски врски. Постојат, главно, три различни типа хемиски врски: јонска, ковалентна и метална. Во оваа тема ќе се запознаеме само со јонската и ковалентната врска.

### III.3.2. JOHCKA BPCKA

Веќе научивме дека атомите на елементите од кои се изградени типичните метали имаат мал број валентни електрони, а оние на типичните неметали имаат голем број валентни електрони. Затоа, за да постигнат стабилна електронска состојба на инертен гас, на металите им е полесно да испуштаат електрони, отколку да примаат. Обратно, на неметалите полесно им е да примаат, отколку да испуштаат електрони. Кога атомите на металите им предаваат електрони на атомите на неметалите, доаѓа до јонско сврзување. Значи, јонската врска е присутна кај соединенија што се добиваат кога се сврзуваат *типични метали со типични неметали.* 

При јонското сврзување атомите на металите целосно ги испуштаат валентните електрони, а неметалите ги примаат тие електрони. Испуштањето на електрони е карактеристично за елементите што имаат до три валентни електрони, а примањето електрони за елементите што имаат од 5 до 7 валентни електрони.



Сл. III.3.4. На оваа слика со жолта боја се означени металите што образуваат типична јонска врска со неметалите означени со сина боја. Се разбира, јонски врски образуваат и други метали и неметали. Со виолетова боја се означени благородните гасови.

Со испуштањето и примањето на електрони, атомите веќе не се електронеутрални честички, туку преминуваат во наелектризирани честички. Ваквите наелектризирани честички се викаат јони. Кога атомите на металите испуштаат електрони преминуваат во позитивно наелектризирани јони кои се викаат катјони, а кога неметалите примаат електрони преминуваат во негативно наелектризирани јони кои се викаат анјони.

Зошто се катјоните позитивно наелектризирани, а анјоните негативно?

Се сетив! Ќе го споредам бројот на протони и електрони!!!





Внимавај ! При јонското сврзување не се образуваат молекули!

Меѓу спротивно наелектризираните полнежи се јавуваат привлечни сили. Затоа, катјоните на металите и анјоните на неметалите се привлекуваат и меѓусебно се држат со силни електростатски сили.

Хемиската врска што настанува меѓу метал и неметал како резултат на целосно оддавање и примање на електрони и на електростатско привлекување на образуваните јони, се вика јонска врска.

Да разгледаме неколку примери за јонско сврзување:

# Пример III.3.1. Како ќе се образува јонска врска меѓу натриумот и хлорот?

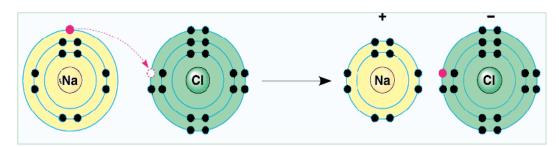
**Решение:** Натриумот се наоѓа во IA група од периодниот систем. Според тоа тој има еден валентен електрон. Кога ќе го испушти валентниот електрон, натриумот ќе помине во натриумов катјон.

$$Na \longrightarrow Na^+ + e^-$$

Хлорот се наоѓа во VIIB група од периодниот систем. Атомот на хлорот има 7 валентни електрони, што значи дека му недостасува уште еден електрон за да добие стабилна електронска структура. Затоа, тој го прима испуштениот електрон од натриумот и преминува во анјон.

Натриумовиот катјон и хлорниот анјон меѓусебно се привлекуваат.

Шематски, ова е прикажано на следнава слика:



Сл. III.3.5. Шематски приказ на образувањето на натриумовите и хлоридните јони. при нивното хемиско сврзување.

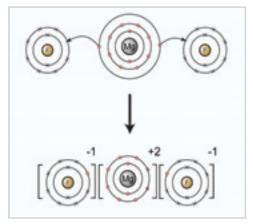
# Пример III.3.2: Како ќе се образува јонска врска меѓу магнезиум и флуор?

**Решение:** Магнезиумот се наоѓа во IIA група од периодниот систем, што значи дека има два валентни електрони. Кога ќе ги испушти овие два валентни електрони, магнезиумот ќе премине во магнезиумов катјон.

Флуорот се наоѓа во VIIB група од периодниот систем што значи дека има 7 валентни електрони. Нему му треба само еден електрон за да постигне стабилна електронска структура. Тоа значи дека двата електрони што ги испуштил магнезиумот ќе ги примат два атома флуор.

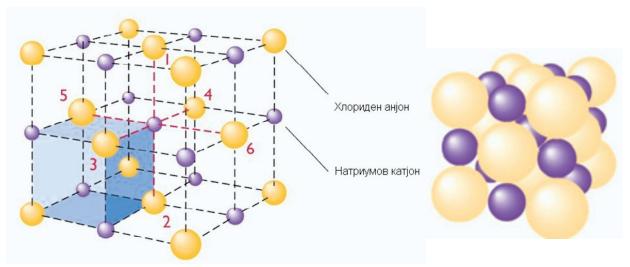
Магнезиумовиот катјон и флуоридните анјони меѓусебно се привлекуваат. Бидејќи еден магнезиумов катјон сврзува два флуоридни анјони, формулата на соединението ќе биде MgF<sub>2</sub>.

$$Mg^{2+}F_2^{-c}$$



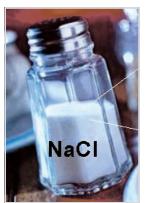
Сл. III.3.6. Шематски приказ на образувањето на магнезиум флуорид.

Привлечните сили меѓу јоните дејствуваат во сите правци. Затоа околу секој позитивен јон ќе се распоредат негативни јони, и обратно. Тие се распоредуваат во просторот едни околу други на точно определен, правилен начин, формирајќи на тој начин, супстанца во цврста агрегатна состојба т.н. кристал. Бидејќи градбените единки во ваквите кристали се јони, тие се викаат јонски кристали. На пример, во кристалот на натриум хлорид, секој хлориден анјон е опкружен со шест натриумови катјони, а тие, пак, со шест хлорни анјони.



Сл. III.3.7. Модел на кристалната структура на натриум хлорид.

Својствата на супстанците зависат од составот и од начинот на хемиското сврзување. Затоа, јонски градените супстанци имаат некои заеднички својства. Како пример за нивните својства ќе го земеме натриум хлоридот, познатата готварска сол. Знаеш дека натриум хлоридот е цврста супстанца, а такви се и сите јонски градени супстанци. Тој, како и другите јонски супстанци лесно се раствора во вода. Кога се растворени или стопени, јонските супстанци спроведуват електричество, бидејќи тогаш јоните можат слободно да се движат.





Сл. III.3.8. Голем дел од својствата на натриум хлорид ни се познати бидејќи го користиме во секојдневниот живот.

Типичните јонски соединенија, најчесто, имаат високи температури на топење. Во ова можеш да се увериш ако на ринглата од шпоретот ставиш неколку зрнца готварска сол и шеќер. Ќе забележиш дека шеќерот ќе се стопи, но не и солта.

#### ШТО НАУЧИ?

- 1. Напиши електронски (луисовски) симболи на: а) алуминиум б) фосфор в) магнезиум.
- 2. Од која од наведените групи, елементите најлесно ги оддаваат валентните електрони ? а) трета б) прва в) шеста г) седма.
- 3. Атомот на кислородот се наоѓа во VIB група од периодиот систем. Дали кога образува хемиски врски ќе прима или ќе испушта електрони?
- 4. Калциумот има два валентни електрони. Дали ќе образува катјон или анјон?
- 5. Заокружи ги исказите што сметаш дека се точни:
  - а) Јонска врска се образува меѓу типичен метал и типичен неметал.
  - б) При формирањето на јонска врска се образуваат молекули.
  - в) Јонската врска се остварува со размена на електрони.
  - г) Со јонска врска се сврзуваа атомите од еден ист елемент.
- 6. Ползувајќи ги примерите дадени во овој текст, обиди се да го претставиш образувањето на калциум хлорид.
- 7. Во каква агрегатна состојба очекуваш да бидат: а) бариум хлорид (BaCl<sub>2</sub>),б) натриум флуорид в) калиум флуорид?



### **ИСТРАЖУВАЈ!**

Разгледај го образувањето на јонска врска, јонските кристали и својствата на јонските соединенија што се дадени на веб страницата http://www.chemistry.schools.edu.mk



### Како се формира ковалентната врска?

Јонската врска едноставно и јасно ја објаснивме преку размена на електрони меѓу метал и неметал. Но, знаеме дека постојат и елементарни супстанци како  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $H_2$ , итн., а и соединенија изградени само од неметали како што е  $H_2O$ ,  $SO_2$ , HCI и многу други. Затоа, мора да се запрашаме како доаѓа до сврзување кај нив? Кој ќе прими, а кој ќе оддаде електрони, ако двата атома се исти? Се разбира, не би можел едниот атом да оддава електрони, а другиот да ги прима. Очигледно, тие не може да се сврзуваат со јонска врска, што значи дека мора да постои уште некој друг тип хемиска врска. Тој тип хемиска врска е т.н. ковалентна врска. Оваа врска е типична за сврзување на неметалите.

И при ковалентното сврзување атомите се стремат да постигнат стабилна структура на последниот електронски слој. Меѓутоа, во овој случај тоа се постигнува со формирање на заеднички електронски парови, кои припаѓаат истовремено на двата атома. Во образувањето на заедничките електронски парови учествуваат неспарените валентни електрони на атомите. При образувањето ковалентна врска, атомите се сврзуваат во молекули.

Според тоа, за ковалентната врска можеме да ја дадеме следнава дефиниција:

**Хемиската** врска што се образува со заеднички електронски парови се нарекува ковалентна врска.

Бројот на ковалентни супстанци е огромен, што се должи, меѓу другото, и на можностите за повеќе различни видови ковалентни врски, кои ќе ги разгледаме подолу.

### Ковалентно сврзување меѓу еднородни атоми

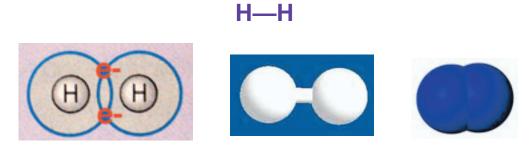
Ковалентното сврзување ќе го разгледаме низ повеќе примери почнувајќи од образувањето на едноставните молекули на елементарните супстанци.

### Пример III.3.3. Образување на молекула на водород, H<sub>2</sub>.

Секој од двата атома на водород има по еден валентен електрон. Атомите на водородот се стремат да ја постигнат стабилната електронска состојба на хелиумот. Тоа може да го постигнат ако формираат заеднички електронски пар кој им припаѓа на обата атома. Имај предвид дека единствено водородот постигнува стабилна електронска состојба со два електрона во својот единствен слој. Тоа можеме да го претставиме со луисовски симболи и формули, на следниов начин:

Заедничките електронски парови се пишуваат во пресекот на двете множества бидејќи припаѓаат на обата атома.

Највообичаен начин за претставување на заедничките електронски парови е тие да се претстават со валентна цртичка. Притоа, една валентна цртичка означува еден заеднички електронски пар. Формулите, пак, во кои заедничките електронски парови се означуваат со валентна цртичка се викаат структурни формули. Според тоа, формулата на водород ќе ја напишеме како:



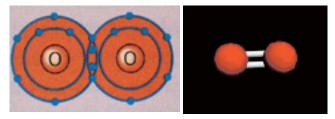
Сл. III.9. Различни начини на претставување на молекулата на водород.

Како што може да се види од дадениот пример, во молекулата на водородот атомите се поврзани со еден електронски пар, па затоа ваквата врска ја нарекуваме **единечна врска**.

### Пример III.3.4. Образување на молекулата на кислород, O<sub>2</sub>.

Секој кислороден атом има шест валентни електрони. Тоа значи дека му се потребни уште два електрона за да постигне стабилна електронска состојба од осум електрона. Меѓутоа, ова може да се постигне само ако двата кислородни атома се сврзат меѓу себе со два заеднички електронски пара.

Врската која се образува со два заеднички електронски пара се вика **двојна врска**. Значи, атомите на кислородот во неговата молекулата се сврзани со двојна врска.



Сл. III.10. Модели на молекулата на кислород.

### Пример III.3.5. Образување на молекулата на азот, N<sub>2</sub>.

Атомот на азотот има пет валентни електрони, што значи му недостасуваат уште три до стабилна електронска состојба од осум електрона. Тоа може да се постигне само ако двата азотни атоми се сврзат меѓу себе со три заеднички електронски пара.

$$\vdots \dot{\mathbf{N}} \cdot + \cdot \dot{\mathbf{N}} : \longrightarrow (\mathbf{N} \otimes \mathbf{N})$$
  $\mathbf{N} \equiv \mathbf{N}$ 

Врската која се образува со три заеднички електронски парови се вика **тројна врска**. Значи, атомите на азот во неговата молекула се сврзани со тројна врска.

Во сите примери што досега ги разгледавме, ковалентната врска се образува меѓу истородни атоми. Поради тоа, заедничките електронски парови се наоѓаат на еднаква оддалеченост од јадрата на обата атома, бидејќи јадрата се еднакви и подеднакво ги привлекуваат електроните. Ваквата ковалентна врска се вика неполарна или хомополарна ковалентна врска.

Понатаму ќе го разгледаме сврзувањето меѓу разнородни атоми.

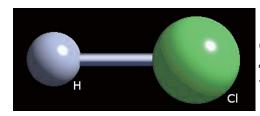
### Ковалентно сврзување меѓу разнородни атоми

За разлика од молекулите изградени од истородни атоми, бројот на молекули изградени од разнородни атоми е огромен. И во нив атомите се сврзуваат со ковалентна врска, во основа, на истиот начин како и меѓу истородните атоми. Сепак, постојат и некои разлики кои ќе ги разгледаме низ следниве примери.

### Пример III.3.6. Образување на молекулата на хлороводорд, HCI.

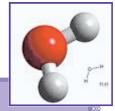
Знаеме дека водородот има еден валентен електрон и дека за да постигне стабилна електронска структура, потребен му е уште еден електрон. Хлорот, пак, кој се наоѓа во VIIB група во периодниот систем, има седум валентни електрони, што значи дека му недостасува уште еден за да постигне октет. Затоа, едниот електрон на водородот и едниот неспарен електрон на хлорот, ќе образуваат еден заеднички електронски пар, односно ќе се сврзат со единечна врска (слика III.3.11).

$$H \cdot + \cdot \ddot{C}l : \longrightarrow H - Cl$$



Сл. III.3.11 Модел на молекулата на НСІ.

Сл. III.3.12. Модел на молекулата на Н<sub>2</sub>О.



### Пример III.3.7. Образување на молекулата на вода, H<sub>2</sub>O.

Кислородот има шест валентни електрони, што значи дека му требаат два електрона за да постигне октет. Затоа, кога се образува молекулата на вода тој се сврзува со два атома водород.

$$H \cdot + \cdot \ddot{O} : + \cdot H \longrightarrow H$$

Кога со ковалентна врска се сврзуваат разнородни атоми (како што е тоа во овие два примера) заедничките електронски парови не се наоѓаат точно на еднаква оддалеченост од јадрата на двата атома, туку повеќе се привлечени кон атомот на еден од елементите. Затоа оваа врска се нарекува хетерополарна (или само поларна) ковалентна врска. Во луисовските формули на ваквите соединенија, електронскиот пар се пишува поблизу до едниот атом.

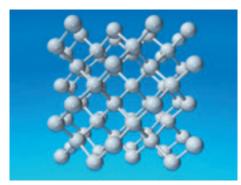
### III.3.4. СВОЈСТВА НА СУПСТАНЦИ ИЗГРАДЕНИ СО КОВАЛЕНТНИ ВРСКИ

За разлика од јонски градените супстанци, кои на собни услови постојат само во цврста агрегатна состојба, супстанците образувани со ковалентни врски можат да бидат во сите три агрегатни состојби. Така, на пример, водородот, азотот, хлороводородот и многу други супстанци се гасови. Водата е течност, а јаглеродот, јодот и многу други ковалентно градени супстанци се во цврста агрегатна состојба.

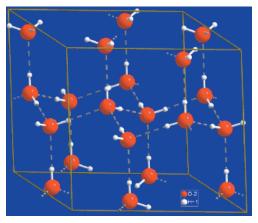
Кога се во цврста агрегатна состојба, ковалентните соединенија, исто така, може да образуваат кристали. Ако градбените единки во таквите кристали се атоми, тогаш таквите кристали се викаат атомски (ковалентни) кристали. Кристалите, пак, во кои градбените единки се молекули, се викаат молекулски кристали.

Типичен пример за атомски кристал е дијамантот. Атомските кристали имаат изразито високи температури на топење и на вриење и многу голема тврдост (дијамантот е супстанца со најголема тврдост!) поради силните ковалентни врски со кои се поврзани атомите.

Молекулските кристали се изградени од молекули коишто меѓу себе се сврзуваат со меѓумолекулски сили, кои можат да бидат од различна природа. Примери за вакви супстанци се сулфурот, јодот, мразот и др. Меѓумолекулските сили се многу послаби од ковалентната врска, па затоа ваквите кристали се разликуваат од атомските. Тие имаат ниски температури на топење, некои од нив сублимираат, меки се и крти.



Сл. III.13 Во структурата на дијамантот сите јаглеродни атоми се сврзани меѓу себе со ковалентни врски.



Сл. III.14 Структура на мраз.

Растворливоста на ковалентните соединенија во вода зависи од тоа дали се тие поларни или неполарни. Неполарните соединенија не се раствораат во вода, а поларните се раствораат.

#### ШТО НАУЧИ?

- 1. Со луисовски формули претстави го образувањето на молекулата на флуорот.
- 2. Со каква врска очекуваш да се сврзуваат сулфурот и кислородот кога градат сулфур диоксид?
- 3. Колку заеднички електронски парови се образуваат кога меѓу себе се сврзуваат атомите на бромот?
- 4. Во составот на азотната киселина, HNO<sub>3</sub>, влегуваат елементи што се неметали. Со какви врски се поврзани атомите на азотот, водородот и кислородот?
- 5. Со каква ковалентна врска (поларна или неполарна) се сврзуваат атомите на водород и флуор?
- 6. Со луисовски формули претстави една поларна и една неполарна молекула.
- 7. Фосфорот образува молекула P<sub>4</sub>. Со какви врски се сврзани атомите на фосфорот меѓу себе?
- 8. Следниве супстанци групирај ги според тоа дали врските меѓу атомите се неполарни или поларни: Cl<sub>2</sub>; H<sub>2</sub>S; O<sub>2</sub>; HF; N<sub>2</sub>; H<sub>2</sub>O.



#### **ИСТРАЖУВАЈ!**

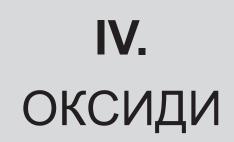
Земи неколку кристалчиња натриум хлорид и сулфур и обиди се да ги спрашиш, притискајќи ги меѓу две парчиња хартија. Што забележуваш?

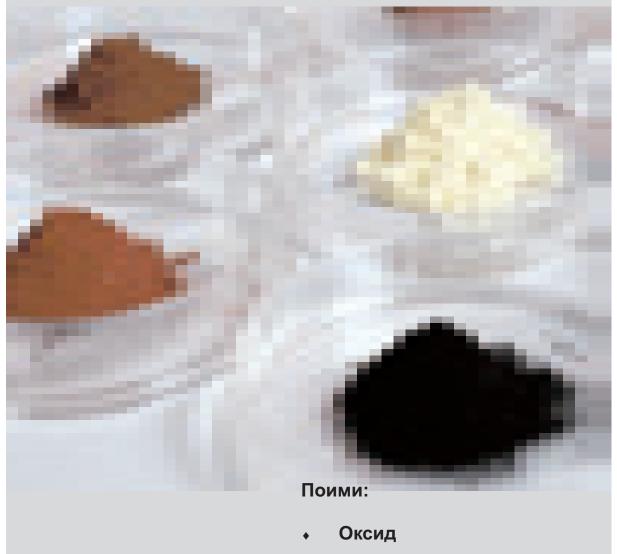
Потоа, пробај да ги раствориш во вода. Што забележуваш? Обиди се запазените својства да ги објасниш преку начинот на хемиското сврзување во овие две супстанци.



#### МАЛ ПОТСЕТНИК:

- Хемиските врски се остваруваат со **размена на електрони**. Притоа, атомите се стремат да постигнат стабилна електронска структура на благородните гасови.
- Наелектризираните честички што се добиваат со примање или испуштање електрони се викаат јони. Позитивно наелектризираните, раните јони се викаат катјони, а негативно наелектризираните, анјони.
- Со **јонска врска** се сврзуваат типични метали со типични неметали. Таа се остварува со **целосно оддавање и примање на електрони**, а потоа добиените јони се привлекуваат со електростатички сили.
- Хемиската врска што се формира со заеднички електронски парови се вика ковалентна врска.
- Ковалентната врска што се образува меѓу два истородни атома се вика неполарна (хомополарна) ковалентна врска, а онаа меѓу различни атоми поларна (хетерополарна) ковалентна врска.
- Супстанците што се образуваат со јонска врска градат **јонски кристали**. Ковалентно градените супстанци, кога се во цврста состојба, може да градат **атомски или молекулски кристали**.
- Својствата на супстанците зависат од видот на хемиската врска.





- Метални оксиди
- Неметални оксиди
- Киселински оксиди
- Базни оксиди
- Амфотерни оксиди
- Неутрални оксиди
- Индикатор

### ОСНОВНИ ТИПОВИ НЕОРГАНСКИ СОЕДИНЕНИЈА

Во претходните глави ги изучивме основните хемиски поими, така што веќе стекна доволно предзнаења за да може да се запознаеш со некои поважни соединенија. Меѓутоа, бројот на соединенија е толку многу голем, така што нивното поединечно изучување станува проблематично. За среќа, како и во многу други случаи, меѓу соединенијата постојат мноштво сличности, така што постои можност за нивна класификација.

Класификацијата на соединенијата може да се направи на различни начини. Во хемијата, соединенијата, главно, се поделени на **неоргански** и **органски**. Органските соединенија ќе ги изучуваме следната година. Тука ќе кажеме само дека тоа се речиси сите соединенија на елементот јаглерод, со исклучок на сосем мал број, кои спаѓаат во неоргански. Значи, соединенијата на сите други елементи, што не влегуваат во составот на органските, спаѓаат во неоргански. Бројот на неоргански соединенија е помал од оној на органските, но сепак и нивниот број е многу голем.

Според некои заеднички својства, кои секако се во врска со составот, неорганските соединенија можат да се поделат на четири основни типови соединенија: оксиди, хидроксиди, киселини и соли. Во понатамошниот текст накусо ќе се запознаеме со составот и својствата на овие четири типа неоргански соединенија.

### IV.1. ПОИМ И НОМЕНКЛАТУРА НА ОКСИДИТЕ

### Што се тоа оксиди?

Со оксидите се среќаваме постојано во секојдневниот живот. Оксиди има во воздухот, а еден оксид којшто секојдневно го внесуваме во нашиот организам е водата. Формулата на водата ја знаеш ( $H_2O$ ), а исто така и на јаглерод диоксидот од воздухот ( $CO_2$ ). Од нивните формули лесно можеш да забележиш дека овие оксиди се составени од два елемента – водата од водород и кислород, а јаглерод диоксидот од јаглерод и кислород. Така е и со сите други оксиди. Тие се соединенија изградени од два елемента, или како што се вели, бинарни соединенија.

Покрај тоа, од формулите на овие две соединенија може да се забележи дека во обете соединенија влегува елементот кислород. Кислородот влегува во состав и на сите други оксиди. Всушност, ако се потсетиме дека латинското име на кислородот е *охудепіит*, станува јасно дека оксидите се соединенија на кислородот од кого што и потекнува нивното име. Оттука можеме да заклучиме:

Во оксиди се вбројуваат бинарните соединенија на кислородот со различни елементи.

Тука мора да напомнеме дека сите бинарни соединенија на кислородот

не се оксиди. На пример, водород пероксидот ( $H_2O_2$ ), којшто во секојдневниот живот е познат како хидроген, иако е бинарно соединение на кислородот, не е оксид. Оксид не е ниту бинарното соединение на кислородот со флуорот, а има и уште вакви примери. Со прецизната дефиниција за оксиди ќе се запознаеш подоцна.

### Именување на оксидите

Оксидите се едни од наједноставните соединенија, па и нивното именување (или номенклатура) е доста едноставно. Оксидите се именуваат така што прво се наведува името на елементот што го гради оксидот, веднаш до него (слеано), во мала заграда и со римски броеви, се пишува валентноста на елементот што го гради оксидот и на крајот одделно се пишува зборот оксид. За елементите што немаат променлива валентност, таа не се пишува. Во таков случај, тој елемент гради само еден оксид. Да разгледаме неколку примери:

### Пример IV.1. Како гласи името на: a) $Fe_2O_3$ б) ZnO?

**Решение:** а) Станува збор за оксид на железото. За да го напишеме точното име на соединението, мора најнапред да ја најдеме неговата валентност. Знаеме дека кислородот е двовалентен, а исто така и дека производот од валентноста и индексот на едниот елемент мора да е еднаква на производот од индексот и валентноста на другиот елемент. Значи:

$$2 \cdot x = 3 \cdot 2$$
  $x = 3$ 

Според тоа, името на оксидот ќе биде: железо(III) оксид.

б) Ова е формула на оксид на цинкот (Zn). Цинкот нема променлива валентност, па затоа името на овој оксид ќе биде: **цинк оксид.** 

Честопати, името на оксидот ќе ти биде познато, но ќе треба да ја напишеш неговата формула. Еве како треба да постапиш кога тоа се бара од тебе.

### Пример IV.2. Која е формулата на: а) бариум оксид б) манган(IV) оксид

**Решение:** а) Очигледно, бариумот нема променлива валентност, бидејќи во името на оксидот нема податок за оксидациониот број. Ако не ти се познати симболот и валентноста на бариумот, побарај ги во периодниот систем. Ќе видиш дека тој се наоѓа во IIA група, што значи дека е двовалентен. Според тоа, формулата на овој оксид е **BaO**.

б) Манганот е елемент со променлива валентност, а во овој случај таа е четири. Производот од валентноста и индексот на двата елемента мора да се еднакви, но бидејќи индексите ниту за манганот, ниту за кислородот, не ни се познати, ќе побараме НЗС од нивните валентности. За 2 и за 4 НЗС е 4. Оттука,

$$4:4=1 \text{ u } 4:2=2$$

Значи, индексот за манганот е 1, за кислородот 2, а формулата е MnO<sub>2</sub>.

<sup>\*</sup>Станува, всушност, збор за т.н. оксидационен број, за којшто ќе учиш понатаму.

Освен на овој начин, имињата на оксидите на неметалите може да се образуваат така што пред името на елементот и пред зборот оксид, се ставаат префикси што го покажуваат бројот на атоми од елементот што го гради оксидот и бројот на кислородни атоми. (моно-, ди— три— тетра— пента— хекса- итн.) Ако во оксидот има само еден атом од неметалот, префиксот моно- не се пишува. Во табелата IV.1 дадени се формули и имиња на почесто среќавани оксиди.

# Пример IV.3. Која е формулата на: а) диазот триоксид б) сулфур триоксид

**Решение:** а) Од името на соединението заклучуваме дека, во една молекула на оксидот, бројот на атоми на азотот е два, а на кислород три. Според тоа формулата на овој оксид е  $N_2O_3$ .

б) Доколку пред името на неметалот нема префикс, тогаш во молекулата на оксидот има само еден атом од неметалот. Бројот на атоми на кислород е три, што значи дека формулата на оксидот е  $\mathbf{SO}_3$ 

Именувај ги овие оксиди со другиот тип номенклатура!

Формула Име Формула Име FeO железо(II) оксид MgO магнезиум оксид MnO<sub>2</sub> манган(IV) оксид  $P_2O_5$ дифосфор пентаоксид  $Al_2O_3$ алуминиум оксид SeO<sub>2</sub> селен(IV) оксид CaO Na<sub>2</sub>O натриум оксид калциум оксид CI<sub>2</sub>O<sub>7</sub>  $As_2O_5$ арсен(V) оксид дихлор хептаоксид SO<sub>2</sub>  $Co_2O_3$ кобалт(III) оксид сулфур диоксид  $N_2O_5$ бакар(I) оксид Cu<sub>2</sub>O диазот пентаоксід

Табела IV.1. Имиња и формули на некои оксиди

### IV.2. ДОБИВАЊЕ, СВОЈСТВА И ПОДЕЛБА НА ОКСИДИТЕ

### Добивање на оксидите

Голем број од оксидите можат да се добијат во лабораторија. Тука ќе разгледаме само два едноставни начини за добивање на оксидите.

#### 1. Директно сврзување на елементарна супстанца со кислород

Голем број оксиди, како на металите така и на неметалите, можат да се добијат со директно сврзување на елементарната супстанца со кислород. За да се увериме во тоа, во нашата мала лабораторија, ќе ги изведеме следниве обиди:



### Наша мала лабораторија

Обид IV. 1: Добивање на магнезиум оксид.

**Потребен прибор и супстанци:** метална машичка, шпиритусна ламба, саатно стакло, магнезиумова лента.

Постапка: Со метална машичка земи парче магнезиумова лента и внеси ја во пламен. Што забележуваш? Добиената бела супстанца собери ја во саатно стакло.



*Обид IV.2:* Добивање на сулфур диоксид.

**Потребен прибор и супстанци:** метална лажичка, шпиритусна ламба, стаклено шише, сулфур во прав.

**Постапка:** Во метална лажичка стави малку сулфур во прав и загревај го на шпиртна ламба додека да се запали. Потоа, запалениот сулфур внеси го во стаклено шише. Која ќе се собере доволно гас, шишето затвори го со тапа.



При горењето на магнезиумот, тој се сврзува со кислородот од воздухот, при што се образува бел прав од магнезиум оксид. Реакцијата може да се претстави со следнава равенка:

$$2Mg + O_2 = 2MgO$$

Реакцијата на сврзување на супстанците со кислородот спаѓа во реакции на оксидација. За нив ќе учиш повеќе следната година.

До оксидација доаѓа и при горење на сулфурот и образување на гасот сулфур диоксид, според равенката

$$S + O_2 = SO_2$$

# 2. Добивање на оксиди со разложување на соли

Тука ќе спомнеме уште еден начин на добивање на оксиди. Имено, при загревање на некои соединенија кои спаѓаат во групата соединенија кои се викаат соли (за кои ќе учиме понатаму), се добиваат оксиди. Еден таков начин е разложувањето на варовникот при загревање, при што се добива калциум оксид и јаглерод диоксид.

$$CaCO_3 = CaO + CO_2$$

### Својства на оксидите

Постојат голем број оксиди и нивните својства можат значително да се разликуваат меѓу себе. Видовме дека сулфур диоксидот е гас, а магнезиум оксидот е бела, цврста супстанца. Постојат и обоени оксиди: азот диоксидот е црвено-кафеаво обоен гас, бакар(II) оксидот е црна прашкаста супстанца, жива (II) оксидот е цврста супстанца со црвена боја итн.

Меѓутоа, многу поважни од физичките својства се хемиските својства на оксидите. Дел од хемиските својства ќе разгледаме преку следниве обиди:



### Наша мала лабораторија

Обид IV.3: Реакции на оксидите со вода

**Потребен прибор и супстанци:** добиените оксиди од претходните обиди, дестилирана вода, лакмусова хартија.

**Постапка:** Во саатното стакло со магнезиум оксид добиен во претходниот обид, додади дестилирана вода, а потоа внеси едно парче лакмусова хартија. Што забележуваш?

Во шишето со сулфур диоксид стави малку дестилирана вода, шишето затвори го со тапа, проклумкај го и во него стави парче лакмусова хартија. Што забележуваш?

Магнезиум оксидот реагира со водата, при што се добива соединението магнезиум хидроксид, Mg(OH)<sub>2</sub>. Магнезиум хидроксидот спаѓа во групата соединенија кои се викаат *бази*, а кои ќе ги изучиме во шестата глава. Базите ја обојуваат лакмусова хартија со сина боја. Реакцијата што се одвива ќе ја претставиме со следната равенка:

### $MgO + H_2O = Mg(OH)_2$

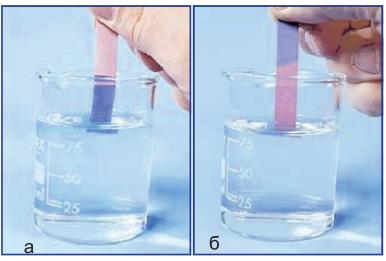
Добиениот сулфур диоксид од првиот обид, исто така, се раствора во водата и реагира со неа. Притоа се добива соединението сулфуреста киселина,  $H_2SO_3$ . Равенката за оваа реакција е следната:

### $SO_2 + H_2O = H_2SO_3$

Нивните водни раствори ја бојат лакмусовата хартија црвено.

Од изведените обиди можеме да заклучиме дека некои оксиди реагираат со водата, при што даваат бази, а некои реагираат со водата при што даваат киселини. Лакмусовата хартија ни служи да провериме дали во растворот има киселина или база. Затоа велиме дека таа е индикатор. Понатаму ќе се запознаеме и со други индикатори.

Со некои други својства на оксидите ќе се запознаеме понатаму.



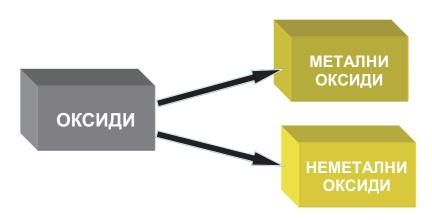
Сл. IV.1. a) Во раствори на бази, лакмусовата хартија се бои сино, а б) во раствори на киселини лакмусовата хартија се бои црвено.

### Поделба на оксидите

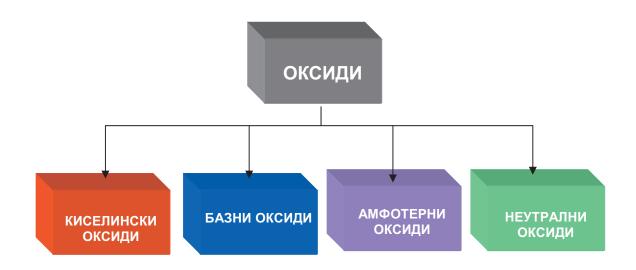
Од досега изнесеното, лесно можеме да дојдеме до некои заклучоци во врска со поделбата на оксидите. Очигледно, како што елементарните супстанци ги поделивме на метали и неметали, така и оксидите, според нивниот состав, може да ги поделиме на метални оксиди и неметални оксиди.

Во однос, пак, на хемиското однесување, оксидите можат да се поделат на четири групи. Како што видовме од претходниот обид, сите оние метални оксиди кои се раствораат во вода и реагираат со неа давајќи бази, се викаат базни оксиди.

Неметалните оксиди (и помал број метални оксиди) кои при растворање во вода реагираат со неа градејќи киселини се викаат киселински оксиди. Постојат и такви неметални оксиди кои не се раствораат во вода и не реагираат со неа. Тие се викаат неутрални (индиферентни) оксиди. Такви се на пр. CO,  $N_2O$  и други. Постојат и метални оксиди кои имаат својства и на киселински и на базни оксиди и тие се викаат амфотерни оксиди. Такви се на пример, ZnO, SnO,  $Al_2O_3$  и други.



Сл. IV.3. Поделба на оксидите според составот.



Сл. IV.4. Поделба на оксидите според својствата.

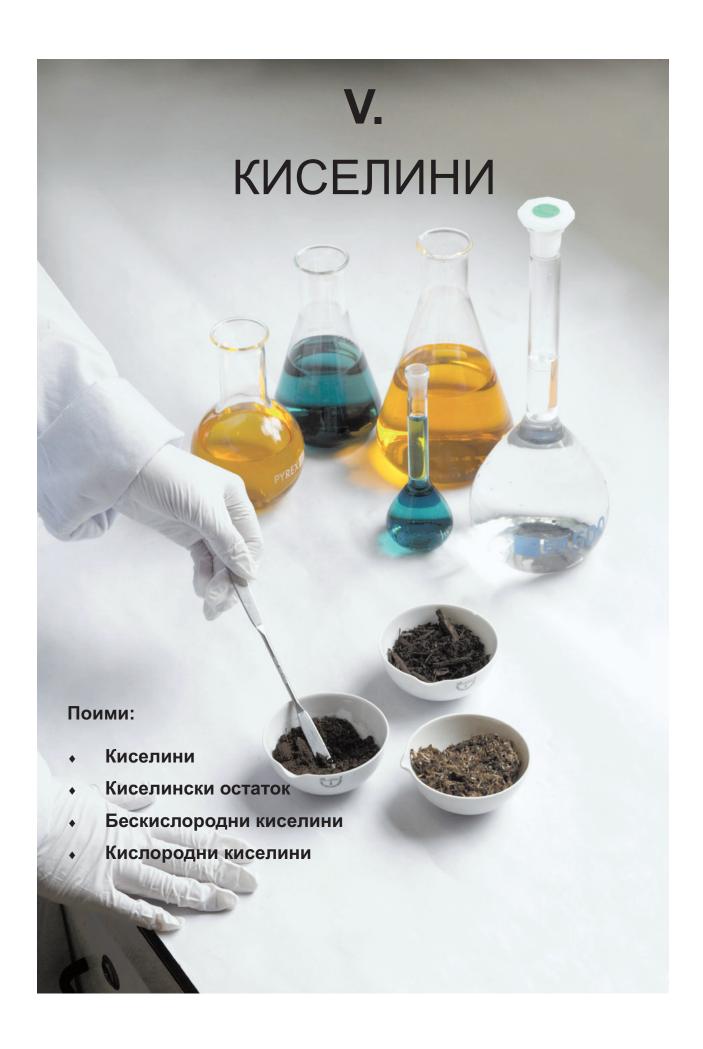
#### ШТО НАУЧИ?

- 1. Што се оксиди? Наброј неколку оксиди.
- Напиши ги формулите на следниве оксиди: а) калиум оксид б) диазот тетраоксид в) хром(VI) оксид г) олово(II) оксид д) калај(IV) оксид ѓ) тетрафосфор декаоксид
- **3**. Именувај ги следниве оксиди: a) Cl<sub>2</sub>O<sub>3</sub> б) Li<sub>2</sub>O в) CO г) SO<sub>2</sub> д) NO ѓ) Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>
- 4. Кои од следниве оксиди се базни оксиди: а) СаО б) СО $_2$  в) Nа $_2$ О г) N $_2$ О д) СІ $_2$ О $_7$
- 5. Наведи неколку примери за киселински и базни оксиди. Напиши ги нивните формули.
- 6. Каква боја ќе покаже лакмусовата хартија во раствор на секој од овие оксиди? а)  $Na_2O$  б)  $N_2O_3$  в) CaO г)  $CO_2$  д)  $SO_3$  ѓ)  $NO_2$



#### МАЛ ПОТСЕТНИК

- **Оксиди** се бинарни соединенија на некој елемент со кислородот.
- Според составот, оксидите се поделени на **метални** и **неметални** оксиди.
- Според хемиските својства, оксидите можат да бидат: **базни**, **киселински**, **амфотерни и неутрални**.
- Лакмусот е индикатор.



### V.1. СОСТАВ, ПОДЕЛБА И НОМЕНКЛАТУРА НА КИСЕЛИНИТЕ

### Што се киселини?

Слично како оксидите, и киселините ги среќаваме во секојдневниот живот. Солната киселина која ја употребуваме во секојдневниот живот како средство за отстранување каменец и чистење бигор, повеќепати досега ја спомнавме во овој учебник. Нејзината формула е HCI. Таа се излачува и во нашиот желудник, каде што помага за разложување на храната. Јаглеродната киселина можеме да сметаме дека ја има во газираните пијалаци. Некои киселини се образуваат во атмосферата како резултат на загадувањето на воздухот итн.

Но, кои супстанци се, всушност, киселини? За повеќе соединенија да се класифицираат во една група, тие треба да имаат заеднички својства. На пример, едно од заедничките својства на киселините е обојувањето на лакмусовата хартија со црвена боја, што го видовме кога учевме за оксиди. Всушност, ќе видиме дека киселините имаат мноштво заеднички својства, но очигледно тие мора да се поврзани со нивниот хемиски состав. Затоа, мора да видиме од што се составени киселините. За таа цел, ќе ги напишеме формулите на неколку киселини и внимателно ќе ги разгледаме.

HCI HNO<sub>3</sub> H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> H<sub>2</sub>S



Сл. V.1. Од формулата напишана на шишето, можеме да заклучиме дека во него има киселина.

Лесно може да се забележи дека секоја формула започнува со симболот на водород. Во првата и последната формула водородот е сврзан за неметал, а во останатите четири, тој е сврзан за една група од атоми во која учествува кислородот. Атомот или атомската група со кои е сврзан водородот се нарекува киселински остаток. Оттука, веќе можеме да дадеме првична дефиниција за тоа што се киселини.

## Киселини се соединенија изградени од водород и киселински остаток.

Меѓутоа, мора да бидеме многу внимателни. Знаеме дека и молекулата на вода се состои од водород и кислород (којшто е неметал), но веќе спомнавме дека водата ја сметаме за оксид, а не за киселина. Има и други соединенија што не се киселини иако се составени од водород и неметал. Со некои од нив ќе се сретнеме во следната глава.

Тука само накусо, без да навлегуваме подлабоко во суштината, ќе спомнеме дека, во водни раствори, киселините имаат способност да се разделуваат (дисоцираат) на јони. За јони веќе зборувавме и кажавме дека тоа се наелектризирани честички, кои може да бидат катјони или анјони. Според тоа,

#### можеме да кажеме дека

киселините се соединенија кои во водни раствори се разложуваат давајќи водородни катјони, како и анјони од киселинскиот остаток.

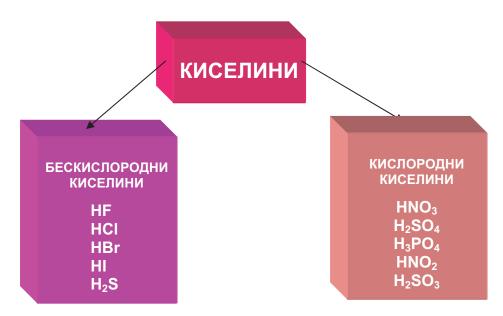
Еве неколку примери:

HCI 
$$\longrightarrow$$
 H<sup>+</sup> + CI<sup>-</sup>  
H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  $\longrightarrow$  2H<sup>+</sup> + SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>  
H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  $\longrightarrow$  2H<sup>+</sup> + CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>

**Забелешка:** Некои киселини во водни раствори целосно се разложуваат на јони, па затоа во равенките користиме стрелки во еден правец, како што е тоа направено во првата и втората равенка. Постојат и такви киселини кои само делумно се разложуваат на јони, па затоа во тој случај користиме две стрелки.

#### Поделба на киселините

Како што видовме, киселините се составени од водород и киселински остаток. Киселинскиот остаток, пак, може да се состои од еден неметал или од цела атомска група во која се содржи кислород. Затоа, поделбата на киселините е направена токму врз основа на тоа дали киселинскиот остаток содржи кислород или не. Врз основа на ова, киселините се поделени на: кислородни и бескислородни киселини. На сликата V.2. дадена е поделбата на киселините и формулите на некои поважни киселини од секоја група.



Сл. V.2. Поделба на киселините и формули на некои киселини од двете групи. Се разбира, ова не се сите киселини. Бројот на киселини, особено на кислородните, е поголем.

## Номенклатура на киселините

Именувањето на киселините зависи од тоа дали станува збор за бескислородни или за кислородни киселини. **Бескислородните киселини** се именуваат така што кон името на неметалот се додава наставката -о и слеано со неа водородна, а потоа одделно се пишува зборот киселина. Еве неколку примери:

#### HI — јодоводородна киселина H<sub>2</sub>S — сулфуроводородна киселина

Имињата на киселинските остатоци на бескислородните киселини се образуваат така што кон името на елементот што ја гради киселината се додава наставка –ид.

Еден ист елемент може да гради повеќе од една кислородна киселина. На пример:

H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$HNO_3$	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	HNO <sub>2</sub>	$H_3PO_3$

**Кислородните киселини** со поголем број кислородни атоми се именуваат така што кон името на елементот кој ја гради киселината (сулфур, азот, фосфор) се додава наставка —на или —ова и одделно зборот киселина. Оние со помал број кислородни атоми се именуваат така што кон името на елементот што ја гради киселината се додава наставката —еста и одделно зборот киселина. На пример:

$$H_2SO_4$$
 — сулфурна киселина  $H_2SO_3$  — сулфуреста киселина

Имињата на киселинските остатоци на кислородните киселини со поголем број кислородни атоми се обрауваат така што кон латинската основа на името на елементот се додата наставката —ат , а на оние со помал број кислородни атоми кон името на елементот што ја гради киселината се додава наставка — ит. Имињата на киселините и на нивните киселински остатоци се дадени во табелата V.1.

Табела V.1 Формули и имиња на некои поважни киселини и на нивните киселински остатоци

Формула	Име на киселината	Име на киселинскиот остаток
HF	флуор <b>оводородна киселина</b>	флуор <b>ид</b>
HCI	хлор <b>оводородна киселина</b>	хлор <b>ид</b>
HBr	бром <b>оводородна киселина</b>	бром <b>ид</b>
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	сулфур <b>на киселина</b>	сулф <b>ат</b>
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	сулфур <b>еста киселина</b>	сулф <b>ит</b>
HNO <sub>3</sub>	азот <b>на киселина</b>	нитр <b>ат</b>
HNO <sub>2</sub>	азот <b>еста киселина</b>	нитр <b>ит</b>
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	фосфор <b>на киселина</b>	фосфат
H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>	фосфор <b>еста киселина</b>	фосфит
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	јаглерод <b>на киселина</b>	карбон <b>ат</b>

# V.1. ДОБИВАЊЕ И СВОЈСТВА НА КИСЕЛИНИТЕ

#### Добивање на киселините

Со еден начин за добивање на киселините веќе се запознавме. Имено, видовме дека при реакција на киселинските оксиди со вода се добиваат киселини. Еве неколку примери:

$$SO_2 + H_2O = H_2SO_3$$
  
 $CO_2 + H_2O = H_2CO_3$   
 $P_2O_5 + 3H_2O = 2H_3PO_4$ 

Киселинските оксиди се викаат уште и **анхидриди на киселини**, бидејќи кога ќе се сврзат со водата образуваат киселини. Всушност, зборот анхидрид значи безводен.

Се разбира, бескислородните киселини не можат да се добијат на ваков начин. Тие се добиваат со директна синтеза на неметал и водород. На пример:

$$H_2 + CI_2 = 2HCI$$
  
 $H_2 + S = H_2S$ 

#### Својства на киселините

Иако секое соединение, па според тоа и секоја киселина, има свои посебни својства, сепак киселините имаат и низа заеднички својства. Ќе разгледаме некои од нив имајќи ги предвид, пред сè, најважните неоргански киселина, а тоа се: азотната, сулфурната и хлороводородната киселина.

#### Физички својства на киселините

Сите киселини имаат кисел вкус, а оттаму им потекнува и името. Се разбира тие не смеат да се вкусуваат. Повеќето киселини (со неколку исклучоци) се безбојни течности со остар мирис. Некои концентрирани киселини, како HCl,  $H_2SO_4$  и  $HNO_3$  на воздух чадат. Киселината HCl е, всушност, раствор на гасот HCl во вода.



Сл. V.3. Концентрираната азотна киселина е кафеаво обоена од ослободениот NO<sub>2</sub> што се добива при нејзиното разложување.

Киселините лесно се раствораат во вода. Вообичаено, во лабораториите киселините доаѓаат како концентрирани раствори, а потоа по потреба се разредуваат. Меѓутоа, мора многу да се внимава при разредување на киселините, особено кога станува збор за сулфурната киселина. При разредувањето на сулфурната киселина се ослободува големо количество топлина. Затоа, при разредувањето на сулфурна киселина секогаш, во тенки млазови, се додава киселината во водата.

Сулфурната киселина има многу поголема густина од водата, па затоа не смее да се става вода во киселината, зашто како полесна останува на површината, а поради ослободената топлина, таа

прска, заедно со капки сулфурна киселина.

Кога е концентрирана, сулфурната киселина впива влага од околината, поради што велиме дека е хигроскопна супстанца. Покрај тоа, таа може да ја одзема водата сврзана во супстанците. Затоа велиме дека таа има дехдратациони својства. Во ова може да се увериме, ако врз малку шеќер капнеме неколку капки концентрирана сулфурна киселина. По извесно време шеќерот ќе поцрни, поради тоа што киселината ја одзема водата и останува само јаглерод.

Веќе видовме дека во раствори на киселини лакмусовата хартија се обојува црвено. Всушност, лакмусовата хартија, како и сите други индикатори, служат да покажат дали во некој раствор има киселина или база (за бази ќе зборуваме во следната глава). Понекогаш, индикаторите можат дури да покажат дали во некој раствор има повеќе киселина или дали таа киселина е силна или слаба.



Сл. V.5. Индикаторски ленти.



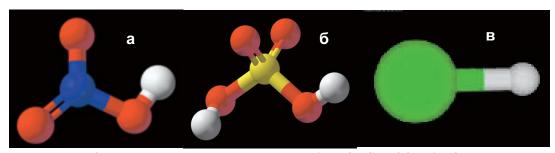
Сл. V.4. Кога шеќерот ќе се посипе со концентрирана сулфурна киселина, тој јагленисува, поради настанатата дехидратација.



Сл. V.6. Во водни раствори на киселини лакмусовата хартија се бои црвено.

#### Хемиски својства на киселините

На почеток, пред да почнеме да ги разгледуваме хемиските својства на киселините, треба да кажеме дека киселините се ковалентно изградени соединенија, т.е. дека тие се состојат од молекули. Моделите на азотната, сулфурната и хлороводородната киселина се дадени на слика V.7. Од сликата се гледа дека водородот во кислородните киселини е сврзан за кислородот, а во бескислородните за неметалот (на оваа слика за CI). Токму водородот во киселините е носител на нивните кисели својства.



Сл. V.7. Модели на молекулите на а)  $HNO_3$  б)  $H_2SO_4$  в) HCI.

Пред сè, јачината на киселините зависи од тоа колку повеќе водородни јони може да даде киселината во воден раствор. Водородните атоми се оние кои учествуваат при повеќето реакции на киселините. Како реагираат киселините со металите може да видиме ако во нашата мала лабораторија ги изведеме следниве обиди. Внимавај! Овие киселини имаат силно корозивно дејство врз супстанците, а на кожата предизвикуваат изгореници.

#### Наша мала лабораторија

Обид 1: Реакции на киселините со метали



Потребен прибор и супстанци: три зрнца цинк, три зрнца бакар, шест епрувети во кои има разредени раствори на 1. HCl,  $2.H_2SO_4$  и 3. HNO<sub>3</sub> и шест епрувети со истите киселини, но концентрирани раствори.

Постапка: Во трите од шесте епрувети со разредени киселини стави по едно парче цинк, а во другите три по едно парче бакар. Забележи што се случува во секоја од епруветите. Потоа, наставникот ќе ја повтори истата постапка со концентрираните раствори на киселините. Забележи што се случува во овој случај. Реакциите со концентрираните киселини изведувајте ги на отворен прозорец.



Сл. V.8. Кога цинкот реагира со киселини се ослободуваат меурчиња од гасовит водород.

Од изведените обиди сигурно забележа дека цинкот реагира со сите три киселини, како кога се разредени, така и кога се концентрирани. Во секоја од епруветите се ослободуваат меурчиња од гас. Во реакциите на цинкот со хлороводородната и сулфурната киселина, гасот што се ослободува е водород. Всушност, при оваа реакција цинкот го заменува водородот од киселината при што се добива супстанца која спаѓа во групата на солите (за оваа група соединенија ќе учиме во 7-та глава) и се издвојува гасовит водород. Реакциите може да ги претставиме со следниве равенки:

При реакцијата на цинкот со концентрираната азотна киселина се ослободува црвено-кафеав гас. Тој гас е азот диоксид. **Азот диоксидот е отровен гас, па затоа реакцијата се изведува на отворен прозорец.** Равенката на реакцијата меѓу цинкот и азотната киселина е следнава:

$$Zn + 4HNO_3 = Zn(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$$
 цинк нитрат

Како што можеше да забележиш, бакарот не реагира ниту со разредена, ниту со концентрирана хлороводородна киселина. Меѓутоа, реагира со концентрираната азотна киселина на ист начин како што реагира и цинкот. Равенката на реакцијата е следнава:

$$Cu + 4HNO_3 = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$$
 бакар(II) нитрат

Слично реагира со концентрираната сулфурна киселина. Во овој случај гасот што се ослободува е SO<sub>2</sub>:

$$Cu + 2H_2SO_4 = CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$$
 бакар(II) сулфат



Сл.V.9. При реакцијата на металите со концентрираната азотна киселина се ослободува  $NO_2$  кој е црвено-кафеав гас.

Покрај со металите, киселините реагираат и со металните оксиди при што образуваат соли и се ослободува вода. На пример:

ZnO + 
$$H_2SO_4$$
 =  $ZnSO_4$  +  $H_2O$  цинк сулфат

Киселините стапуваат и во мноштво други ре-CO голем акции број супстанци. Некои од нив ќе спомнеме понатаму. Тоа што е особено важно да се каже е дека киселините се многу важни супстанци што наоѓаат широка примена во лабораторијата, индустријата и секојдневниот живот. Поважните примени на најважните три киселини, тука се претставени на сликите V.10, V.11, V.12.



Сл. V. 10. Примена на хлороводородната киселина во лабораторијата, индустријата и домаќинството.



Сл. V. 11. Примена на сулфурната киселина во лабораторијата, индустријата и домаќинството.



Сл. V. 12. Примена на азотната киселина во лабораторијата, индустријата и домаќинството.

#### ШТО НАУЧИ?

- 1. Како се дефинираат киселините?
- 2. Кој е носител на киселите својства на киселините?
- 3. Наведи неколку примери на кислородни и на бескислородни киселини.
- 4. Како се именуваат следниве киселини: а)  $HNO_2$  б)  $H_2CO_3$  в)  $H_2SO_4$  г) HBr д) HF ѓ)  $HNO_3$ ?
- 5. Напиши ги формулите на следниве киселини: а) фосфореста киселина б) сулфуроводородна киселина в) јодоводородна киселина г) сулфуреста киселина.
- 6. Имајќи ги предвид правилата за именување на кислородните киселини, како ќе ги именуваш следниве две киселини: H<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub> и H<sub>3</sub>AsO<sub>3</sub>?
- 7. Како ќе се именуваат киселинските остатоци на: а) хлороводородна киселина б) сулфурна киселина в) азотеста киселина г) фосфорна киселина д) азотна киселина ѓ) сулфуроводородна киселина е) сулфуреста киселина?
- 8. Напиши ги равенките на реакциите меѓу: а)  $SO_3$  и  $H_2O$  б)  $Br_2$  и  $H_2$  в)  $N_2O_5$  и  $H_2O$ .
- 9. Што значи една супстанца да биде дехидратационо средство? Дај пример.
- 10. Што се добива при реакција на сулфуреста киселина и калциум оксид? Напиши ја и израмни ја равенката на реакцијата.
- 11. Кој гас се ослободува при реакција на бакар со концентрирана азотна киселина? Напиши ја равенката на реакцијата.
- 12. Напиши ја равенката на реакцијата меѓу Fe и HCl.
- 13. Која/и од овие три киселини може да се пренесува во бакарни цистерни: а)  $HNO_3$ , б)  $HCI_8$   $H_2SO_4$ ?
- 14. Киселините што ги спомнавме во овој дел, во голем дел имаат слична примена. Воочи барем една специфична примена.



#### **ИСТРАЖУВАЈ!**

За секое од следните барања, постави хипотеза, направи план за работа, изведи експеримент и донеси заклучок.

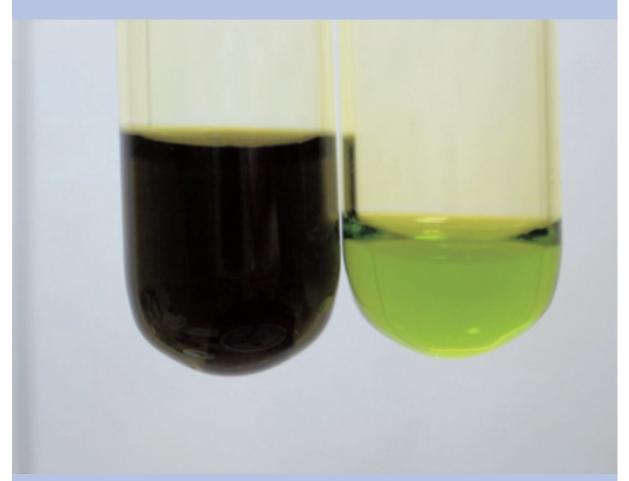
- Испитај дали хлороводородната киселина ја раствора пластиката!
- Во три епрувети се наоѓаат безбојни раствори. Откриј во кој раствор има киселина!
- Откриј која киселина, HCl или HNO<sub>3</sub>, се наоѓа во епруветата во која претходно откри дека има киселина.
- Хартијата се прави од дрво. Докажи дека во нејзиниот состав има јаглерод, како и водород и кислород во однос 2:1 како во водата.



#### МАЛ ПОТСЕТНИК

- **Киселините** се соединенија составени **од водород и киселински остаток.**
- ◆ Во водни раствори, киселините се разложуваат на водороден катјон и анјон од киселинскиот остаток.
- Киселините според составот може да бидат бескислородни и кислородни.
- ◆ Кислородните киселини може да се добијат при реакции на неметални оксиди со вода.
- Бескислородните киселини може да се добијат при директно сврзување на неметалот што ја образува киселината и водород.
- Киселините имаат **кисел вкус** и ја бојат **лакмусовата хартија црвено.**
- Киселините реагираат со металите и металните оксиди при што образуваат соли.
- ⋆ Хлороводородна, HCI, сулфурна, H₂SO₄ и азотна, HNO₃ киселина се силни киселини со нагризувачко (корозивно) дејство.
- Концентрираната H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> е **хигроскопна супстанца**. Таа ја одзема влагата од другите супстанци. Служи како **дехидратационо средство**.

# VI. ХИДРОКСИДИ



#### Поими:

- Хидроксиди
- Хидроксидна група
- Бази
- Реакција на неутрализација

# VI.1. СОСТАВ И НОМЕНКЛАТУРА НА ХИДРОКСИДИТЕ

#### Што се хидроксиди и од што се состојат?

Слично како киселините, и хидроксидите се голема и важна група неоргански соединенија. Хидроксидите веќе ги спомнавме кога зборувавме за својствата на базните оксиди. Но, најнапред да видиме што се тоа хидроксиди. Класификацијата на некоја супстанца во групата хидроксиди, се темели на нивниот состав. За да видиме што има во составот на сите хидроксиди ќе разгледаме неколку формули на хидроксидите со кои веќе се среќававме:

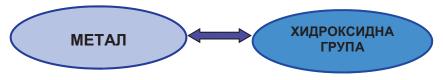
NaOH
Mg(OH)<sub>2</sub>
Ca(OH)<sub>2</sub>
Al(OH)<sub>3</sub>

Тоа што секако можеш да го забележиш е дека во сите овие формули на хидроксиди се појавува —OH атомска група, која се вика хидроксидна група.

Ќе се потсетиме дека металите што влегуваат во состав на хидроксидите дадени погоре имаат постојана валентност: Натриумот е секогаш едновалентен, магнезиумот и калциумот се двовалентни, а алуминиумот е тривалентен. Од формулите на хидроксидите лесно можеме да видиме дека бројот на –ОН групи е еднаков на валентноста на металот. Според тоа, можеме да изведеме заклучок дека –ОН групата е едновалентна.

Како што видовме во претходната глава, киселини градат, главно, неметалите\*. Хидроксиди, пак (со еден исклучок), градат металите. Според тоа, можеме да кажеме дека

хидроксидите се соединенија што се состојат од метал и хидроксидна група.



## Номенклатура на хидроксиди

Именувањето на хидроксидите е едноставно, токму поради тоа што –ОН групата е едновалентна. Називите на хидроксидите се образуваат од **името** на металот и зборот хидроксид. Доколку металот има променлива валентност, слеано со името на металот, во мала заграда, со римски броеви се запишува валентноста на металот. Да научиме да пишуваме и да читаме формули на хидроксиди низ следниве примери.

<sup>\*</sup>Понатаму ќе научиш дека постојат и киселини на некои метали, како на пример на хром и манган.

#### Пример. VI.1. Именувај ги следниве хидроксиди: а) Fe(OH)<sub>3</sub> б) КОН

**Решение:** а) Станува збор за хидроксид на железото. За да го напишеме точното име на овој хидроксид, мора најнапред да ја најдеме неговата валентност. Знаеме дека –ОН групата е едновалентна, а исто така и дека производот од валентноста и индексот на едниот елемент мора да е еднаква на производот од индексот и валентноста на другиот елемент. Значи:

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

Според тоа, името на хидроксидот ќе биде: железо(III) хидроксид.

б) Станува збор за хидроксид на калиумот, а тој нема променлива валентност. Според тоа, овој хидроксид ќе го прочитаме едноставно како калиум хидроксид.

Слично размислуваме и во случај кога врз основа на името, треба да се состави формулата на хидроксидот.

# Пример. VI.2. Напиши ги формулите на следниве хидроксиди: а) олово (II) хидроксид б) бариум хидроксид

**Решение:** а) Од името на хидроксидот се гледа дека оловото е двовалентно . Според тоа, во овој хидроксид за оловото се сврзани две –ОН групи. Значи формулата на олово(II) хидроксид е **Pb(OH)₂**.

б) За да ја составиме формулата на овој хидроксид треба да ја најдеме валентноста на бариумот. Тој се наоѓа во IIA група во периодниот систем, што значи дека е двовалентен. Оттука следи дека формулата на бариум хидроксид е **Ba(OH)**<sub>2</sub>

Во табелата VI.1. дадени се имињата и формулите на повеќе хидроксиди:

Табела VI.1. Имиња и формули на некои почесто среќавани хидроксиди

Формула	Име	Формула	Име
Fe(OH) <sub>2</sub>	железо(II) хидроксид	Mg(OH) <sub>2</sub>	магнезиум хидроксид
Mn(OH) <sub>2</sub>	манган(II) хидроксид	Pb(OH) <sub>4</sub>	олово(IV) хидроксид
Al(OH) <sub>3</sub>	алуминиум хидроксид	Sn(OH) <sub>2</sub>	Калај(II) хидроксид
NaOH	натриум хидроксид	Ca(OH) <sub>2</sub>	калциум хидроксид
Cr(OH)₃	хром(III) хидроксид	LiOH	литиум хидроксид
Cu(OH) <sub>2</sub>	бакар(II) хидроксид	Co(OH) <sub>3</sub>	кобалт(III) хидроксид
Zn(OH) <sub>2</sub>	цинк хидроксид	Ni(OH) <sub>2</sub>	никел(II) хидроксид

# VI.1. ДОБИВАЊЕ И СВОЈСТВА НА ХИДРОКСИДИТЕ

#### Добивање на хидроксидите

Со еден начин за добивање на хидроксиди веќе се сретнавме. Тоа е реакцијата на базен оксид со вода. Еве неколку примери:

$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$$
  
 $MgO + H_2O = Mg(OH)_2$   
 $Na_2O + H_2O = 2NaOH$ 

Од ова што досега го научивме, лесно ќе заклучиме дека постои директна врска меѓу металите, металните оксиди и хидроксидите. Можеме да напишеме:

Хидроксидите на алкалните метали и на земноалкалните метали можат да се добијат и при реакција на металот што го гради хидроксидот и вода (Сл. VI.2).

$$2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2$$

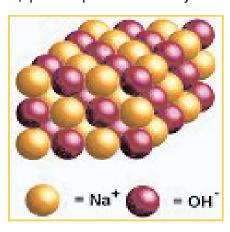


Сл. VI.2. Натриумот реагира со водата и се добива натриум хидроксид.

#### Својства на хидроксидите

Како и другите групи соединенија, така и хидроксидите имаат голем број заеднички својства. **Носител на заедничките својства на хидроксидите е хидроксидната група**.

За разлика од киселините кои се образуваат со ковалентно сврзување, кај повеќето хидроксиди меѓу металот и хидроксидната група постои јонско сврзување. Јонски градени се, на пример, хидроксидите на алкалните метали (сл. VI.3). Веќе знаеме дека јонски градените супстанци се во цврста агрегатна состојба. И јонски градените хидроксиди, но и ковалентно градените се во цврста агрегатна состојба.



Сл. VI.3. Јонска кристална градба на натриум хидроксид.



Сл. VI.4. Кристали од натриум хидроксид

Голем број хидроксиди, особено оние што се јонски градени, се раствораат во вода. Хидроксидите кои се раствораат во вода се викаат бази. При растворање на некои хидроксиди во вода се ослободува топлина. Покрај тоа, кога хидроксидите ќе се растворат во вода, лакмусовата хартија се обојува сино. Оттука можеме да заклучиме дека, растворите на базите ја обојуваат лакмусовата хартија со сина боја. Не само лакмусовата хартија, туку и некои други индикатори ја менуваат бојата во базни раствори. На пример, индикаторот фенолфталеин во растворот на натриум хидроксид е виолетово обоен (Сл. VI.5.)



Сл. VI.5. Во базни раствори а) лакмусовата хартија се бои сино б) фенолфталеинот се обојува виолетово.

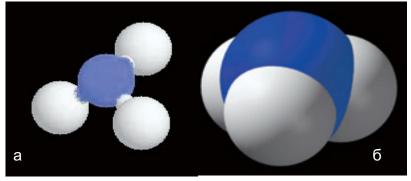
Всушност, кога хидроксидите се раствораат во вода, тие се разложуваат на јони. Притоа, хидроксидот се разложува на катјон од металот што гради хидроксид и анјон од -OH групата. На пример:

Токму -OH групата. во растворот е носител на базните својства.

Тука е важно да се напомне дека, освен растворливите хидроксиди, -ОН група и базни својства во воден раствор покажува едно многу важно соединение кое се вика **амонијак**, **NH**<sub>3</sub>. Обично велиме дека при реакција на амонијакот со вода се добива амониум хидроксид, но тој веднаш се разложува (дисоцира) на јони. Тоа може да го претставиме со следниве равенки:

$$NH_3 + H_2O \longrightarrow NH_4OH \longrightarrow NH_4^{\dagger} + OH_2^{\dagger}$$

Значи, кога амонијакот (гас со остар, задушлив мирис), ќе се раствори во вода, во водниот раствор се присутни  $\mathrm{NH_4}^+$ јони (катјони) и  $\mathrm{OH^-}$ јони (анјони). Ако растворот благо се загрее и кон амонијакот се доближи навлажнета лакмусова хартија, хартијата посинува, што значи дека се добила база. Затоа велиме дека амонијакот има базни својства.



Сл. VI.6. Модели на молекулата на амонијак а) со топчиња и стапчиња б) со калоти.

Од другите заеднички својства ќе спомнеме дека некои хидроксиди и нивните раствори, особено оние на алкалните и земноалкалните се силно корозивни супстанци. Тие ги нагризуваат кожата, дрвото, хартијата, текстилот и друго, како и органските супстанци, коса, маснотии итн.



#### Поважни реакции на хидроксидите

Хидроксидите стапуваат во голем број реакции и тука ќе спомнеме неколку од нив.

1. Една од најважните реакции и за киселините и за базите е нивната меѓусебна реакција која се вика **неутрализација**. Реакцијата е токму така именувана бидејќи при оваа реакција, киселините ги губат киселите својства, а базите ги губат базните својства. Во ова може да се увериме ако го изведеме следниов обид.



#### Наша мала лабораторија

Обид VI.1: Реакција меѓу киселина и база.

**Потребен прибор и супстанци:** епрувета, капалка, лакмусова хартија, раствор на HCI и раствор на NaOH.

**Постапка:** Во епрувета стави малку хлороводородна киселина и парче лакмусова хартија. Како се обојува лакмусовата хартија?

Со капалка, додавај капка по капка, раствор од натриум хидроксид до промена на бојата на лакмусовата хартија. Каква е бојата на лакмусовата хартија? Што можеш да заклучиш?

Од изведениот обид може да се заклучи дека при реакцијата на киселината и базата, во еден момент лакмусовата хартија не е ниту црвена ниту сина. Како што се вели растворот се неутрализирал.

При оваа реакција се образува сол и вода. Затоа можеме да напишеме:

Конкретно, при изведениот обид се добива:

$$HCI + NaOH = NaCI + H_2O$$

Амонијакот, пак, може директно да се сврзува со HCI при што се добива солта амониум хлорид

Со азотната киселина, пак, образува амониум нитрат ( $NH_4NO_3$ ) кој претставува важно вештачко ѓубриво.

Сл. VI.7. Ако се доближат два сада, од кои во едниот има концентрирана HCl, а во другиот концентриран раствор на NH<sub>3</sub>, нивните пареи (кои се состојат од гасовит HCl и NH<sub>3</sub>) се сврзуваат меѓу себе образувајќи амониум хлорид.



Покрај со киселини хидроксидите реагираат и со киселински оксиди. За да се увериме во тоа ќе го изведеме следниов обид:



#### Наша мала лабораторија

Обид 1: Реакција меѓу хидроксиди и киселински оксиди

**Потребен прибор и супстанци:** епрувета со раствор од калциум хидроксид, пластична цевка.

**Постапка:** Во голема епрувета стави разреден раствор од калциум хидроксид и со пластична цевка вдувувај воздух во растворот. Што забележуваш?

Од изведениот експеримент сигурно забележа дека кога се вдувува воздух во растворот од калциум хидроксид доаѓа до негово заматување т.е. образување бел талог. Всушност, при ова доаѓа до реакција на калциум хидроксидот со јаглерод диоксидот што го издишуваме при што се образува калциум карбонат, супстанца која е слабо растворлива во вода:

Оваа реакција е основа за т.н. стврднување на малтерот. Имено,

малтерот се состои од смеса од калциум хидроксид (т.н. гасена вар), песок и вода. Токму гасената вар, сврзувајќи се со јаглерод диоксидот од воздухот предизвикува стврднување на малтерот.

Натриум хидроксидот реагира со јаглерод диоксидот дури и кога е во цврста агрегатна состојба. Реакцијата може да се претстави со следнава равенка:

Оваа сол во секојдневниот живот е позната под името сода бикарбона.

На крај ќе кажеме дека и хидроксидите, слично како и киселините наоѓаат голема примена. Освен како лабораториски реагенси тие се користат во средствата за чистење на керамика, стакло, санитарни уреди, пластични материјали итн., бидејќи не ја раствораат пластиката, стаклото и керамиката, а ги разложуваат органските материи, особено маснотиите. На последново нивно својство се базира и нивната примена во производствотот на сапуни. Видовме дека амониум хидроксидот се користи за добивање вештачки ѓубрива, а калциум хидроксидот во индустријата на градежни материјали.







Сл. IV. 8. Хидроксидите се користат во а) индустријата за сапун б) за средства за чистење во домаќинството в) во градежништвото.

#### ШТО НАУЧИ?

- 1. Што се тоа хидроксиди, а што бази?
- 2. Кој е носител на базните својства на хидроксидите?
- 3. Прочитај ги следниве хидроксиди: a)  $Sr(OH)_2$  б)  $Mn(OH)_2$  в) KOH г)  $Pb(OH)_2$
- 4. Напиши ги формулите на следниве хидроксиди: а) цезиум хидроксид б) калај(II) хидроксид в) сребро хидроксид г) кобалт(III) хидроксид д) никел(II) хидроксид.
- 5. Тргнувајќи од натриумот, напиши ги равенките на реакциите кои водат до образување на натриум хидроксид.
- 6. Што се добива при реакција на калиум со вода? Напиши ја равенката на реакцијата.
- 7. Што се добива при реакцијата на неутрализација?
- 8. Напиши ги равенките на реакциите меѓу: а) калиум хидроксид и хлороводородна киселина б) натриум хидроксид и сулфурна киселина.
- 9. Напиши ги равенките на реакциите меѓу: а) амониум хидроксид и азотна киселина б) магнезиум хидроксид и сулфур диоксид в) јаглелерод диоксид и бариум хидроксид
- 10. За што се употребува калциум хидроксидот? Напиши ја равенката на реакцијата на која се должи неговата примена.



#### ИСТРАЖУВАЈ!

Дадени ти се три епрувети со безбојни раствори означени со 1,2, и 3.. Во едната од нив има раствор на калциум хидроксид, во другата раствор на хлороводордна киселина, а во третата амониум хидроксид. Определи која супстанца се наоѓа во секоја од овие епрувети.

Постави хипотеза, направи план за работа, изведи експерименти и донеси заклучок.



### МАЛ ПОТСЕТНИК

- Хидроксидите се соединенија составени од метал и хидроксидна група (-OH).
- Хидроксидната група е едновалентна.
- Водните раствори на хидроксидите се викаат бази.
- Растворливите хидроксиди во вода се разложуваат на метален катјон и хидроксиден анјон.
- Реакцијата меѓу киселина и база при која се добива сол и вода се вика реакција на **неутрализација.**
- **Амонијакот** има базни својства. Во воден раствор се разложува на амониум катјон ( $NH_4^+$ ) и хидроксиден анјон ( $OH^-$ ).
- Калциум хидроксидот се користи за добивање малтер, амонијакот за добивање вештачки ѓубрива, а натриум хидроксидот и калиум хидроксидот во производството на сапуни.

# VII. СОЛИ



## Поими:

- Соли
- Нормални соли
- Хидроген соли
- Хидроксид соли
- Кристалохидрати

# VII.1. СОСТАВ, ПОДЕЛБА И НОМЕНКЛАТУРА НА СОЛИТЕ

#### Соли — најголема група неоргански соединенија

Последната од четирите групи неоргански соединенија е групата на солите. Воедно, таа е и најголемата група неоргански соединенија, а покрај тоа и најзастапената во секојдневниот живот на човекот. Некои соли користиме во исхраната, други како лекови, а голем број, пак, наоѓаат примена во земјоделието и индустријата.

Како и кај другите групи соединенија и кај оваа група нејзините членови се сродни меѓусебе т.е. имаат некое заедничко својство. Досега спомнавме повеќе соли. Да ги разгледаме формулите на некои од нив.

Очигледно е дека солите се состојат од метал (во овие примери тоа се Na, Ca, Zn, Cu, Fe) и киселински остаток (на пример, од киселините HCl,  $H_2CO_3$ ,  $H_2SO_4$  и  $H_2S$ ). Меѓутоа, кога зборувавме за хидроксиди ги спомнавме и амониум солите, амониум хлорид и амониум нитрат,  $NH_4Cl$  и  $NH_4NO_3$ .

За да ги дефинираме, покрај составот, ќе спомнеме уште едно друго нивно важно својство. Имено, во водни раствори солите се разложуваат (дисоцираат) на метални катјони (или амониум, ако станува збор за амониум соли) и киселински остаток како анјон. Тоа можеме да го претставиме со следниве примери:

NaCl 
$$\longrightarrow$$
 Na<sup>+</sup> + Cl<sup>-</sup>  
NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>  $\longrightarrow$  NH<sub>4</sub><sup>+</sup> + NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

Сега можеме да дадеме една поцелосна дефиниција за тоа што се соли. Значи,

солите се соединенија кои се состојат од метал (или амониум група) и киселински остаток. Во водни раствори тие се разложуваат до метален или амониум катјон и анјон од киселински остаток.

#### Поделба на солите

Солите можат да се поделат на различни начини, но сепак и поделбата се базира на нивниот состав. Ако ги разгледуваме солите како соединенија кај кои вододродните атоми од киселината се заменети со атоми на метал, тогаш солите можеме да ги поделиме на т.н. нормални соли и хидроген соли.

**Нормални соли** се оние кои се добиваат кога сите водородни атоми од киселината ќе се заменат со атоми на метал. Кај ваквите соли во киселинскиот остаток нема водород.

Примери за **нормални соли** се: NaCl, CaCO<sub>3,</sub> ZnCl<sub>2</sub>,  $K_2SO_4$ , NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, MgSO<sub>4</sub> и многу други.

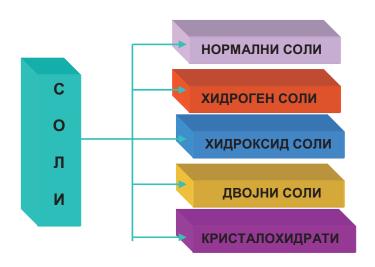
**Хидроген соли** се оние кои во киселинскиот остаток содржат еден или повеќе водородни атоми. Примери за **хидроген соли**: NaHCO<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>(HPO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, KHSO<sub>4</sub>, Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> и други.

Постојат и т.н. **хидроксид соли**. Овие соли во својот состав содржат хидроксидна група. Такви соли се на пример: Ca(OH)Cl, Mg(OH)NO<sub>3</sub> и други.

Понекогаш во составот на солите може да влегуваат два различни метали (т.е. катјони) или два различни киселински остатоци (анјони). Ваквите соли се викаат **двојни** или **мешани соли.** Еве неколку такви соли:  $KNaSO_4$ ,  $NH_4MgPO_4$ , и други.

Голем број соли што се добиваат од водни раствори во својот состав содржат една или повеќе молекули вода. Ваквите соли се викаат **кристалохидрати**. Има многу примери за кристалохидрати. Еве неколку примери:  $Na_2CO_3\cdot10H_2O$ ,  $FeSO_4\cdot7H_2O$ ,  $CuSO_4\cdot5H_2O$ ,  $CaSO_4\cdot2H_2O$  др.

Поделбата на солите е дадена на слика VII.1.



Сл.VII.1. Поделба на солите.

## Номенклатура на солите

Имињата на солите се образуваат од името на металот и името на киселинскиот остаток. Доколку металот има променлива валентност таа се запишува во мала заграда со римски броеви, слеано со името на металот. На пример:

 $KNO_3$  – калиум нитрат  $MgCl_2$  – магнезиум хлорид  $Cr_2(SO_4)_3$  – хром(III) сулфат CuS – бакар(II) сулфид

На ист начин се образуваат и имињата на **хидроген солите**, со таа разлика што во името на киселинскиот остаток (анјонот), како префикс, се додава зборот "хидроген". Ако во киселинскиот остаток има повеќе од еден водороден атом, бројот на водородни атоми се означува со префикс на грчки јазик

пред зборот хидроген. Еве неколку примери:

 $AI(HSO_4)_3$  – алуминиум **хидроген**сулфат  $NaH_2PO_4$  – натриум **дихидроген**фосфат;

Имињата на **хидроксид солите** се образуваат со додавање на зборот "хидроксид", а бројот на хидроксидни групи, исто така се нагласува со префикси. Кај овие соли, зборот хидроксид не се пишува слеано со киселинскиот остаток, бидејќи хидроксидната група се однесува како посебен анјон. Всушност, овие соли може да се сметаат за двојни соли. И другите двојни соли се читаат така што имињата на двата катјони или двата анјони се пишуваат одделно. На пример:

Mg(OH)Cl – магнезиум **хидроксид** хлорид KNaSO<sub>4</sub> – калиум натриум сулфат

Имињата на **кристалохидратите** се образуваат така што после името на безводната сол на грчки се кажува бројот на молекули вода и кон него се додава зборот "хидрат". На пример:

 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  — магнезиум сулфат **хептахидрат**  $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$  — натриум карбонат **декахидрат** 

Во табелата VII.1. дадени се имињата на поважните киселини, нивните киселински остатоци и валентностите на киселинските остатоци.

Табела VII.1. Имиња и формули на поважните киселини и на нивните киселински остатоци и валентноста на остатоците

Киселина	Киселински остаток
флуороводородна (HF)	флуорид (F⁻); едновалентен
хлороводородна (HCI)	хлорид (Cl⁻); едновалентен
бромоводородна (HBr)	бромид (Br <sup>-</sup> ); едновалентен
јодоводородна (HI)	јодид (Ґ); едновалентен
сулфуроводородна (H₂S)	хидрогенсулфид (HS <sup>-</sup> ); едновалентен сулфид (S <sup>2-</sup> ); двовалентен
јаглеродна (H₂CO₃)	хидрогенкарбонат (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ); едновалентен карбонат (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ); двовалентен
азотна (HNO <sub>3</sub> )	нитрат (NO₃¯); едновалентен
азотеста (HNO <sub>2</sub> )	нитрит (NO₂¯); едновалентен
сулфурна (H₂SO₄)	хидрогенсулфат (HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ); едновалентен сулфат (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ); двовалентен
сулфуреста (H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> )	хидрогенсулфит (HSO₃⁻); едновалентен сулфит (SO₃²⁻); двовалентен
фосфорна (Н₃РО₄)	дихидрогенфосфат (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ¯); едновалентен хидрогенфосфат (HPO <sub>4</sub> <sup>2−</sup> ); двовалентен фосфат (PO <sub>4</sub> <sup>3−</sup> ); тривалентен

Да видиме низ неколку примери како да научиме да читаме и да пишуваме формули на соли.

# Пример 1. Кое е името на соединението чија формула е а) $Ni(H_2PO_4)_3$ б) $(NH_4)_2CO_3$ ?

**Решение:** а) Со последователна замена на водородните атоми во фосфорната киселина може да се образува три типа соли: фосфати, хидрогенфосфати и дихидрогенфосфати. Оваа сол е дихидроген фосфат бидејќи киселинскиот остаток е  $-H_2PO_4$ . Тој е едновалентен бидејќи од фосфорната киселина недостасува само еден водороден атом. Ако за никелот се сврзани два вакви едновалентни остатоци, тоа значи дека во оваа сол тој е двовалентен. Затоа, името на оваа сол ќе биде **никел(II) дихидрогенфосфат.** 

б) Ова е сол на јаглеродната киселина ( $H_2CO_3$ ). Називот на двовалентниот киселински остаток на јаглеродната киселина е карбонат. Катјонот, пак, ( $NH_4^+$ ) се вика амониум. Според тоа, името на оваа сол е **амониум карбонат.** 

# Пример 2. Состави ги формулите на следниве соли: а) хром(III) сулфид б) калциум хидрогенсулфат в) кобалт(II) нитрат хексахидрат.

**Решение:** а) Името на киселинскиот остаток завршува на –ид што значи дека тоа е сол на бескислородна киселина. Бескислородната киселина на сулфурот е  $H_2S$ . Бидејќи во оваа киселина двата водородни атоми се заменети со метал, тоа значи дека киселинскиот остаток е двовалентен. Валентноста, пак, на хромот во оваа сол е III (таа е дадена во заградата до името на металот). Производот од валентноста и индексот на двата елемента мора да се еднакви, но бидејќи не ни се познати индексите ниту за хромот, ниту за сулфурот, ќе побараме H3C од нивните валентности. За 3 и за 2 H3C е 6. Оттука,

6:3=2 и 6:2=3

Значи, индексот за хромот е 2, за сулфурот 3, а формулата е  $\mathbf{Cr}_2\mathbf{S}_3$ .

- б) Калциумот нема променлива валентност туку е секогаш двовалентен. Хидрогенсулфатниот анјон е едновалентен, зашто само едниот водороден атом од сулфурната киселина е заменет со метал. Според тоа, со калциумот ќе се сврзат две хидрогенсулфатни групи, па затоа формулата на оваа сол е  $Ca(HSO_4)_2$ .
- в) Ова е сол, кристалохидрат на азотната киселина. Нитратниот анјон е едновалентен, а кобалтот во оваа сол е двовалентен (валентноста е дадена во заградата до името на металот). За кобалтот, според тоа, ќе се сврзат две нитратни групи. Покрај тоа, бидејќи солта е хексахидрат, во формулата мора да се напише формулата на водата и бројот на молекули вода. Хекса е префикс за бројот шест, па според тоа формулата на оваа сол е  $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$

#### ШТО НАУЧИ?

- 1. Што се соли?
- 2. Дај неколку примери за амониум соли.
- 3. Следниве соли класифицирај ги во групи според составот и претстави ги табеларно:  $Cu_2S$ ;  $Na_2SO_4$ ;  $AlCl_3$ ;  $KHSO_4$ ; Mg(OH)Cl;  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ;  $FeSO_4$ ;  $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ ;  $Na_3PO_4$ ; ZnS;  $NaH_2PO_4$ ;  $Pb(NO_3)_2$ ;  $ZnCl_2$ ;  $K_2CO_3$ ;  $AgNO_3$ ;  $NaH_2PO_4$ ;  $Fe_2(SO_4)_3$ ;  $Cu(NO_3)_2$ ;  $CoSO_4 \cdot 6H_2O$ ; FeS.
- 4. Напиши ги имињата на солите од претходното прашање.
- 5. Состави ги формулите на следниве соли: бариум хлорид; алуминиум сулфид; бакар(I) фосфат; натриум хидрогенкарбонат; калциум хидроксид хлорид; железо(II) сулфат хептахидрат; манган(II) карбонат; калај(IV) сулфид; натриум нитрит; олово(II) хлорид.

# VII.2. ДОБИВАЊЕ НА СОЛИ

Постојат поголем број начини за добивање соли отколку за добивање на соединенијата од другите групи. Со некои од начините за добивање соли веќе се запознавме кога зборувавме за својствата на соединенијата од претходните групи. Покрај тоа, при некои начини за добивање соли се добиваат и соединенија од другите групи. Подолу е даден преглед на начините за добивање соли.

```
1. метал + киселина = сол + водород
```

```
2. оксид на метал + киселина = сол + вода
```

```
3. оксид на неметал + база = сол + вода
```

```
5. оксид на метал + оксид на неметал = сол
```

```
6. метал + неметал = сол
```

7. 
$$con(1)$$
 +  $киселина(1) =  $con(2)$  +  $киселина(2)$$ 

8. 
$$con(1) + база(1) = con(2) + база(2)$$

9. 
$$con(1) + con(2) = con(3) + 6a3a(4)$$

Првите четири од овие девет начина за добивање соли веќе ги разгледавме кај останатите групи соединенија. Затоа, тука ќе ги разгледаме само преостанатите пет.

1. **Реакција на соединување меѓу метал и неметал.** Со овој тип реакција се добиваат соли на голем број бескислородни киселини. На пример:

**2. Реакција меѓу оксид на метал и оксид на неметал.** Оксидите меѓу металите и неметалите реагираат меѓу себе образувајќи сол.

$$CaO + CO_2 = CaCO_3$$

3. **Реакција меѓу сол и киселина:** Овој начин за добивање соли може да го разгледаме ако го изведеме следниов обид:

Наша мала лабораторија

Оби∂ VII.1: Реакција меѓу сол и киселина.

**Потребен прибор и супстанци:** епрувета, раствор од олово(II) нитрат, разреден раствор од HCI.

**Постапка:** Во една епрувета стави раствор од олово(II) нитрат. Потоа, внимателно, додавај разреден раствор од HCI. Што забележуваш?

При додавањето на HCI во растворот на олово(II) нитрат се забележува издвојување на бел талог. Тој талог е олово(II) хлорид. Реакцијата што ја изведовме можеме да ја претставиме со следнава равенка:

$$Pb(NO_3)_2 + 2HCI = PbCI_2 + HNO_3$$

Значи при реакција на сол и киселина се добива друга сол и киселина. Затоа ваквиот тип реакции може да се сметаат и како реакции за добивање киселини.

4. Реакција меѓу сол и база: При овој тип реакција, од една сол и база се добива друга сол и база. Овие реакции, честопати, се сметаат и за реакции за добивање на бази. На пример, амонијакот се добива по лабораториски пат, со ваков тип реакција. На пример:

$$(NH4)2SO4 + Ba(OH)2 = BaSO4 + 2NH4OH$$

5. **Реакција меѓу две соли:** Со овој тип реакција може да се добијат голем број соли. Да изведеме неколку обиди за добивање соли на овој начин:

Наша мала лабораторија

Оби∂ VII.2: Реакции меѓу две соли.

**Потребен прибор и супстанци:** епрувети, раствори од: амониум сулфид, сребро нитрат, кобалт(II) хлорид, натриум јодид.

**Постапка:** а) Во епрувета стави раствор од кобалт(II) хлорид. Потоа, внимателно, додавај раствор од амониум сулфид. Што забележуваш?

**б)** Во епрувета стави раствор од сребро нитрат. Потоа, во епруветата додавај раствор од натриум јодид. Што забележуваш?

Црниот талог што се добива при првиот обид е од кобалт(II) сулфид, а жолтиот талог во вториот обид од сребро јодид. Равенките на реакциите се следниве:

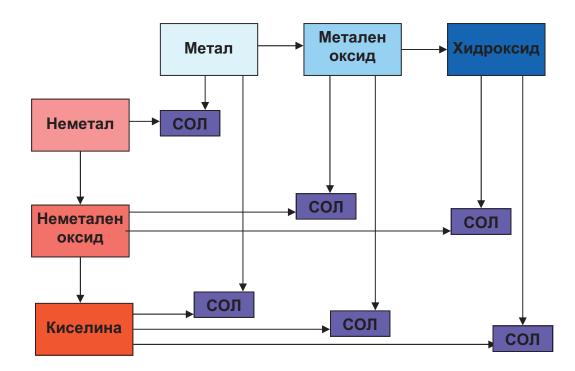
$$(NH4)2S + CoCl2 = CoS + 2NH4Cl$$

$$AqNO_3 + Nal = Aql + NaNO_3$$

Постојат уште голем број реакции од овој тип при кои се добиваат соли. За

сите нив заедничко е тоа што овие реакции спаѓаат во групата реакции на двојна замена. Во овој тип реакции спаѓаат и претходните два начина за добивање соли.

Откако ги изучивме четирите групи соединенија: оксиди, киселини, хидроксиди и соли, јасно можеме да воочиме дека меѓу нив постои поврзаност така што од една група, може да се добие друга група соединенија. Врските меѓу поодделните групи соединенија шематски се претставени на следнава слика:



Сл. VII.2. Шематски приказ на врските помеѓу различните групи неоргански соединенија.

#### ШТО НАУЧИ?

- 1. Прочитај ги имињата на сите соединенија што се дадени во равенките за добивање соли.
- 2. Ползувајќи ја погоре дадената шема, за секој начин на добивање сол, напиши најмалку една равенка, израмни ја и прочитај ги имињата на сите учесници во реакцијата.



#### истражувај!

Во една епрувета стави раствор од бариум хлорид, а потоа во растворот додавај натриум сулфат. Што забележуваш? Напиши ја равенката на реакцијата и прочитај ги имињата на добиените соединенија. *Помош:* бариум сулфатот е бела, тешко растворлива супстанца.

# VII.3. СОЛИТЕ ВО СЕКОЈДНЕВНИОТ ЖИВОТ



Сл. VII.3. Натриум хлоридот се употребува во исхраната под името готварска сол.

Уште на почетокот на оваа глава кажавме дека со голем број соли постојано се сретнуваме во нашиот живот. Некои од нив ги внесуваме дури и во исхраната. Една од најважните соли сигурно е натриум хлорид, позната под името готварска сол. Познато ти е и дека натриум хлоридот е бела кристална супстанца со солен вкус. Оваа сол е неопходна за нормално функционирање на живите организми, па затоа човекот ја внесува со храната.

Во природата натриум хлоридот го има растворен во морската вода, а се среќава и како минерал во наоѓалишта над и под земјата. Поради тоа што е лесно достапна и евтина супстанца, натриум хлоридот се употребува како важна суровина во хемиската индустрија. Од него се добива натриум, хлор, натриум хидроксид, натриум карбонат, хлороводородна киселина и др. Во медицината се употребува како раствор познат под името физиолошки раствор.



Сл. VII.4. Кристали од халит.

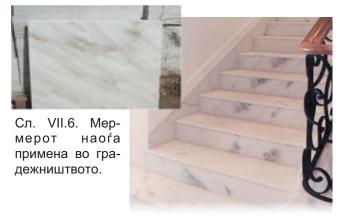
Една друга сол која честопати ја употребуваме во домаќинството спаѓа во групата на хидроген соли. Тоа е натриум хидрогенкарбонат (NaHCO<sub>3</sub>). Оваа супстанца позната е под името сода бикарбона. Претставува бела кристална супстанца која на зголемена температура се разложува со ослободување на јаглерод диоксид. Токму заради ова својство натриум хидрогенкарбонатот се употребува за производство на прашок за печиво кој се користи за нараснување на тестото во домаќинството и пекарската индустрија.

Голем број соли наоѓаат примена во градежништвото и вајарството. Најпознати такви соли се калциум сулфат дихидрат (CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O), познат под името гипс, како и калциум карбонатот (CaCO<sub>3</sub>) познат под имињата варовник и мермер.



Сл. VII.5. Натриум хидрогенкарбонатот се користи во домаќинството како прашок за печиво.

Обете соли се нерастворливи во вода, што е само една од причините за нивната употреба. Во Македонија има големи наоѓалишта на мермер во околината на Прилеп.







Сл. VII.7. а) Кристал од гипс. б) Покрај за градежни елементи, гипсот се користи и за изработка на статуи и украсни предмети.

Уште една сол која наоѓа примена во секојдневниот живот е бакар(II) сулфат пентахидрат (CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O). Таа е кристална супстанца со сина боја, па затоа е позната и под името син камен. Растворите од оваа сол се употребуваат во земјоделството за заштита на лозјата од штетници. Освен тоа, се употребува и во текстилната индустрија при боење на ткаенините и за нанесување на бакар врз метални предмети (побакарување).



Сл.VII.8. Кристали од син камен.

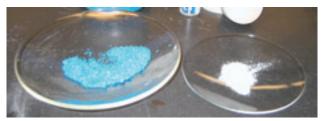
Наша мала лабораторија

Обид 1: Дехидратација на син камен:

**Потребен прибор и супстанци:** епрувета, шпиртусна ламба, модар камен.

**Постапка:** Во епрувета стави малку спрашен син камен и загревај ја со шпиритусна ламба. Внимателно набљудувај ја промената на бојата! Кога целосно ќе се изгуби сината боја, врз добиената супстанца, капни неколку капки вода. Што забележуваш?

Кристалохидратите ја губат водата при загревање. Тоа може да се види од дадениот обид. Така, при загревање синиот камен поминува во безводен бакар(II) сулфат, CuSO<sub>4.</sub> Но, ако на безводната сол се додаде вода, повторно ќе се добие кристалохидратот.



Сл.VII.9. Кристали од син камен и од безводната сол.



#### ИСТРАЖУВАЈ!

За секое од следните барања, постави хипотеза, направи план за работа, изведи експеримент и донеси заклучок.

- 1. Откриј дали сода бикарбона реагира со оцетна киселина.
- 2. Изведи дехидратација на CoCl₂·6H₂O.
- 3. Откриј дали калциум карбонатот реагира со оцетна киселина.

#### ДОДАТОК:

#### БАРИУМ СУЛФАТ И РЕНДГЕНСКО СНИМАЊЕ НА СТОМАКОТ

Можеби сте слушнале дека при рендгенско снимање на органите за варење, болните луѓе најнапред мора да испијат т.н. "бариумова каша". Што е тоа "бариумова каша и која е нејзината улога при снимањето"? Како може да се пие какво било соединение на бариумот кога се знае дека бариумот и неговите соединенија се екстремно отровни?

Бариумова каша е смеса од вода, натриум сулфат и бариум сулфат. Најважната компонента од оваа смеса е бариум сулфатот. Неговата улога се состои во тоа што бариум сулфатот не ги пропушта рендгенските зраци, па затоа може да се направи снимка на желудникот и цревата. Бариумот и неговите соединенија се екстремно отровни, но сепак бариумовата каша е сосема безбедна за здравјето на човекот. Имено, се работи за тоа што бариум сулфатот е речиси целосно нерастворлив во вода,

а во присуство на натриум сулфат неговата растворливост е уште помала. Покрај тоа, тој не реагира ни со хлороводородната киселина во желудникот, така што сосема непроменет може да помине низ органите за варење. При употреба на оваа метода, дури и штетното дејство на рендгенските зраци е минимизирано.





#### МАЛ ПОТСЕТНИК

- **Соли** се соединенија кои се состојат од метал (или амониум група) и киселински остаток. Во водни раствори тие се разложуваат до метален или амониум катјон и анјон од киселинскиот остаток.
- **Нормални соли** се оние кои се добиваат кога сите водородни атоми во киселината ќе се заменат со атоми од метал.
- **Хидроген солите** во киселинскиот остаток содржат водород. **Хидроксид солите** во својот состав содржат хидроксидна група, а **кристалохидратите** содржат вода.
- Постојат голем број начини за добивање соли, од кои поважни се: реакција на неутрализација, реакција на двојна замена, реакција на метал и киселина, реакција меѓу метал и неметал и др.
- Меѓу оксидите, хидроксидите, киселините и солите постои взаемна поврзаност. Тие може да се добијат едни од други и да стапуваат во реакции едни со други.

#### **TECT**

1. Кои од наведениве супстанци се чисти супстанци, а кои се смеси?

І. нафта ІІ. дијамант ІІІ. шеќер IV. оцет V. фосфор

a) чисти супстанци: II, III, IV и V смеси: I б) чисти супстанци: III, IV и V смеси: I и II в) чисти супстанци: II, III и V смеси: I и IV г) чисти супстанци: III и V смеси: I, II и IV

2. Кои од наведениве супстанци се елементарни супстанци, а кои се соединенија?

I. злато II. готварска сол III. графит IV. солна киселина V. етанол

а) елементарни супстанци: I и III соединенија: II, IV и V б) елементарни супстанци: I, III и V соединенија: II и IV в) елементарни супстанци: I и V соединенија: II, III, IV и V г) елементарни супстанци: I и V

3. Кои од наведениве својства се физички, а кои се хемиски?

I. ковливост II. запаливост

III. корозивност IV. температура на топење

а) физички:сите хемиски: ниту едно

б) физички: I, II и IV хемиски: III в) физички: I, и IV хемиски: II и III г) физички: I хемиски: II, III и IV

- 4. Која од наведениве супстанци е смеса?
  - а) сода бикарбона
  - б) сол
  - в) кислород
  - г) вино
- 5. Која од наведениве смеси е хомогена?
  - а) ракија
  - б) креда и вода
  - в) масло и бибер
  - г) вода и масло
- 6. Кои од наведениве процеси се физички, а кои се хемиски?
  - І. Фотосинтеза ІІ. вриење на алкохол ІІІ. топење на восок

IV. горење на бензин V. потемнување на сребро

 а) физички: ниту едно
 хемиски: сите

 б) физички: II, III и V
 хемиски: I и IV

 в) физички: II и III
 хемиски: I, IV и V

 г) физички: I и IV
 хемиски: II, III и V

- 7. На разликите во кое својство се базира одвојувањето на супстанците од смеса со филтрација?
  - а) испарливост
  - б) големина на честичките
  - в) истекување
  - г) таложење

8. Ко смес	оја метода треба да се примени за да се раз са?	вдвојат етанолот и водата кога се во
	<ul><li>а) дестилација</li><li>б) филтрација</li><li>в) декантација</li><li>г) кристализација</li></ul>	
9. Ko	оја од дадениве супстанци има способност <i>р</i>	да сублимира?
	a) готварска сол б) јод в) сулфур г) железо	
10. k	ој е хемискиот симбол на манган?	
	a) Mn б) Ma в) M г) Mg	
11. k	ако се чита хемискиот симбол Si?	
	a) c-и б) си-и в) ес г) ес-и	
	Сои од следниве формули се формули на ел µиненија? I. Co Ⅱ. HClO₄ Ⅲ. O₃ Ⅳ. CO V.	
	<ul><li>а) елементарни супстанци: III и V</li><li>б) елементарни супстанци: I, III и V</li><li>в) елементарни супстанци: V</li><li>г) елементарни супстанци: I, III IV и V</li></ul>	соединенија: I, II и IV соединенија: II и IV соединенија: I, II III и IV соединенија: II
13. k	Солку молекули се претставени со 3HNO <sub>3</sub> ?	
	a) 9 в) 6 в) 5 г) 3	
14. k	Солку атоми кислород се содржат во 5Са₃(Р	O <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ?
	a) 8 б) 40 в) 20 г) 5	
	Кои стехиометриски коефициенти треба да нава равенка да биде израмнета? AsCl $_3$ + H $_2$ S $ ightarrow$ $_2$	
	a) 2, 3, 1, 6 б) 2, 3, 1, 1 в) 2, 3, 2, 6 г) 1, 3, 1, 6	

- 16. Каков тип хемиска реакција е претставен со следнава равенка?  $C_{12}H_{22}O_{11} \rightarrow 12C + 11H_2O$ 
  - а) реакција на соединување
  - б) реакција на замена
  - в) реакција на разложување
  - г) реакција на јагленисување
- 17. Која од дадениве равенки е равенка на реакција на соединување?
  - a) Mg + 2HCl  $\rightarrow$  MgCl<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>
  - б) NaOH + HCl → NaCl + H<sub>2</sub>O
  - в)  $NH_4Br \rightarrow NH_3 + HBr$
  - r)  $C_3H_6 + Br_2 \rightarrow C_3H_6Br_2$
- 18. Како се викаат ненаелектризираните честички што учествуваат во изградбата на атомот?
  - а) протони
  - б) електрони
  - в) неутрони
  - г) атомско јадро
- 19. Кои од следниве искази се точни?
  - І. Електроните ја сочинуваат електронската обвивка на атомот.
  - II. Електроните имаат еднаква маса со неутроните.
  - III. Електроните имаат поголема маса од протоните.
  - IV. Електроните се честички со негативен електричен полнеж.
  - a) I, II и IV
  - б) І и ІV
  - в) І и ІІ
  - г) II и III
- 20. Колку изнесува бројот на електрони, протони и неутрони во <sup>207</sup> <sub>82</sub> Pb?
  - а) 82, 82 и 125
  - б) 207, 207 и 82
  - в) 41, 41 и 125
  - г) 82, 125 и 207
- 21. Атомот на еден елемент содржи 26 протони и 27 неутрони? Колку изнесуваат атомскиот и масениот број на елементот?
  - a) Z = 26; A = 27
  - б) Z = 27; A = 26
  - в) Z = 53; A = 26
  - $\Gamma$ ) Z = 26; A = 53
- 22. Што е претставено со следниве симболи: 85 86 37 Rb?
  - а) изоелементи
  - б) изомери
  - в) изобари
  - г) изотопи

23. Колку електрони има во атомот на елементот чиј атомски број е 45?
а) 45 б) повеќе од 45 в) помалку од 45 г) 90
24. Колку изнесува релативната молекулска маса на Mg(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ?
a) 223,21 б) 123,75 в) 205,40 г) 75,75
25. Кои од дадениве парови елементи ќе образуваат јонско соединение? I. Cs и O II. P и Cl III. Ca и F IV. Rb и Cl V. N и O
а) сите б) I, III и IV в) I, II, III и IV г) II и IV
26. Кога образува јонски соединенија железото испушта три електрони. Кој е симболот на јонот што се добива при тоа?
a) Fe <sup>3</sup> б) Fe <sup>3</sup> в) Fe <sup>3+</sup> г) Fe <sup>3-</sup>
27. Колку ќе изнесува полнежот на јонот што го образува некој елемент кој има шест валентни електрони?
a) +6 б) -6 в) +2 г) -2
28. Колку валентни електрони има елементот кој образува јон со полнеж +2?
а) 6 б) 2 в) 8 г) 4
29. Која е формулата на јонското соединение составено од $Ca^{2^+}$ и $P^{3^-}$ јони? а) $Ca_2P_3$ б) $Ca_6P_2$ в) $Ca_3P$ г) $Ca_3P_2$
30. Која од понудените комбинации на својства се однесува само на супстанца образувана со јонска врска?
<ul><li>а) течност, растворлива во вода, водниот раствор спроведува електричество;</li><li>б) кристална супстанца, растворлива во вода, водниот раствор спроведува</li></ul>

електричество;

в) кристална супстанца, со висока температура на топење, нерастворлива во вода; г) кристална супстанца, со ниска температура на топење, нерастворлива во вода.
31. Кои од дадениве парови елементи ќе се сврзат со ковалентна врска? I. Rb и S II. S и Cl III. H и F IV. Mg и Cl V. P и O  а) сите б) II, III и IV в) II, III и V г) I, II, III и V
32. Колку вкупно заеднички електронски парови се образуваат во молекулата на $H_2S$ ?   а) 3   б) 1   в) 2   г) 4
33. Колку електрони учествуваат во образување на тројната врска?  а) 6 б) 2 в) 9 г) 3
34. Во кои од наведениве соединенија постојат неполарни, а во кои поларни ковалентни врски?  І. $Br_2$
35.Која е формулата на стронциум оксид? a) SrO <sub>2</sub> б) StO в) SrO г) StO <sub>2</sub>
36. Како гласи името на соединението чија формула е SnO <sub>2</sub> ? а) стронциум диоксид б) калај(IV) оксид в) калај оксид г) стронциум(IV) оксид
37. Кој од следниве оксиди е индиферентен (неутрален)? а) CO б) ZnO в) $N_2O_3$ г) CaO

- 38. Во која група оксиди спаѓа ВаО? а) киселински оксиди б) неутрални оксди в) амфотерни оксиди г) базни оксиди 39. Кои од следниве оксиди се оксиди на метали, а кои на неметали? I. Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub> II. TiO<sub>2</sub> III. Rb<sub>2</sub>O IV. SO<sub>3</sub> V. NO<sub>2</sub> а) метални: II, IIIнеметални: I, IV, Vб) метални: IIIнеметални: I, II, IV, Vв) метални: IIнеметални: I, III, IV, Vг) метални: I, IIIнеметални: II, IV, V 40. Кои соединенија се продукти на термичкото разложување на калциум карбонат? a) CaO и CO<sub>2</sub> б) СаО и јаглерод в) Ca и CO<sub>2</sub> г) Ca, C и O<sub>2</sub> 41. Кое соединение се добива при горење на фосфор? a) F<sub>2</sub>O б) P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в) PO<sub>3</sub> г) H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub> 42. Каков тип соединение се добива ако стапат во реакција SO<sub>2</sub> и MgO? а) база б) сол в) хидроксид г) киселина 43. Кое соединение се добива при реакција на калиум оксид и вода? a) Ca(OH)<sub>2</sub> б) K(OH)<sub>2</sub> в) КН г) КОН 44. Кое е името на киселината HF?
  - а) флуорна киселина
  - б) флуороводородна киселина
  - в) флуор водородна киселина
  - г) флуореста киселина
- 45. Која е формулата на фосфорна киселина?
  - a) HP
  - б) HF
  - в) H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>
  - г) H<sub>3</sub>PO<sub>2</sub>

- 46. Кои од наведениве киселини образуваат хидроген соли?

  І. сулфурна киселина

  II. азотна киселина

  III. сулфуроводородна киселина IV. флуороводородна киселина

  а) сите
  б) I, II и III
  в) I, III и IV
  г) I и III
- 48. Која киселина образува соли што се викаат нитрити?
  - а) азотна киселина
  - б) азотеста киселина
  - в) натриумова киселина
  - г) нитроводородна киселина
- 49. Кои се продуктите на реакцијата дадена со следнава равенка? NaCl +  $H_2SO_4 \rightarrow$ 
  - a)HCl и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
  - б) HClO и Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>
  - в) NaOH и H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>
  - г) HCl, Na<sub>2</sub>O и H<sub>2</sub>O
- 50. Во кој тип реакции спаѓа реакцијата меѓу азотна киселина и калиум хидроксид?
  - а) соединување
  - б) разложување
  - в) неутрализација
  - г) истиснување
- 51. Кои соединенија се добиваат при реакција на сулфуреста киселина и калциум оксид?
  - а) калциум сулфат и водород
  - б) калциум сулфат
  - в) калциум сулфит и водород
  - г) калциум сулфит и вода
- 52. Кој гас се ослободува при реакција на бакар со концентрирана азотна киселина?
  - а) водород
  - б) кислород
  - в) азот
  - г) азот диоксид
- 53. Како гласи името на соединението чија формула е Sn(OH)<sub>4</sub>
  - а)стронциум хидроксид
  - б) калај(IV) хидроксид
  - в) тетрахидроксид калај
  - г) калај четирихидроксид
- 54. Која е формулата на кадмиум хидроксид?
  - a) KOH
  - б) Ca(OH)<sub>2</sub>
  - B) Cd(OH)<sub>2</sub>
  - r) CdOH

- 55. Од кое соединение, при реакција со вода, се добива натриум хидроксид? a) Na<sub>2</sub>O
  - б) NaNO<sub>3</sub>
  - в) NaCl
  - г) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- 56. Кои соединенија се продукти на реакцијата претставена со следнава равенка? FeCl $_3$  + NaOH  $\rightarrow$ 
  - a) Fe(OH)<sub>3</sub> и NaCl
  - б) FeO, NaClO и H<sub>2</sub>O
  - в) Fe(OH)<sub>2</sub>, NaClO<sub>3</sub>
  - г) Fe(OH)<sub>3</sub> и NaH
- 57. Што се добива при реакција на калиум хидроксид и сулфурна киселина?
  - а) K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и H<sub>2</sub>
  - б) K<sub>2</sub>S и H<sub>2</sub>O
  - в) K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и O<sub>2</sub>
  - г) K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и H<sub>2</sub>O
- 58. Како се викаат хидроксидите што се растворуваат во вода?
  - а) соли
  - б) бази
  - в) анхидриди на бази
  - г) амониум хидроксиди
- 59. Кои се продуктите на реакцијата дадена се следнава равенка?  $Ba(OH)_2 + SO_3 \rightarrow$ 
  - а) бариум сулфат и водород
  - б) бариум сулфид и водород
  - в) бариум оксид и сулфуроводородна киселина
  - г) бариум сулфат и вода
- 60. Која е формулата на амонијак?
  - a) NH₄OH
  - б) NH<sub>4</sub>
  - в) NH<sub>3</sub>
  - r) NH<sub>3</sub>OH
- 61. Што се добива при реакција на натриум и вода?
- а) натриум пероксид
- б) натриум хидроксид и водород
- в) натриум хидроксид и кислород
- г) натриум оксид и водород
- 62. Кое е името на соединението чија формула е  $Cu_3(PO_4)_2$ ?
- а) бакар(II) фосфат
- б) бакар(III) фосфат
- в) бакар(II) фосфид
- г) бакар дифосфат

- 63. Која е формулата на калај(IV) сулфид?
  - a) SnSO<sub>3</sub>
  - б)  $Sn(SO_3)_2$
  - в) Sn<sub>2</sub>S
  - r) SnS<sub>2</sub>
- 64. Кои од следниве соли се хидроген соли, а кои се кристалохидрати?

I. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·10H<sub>2</sub>O

- II. KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>
- III.  $Al_2(SO_4)_3$
- IV. Cu(OH)Cl

V. Co(HS)<sub>2</sub>

VI. Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·5H<sub>2</sub>O

- а) хидроген соли: II, IV, V
- кристалохидрати: I, VI
- б) хидроген соли: I, VI
- кристалохидрати: II, III, IV, V
- в) хидроген соли: II, V
- кристалохидрати: I, VI
- г) хидроген соли: II, III, IV, V
- кристалохидрати: I, VI
- 65. Како гласи името на следново соединение CoCl₂·6H₂O
  - а) кобалт хлорид хексахидрат
  - б) кобалт(II) хлорид хексахидрат
  - в) кобалт хлорид хидрат
  - г) кобалт(II) хлорид хидрат
- 66. Која е формулата на жива(II) хидроксид хлорид?
  - a) Hg<sub>2</sub>OHCl
  - б) Hg(OH)<sub>2</sub>CI
  - в) Hg(HCl)<sub>2</sub>
  - г) Hg(OH)Cl
- 67. Во кои од дадениве реакции се добиваат соли?

I. 
$$SO_2 + BaO \rightarrow$$

II. K + 
$$H_2O \rightarrow$$

III. CuCl<sub>2</sub> + 
$$H_2S \rightarrow$$

IV. Cu + S 
$$\rightarrow$$
 V. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + KOH  $\rightarrow$ 

- а) во сите
- б) Іи V
- в) I, III, IV и V
- г) IV и V
- 68. Во кој тип реакции спаѓа реакцијата меѓу калциум хлорид и натриум карбонат?
- а) реакција на двојна измена
- б) реакција на неутрализација
- в) реакција на истиснување
- г) реакција на разложување
- 69. Кои соединенија се продукти на реакцијата дадена со следнава равенка?

- a)  $Fe(OH)_2 + KCIO + H_2O$
- б) Fe(OH)<sub>3</sub> + KCl
- в) KClO<sub>3</sub> + FeH<sub>3</sub>
- r) K<sub>2</sub>FeO<sub>4</sub> + HCl
- 70. Со која од дадениве реакции не е можно да се добие сол?
- а) метал + кислород
- б) метал + киселина
- в) метал + база
- г) метал + неметал

## Терминолошки речник:

**Алкални елементи** – заедничко име за елементите од IA група во периодниот систем на елементите (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr).

**Алкални метали** – види алкални елементи.

**Алотропски модификации**— различни елементарни супстанци на еден ист елемент.

**Амфотерен оксид** — оксид која може да реагира и со киселини и со бази.

**Анјон** – негативно наелектризиран јон.

**Атом** – основна градбена единка на супстанците.

**Атомска единица за маса** — една дванаесеттина (1/12) од масата на изотопот на јаглерод <sup>12</sup>С.

**Атомски број** – број на протони во јадрото на атомот на некој елемент.

**Атомски кристал** – кристал чиишто градбени единки се атоми, меѓусебно поврзани со ковалентни врски.

**Базен оксид** – оксид кој при реакција со вода образува база, а при реакција со киселини образува сол.

**Бескислородни киселини** – неоргански киселини кои во киселинскиот остаток не содржат кислород.

**Благородни гасови** — заедничко има за елементите од 18 група во периодниот систем на елементите (Не, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn). Кај овие елементи сите електрони во слојот со највисока енергија се спарени.

**Валентни електрони** – електроните од последниот електронски слој. Овие електрони учествуваат во образување на хемиски врски.

**Валентност** – број на хемиски врски што ги образува еден атом со други атоми.

**Двојна врска** – ковалентна врска образувана од два заеднички електронски парови.

**Двојни соли** – соли кои содржат два или повеќе катјони и/или анјони.

**Декантација** – постапка за одделување на компонентите од хетерогена смеса која се базира на разликите во нивните густини.

**Дестилација** – постапка за одделување на компонентите од раствор, која се базира на разликите во нивните температури на вриење.

**Деутериум** – изотоп на водородот со масен број 2.

**Дехидратација** — процес при кој од една супстанца се отстранува вода.

**Единечна врска** – ковалентна врска образувана само од еден заеднички електронски пар.

**Експеримент** — точно дефинирана и контролирана постапка при која се вршат набљудувања и мерења со цел да се провери некоја хипотеза или теорија.

**Електрон** – честичка од која е изградена електронската обвивка на атомот, а која е негативно наелектризирана.

**Елемент** – множество атоми со еднаков атомски број.

**Елементарна супстанца** — супстанца што се состои само од еден елемент т.е. само од еден вид атоми. Елементарните супстанци, со хемиски постапки, не можат да се разложат на уште попрости.

Заситен раствор – раствор во кој на определена температура, во определена маса растворувач, е растворено максимално можно количество од растворената супстанца.

**Земноалкални елементи** – заедничко има за елементите од IIA група од периодниот систем (Ве, Мд, Са, Sr, Ba и Ra).

**Индиферентен оксид (неутрален оксид)** — оксид кој не стапува во реакции ниту со вода, ниту со киселини, ниту со бази.

**Јаглеродна единица за маса** – атомска единица за маса.

**Јони** – наелектризирани честички кои може да бидат или моноатомски или полиатомски групации.

**Јонска врска** — хемиска врска што настанува како резултат на електростатско привлекување на јони со спротивни полнежи.

**Јонски кристал** – кристал кај кого градбените единки се јони.

**Катјон** – позитивно наелектризиран јон.

**Киселински оксид** — оксид којшто при реакција со вода образува киселина, а при реакција со хидроксиди образува сол.

**Кислородни киселини** – неоргански киселини кои во киселинскиот остаток содржат кислород.

**Ковалентна врска** – хемиска врска образувана од еден или повеќе заеднички електронски парови меѓу атомите што се сврзуваат.

**Ковалентни кристали** – види атомски кристали.

**Кристал** – супстанца во цврста агрегатна состојба со правилен внатрешен распоред на градбените единки.

**Кристализација** – процес на издвојување на цврстата супстанца од растворот или од растоп.

**Кристалохидрати** – соли кои во својот состав содржат вода.

**Луисовски симболи** – хемиски симболи во кои валентните електрони се претставуваат со точки. **Пуисовски формули** – хемиски формули во кои заедничките електронски парови, неспарените електрони и неподелените електронски парови се пишуваат со точки.

**Масен број** – збир од бројот на протони и неутрони во јадрото на еден атом.

**Метал** — вид елементарна супстанца со карактеристични метални својства: висока електрична и топлотна спроводливост, метален сјај, ковност итн.

**Модел** – поедноставена претстава за реалните објекти, процеси и појави.

**Молекула** — честичка изградена од атоми кои се меѓу себе сврзани со ковалентна врска.

**Молекулски модели** – различни модели за претставување на градбата на молекулите. Постојат модели со калоти, со топчиња и стапчиња, жичани модели итн.

**Незаситен раствор** – раствор во кој на определена температура, во определена маса растворувач, е растворено помало количество од растворената супстанца отколку во заситениот раствор.

**Неметал** – вид елементарна супстанца која има неметални својства.

**Неутрализација** – реакција меѓу киселина и база при што се образува сол и вода.

**Неутрон** — честичка во состав на атомското јадро, која има маса приближно еднаква на масата на протонот, но не е наелектризирана.

**Нормални соли** – соли кои се добиваат кога сите водородни атоми во киселината ќе се заменат со метални или други катјони.

**Оксид** – бинарно соединение на кислород и некој друг елемент во коешто кислородот е двовалентен.

**Периоден систем на елементите** – таблица во која елементите се подредени според растењето на нивните атомски броеви.

**Периоди** – хоризонталните низи во периодниот систем на елементите

**Поларна врска** – ковалентна врска во која заедничкиот електронскиот пар е поблизу до еден од атомите.

**Полуметал** – вид елементарна супстанца која пројавува и метални и неметални својства.

Презаситен раствор — раствор во кој на определена температура, во определена маса растворувач, е растворено малку поголемо количество од растворената супстанца отколку во заситен раствор.

**Протон** – честичка во атомското јадро со маса од 1,0073 u, што е носител на позитивен елементарен електричен полнеж.

**Раствор** – хомогена смеса составена од растворувач и растворлива супстанца/супстанци

Растворувач – супстанцата која е застапена во најголемо количество во растворот и која, кога е чиста, е во иста агрегатна состојба со растворот.

**Реактант** – супстанца која е присутна на почетокот на хемиската реакција.

Реакција на разложување – реакција при која едно соединение се разложува на две или повеќе супстанци (елементарни супстанци и/ или соединенија).

**Реакција на соединување** – вид реакција при која од две или повеќе супстанци се добива една посложена.

Реден број – види атомски број

**Релативна атомска маса** — однос меѓу просечната маса на атомот на некој елемент и атомската единица за маса.

**Релативна молекулска маса** – однос меѓу масата на молекулата и атомската единица за маса.

**Смеса** — физичка мешавина од различни супстанци, која може да содржи променливи количества од одделните компоненти.

Соединение — чиста супстанца образувана од атоми на различни елементи во точно определен квантитативен однос. Со хемиски процеси, соединенијата можат да се разложат на елементарни супстанци и/или други соединенија.

**Соли** — соединенија кои во водни раствори дисоцираат на метален или друг вид катјон и киселински остаток како анјон.

**Сублимација** — физички процес при кој супстанцата директно преминува од цврста во гасовита агрегатна состојба, без да се втечни.

**Тројна врска** – ковалентна врска образувана од три заеднички електронски парови.

**Унифицирана единица за маса** – види јаглеродна единица.

**Физичка промена** – промена на супстанцата при која не доаѓа до промена на нејзиниот хемискиот состав.

**Физичко својство** — својство на супстанцата што може да се регистрира (со сетилата или со мерење).

Филтрирање – постапка за одделување на состојките од хетерогена смеса цврсто-течно, базирана на разликите во големините на честичките од кои се состојат.

**Формулна единка** – наједноставната комбинација на јони што одговара на формулата на соединението.

**Халогени елементи** — заедничко има за елементите од VIIB (17) група во периодниот систем на елементите (F, Cl, Br, I, At).

**Хемија** — природна наука која ги изучува супстанците: нивниот состав, структура, својства, нивното добивање како и нивните промени и законите по кои се одвиваат тие промени.

**Хемиска равенка** — симболичен запис на хемиските процеси.

**Хемиска реакција (процес, промена)** — процес при кој од една супстанца/и се добиваат други супстанци.

**Хемиски својства** – способност на супстанците да претрпуваат хемиски промени, под дејство на други супстанци и/или надворешни влијанија.

**Хемиски формули** — симболични ознаки за имињата на соединенијата и за некои елементарни супстанци. Тие даваат информации за нивниот квалитативен и квантитативен состав

**Хемиските симболи (знаци)** – симболични ознаки за хемиските елементи.

**Хетерогена смеса** – смеса во која постојат јасно изразени граници меѓу поодделните компоненти.

**Хидроген соли** – соли кои во киселинскиот остаток содржат водород.

**Хидроксид соли** – двојни соли кои во својот состав содржат еден или повеќе хидроксидни анјони.

**Хидроксиди** — група неоргански соединенија кои во својот состав содржат атом на метал (или амониум група) и една или повеќе хидроксидни групи.

**Хипотеза** – нецелосно проверено и недокажано објаснување (претпоставка) за некој феномен.

**Хомогена смеса** – смеса која во сите свои делови има еднаков состав.

**Честичка** – назив за која било градбена единка на супстанците (атоми, молекули, јони, итн.).

## прилози

## ПОТЕКЛО И ЗНАЧЕЊЕ НА ИМИЊАТА НА НЕКОИ ХЕМИСКИ ЕЛЕМЕНТИ

H – Водород – од грчките зборови *hydro* (вода) и *genes* (раѓа), што би значело "оној кој образува вода".

He – Хелиум – од грчкиот збор *helios,* што значи сонце, бидејќи за прв пат бил откриен преку новата спектрална линија што била забележана во спектарот на Сонцето.

Li – Литиум – од грчкиот збор litos, што значи камен.

Ве – Берилиум – според името на неговиот минерал берил  $Be_3Al_2SiO_{18}$ .

B - Bop - од арапскиот збор *buraq*, којшто е име за неговиот минерал боракс  $Na_2B_4O_7\cdot 10H_2O$ .

С – Јаглерод – од латинскиот збор carbo, што значи јаглен.

N – Азот – од грчките зборови *nitron* (сода) и *genes* (раѓа), што би значело "оној кој образува сода".

O – Кислород – од грчките зборови *oxys* (киселина) и *genes* (раѓа), што би значело "оној кој образува киселина".

F – Флуор – од латинскиот збор *fluere* што значи да има способност да тече.

Ne – Heoн – од грчкиот збор neos, што значи нов.

Na – Натриум – од *natrium*, што е латинско име на неговата сол натриум карбонат Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

Mg – Магнезиум – од *Magnesia,* име за една област во Тесалија, Грција.

AI – Алуминиум – од alumen, латинското име за неговиот минерал KAI  $(SO_4)_2$ ·12H<sub>2</sub>O.

Si – Силициум – од латинскиот збор silex, што значи кремен.

Р – Фосфор – од грчкиот збор *phosphoros*, што значи оној кој носи светлина. светлоносец.

**S** – Сулфур – од санскритското име за сулфурот sulvere.

CI – Хлор – од грчкиот збор chloros, што значи жолто-зелен.

K – Калиум – од арапскиот збор *qali* и латинскиот збор *kalium,* што значи алкалија.

Ca – Калциум – од латинскиот збор calx, што значи вар.

Cr – Хром – од грчкиот збор *chroma*, што значи боја.

Mn – Манган – од грчкиот и латински збор magnes, што значи магнет.

Fe - Железо - од ferrum, латинско име за железото.

Co – Кобалт – од германскиот збор kobolt, што значи зол дух.

Ni – Никел – од германскиот збор *Nickel* (стариот Ник), што во преносна смисла значи сатана.

Си – Бакар – од латинскиот збор сиргит, што значи од Кипар.

Zn – Цинк – од германскиот збор zink, што значи "од нејасно, мрачно

Ga – Галиум – од Gallia, латинското име за Франција.

Ge – Германиум – од Germania, латинското име на Германија.

As – Арсен – од персискиот збор *az-zarnikh*, што значи златна боја (златен пигмент).

Se - Селен - од грчкиот збор selene, што значи месечина.

Br - Бром - од грчкиот збор bromos, што значи смрдеа, реа.

Rb – Рубидиум – од латинскиот збор rubidus, што значи темно црвен.

Sr – Стронциум – според Strontian, град во Шкотска.

Ru – Рутениум – според Ruthenia, латинското име за Русија.

Rh – Родиум – од грчиот збор *rhodon*, што значи розов, бидејќи водните раствори на неговите соединенија се најчесто розово обоени.

Pd – Паладиум – според името на астероидот *Pallas*, што бил откриен речиси во исто време.

Ag – Сребро – од argentum, латинскиот збор за сребро.

Cd – Кадмиум – според *Kadmos* (Кадмос), основачот на Теба.

In – Индиум – според бојата индиго, бидејќи индиумот бил идентификуван врз основа на темно сината линија во неговиот емисионен спектар.

Sn – Калај – од латинскиот збор stannum, што значи "да капе".

Sb – Антимон – според името на неговиот минерал стибнит, коешто потекнува од грчкиот збор *stibni*, што значи ознака, бидејќи овој минерал се користел како црн пигмент.

Te – Телур – според Tellus, римската божица на земјата.

I – Јод – од грчкиот збор *iodes*, што значи виолетов (виолетова боја) каква што е бојата на гасовитиот јод.

Cs – Цезиум – од латинскиот збор ceasius, што значи небесно плав.

Ва – Бариум – од грчкиот збор barys, што значи тежок.

Pt – Платина – од шпанскиот збор plata, што значи сребро.

Au – Злато – од aurum, латинскиот назив за злато.

Hg – Жива – од латинскиот збор *hydrargyrum*, што значи течно сребро.

Pb - Олово - од *plumbum*, латинското име за олово.

18 VIIIA	2 <b>He</b> 4.002602	10 Ne 20.1797	18 Ar 39.948	36 Kr 83.798	54 Xe 131.293	88 (222)		71 Lu 174.967	103 Lr (262)
СИСТЕМ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ	17 VIIA	9 F 18.9984032	17 CI 35.453	35 <b>Br</b> 79,904	53 I 126.90447	85 At (210)		70 <b>Yb</b> 173.04	102 No (259)
	16 VIA	8 0 15.9994	16 S 32.065	34 78.96	52 <b>Te</b> 127.60	84 Po (209)	116 <b>Uuh</b> (292)	69 Tm 168,93421	101 Md (258)
	15 VA	7 N 14.0067	15 P 30.973761	33 As 74.92160	51 <b>Sb</b> 121.760	83 <b>Bi</b> 208.98038		68 Er 167.259	100 Fm (257)
	14 IVA	6 C 12.0107	14 Si 28.0855	32 Ge 72.64	50 Sn 118.710	82 <b>Pb</b> 207.2	Uuq (289)	67 <b>Ho</b> 164,93032	99 Es
	13 IIIA	5 B 10.811	13 AI 26.981538	31 Ga 69.723	49 In 114.818	81 TI 204.3833		66 <b>Dy</b> 162.500	% Cr (251)
	12 E		30 Zn 65.409	48 Cd 112.411	80 Hg 200.59	Uub (285)	65 <b>Tb</b> 158.92534	97 Bk (247)	
	6		= <b>8</b>	29 Cu 63,546	47 <b>Ag</b> 107.8682	79 <b>Au</b> 196,96655	Uuu (272)	64 Gd 157.25	96 Cm (247)
			0	28 Ni 58.6934	46 <b>Pd</b> 106.42	78 Pt 195.078	Uun (281)	63 Eu	95 Am (243)
			VIIIB	27 Co 58.933200	45 <b>Rh</b> 102.90550	77 <b>Ir</b> 192.217	109 Mt (268)	62 Sm 150.36	94 (244)
			∞	26 Fe 55.845	44 <b>Ru</b> 101.07	76 Os 190.23	108 <b>Hs</b> (277)	61 Pm (145)	93 Np (237)
			7 VIIB	25 Mn 54.938049	43 Tc (98)	75 Re 186.207	107 <b>Bh</b> (264)	00 Nd 14424	92 U 238.02891
			6 VIB	24 Cr 51.9961	42 Mo 95.94	74 W 183.84	106 Sg (266)	59 <b>Pr</b> 140,90765	91 <b>Pa</b> 231.03588
периоден			s VB	23 V 50.9415	41 Nb 92.90638	73 Ta 180.9479	105 Db	58 Ce 140.116	90 <b>Th</b> 232.0381
			4 IVB	22 Ti 47.867	40 <b>Zr</b> 91.224	72 Hf 178.49	104 <b>Rf</b> (261)		
			3 IIB	21 Sc 44.955910	39 Y 88.90585	57 La* 138.9055	89 Ac**		
- Y	2 IIA	4 <b>Be</b> 9.012182	12 Mg 24.3050	20 Ca 40.078	38 Sr 87.62	56 Ba 137.327	88 <b>Ra</b> (226)		
	1.00794 1.00794 1.100794 1.11 0.941		Na 22.989770	19 <b>K</b> 39,0983	37 <b>Rb</b> 85.4678	55 Cs 132.90545	87 Fr (223)		
	-	7	т	4	v	9	7		

## СОДРЖИНА

	І. ВОВЕД	5
	I.1. Предмет на изучување и цели на хемијата како наука I.2. Хемијата е експериментална наука	
	II.1. СУПСТАНЦИ – СВОЈСТВА, ПРОМЕНИ И КЛАСИФИКАЦИЈА	15
	II.1.1. Супстанците и нивните својства	16
	II.1.2. Промени на супстанците	20
	II.1.3. Класификација на супстанците	
	II.1.4. Одделување на состојките од смесите	28
8 8		
	II.2. ГРАДБА НА ЧИСТИТЕ СУПСТАНЦИ	
3	И НИВНА ПОДЕЛБА	35
	II.2.1. Супстанците се изградени од честички	
	II.2.2. Хемиски елементи	
	II.2.3. Видови чисти супстанци	
Machine Mach	II.3. ЈАЗИКОТ НА ХЕМИЈАТА	47
VALUE AND	II.3.1. Хемиски симболи (знаци)	
	II.3.2. Хемиски формули	
	II.3.3. Валентност	
	II.3.4. Хемиски равенки	
	II.3.5.Некои типови поважни хемиски реакции	61
	III.1. ГРАДБА НА АТОМОТ	67
7	III.1.1. Состав на атомот	68
	III.1.2. Градба на електронската обвивка	71
	III.2. ПЕРИОДЕН СИСТЕМ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ	75
. and	III.2.1. Класификација на елементите во периоден систем	
	<ul><li>III.2.2. Градба на периодниот систем на елементите</li><li>III.2.3. Периодично изменување на својствата</li></ul>	/8
	III.2.3. Периодично изменување на својствата на елементите	00
	па елементите	00

	III.3. ХЕМИСКО СВРЗУВАЊЕ	. 85
	III.3.1. Хемиско сврзување и видови хемиски врски III.3.2. Јонска врска	
	III.3.3. Ковалентна врска	
	III.3.4. Својства на супстанци изградени со ковалентна врска	. 95
	IV OKCIATIA	400
	IV. ОКСИДИ	100
	IV.1. Поим и номенклатура на оксидитеIV.2. Добивање, својства и поделба на оксидите	
	V. КИСЕЛИНИ	107
1		
20	V.1. Состав, поделба и номенклатура на оксидите V.2. Добивање и својства на киселините	
	VI. ХИДРОКСИДИ	119
	VI.1. Состав и номенклатура на хидроксидите VI.2. Добивање и својства на хидроксидите	
	VII. СОЛИ	129
	VII.1. Состав, поделба и номенклатура на солите	130
	VII.2. Добивање на соли	
	VII.3. Солите во секојдневниот живот	137
	TECT	140
	ТЕРМИНОЛОШКИ РЕЧНИК	149
	ПРИЛОЗИ	153