

**Слоботка Алексовска**  
**Сандра Димитровска-Лазова**

# **ХЕМИЈА**

**за I година**

**четиригодишно средно стручно  
образование**

**(Геолошко-рударска и металуршка струка,  
Графичка струка, Лични услуги, Шумарско-  
дрвопреработувачка струка, Текстилно-кожарска  
струка, Здравствена струка, Земјоделска-  
ветеринарна струка)**

**Скопје, 2022**

**Слоботка Алексовска  
Сандра Димитровска-Лазова**

# **ХЕМИЈА**

**за I година**

**Четиригодишно средно стручно образование  
(Геолошко-рударска и металуршка струка,  
Графичка струка, Лични услуги, Шумарско-  
дрвопреработувачка струка, Текстилно-кожарска  
струка, Здравствена струка, Земјоделска-  
ветеринарна струка)**

**Скопје, 2022**

**ХЕМИЈА**

за I година Четиригодишно средно стручно образование (Геолошко-рударска и металуршка струка, Графичка струка, Лични услуги, Шумарско-дрвопреработувачка струка, Текстилно-кожарска струка, Здравствена струка, Земјоделска-ветеринарна струка)

**АВТОРИ:**

Слоботка Алексовска  
Сандра Димитровска-Лазова

**РЕЦЕНЗЕНТИ:**

Ленче Велкоска-Марковска  
Филимена Карафиљковска  
Виолета Солакова Стојановска

**ЛЕКТУРА:** Весна Костовска

**СТРУЧНА РЕДАКЦИЈА:** Неше Салих

**УРЕДНИК:** Неше Салих

**ГРАФИЧКО И ТЕХНИЧКО УРЕДУВАЊЕ:** Леон Џинго, Евгенија Павлова – АРС СТУДИО

**МЕСТО И ГОДИНА НА ИЗДАВАЊЕ:** СКОПЈЕ, 2022

**ИЗДАВАЧ:**

Министерство за образование и наука на Република Северна Македонија  
Ул. „Св. Кирил и Методиј“ бр. 54, 1000 Скопје

Со одлука за одобрување ма учебникот по предметот ХЕМИЈА, за I година четиригодишно средно стручно образование, СЕКТОР/СТРУКА: Геолошкорударска и металуршка струка, Графичка струка, Лични услуги, Шумарско-дрвопреработувачка струка, Текстилно-кожарска струка, Здравствена струка, Земјоделска-ветеринарна струка, број 26-98/1 од 15-04-2022 донесена од Националната комисија за учебници

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

54(075.3)

АЛЕКСОВСКА, Слоботка

Хемија [Електронски извор] : за I година : четиригодишно средно стручно образование : (геолошко-рударска и металуршка струка, графичка струка, лични услуги, шумарско-дрвопреработувачка струка, текстилно-кожарска струка, здравствена струка, земјоделска-ветеринарна струка) / Слоботка Алексовска, Сандра Димитровска-Лазова. - Скопје : Министерство за образование и наука на Република Северна Македонија, 2022

Начин на пристапување (URL):

[https://www.e-ucebnici.mon.gov.mk/pdf/Hemija\\_npr\\_\\_1\\_mak.pdf](https://www.e-ucebnici.mon.gov.mk/pdf/Hemija_npr__1_mak.pdf). - Текст во PDF формат, содржи 202 стр., илустр. - Наслов преземен од екранот. - Опис на изворот на ден 09.11.2022. - Терминолошки речник: стр. 197-202

ISBN 978-608-273-108-7

1. Димитровска-Лазова, Сандра [автор]

COBISS.MK-ID 58578949

## ПРЕДГОВОР

Овој учебник е наменет за учениците од **прва година во четиригодишното средно стручно образование**, за следниве струки/сектори: Геолошко-рударска и металуршка/Геологија, рударство и металургија, Графичка/Графичарство, Лични услуги, Шумарско-дрвопреработувачка/Шумарство и обработка на дрво, Текстилно-кожарска/Текстил, кожа и слични производи, Здравствена/Здравство и социјална заштита, Земјоделска-ветеринарна/Земјоделство, рибарство и ветеринарство.

Учебникот е пишуван во согласност со Концепцијата за изработка на учебник и со Наставна програма по наставниот предмет Хемија за 1 година средно стручно образование со четиригодишно траење.

Наставната програма по хемија за прва година за наведените струки/сектори е модуларно дизајнирана со вкупно седум модуларни единици, кои се конципирани преку резултати од учењето, содржини, поими, активности, методи и критериуми за оценување. Затоа, учебникот се состои од истите **седум модуларни единици** кои се опфатени со наставната програма. Во учебникот, на почетокот на секоја модуларна единица се наведени очекуваните резултати од учењето, содржините и поимите со кои ќе се сретнат учениците. **Насловите на содржините** во самата модуларна единица се, исто така, **соодветни на содржините од наставната програма**, а низ текстот **јасно се нагласени поимите** кои учениците треба да ги усвојат. Во самиот текст, или во прашањата и задачите на крајот од содржините, внесени се **различни активности и методи на работа на час**, кои се **соодветни на предвидените во наставната програма**.

Така, покрај тоа што го содржат основниот текст, модуларните единици избобилуваат и со **голем број слики, табели, шеми, графикони, експерименти и решени примери на задачи**. Сето ова е со цел учениците полесно да ги разберат и научат сложените научни факти.

Експериментите дадени во наставните содржини би требало 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 изборот на наставникот и од условите за работа. 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 поттикнат љубопитноста и истражувачкиот дух кај учениците.

Решените примери се така осмислени што ја даваат 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 поврзуваат научените факти и да ги применат на конкретен пример и во нова ситуација.

На крајот од содржините дадени се **Прашања и задачи**, како и посебно издвоен дел со наслов **Истражувај**. Прашањата и задачите се согласно различните нивоа од Блумовата таксономија, додека пак истражувањата имаат за цел да развиваат способности кај учениците за истражување, за решавање проблеми и за изработка на проекти, како и за развој на вештините за користење на информатичките технологии. Овие активности може да се изведуваат индивидуално или во мали групи.

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.

Секоја модуларна единица завршува со **Резиме** коешто, всушност ги содржи сите најзначајни поими, дефиниции и факти кои ученикот треба да ги усвои од дадената модуларна единица.

На крајот од учебникот даден е **Тест** со 75 прашања и задачи. Најголемиот дел од прашањата и задачите во тестот се така осмислени што не бараат само репродукција на знаењето, туку разбирање и примена на усвоеното знаење во конкретна ситуација.

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

Драга и почитувана ученичке, драг и почитуван ученику, се надевам дека овој учебник ќе ти овозможи да ги стекнеш потребните знаења од областа на хемијата, потребни за твојата струка и за понатамошното образование. Покрај тоа, се надевам дека кај тебе ќе ја поттикне љубовта кон науката, особено кон хемијата, и ќе те мотивира да истражуваш и да доаѓаш до нови сознанија. Ти посакувам успешна работа!

За прашања, сугестии, дискусии за хемијата, обрати се на следнава e-mail адреса:

bote@pmf.ukim.mk

sandra@pmf.ukim.mk

**Благодарност:** Искрено им благодариме на рецензентите, како и на лекторот, за темелното читање и рецензија на текстот, со што се зголеми неговиот квалитет.

Авторите

## Модуларна единица 1

# ХЕМИЈАТА КАКО ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА НАУКА

Со изучување на содржините од модуларната единица „Хемијата како експериментална наука“ се очекува ученикот/ученичката да биде способен/а да:

- ♦ ја препознава улогата на експериментот како средство за изучување на хемијата и доаѓање до научни откритија и достигнувања;
- ♦ го познава и користи лабораторискиот прибор и ги наведува и применува мерките на претпазливост при експериментирање;
- ♦ дефинира физички величини и нивни единици и ги применува при претставување на резултатите од мерењето.

### Содржини:

- ♦ Хемијата како експериментална наука
- ♦ Лабораториски прибор и мерки на претпазливост
- ♦ Експериментирање во хемијата
- ♦ Физички величини и единици и интернационален систем на единици
- ♦ Мерење

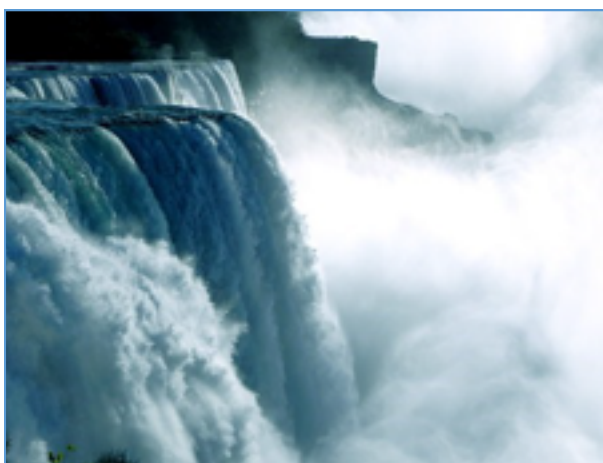
### Поими:

- ♦ Хемија
- ♦ Теорија
- ♦ Експеримент
- ♦ Лабораториски прибор
- ♦ Физичка величина (основна и изведена)
- ♦ Единица на физичка величина
- ♦ Величинска равенка
- ♦ SI (интернационален систем на единици)
- ♦ Мерење

## ХЕМИЈАТА КАКО ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА НАУКА

Со хемијата се сретна во основното образование. Веќе знаеш дека **хемијата е природна наука** која, заедно со физиката и биологијата, ја проучува природата и законите што владеат во неа. Природата е неисцрпен предмет за истражување и најголема лабораторија. Таа е неделива и единствена, но е толку обемна и сложена, што мора да се изучува во повеќе науки. Секоја од природните науки има свој предмет на изучување, но сепак тие се меѓусебно поврзани и се надополнуваат, токму поради единственоста на природата.

Предмет на изучување на хемијата се **супстанците**. Супстанците се насекаде околу нас: некои супстанции ја образуваат неживата природа, други влегуваат во составот на живите организми, а некои, пак, ги создал човекот.

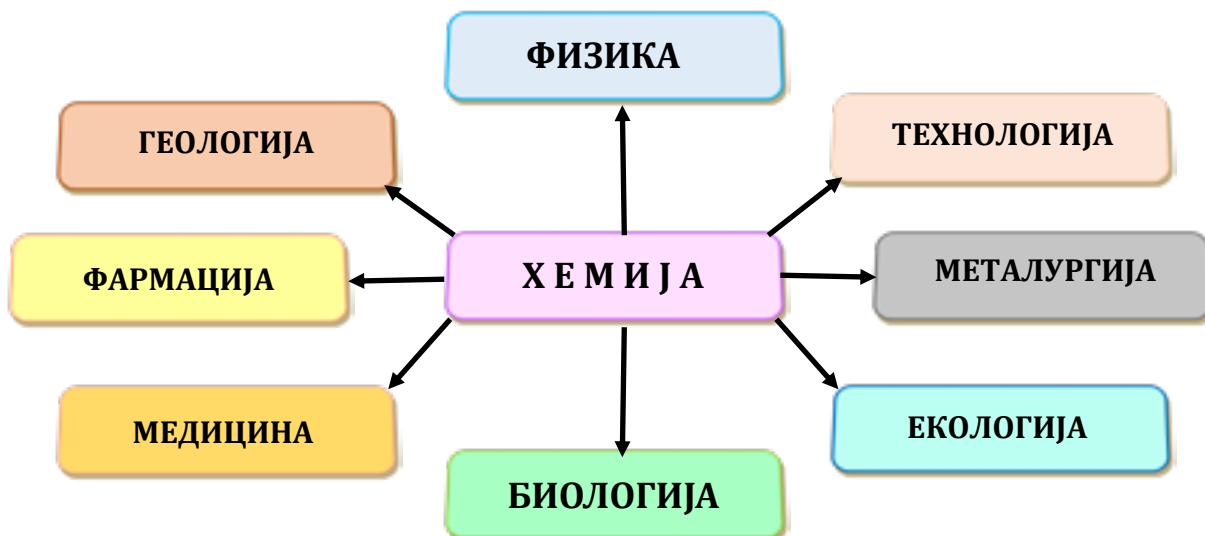


Слика 1.1. Убавината на природата и моќта на природните сили се неисцрпна инспирација за научниците.

Хемијата го открива составот на супстанците и нивните својства, а во зависност од нив, супстанците ги ползува за различни цели. Но, супстанците постојано претрпуваат промени коишто се посебно важни за хемичарите. Проучувајќи ги хемиските промени и законитостите на кои подлежат тие, хемичарите можат да ги разберат и да ги објаснат промените во природата. Според сето ова, за хемијата можеме да ја дадеме следнава дефиниција:

***Хемијата е наука која ги проучува составот, својствата и промените на супстанците, како и законитостите според кои се одвиваат нивните промени.***

Поради тоа што ги проучува супстанците и нивните претворби, хемијата е темелна наука, како за другите природни науки, така и за развој и на голем број т.н. применети науки (слика 1.2). Затоа, освен што е природна наука, **хемијата е и фундаментална наука**. 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 што се 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.



Слика 1.2. Поврзаност на хемијата со другите природни науки и со некои применети науки.

Хемијата ги влече своите корени уште од древни времиња, поради својата примена во секојдневниот живот. Така, човекот се научил да топи руди и од нив да произведува разни предмети, а го развил и добивањето на керамички производи. Тој сè повеќе ги запознавал супстанците и познавал голем број факти за нив. 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 супстанции имаат различни својства и зошто претрпуваат промени под дејство на некои влијанија, довеле до поинтензивен развој на хемијата и до нови откритија.



Слика 1.3. Древна алхемиска лабораторија.

Еден од периодите кога хемијата мошне напреднала е периодот на алхемијата. Трагајќи по „каменот на мудроста“ за кој верувале дека може металите да ги претвора во злато, алхемичарите успеале да добијат многу нови соединенија и да развијат различни хемиски процеси ( слика 1.3.)

Сепак, хемијата станала вистинска наука со откритието на законот за запазување на масата од Антоан Лавоазје (слика 1.4.). 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 зачетник на модерната хемија.



Слика 1.4. Антоан Лавоазје



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. Всушност, во вистинска смисла на зборот, хемијата го менува светот и начинот на живот на човекот, бидејќи со примена на хемиските сознанија и закониности, хемичарите создаваат нови супстанции со посакувани, полезни својства. Така, модерната медицина и фармација својот напредок во голема мерка го должат на напредокот на хемијата. Многу неизлечиви болести биле победени благодареејќи на пронаоѓањето нови лековити супстанции. Хемијата има значајна улога и во борбата за поголемо производство на храна, поради производството на вештачките ѓубрива, средствата за заштита на растенијата од болести и штетници како и оние кои го забрзуваат растењето на растенијата. Многу предмети во домаќинството, облеката, градежните материјали итн., се должат на напредокот на хемијата. Еден таков пример се пластичните материјали со кои секојдневно се среќаваме.

До научните сознанија, нивната проверка, а потоа и нивната практична примена, во хемијата најчесто доаѓаат со изведување **експерименти т.е. експериментирање**. Кога експериментираме, ние всушност изведуваме однапред добро испланирани постапки, во контролирани услови, со цел да откриеме нови сознанија, да провериме некои веќе познати факти или да ги повториме. Според тоа:

***Експериментот претставува точно дефинирана, осмислена и контролирана постапка при која се изведуваат физички и/или хемиски промени, применувајќи различни операции, набљудување и мерење.***

Значи, покрај природна и фундаментална, **хемијата е и експериментална наука**. Планираните и осмислени хемиски експерименти во контролирани услови се изведуваат во **хемиска лабораторија**.



Слика 1.5. Модерна хемиска лабораторија.

Денешните хемиски лаборатории располагаат со различен прибор и модерни инструменти со кои може да се изведуваат многу сложени експерименти. Во хемијата експериментот е фундаментот на научните концепти, но исто така тој е и главното дидактичко средство при изучувањето на хемијата.

Од сето она што досега беше изнесено, може да ја дадеме и следнава дефиниција за хемијата:

***Хемијата е природна, фундаментална и експериментална наука.***

## ЛАБОРАТОРИСКИ ПРИБОР И МЕРКИ НА ПРЕТПАЗЛИВОСТ

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 да научиш како да ракуваш со него. Основниот лабораториски прибор е даден на слика 1.6.

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 1.1), како и со правилата за безбедно работење. Еве некои од основните правила:

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

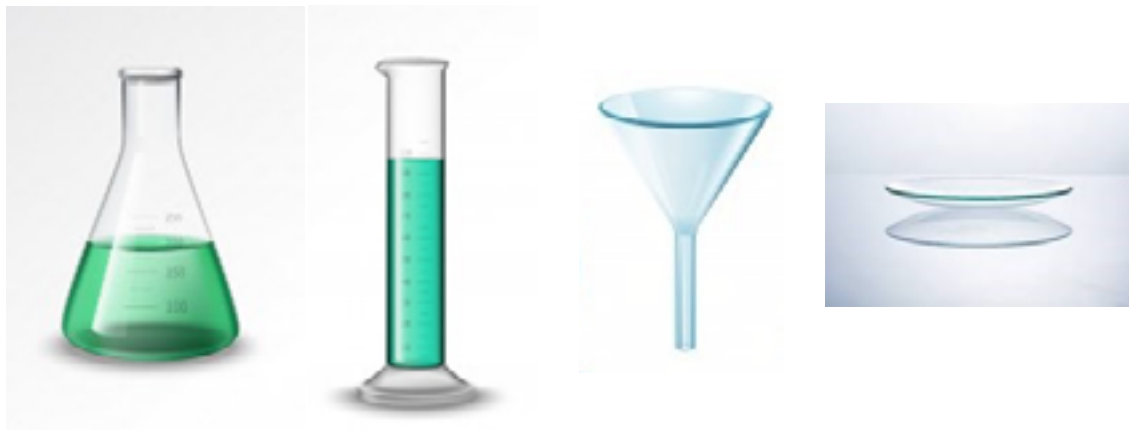
- ◆ Изведувај ги само оние експерименти кои ти се зададени од наставникот!
- ◆ Пред да почнеш со работа, прочитај го упатството за експериментот и размисли што треба да правиш.
- ◆ Користи ги предвидените заштитни средства, особено лабораториските очила!
- ◆ Внимавај на знаците за предупредување!
- ◆ Супстанците не ги допирај директно со рака и не пробувај го нивниот вкус!
- ◆ Не се наведнувај со лицето директно над отворот на садот во кој изведуваш некој експеримент!
- ◆ Гасовите што се ослободуваат при реакциите не смее директно да се вдишуваат, туку, ако е потребно да се мириснат, нивното движење треба со раката да се насочи кон носот.
- ◆ По завршената работа, измиј го употребениот прибор и хемикалиите врати ги на своето место.



1. Епрувети

2. Лабораториска чаша

3. Колба со рамно дно



4. Ерленмаер

5. Мензура

6. Инка

7. Саатно стакло



8. Порцеланско сатче



9. Аванче со толчник



10. Метална лажичка



11. Метална маша



12. Вага



13. Шпиртна ламба



14. Дрвена штипка



15. Лажичка за согорување

Сл. 1. 6. 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 супстанции.
- ♦ **Лабораториските чаши (2)** служат за изведување хемиски реакции, за растворање супстанции, собирање филтрат, загревање итн.
- ♦ **Колбите со рамно дно (3)** спаѓаат во т.н. одмерни садови кои, најчесто, служат за приготвување и чување определен волумен раствор.
- ♦ **Ерленмаерите (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.
- ♦ **Лабораториските инки (6)** служат за филтрирање и за претурање течности од еден во друг сад.
- ♦ **Саатните стакла (7)** служат за изведување кристализација на собна температура („испарување до суво“), за мерење цврсти супстанции, за покривање садови во кои се наоѓаат некои супстанции итн.
- ♦ **Порцеланско сатче (8)** служи за испарување до суво на помали количества раствор, за топење на супстанции, собирање филтрат, изведување хемиски реакции и др.
- ♦ **Аванче со толчник (9)** е порцелански сад со дебели ѕидови. Служи за дробење и ситнење на цврсти супстанции.
- ♦ **Металната лажичка (10)** се користи за земање цврсти супстанции.
- ♦ **Металните машички (11)** се користат за држење и пренесување загреани садови.
- ♦ **Вагата (12)** се користи за мерење на маса.
- ♦ **Шпиритната ламба (13)** како и другите пламеници служат како средства за загревање.
- ♦ **Дрвените штипки (14)** се користат за држење на епрувети при краткотрајно загревање на отворен пламен.
- ♦ **Лажичката за согорување (15)** се користи за согорување на некоја цврста супстанца, директно на отворен пламен.

Табела 1.1. Знаци за предупредување и потенцијална опасност

СИМБОЛ	ЗНАЧЕЊЕ НА СИМБОЛОТ	СИМБОЛ	ЗНАЧЕЊЕ НА СИМБОЛОТ
	НАДРАЗЛИВА СУПСТАНЦА (ИРИТАНТ)		ОКСИДАЦИОНО СРЕДСТВО (ОКСИДАНС)
	СУПСТАНЦА ШТЕТНА ПО ЗДРАВЈЕТО		РАДИОАКТИВНА СУПСТАНЦА
	КОРОЗИВНА СУПСТАНЦА: Сите концентрирани киселини и бази.		ЕКСПЛОЗИВНА СУПСТАНЦА
	ЛЕСНО ЗАПАЛИВА СУПСТАНЦА		СУПСТАНЦА ШТО Е ЗАГАДУВАЧ НА ЧОВЕКОВАТА ОКОЛИНА
	ЕКСТРЕМНО ЗАПАЛИВА СУПСТАНЦА		КАНЦЕРОГЕНА СУПСТАНЦА
	ТОКСИЧНА СУПСТАНЦА (ОТРОВ)		БИОЛОШКИ ОПАСНА СУПСТАНЦА

## ЕКСПЕРИМЕНТИРАЊЕ ВО ХЕМИЈАТА

За да се стаса до научната вистина, во хемијата, како и во другите науки, се применува **научен метод** или **метод на истражување**. Научниот метод вклучува: **набљудување, поставување хипотеза, експериментирање, поставување теорија, проверка на теоријата.**

Делот од природата, предметот, супстанцата, процесот итн., кон кој е насочено нашето внимание со цел да го истражуваме се нарекува **систем**. Изучувањето на системите се состои во определување на својствата на тие системи, големините на тие својства и нивните промени. Речиси секогаш кога ги проучуваме системите, ние ги набљудуваме. **Набљудувањето** претставува внимателно, сконцентрирано посматрање на предметите, супстанците, појавите и промените што се случуваат во природата или при експериментирањето, со цел да се проучуваат. При набљудувањето собираме определени податоци. Според тоа што го забележуваме во текот на набљудувањето, изведуваме соодветни заклучоци. Со следниве експерименти можеш да ги вежбаш твоите способности за набљудување.



### Експеримент

#### Набљудување на различни супстанции и определување на нивните својства

**Потребен прибор и супстанции:** три саатни стакла, метална лажичка, три мали лабораториски чаши, сулфур во прав, син камен (или други обоени соли, на пример, соли на кобалт или никел), гранули (зрнца) од цинк, густ овошен јогурт, масло за јадење, вински оцет, заштитни очила и ракавици.

**Постапка:** На трите саатни стакла, со метална лажичка, стави поодделно малку сулфур во прав, неколку кристали син камен и неколку гранули цинк. Избриши ја лажичката со марамче после секое земање супстанца! Набљудувај ги бојата и конзистентноста на секоја од овие супстанции и изведи соодветни заклучоци.

Поодделно во три чаши бавно сипувај овошен јогурт, масло за јадење и вински оцет. Набљудувај која од овие супстанции побрзо и полесно ја пресипа т.е. која полесно тече, а потоа набљудувај ја бојата и изгледот на секоја од овие супстанции и изведи соодветни заклучоци.

Набљудувањето нè поттикнува 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 кое *би можело* да биде решението (или решенијата) на научниот проблем.

Но, за да ја потврдиме хипотезата, во хемијата најчесто изведуваме експерименти. Всушност, централно место во научниот метод што се ползува во хемијата, зазема **експериментот**. Како што веќе кажавме, експериментот е однапред планирана и осмислена постапка или серија од постапки при кои изведуваме различни операции или мерења. Текот на експериментот, пак, мора внимателно да се набљудува и притоа да се бележат сите воочени промени.

Експериментирањето во хемијата вклучува изведување на различни постапки со кои се предизвикуваат физички и/или хемиски промени на изучуваниот систем, кои може да имаат различни цели. Многу често целта на експериментирањето во хемијата е да се добијат познати или, пак, нови супстанции изведувајќи соодветни хемиски реакции. Во други случаи потребно е да ги раздвоиме компонентите од некој посложен систем и да добиеме чисти супстанции. Со ваквите постапки ќе се запознаеме понатаму. Честопати, пак, целта на експериментирањето во хемијата е да стекнеме сознанија за некои својства на системот. На пример, да ја испитаме растворливоста во вода на супстанците од претходниот експеримент.



### **Експеримент**

#### **Растворливост на различни супстанции во вода**

**Потребен прибор и супстанции:** три мали лабораториски чаши, метална лажичка, стаклена прачка, сулфур во прав, син камен (или други обоени соли, на пример, соли на кобалт или никел), гранули (зрнца) од цинк, заштитни очила и ракавици.

**Постапка:** Наполни три мали лабораториски чаши до половина со вода. Во секоја од нив, со метална лажичка, стави поодделно малку сулфур во прав, неколку кристалчиња син камен и неколку гранули цинк. Промешај ја содржината на секоја од чашите со стаклена прачка. Набљудувај што се случува и изведи заклучоци за растворливоста на секоја од овие супстанции во вода и за бојата на растворот на супстанцата (супстанците) што се растворила (раствориле).

Доколку, пак, сакаме да добиеме квантитативни податоци за некое својство на изучуваниот систем, применуваме **мерење**. Мерењето претставува споредување на големината на својството што го мериме со големината на исто такво својство кое е земено како стандард. Понатаму ќе изведеме повеќе различни мерења.

Ако по извршените набљудувања, експериментирања и мерења поставената хипотезата се потврди, тогаш таа може да прерасне во **теорија**. Значи:

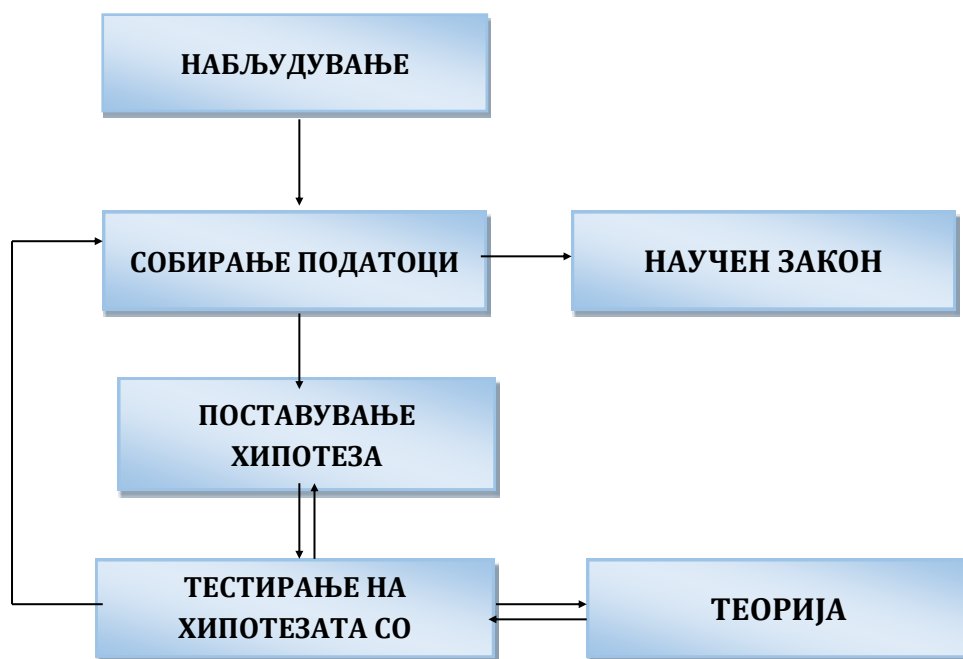
***Теоријата претставува повеќепати потврдена и проверена хипотеза која дава објаснување на определен научен проблем.***

Меѓутоа, секоја теорија мора постојано да се проверува со нови експерименти. Така, секоја теорија е постојано под лупата на научната проверка. Научниците честопати ги сумираат научните факти во изјави кои се нарекуваат **научни закони**.

Од досега изнесеното може да го изведеме следниов заклучок:

*До научната вистина во хемијата се стигнува применувајќи го научниот метод. Тој вклучува истражување, кое најчесто опфаќа набљудување, експериментирање и мерење.*

Врската меѓу хипотезата, експериментирањето, теоријата и законите е претставена на слика 1.7.



Слика 1.7. Чекорите во научниот метод кои водат до формирање теории и научни закони.

### ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ:

1. Дај неколку дефиниции за хемијата, од различни аспекти.
2. Објасни ја врската на хемијата со фармацијата преку неколку примери.
3. Какви хемиски испитувања очекуваш да се применуваат во геологијата?
4. Кој лабораториски сад би го употребил ако сакаш да префрлиш некоја течност од еден во друг сад?
5. Каков лабораториски прибор би користел за согорување на цврсти супстанции?
6. Нацртај ги знаците за опасност од: а) корозивна супстанца б) лесно запалива супстанца в) радиоактивна супстанца.
7. Во кои случаи мора некоја теорија да се прошири или, пак, целосно да се отфрли?





## ИСТРАЖУВАЈ!

- ♦ Избери два интересни објекта, супстанци или предмети и внимателно набљудувај ги. Запиши ги твоите воочувања од набљудувањето.
- ♦ 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.
- ♦ Состави табела од знаци за предупредување и опасност кои не се дадени во табелата 1.1. од овој учебник.
- ♦ Групна проектна активност: Изработете проект за историскиот развој на хемијата и презентирајте го пред соучениците.

## ФИЗИЧКИ ВЕЛИЧИНИ И ЕДИНИЦИ И ИНТЕРНАЦИОНАЛЕН СИСТЕМ НА ЕДИНИЦИ

Научивме дека хемијата е експериментална наука. Покрај тоа, научивме и дека при изведувањето на експериментите ние набљудуваме, мериме, а потоа донесуваме заклучоци за определени својства на системите. Својствата што можеме да ги измериме, односно квантитативно да ги изразиме ги нарекуваме **физички величини**. Физичките величини скратено се означуваат со латински или грчки букви, кои може да бидат големи или мали, но ознаките за физичките величини секогаш се пишуваат со *коси* букви. На пример, величината маса се запишува со  $m$ , величината притисок со  $P$ , итн.

Мерењето на некоја величина претставува споредување на големината на таа величина со иста таква величина земена како стандард. Величината земена како стандард се нарекува **единица на физичката величина**. На пример, ако сакаш да ја измериш должината на твојата училишна клупа, тоа ќе го направиш така што ќе ја споредиш со должината на еден метар, Но, тоа можеш да го направиш споредувајќи ја и со должината на твојата дланка или со должината на некој друг предмет.

Споредбата на резултатите од мерењата изведени од различни експериментатори е особено важна во науката. Затоа, во текот на историскиот развој на науката биле направени повеќе обиди за унифицирање на единиците во кои се изразуваат својствата на системите. Денес во светот се користи т.н. **Меѓународен систем на единици** (Le Système International d'Unités - скратено SI-единици). Во овој систем, се избрани седум **основни величини** и нивните единици, бидејќи од нив може да се изведат сите други величини (**изведени величини**) и нивни единици. Основните величини и нивните единици се дадени во Табела 1. 2.

Табела 1.2. Основни SI величини и единици

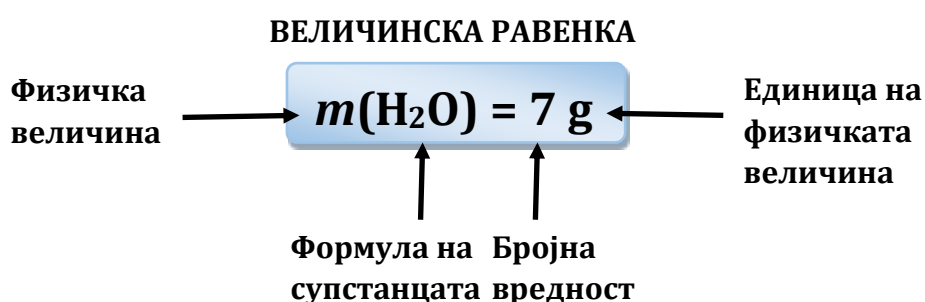
Физичка величина		Единица	
Назив	Ознака	Назив	Ознака
Должина	$l$	метар	m
Маса	$m$	килограм	kg
Време	$t$	секунда	s
Термодинамичка температура	$T$	келвин	K
Количество супстанца	$n$	мол	mol
Јачина на електрична струја	$I$	ампер	A
Интензитет на светлина	$I_v$	кандела	cd

Како што може да се забележи, ознаките за мерните единици се пишуваат со исправени (нормални) букви од латинската азбука. Најчесто се користи една мала буква, но во некои случаи и повеќе мали букви (на пример, mol). Големи букви се користат само во случаи кога името на единицата е изведено од името на некој научник.

Физичките величини ги претставуваме како производ од нивната бројна вредност и единицата во која се изразува таа величина.

**ФИЗИЧКА ВЕЛИЧИНА = БРОЈНА ВРЕДНОСТ · ЕДИНИЦА НА ФИЗИЧКАТА ВЕЛИЧИНА**

Вака изразената физичка величина се нарекува **величинска равенка**. На пример:



Значи, можеме да заклучиме:

*Величинска равенка е равенство во кое физичката величина се изразува како производ од нејзината бројна вредност и единицата на физичката величина.*

Кога физичките величини се запишуваат со величински равенки, многу е важно до ознаката за физичката величина да се означат системот на кој се однесува физичката величина. Во хемијата најчесто тоа се некои супстанции, кои може да се запишат со нивните симболи, односно формули, но понекогаш може да се напишат и со зборови. Во величинските равенки пожелно е да се користат SI единиците, но тука е важно да кажеме дека постојат и единици кои се дозволени за употреба, но не се SI единици. Некои од нив се дадени во Табела 1.3.

Табела 1.3. Некои дозволени единици надвор од SI.

Величина	Име на единицата	Симбол	Врска со основната SI-единица
Температура	степен целзиусов	°C	0 °C = 273,16 K
Волумен	литар	L или l	1 L = 1 dm <sup>3</sup>
Притисок	физичка атмосфера	atm	1 atm = 101325 Pa
Притисок	милиметри живин столб	mm Hg	760 mm Hg = 101325 Pa
Маса	тон	t	1t = 10 <sup>3</sup> kg

Многу често наместо основни единици, користиме помали или поголеми единици. Изразувањето на величината во помала или поголема единица е лесно, ако се има предвид дека физичките величини се изразуваат како производ од бројната вредност и единицата на физичката величина. Имено, кога изразуваме некоја физичка величина во помала или поголема единица **вредноста на самата величина не се менува**, туку се менува само нејзината бројна вредност, за толку пати за колку што е помала или поголема единицата на физичката величина. Претставките за помалите и поголемите единици во SI, како и умножувачките фактори се дадени во Табела 1.4.

Табела 1.4. Умножувачки претставки и фактори за помалите и поголемите единици во SI

Помали единици од основната			Поголеми единици од основната		
префикс	фактор	симбол	префикс	фактор	симбол
деци	$10^{-1}$	d	дека	10	da
центи	$10^{-2}$	c	хекто	$10^2$	h
мили	$10^{-3}$	m	кило	$10^3$	k
микро	$10^{-6}$	$\mu$	мега	$10^6$	M
нано	$10^{-9}$	n	гига	$10^9$	G
пико	$10^{-12}$	p	тера	$10^{12}$	T
фемто	$10^{-15}$	f	пета	$10^{15}$	P
ато	$10^{-18}$	a	екса	$10^{18}$	E
зепто	$10^{-21}$	z	зета	$10^{21}$	Z
јокто	$10^{-24}$	y	јота	$10^{24}$	Y

Како што кажавме, од основните величини во SI, може да се изведат сите други величини. Овде ќе спомнеме само некои од нив, а со другите ќе се запознаеме понатаму.

Една физичка величина која многу често се користи во хемијата е волуменот. Волуменот се означува со  $V$ , а се дефинира како должина на трет степен, т.е.  $V = l^3$ . Според тоа, единицата во која се изразува волуменот е  $\text{m}^3$ . Меѓутоа, наместо  $\text{m}^3$ , многу почесто се користи една вонсистемска единица која се нарекува литар, а се означува со  $L$ . Волуменот од 1 L е еднаков со волуменот изразен како  $1 \text{ dm}^3$ , односно  $1 L = 1 \text{ dm}^3$ .

Освен волуменот, ќе спомнеме уште една важна величина за хемијата, а тоа е **густината**, која се означува со  $\rho$ . Густината се дефинира како однос меѓу масата на една супстанца и волуменот што го зафаќа таа маса супстанца.

$$\rho(X) = \frac{m(X)}{V(X)}$$

Единицата за густина во SI е  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Да разгледаме неколку примери за претворби на единиците во величинските равенки.

**Пример 1.** Масата на едно парче бакар изнесува 35 g. Изрази ја оваа маса во:

а) mg б) kg.

**Решение:**

**Дадени податоци:**

$$m(\text{Cu}) = 35 \text{ g}$$

**Се бара:**

а)  $m(\text{Cu})$  во mg

б)  $m(\text{Cu})$  во kg

а) Масата на бакарот нема да се промени ако наместо во грами ја изразиме во милиграми. Значи, производот од бројната вредност и единицата на физичката величина мора да бидат еднакви и кога масата на бакарот ја изразуваме во грами и кога ја изразуваме во милиграми. Според податоците дадени во табелата 1.4 може да се заклучи дека префиксот „мили“ се користи за илјада пати помала единица од основната. Бидејќи изразот за физичката величина го претвораме во илјада пати помала единица, за исто толку пати треба да ја зголемиме бројната вредност. Значи:

$$m(\text{Cu}) = 35 \text{ g} = 35000 \text{ mg} = 3,5 \cdot 10^4 \text{ mg}$$

б) Килограмот е илјада пати поголема единица од грамот. Според тоа, ако масата изразена во грами сакаме да ја претвориме во илјада пати поголемата единица килограм, бројната вредност ќе треба да ја намалиме илјада пати. Значи:

$$m(\text{Cu}) = 35 \text{ g} = 0,035 \text{ kg} = 3,5 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$$

**Пример 2.** Волуменот на вода изнесува 10 L. Изрази го овој волумен во  $\text{cm}^3$ .

**Решение:**

**Дадени податоци:**

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 10 \text{ L}$$

**Се бара:**

$V(\text{H}_2\text{O})$  во  $\text{cm}^3$

Најпрво да се потсетиме дека волуменот од 1 L е еднаков на  $1 \text{ dm}^3$ , а потоа  $\text{dm}^3$  да го претвориме во  $\text{cm}^3$ . За да претвораме единици кои се степенувани не треба да ги помниме умножувачките фактори меѓу степенуваните единици. Доволно е да ги знаеме основните, а потоа врз обете величини (и бројна вредност и единица) ќе го примениме бараното степенување. Знаеме дека:

$$1 \text{ dm} = 10 \text{ cm} \Rightarrow (1 \text{ dm})^3 = (10 \text{ cm})^3 \Rightarrow 1 \text{ dm}^3 = 10^3 \text{ cm}^3$$

Значи:

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 10 \text{ L} = 10 \text{ dm}^3 = 10 \cdot 10^3 \text{ cm}^3 = 10^4 \text{ cm}^3$$

**Пример 3.** Густината на етанол изнесува  $0,789 \text{ g/cm}^3$ . Изрази ја оваа густина во  $\text{g/dm}^3$ .

**Решение:**

**Дадени податоци:**  $\rho(\text{етанол}) = 0,789 \text{ g/cm}^3$       **Се бара:**  $\rho(\text{етанол})$  во  $\text{g/dm}^3$

Со претходниот пример научивме како се претвораат степенувани единици. Овој пример е малку посложен, бидејќи физичката величина густина е всушност количник од две други величини, па следствено и самата единица е количник од две единици. Во вакви случаи не треба да донесуваме избрзани решенија и да заклучиме дека ако една од единиците во количникот треба да ја изразиме во поголема или помала единица целата бројната вредност на количникот ќе се смени за исто толку пати. Имено, тоа важи единствено ако претворбата ја изведуваме само во броителот, но ако претворбата е во именителот ќе важи обратното. Тоа може да го видиме токму од овој пример.

$$\rho(\text{етанол}) = \frac{0,789 \text{ g}}{\text{cm}^3} = \frac{0,789 \text{ g}}{(10^{-1} \text{ dm})^3} = \frac{0,789 \text{ g}}{10^{-3} \text{ dm}^3}$$

Реципрочната вредност од негативен степен, е всушност, позитивен степен, т.е.  $1/10^{-3} = 10^3$ . Тоа значи дека:

$$\rho(\text{етанол}) = 0,789 \text{ g/cm}^3 = 0,789 \cdot 10^3 \text{ g/dm}^3 = 789 \text{ g/dm}^3$$

## МЕРЕЊЕ

Видовме дека **мерењето** претставува споредување на големината на некоја физичка величина со иста таква величина чијашто големина е земена како стандард, а која се нарекува единица на физичката величина. Исто така, се запознаваме и со единиците на физичките величини и со начините за нивна претворба во помали и поголеми единици. Овде ќе се запознаеме со самиот начин на изведување на мерењето на некои величини со кои почесто се сретнуваме во хемијата.

Пред да започнеме со разгледување на примери за мерење, треба да нагласиме дека во хемијата е важно мерењата да бидат точни и прецизни. Иако овие два поима навидум се идентични, тие имаат различно значење. Всушност, еднозначен и егзактен резултат можеме да добиеме само кога броиме. На пример, ако во една кутија има 12 фломастери, кога ќе ги преброиме ќе го добиеме истиот резултат. Но, при секое мерење, од различни причини, се случуваат помали или поголеми грешки. Впрочем, честопати масата на некоја намирница што ќе ни ја измерат во продавница не е иста со масата што ќе ја измериме дома, на нашата кујнска вага! Затоа е важно да се запознаеме со поимите точност и прецизност кои се поврзани, всушност, со причините за грешките што се јавуваат при мерењата.

***Прецизноста ни покажува колку се меѓусебно блиски добиените вредности за физичката величина од серија повторени мерења.***

Значи, прецизноста се однесува на серија повторени мерења на истата физичка величина на испитуваниот систем од страна на ист експериментатор. Од искуство знаеме дека некогаш при повторените мерења ќе добиеме ист или приближно ист резултат, а некогаш ќе добиеме значително поразличен. Затоа, неопходно е да се изведуваат повторени мерења, а потоа од нив да се најде средна вредност. Притоа, ако некој резултат од мерењето значително отстапува од останатите, тој треба да не се зема предвид, т.е. треба да се отфрли. Доколку при серијата мерења добиеме многу блиски вредности за физичката величина велиме дека мерењето е прецизно. На пример, ако при мерењето на масата на некоја супстанца ги добиеме следниве три вредности: 1,35 g; 1,36 g и 1,35 g, мерењето е прецизно направено, но доколку се добијат следниве три вредности: 1,35 g; 1,40 g и 1,28 g, мерењето е непрецизно и со себе носи грешка. Очигледно, овие видови грешки потекнуваат од непрецизното мерење на самиот експериментатор што се должи или на невнимателно мерење или на неискуство. Но, може да се случи и мерењата да бидат многу прецизни, а сепак да не бидат точни.

***Точноста ни покажува колку е добиената вредност при мерењето блиска до вистинската вредност на физичката величина што се мери.***

Доколку мерењето е прецизно, а сепак експериментално измерената вредност за физичката величина се разликува од точната вредност, причината за грешката се должи на квалитетот на мерниот инструмент и неговите карактеристики. Во таков случај, при секое мерење од мерниот инструмент ќе се јавува исто отстапување, коешто честопати се нарекува систематска грешка. На пример, скалата на некои мерни инструменти е попрецизно изработена од скалата на некои други кои мерат иста физичка величина. Од друга страна, мерните инструменти со текот на употребата се амортизираат, па затоа е неопходно, од време на време, тие да се **баждарат**.

За да добиеме појасна претстава за точноста и прецизноста при мерењата да го разгледаме следниов пример.

**Пример 1.** Марија, Агим и Јован добиле задача да ја измерат масата на едно парче железо, чија вистинска маса тие не ја знаеле, а која всушност изнесувала 2 g. Тие направиле серија од три мерења и ги добиле следниве резултати:

Марија	Агим	Јован
1. 1,95 g	1. 2,01 g	1. 1,97 g
2. 1,89 g	2. 1,98 g	2. 1,97 g
3. 1,78 g	3. 2,01 g	3. 1,98 g

Определи ги средните вредности од мерењата на овие ученици и дај коментар за прецизноста и точноста на нивните мерења.

**Решение:**

Средна вредност од серија мерења се пресметува така што се собираат вредностите од мерењата, а потоа збирот се дели со бројот на направените мерења. Средните вредности од мерењата на учениците се следниве:

Марија: Очигледно, еден од резултатите од мерењата на Марија значително отстапува од другите два, па тој нема да го земеме предвид, туку ќе пресметаме средна вредност од две мерења:  $(1,95 + 1,89) \text{ g} / 2 = 1,92 \text{ g}$ .

Агим:  $(2,01 + 1,98 + 2,01) \text{ g} / 3 = 2,00 \text{ g}$

Јован:  $(1,97 + 1,97 + 1,98) \text{ g} / 3 = 1,973 \text{ g}$

Добиените резултати за средните вредности покажуваат дека Марија не работела прецизно и не добила точни резултати. Агим добил прецизен и точен резултат, а Јован добил прецизен резултат, но не и точен, што може да се должи на отстапувањата што ги дава вагата на која ги изведувал мерењата.

На крајот од оваа модулarna единица да разгледаме неколку примери за мерењата на некои од најважните физички величини во хемијата, но секако такви кои може директно да се измерат.



**1. Мерење на маса:** Во хемиските експерименти многу често се мери масата на различни супстанции. Мерењето маса честопати се нарекува **вагање**, бидејќи се изведува со примена на вага. Во лабораториите се користат различни видови ваги во зависност од точноста и/или максималното оптоварување. Наједноставни, но и најмалку точни, се т.н. технички ваги (слика 1.8. а) Точноста на мерењето на овие ваги изнесува 0,01 g. Тие имаат два таса и комплет тегови со различни маси. Во последно време сè повеќе се користат дигитални ваги со еден тас. Кај овие ваги отчитувањето на масата е автоматско т.е. не се ставаат тегови. Кај некои вакви ваги постои можност и за диферентно мерење, на пр. од вкупната маса да се одземе масата на садот во кој се наоѓа супстанцата.



Слика 1.8. а) Техничка вага; б) дигитална вага.

При употреба на вагата важно е да се запазуваат следниве правила:

- ♦ Вагата мора да биде беспрекорно чиста.
- ♦ Кога не е во употреба, техничката вага мора да биде закочена, а дигиталната исклучена.
- ♦ Супстанците не смеат да се ставаат директно на тасот, туку мора да се мерат во некој сад, на саатно стакло или во сатче за вагање.
- ♦ Предметот или супстанцата што се мери мора да биде на собна температура.
- ♦ Теговите од техничката вага не смее да се допираат и да се земаат со рака, туку само со пинцетата од кутијата за тегови.



### **Експеримент**

**Задача: Неколкупати измери ја масата на примерок натриум хлорид што ќе ти го даде наставникот, а потоа определи ја средната вредност од резултатите од мерењата**

**Потребен прибор и супстанции:** вага, саатно стакло, метална лажичка, натриум хлорид, заштитни очила и ракавици.

**2. Мерење на волумен:** Веројатно најчесто мерена физичка величина во хемијата е волуменот. За мерење волумен на течности во хемијата се користат различни садови, како на пример: мензура, пипета, бирета и одмерна колба (тиквичка), кои со заедничко име се нарекуваат волуметриски садови. **Мензурата** (слика 1.6.) служи за приближно одмерување волумен на течности. На надворешниот ѕид на мензурата има избаждарена скала за волумен, на пример, од 10, 25, 50, 100 mL итн. Кога се отчитува волуменот на течноста во мензурата и во други волуметриски садови, важно е садот да биде поставен во вертикална положба,



Слика 1.9  
Пастерова  
пипета.

така што долниот менискус на течноста (закривената линија на течноста) да биде во висина на очите, бидејќи волуменот се отчитува според долниот менискус на течноста.

**Пипета** е сад кој служи за мерење на помали волумени течност и за пренесување на течноста од еден во друг сад. Тие претставуваат стаклени цевки, со стеснет врв во долниот дел. Во училишните лаборатории најчесто се користат т.н. Пастерови пипети, коишто се всушност пластични капалки (слика 1.9.). Засега ќе ги користиш овие садови, а со другите волуметриски садови ќе се запознаеш понатаму.



### **Експеримент**

**Задача: Со мензура од 100 mL неколкупати одмери 75 mL вода.**

**Потребен прибор и супстанции:** мензура, вода.

**3. Мерење на температура:** Температурата е, исто така, една од величините која често се мери во хемиските експерименти. За мерење на температурата користиме термометри. Постојат различни видови термометри, но најчесто се користат термометрите со жива. При работа со овие термометри, треба да се внимава да не дојде до кршење на термометарот, бидејќи живата е отровна супстанца.



Слика 1.10. Термометар.



### **Експеримент**

**Задача: Со термометар измери ја температурата на загреана вода.**

**Потребен прибор и супстанции:** чаша, термометар, вода.

**4. Мерење на време:** Хемијата, меѓу другото, ги изучува и брзините на хемиските реакции. Дури и кога не е тоа главната цел на некое истражување, при изведување на некои хемиски експерименти се јавува потреба да се знае со каква брзина се одвива хемиската реакција. Притоа, потребно е, всушност, да се мери времето за кое се одвива хемиската реакција. За таа цел користиме штоперици кои може да измерат и делови од секундата.

### ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ:

1. Напиши ги ознаките за основните SI физички величини и нивните единици.
2. Изведи ги единиците за физичките величини во SI: а) плоштина б) брзина.
3. Напиши ги ознаките за дозволените единици надвор од SI за следниве физички величини: а) волумен б) температура в) маса.
4. Следниве текстуални податоци, запиши ги со соодветни величински равенки: а) Количеството сулфурна киселина е еднакво на 3 мола; б) Волуменот на растворот од натриум хидроксид е еднаков на 5,3 милилитри.
5. Со величински равенки изрази: а) маса од 5 kg во грами; б) волумен од 100 cm<sup>3</sup> во литри; в) количество супстанца од 7,3 mol во милимолови.
6. На етикетата на шишето во кое имало некоја течна супстанца, меѓу другите податоци стоел и следниов податок: густина: 1,17 kg/L. Изрази ја оваа густина во: а) g/L и б) kg/cm<sup>3</sup>, пишувајќи ги соодветните величински равенки.
7. Филип изведувал една хемиска реакција три пати, при која го мерел волуменот на потрошениот раствор од HCl во текот на реакцијата. Потрошените волумени раствор од HCl биле следниве: а) 15,3 mL; 15,5 mL; 15,1 mL. Пресметај средна вредност од волуменот на потрошениот раствор од HCl.
8. Ивана и Марко мереле определена маса калиум хлорид која им била зададена од наставникот. Тие работеле на две различни ваги. Ивана направила три мерења и ги измерила следниве маси: 3,75 g; 3,75 g; 3,74 g. Марко, пак, направил четири мерења при што ги добил следниве резултати: 5,39 g; 5,37 g; 4,9 g и 5,5 g. Ако се знае дека точната маса што требала да ја измери Ивана е 3,5 g, а онаа што требал да ја измери Марко е 5,41 g, заклучи кој од нив работел прецизно, а кој добил поточен резултат. Заклучоците изведи ги така што најпрво ќе ги пресметаш средните вредности од нивните мерења.



### ИСТРАЖУВАЈ!

- ◆ Од вашата училишна лабораторија земи три мензури со различен волумен (на пример, 10 mL, 25 mL и 50 mL) и со секоја од нив измери 5 ml вода. Изведи заклучок за тоа со која од мензурите најточно го измери волуменот и дај образложение за можните причини.
- ◆ *Работа во мали групи: Определување на густината на раствор од готварска сол.* Секоја од групите од наставникот ќе добие различен раствор од готварска сол. Добиениот раствор разделете го на три произволни дела во различни чаши. Мерете ја масата и волуменот на секој од нив, а потоа пресметајте ја

## РЕЗИМЕ:

- ◆ *Хемијата е природна, фундаментална и експериментална наука која ги изучува супстанците, нивниот состав, својства, нивните промени и законите според кои се одвиваат тие промени.*
- ◆ *За да се стигне до научната вистина, во хемијата се применува **научниот метод**. Тој вклучува **истражување**, кое најчесто опфаќа **набљудување, експериментирање и мерење**.*
- ◆ ***Експериментот** претставува точно дефинирана, осмислена и контролирана постапка при која се изведуваат физички и/или хемиски промени.*
- ◆ *Експериментите се изведуваат со **лабораториски прибор**.*
- ◆ ***Знаците за предупредување и мерките на претпазливост** при работа во хемиската лабораторија треба да се знаат и да се почитуваат.*
- ◆ ***Хипотеза** е претпоставка за можното решение на некој научен проблем.*
- ◆ ***Теорија** претставува **повеќепати потврдена и проверена хипотеза** која дава објаснување за определен научен проблем.*
- ◆ ***Мерливите својства на системите**, т.е. оние коишто можат квантитативно да се изразат, се нарекуваат **физички величини**.*
- ◆ *Мерењето претставува споредување на големината на една величина со иста таква величина земена како стандард. **Величината земена како стандард** се вика **единица на физичката величина**.*
- ◆ ***Величинска равенка** е равенство во кое физичката величина се изразува како **производ од нејзината бројна вредност и единицата на физичката величина**.*
- ◆ ***Прецизноста** при мерењето покажува колку се меѓусебно блиски добиените вредности за физичката величина од серија повторени мерења.*
- ◆ ***Точноста** при мерењето покажува колку е добиената вредност при мерењето блиска до вистинската вредност на физичката величина што се мери.*



## Модуларна единица 2

# ГРАДБА НА МАТЕРИЈАТА

Со изучување на содржините од модуларната единица „Градба на материјата“, се очекува ученикот/ученичката да биде способен/-на да:

- ♦ ги препознава и да ги опишува карактеристиките на трите агрегатни состојби на материјата, како и соодветните фазни претворби;
- ♦ објаснува градба на атом и да прави разлика меѓу атом, молекула и јон.
- ♦ прави разлика меѓу елемент, елементарна супстанца, соединение и смеса и да познава постапки за раздвојување компоненти од смеса.

### Содржини:

- ♦ Физички и хемиски својства и физички и хемиски промени
- ♦ Корпускуларна теорија и агрегатни состојби на материјата (цврста, течна, гасовита)
- ♦ Промени на агрегатните состојби
- ♦ Градба на атомот (фундаментални честички, атомски број и масен број)
- ♦ Молекули и јони
- ♦ Елементи, елементарни супстанци и соединенија
- ♦ Смеси (хомогени и хетерогени)
- ♦ Постапки за раздвојување компоненти од смеса

### Поими:

- |                            |                      |                                 |
|----------------------------|----------------------|---------------------------------|
| ♦ Физички својства         | ♦ Протон             | ♦ Елементарна супстанца         |
| ♦ Хемиски својства         | ♦ Неутрон            | ♦ Метал                         |
| ♦ Физички промени          | ♦ Електрон           | ♦ Неметал                       |
| ♦ Хемиски промени          | ♦ Валентни електрони | ♦ Семиметал                     |
| ♦ Агрегатна состојба       | ♦ Атомски број       | ♦ Соединение                    |
| ♦ Топење                   | ♦ Масен број         | ♦ Смеса (хомогена и хетерогена) |
| ♦ Испарување               | ♦ Изотопи            | ♦ Легура                        |
| ♦ Кондензација             | ♦ Изобари            | ♦ Декантација                   |
| ♦ Кристализација (мрзнење) | ♦ Молекула           | ♦ Филтрација                    |
| ♦ Сублимација              | ♦ Јон                | ♦ Дестилација                   |
| ♦ Атом                     | ♦ Катјон             | ♦ Кристализација (од раствор)   |
| ♦ Атомско јадро            | ♦ Анјон              |                                 |
| ♦ Електронска обвивка      | ♦ Формулна единка    |                                 |
| ♦ Електронски слоеви       | ♦ Елемент            |                                 |

## ФИЗИЧКИ И ХЕМИСКИ СВОЈСТВА И ФИЗИЧКИ И ХЕМИСКИ ПРОМЕНИ

Уште на почетокот на оваа книга кажавме дека супстанците се насекаде околу нас. Но, што е тоа супстанца? Под поимот **супстанца** подразбираме една од формите во кои се појавува 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 што имаат техничко и технолошко значење и од кои се произведуваат различни предмети се нарекуваат **материјали**. Постојат огромен број т.н. природни супстанци, но постојат и такви што ги создал човекот.



Слика 2.1. Различни супстанци: а) камчињата се состојат од природни супстанци; б) бакарот, прикажан на оваа слика, има техничко значење; в) шеќерот, прикажан на сликата, го користиме во исхраната; г) пластичните чаши се состојат од супстанци што 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 нејзините 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 станува збор за супстанците.

Секоја супстанца има мноштво својства. Некои од својствата може да бидат исти за повеќе супстанци. На пример, постојат голем број супстанци во цврста агрегатна состојба со црна боја или, пак, голем 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 бидат еднакви. Значи, **множеството својства карактеризира една определена супстанца**.

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

Својствата на супстанците се делат на **физички** и **хемиски**. Физичките својства на супстанците се поочигледни отколку хемиските, бидејќи дел од овие својства може 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 може да видиме како една цврста супстанца се топи, точната температура на топење на супстанцата не може да ја регистрираме со нашите сетила. За таа цел употребуваме термометар. Постојат и други физички својства што може да ги определиме со инструменти, а не со сетилата. Такви се, на пример, густината, електричната спроводливост, температурата на вриење, вискозноста и др. Оттука, може да кажеме дека:

***Физички својства на супстанците се оние својства што може да ги забележиме со нашите сетила или да ги регистрираме и да ги измериме со инструменти.***



Слика 2.2. Супстанците имаат различни физички својства: а) розите содржат супстанции со пријатен мирис; б) медот има сладок вкус и голема вискозност; в) овие супстанците имаат различни бои; г) железото е ковливо, т.е. има својство да може да се кове.



Слика 2.3. Густината на течностите се мери со инструмент што се нарекува ареометар.

Некои физички својства на чистите супстанции (за кои ќе стане збор малку подоцна) се нарекуваат **карактеристични физички својства**. Такви својства 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 форма 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  $2,163 \text{ g/cm}^3$ , температура на топење од  $803 \text{ }^\circ\text{C}$ , а на собна температура секогаш се раствораат  $35,86 \text{ g}$  готварска сол во  $100 \text{ g}$  вода.

Постојат и некои специфични својства што ги пројавуваат само мал број супстанции. 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 директно од цврста во гасовита агрегатна состојба, и обратно.



Хемиските својства е потешко да ги воочиме, но сепак, да се обидеме да ги претставиме преку примери од секојдневниот живот. Познато ти е дека на воздух и во допир со влага, металните клинчиња, како и други 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** на воздух и во присуство на влага да претрпи промени, а златото нема таква способност.

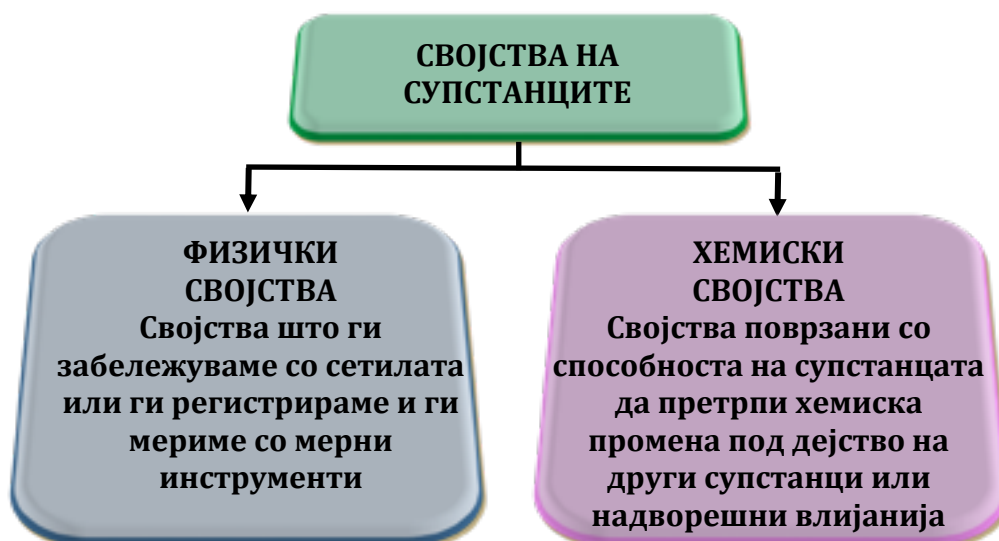


Слика 2.4. Железните предмети на воздух 'рѓосуваат (а), но не и оние од злато (б).

Понатаму, знаеме дека бензинот има способност да гори, при што се добиваат гасовити супстанции, 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 способноста на супстанцата да претрпи определен вид хемиска промена (промена на нејзиниот идентитет) под дејство на други супстанции или под дејство на надворешни услови.*

Сето ова што досега го кажавме е резимирано на следнава слика:



Слика 2.5. Шематски приказ на поделбата на својствата на супстанците.

Супстанците во природата, како и оние што ги создал човекот се подложни на промени. Понекогаш промените се случуваат под дејство на надворешни влијанија или, пак, човекот свесно ги предизвикува. Така, карпите се ронат под дејство на природните сили, но тоа го прави и човекот кога од нив добива руди и минерали. 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 подлежат тие. Слично како и својствата на супстанците, и нивните промени може да бидат **физички** и **хемиски**.

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 покачине температурата, таа ќе премине во пара, а ако ја снижине до 0 °C, 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 во водата. Овие примери се илустрација за **физички промени**.

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



### Експеримент

#### 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.



### Експеримент

#### Растворање шеќер во вода

##### **Потребен прибор и супстанци:**

Лабораториска чаша, стаклена прачка, шпиртна ламба, коцка шеќер, заштитни очила и ракавици.

**Постапка:** Земи коцка шеќер и вкуси ја. Потоа, стави ја во лабораториска чаша и додавај вода додека да се раствори. Откако ќе се раствори, чашата загревај ја со шпиртна ламба додека да испари сета вода. Вкуси ја супстанцата што ќе остане по испарувањето на водата.

При промена на формата на парчето морска сол и при растворување на шеќерот се случуваат физички промени. Но, сигурно забележа дека по завршувањето на промената, повторно ја доби истата супстанца. Затоа, од сето ова што досега го кажавме, може да заклучиме дека:

**Физичките 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.**

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



### Експеримент

#### Горење памук

##### **Потребен прибор и супстанци:**

Порцеланско сатче, шпиртна ламба, памук, заштитни очила и ракавици.

##### **Постапка:**

Набљудувај парче памук и изведи заклучок за некои од својствата на памукот. Потоа, стави го во порцеланско сатче поставено на триножник и загревај го со шпиртна ламба. Какви се својствата на добиената супстанца по загревањето во споредба со својствата на памукот?



### Експеримент

#### Горење магнезиум

##### **Потребен прибор и супстанци:**

Метална машинка, шпиртна ламба, саатно стакло, магнезиумова лента, заштитни очила и ракавици.

##### **Постапка:**

Земи парче магнезиумова лента, набљудувај го и воочи ги неговите својства. Потоа, со метална машинка земи го парчето магнезиумова лента и внеси го во пламен. Што забележуваш? Добиената бела супстанца собери ја во саатно стакло.

Од изведените експерименти сигурно забележа дека по завршувањето на постапката се добиле **други супстанци, различни од почетните**, бидејќи тие имаат сосема различни својства од оние на појдовните супстанци. Така, од белиот памук, по неговото горење, останува црна супстанца (тоа е, всушност, јаглерод). Исто така, и од магнезиумовата лента се добива супстанца што има сосема различни својства од магнезиумот. Оттука, може да кажеме дека:

***Хемиските промени се такви промени при кои под дејство на надворешни влијанија или при заемдејство со други супстанци доаѓа до промена на составот на супстанците. Притоа, од појдовните супстанци се добиваат други супстанци.***

Хемиските промени се нарекуваат 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 можеме 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 хемиски промени на супстанците потребно е да се доведе енергија, а при други се ослободува енергија.

## КОРПУСКУЛАРНА ТЕОРИЈА И АГРЕГАТНИ СОСТОЈБИ НА МАТЕРИЈАТА

За да добиеме појасна претстава за супстанците, треба да дознаеме од што се изградени и на кој начин. Според денешната наука, поточно според т.н. **корпускуларна теорија**, супстанците се изградени од различни екстремно мали честички (корпускули) што не може да ги видиме ниту со голо око, ниту под микроскоп. Значи:

*Граббените единки на супстанците, со заедничко име, се нарекуваат честички (корпускули).*

Во зависност од тоа како се организирани честичките од кои се изградени супстанците, какви заемодејства постојат меѓу нив и какви движења пројавуваат, супстанците може да се јават во една од **трите агрегатни состојби: цврста, течна и гасовита**. Агрегатните состојби вообичаено се прикажуваат по хемиската формула или хемискиот симбол, со следниве ознаки: (s) за цврста, (l) за течна и (g) за гасовита агрегатна состојба.

Трите агрегатни состојби лесно може да ги разликуваме според нивните макроскопски карактеристики. Така:

- ♦ **Гасовитите супстанци** немаат ниту сопствена форма, ниту сопствен волумен. Главна карактеристика на гасовите е нивната тенденција да го заземаат целиот простор што им е на располагање. Од друга страна, тие може да бидат компримирани (стиснати) на помали волумени.
- ♦ **Течните супстанци** имаат сопствен волумен, но немаат сопствена форма, туку ја добиваат формата на садот во кој се наоѓаат.
- ♦ **Цврстите супстанци** имаат и сопствена форма и сопствен волумен.



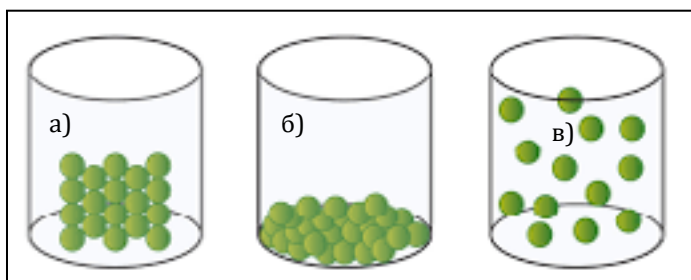
Слика 2.6. Цврста, течна и гасовита агрегатна состојба.

Ваквите макроскопски карактеристики на гасовитите, течните и цврстите супстанци може да се објаснат со кинетичко-корпускуларната теорија за честичките, т.е. со нивното однесување на микроскопско ниво.

Меѓу честичките на **гасовитите супстанци** постојат слаби заемодејства, па затоа тие се наоѓаат на поголеми меѓусебни растојанија во просторот што им е на располагање. Гасовите хаотично се движат со големи брзини во сите насоки. Притоа се судираат меѓу себе и со ѕидовите на садот во кој се наоѓаат, што се манифестира како притисок на гасот. При повисока температура честичките на гасот се движат уште побрзо, така што се зголемува бројот на судири во единица време со ѕидовите на садот, што значи дека притисокот на гасот се зголемува.

Меѓу честичките на **течните супстанции** постојат посилни заемодејства отколку кај гасовитите супстанции, но сепак не толку силни за да имаат сопствена форма како супстанците во цврста агрегатна состојба. Растојанието меѓу честичките во течностите е значително помало отколку кај гасовите. Поради дејствувањето на посилни заемодејства отколку кај гасовите, честичките на течностите образуваат групации, т.н. гроздови или кластери, во кои бројот на честичките постојано се менува. Затоа, течностите може да течат.

Кај **цврстите супстанции**, привлечните заемодејства се најсилни, споредено со течностите и гасовите. Во цврста агрегатна состојба, честичките се наоѓаат најблизу една до друга, а нивните движења се ограничени. Имено, тие само вибрираат околу положбата во која се наоѓаат. Кај некои цврсти супстанции, честичките се правилно распоредени во сите три димензии во просторот, при што формираат **кристал**. Оние, пак, цврсти супстанции што имаат ограничена правилна внатрешна градба, т.е. кај кои правилна градба има само во некои делови, а не низ целата супстанца, се нарекуваат **аморфни супстанции**.



Слика 2.7. Честички во: а) цврсти, б) течни и в) гасовити супстанции.



Слика 2.8. Цврста кристална супстанца.

## ДОДАТОК:

### ТЕЧНИ КРИСТАЛИ

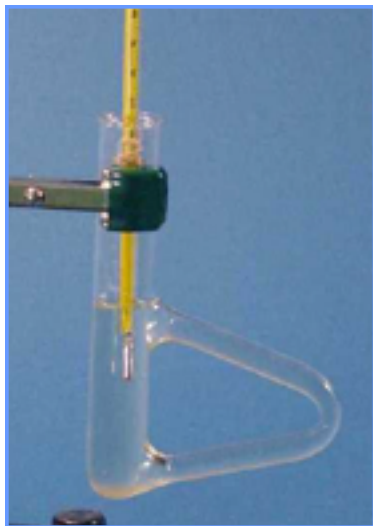
Постојат супстанции што наликуваат на течности и течат како нив, но имаат правилен распоред на честичките, т.е. правилна внатрешна градба како кристалните цврсти супстанции. Затоа, овие супстанции се нарекуваат **течни кристали**. Ваквите супстанции наоѓаат голема практична примена, бидејќи од нив се изработуваат екраните на телевизорите, компјутерите, рачните часовници итн., а се означуваат со кратенката LCD (liquid crystal display). Честичките на течните кристали имаат форма на стапчиња, а во зависност од нивниот меѓусебен распоред во просторот, тие се поделени во неколку различни групи.

## ПРОМЕНИ НА АГРЕГАТНИТЕ СОСТОЈБИ

Од искуството во секојдневниот живот знаеме дека при определени услови, супстанците може да ја променат својата агрегатна состојба. Зиме, кога надворешните температури се под нулата, водата мрзне, а кога повторно ќе се зголеми температурата, мразот се топи. Кога загреваме вода, таа испарува. Промени на агрегатната состојба не се случуваат само кај водата, туку и кај сите други супстанции, па затоа е важно да разбереме како се случуваат тие. Објаснување за промените на агрегатната состојба дава корпускуларната теорија.

За да преминат цврстите супстанции во течна агрегатна состојба, а потоа и во гасовита, треба да се доведе топлинска енергија. Кога цврстата супстанца прима топлина, нејзините честички добиваат повисока енергија и посилено вибрираат во положбата во која се наоѓаат. Со понатамошно зголемување на нивната енергија, тие ги совладуваат привлечните сили меѓу нив, се оддалечуваат на поголемо растојание едни во однос на други, почнуваат послободно да се движат, со што се нарушува правилниот внатрешен распоред. Ова се микроскопски карактеристики на течностите, па затоа велíme дека во тој момент настанало **топење**. Значи:

*Топење е промена на агрегатната состојба на супстанците од цврста во течна.*



Слика 2.9. Температурите на топење на цврстите супстанции може да се определат со т.н. „Тилеов апарат“.

Привлечните сили меѓу честичките на различни цврсти супстанции се различни, па затоа за секоја од нив е потребна различна топлинска енергија за да започне топење. Температурата на која настанува топењето се нарекува **температура на топење**. Како што спомнавме претходно, температурата на топење е карактеристично физичко својство, што значи дека речиси сите супстанции имаат своја определена температура на топење.

Во течна агрегатна состојба сè уште постои значително дејство на привлечните сили, па затоа течностите имаат сопствен волумен. Но, ако се продолжи со доведување топлина, честичките уште побрзо се движат, па некои од нив, кои се наоѓаат на површината на течноста, успеваат да ја напуштат и да преминат во гасовита агрегатна состојба. Ваквиот процес е познат под името **испарување**.

Значи:

***Испарување е промена на агрегатната состојба на супстанците од течна во гасовита.***

Гасот над течноста пројавува определен притисок, кој кога ќе стане еднаков со атмосферскиот притисок, во течноста почнуваат да се образуваат меурчиња и таа интензивно испарува. Тогаш велиме дека течноста **врие**. Температурата, пак, на која врие течноста се нарекува **температура на вриење**. И температурата на вриење е карактеристично својство на супстанците. Во Табела 2.1. се дадени температурите на топење и на вриење на некои поважни супстанции.

Табела 2.1. Температури на топење и на вриење на некои супстанции.

Супстанца	Температура на топење/°C	Температура на вриење/°C
Кислород	- 218	-183
Вода	0	100
Етанол	-117	79
Натриум хлорид	801	1413
Оцетна киселина	17	118
Алуминиум	661	2467
Сулфур	113	445

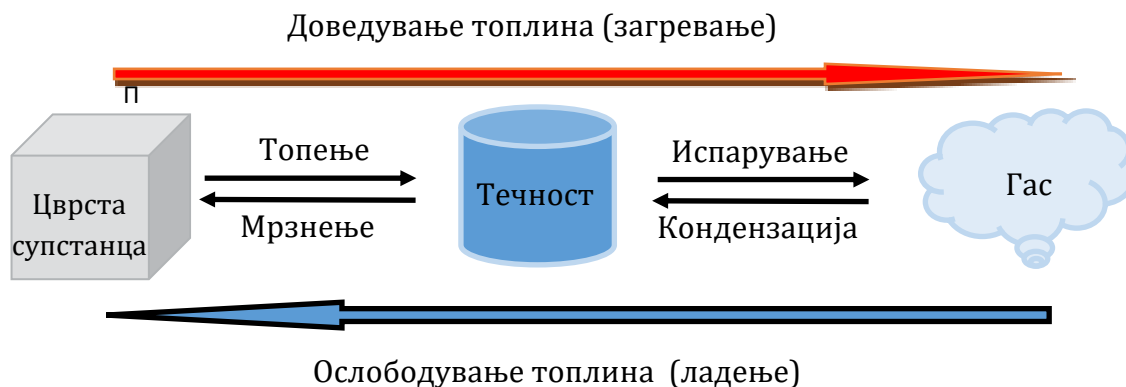
Покрај промената на агрегатната состојба од цврста во течна и од течна во гасовита, можни се и обратните процеси. Процесот при кој гасовитите супстанции преминуваат во течна агрегатна состојба се нарекува **кондензација**.

***Промената на агрегатната состојба на супстанците од гасовита во течна се нарекува кондензација.***

Кондензацијата се случува кога гасовитата супстанца се лади. Всушност, тогаш енергијата на честичките се намалува, тие побавно се движат, не може многу да се оддалечат едни од други, па затоа меѓу нив почнуваат да дејствуваат посилни сили. Со понатамошно ладење на течноста, т.е. со понатамошно ослободување енергија, таа **мрзне (кристализира)**.

***Мрзнење е промена на агрегатната состојба на супстанцата од течна во цврста.***

Овие процеси се претставени на Слика 2.10.



Слика 2.10. Промени на агрегатните состојби следени со доведување и ослободување топлина.

Во врска со промените на агрегатните состојби на супстанците, важно е да се напомене дека станува збор за физички промени. Имено, кога се менува агрегатната состојба на супстанцата, не се менува нејзиниот идентитет. Водата си останува вода и кога ќе замрзне и кога ќе испари, а истото важи и за и сите други супстанции.

Друг важен факт што треба да се истакне е дека кога ќе се достигне температурата на топење на една супстанца, таа останува константна сè додека не се стопи целото количество од супстанцата. Исто така, откако ќе се постигне температурата на вриење, таа не се покачува сè додека не испари целата течност. Овие факти може да ги провериме со следниов експеримент:



### **Експеримент**

#### 1. Топење мраз

**Потребен прибор и супстанции:** Мала лабораториска чаша, стаклена прачка, шпиртна ламба, триножник со азбестна мрежа, термометар, три коцки мраз, заштитни очила и ракавици.

**Постапка:** Стави три коцки мраз во мала лабораториска чаша, претходно поставена на триножник со азбестна мрежа. На средината меѓу коцките мраз стави термометар, но така што да не ги допира ѕидовите на садот. Отчитај ја температурата. Почекај извесно време додека да се појават првите капки вода и повторно отчитај ја температурата. Потоа, благо и бавно загревај со шпиртната ламба додека да се стопи сиот мраз, притоа постојано следејќи ја температурата. Откако мразот ќе се стопи, продолжи со загревањето и повторно запиши ја температурата.

На почетокот на експериментот, температурата на мразот е под  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Кога ќе почне да се топи, температурата изнесува  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  и останува константна додека не се стопи сиот мраз. Очигледно, на  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , на собни услови, истовремено постои и мраз и течна вода, па затоа велиме дека тие се во рамнотежа. Откако ќе се стопи мразот, со понатамошно загревање, температурата на водата се покачува.



На крајот ќе спомнеме уште една друга претворба на агрегатната состојба што ја покажуваат само некои супстанции. Постојат такви супстанции што може да преминуваат директно од цврста во гасовита агрегатна состојба, и обратно, без да се втечнат.

**Промената на агрегатната состојба директно од цврста во гасовита се нарекува сублимација, а обратната промена се нарекува десублимација или депозиција.**

Некои од супстанците што имаат својство да сублимираат се: цврст јаглерод диоксид (сув мраз), камфор, нафтаген, јод, арсен и др.

### ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ:

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 °С. Има способност да се соединува со металите“. Претстави ги табеларно физичките и хемиските својства на сулфурот што ќе успееш да ги препознаеш од овој текст?
2. Кои од следниве процеси се физички, а кои се хемиски: а) горење на свеќа; б) кршење стакло; в) мешање вода и масло; г) скиселување на виното; д) сублимација на јодот; е) испарување на морската вода; ж) топење на сладоледот?
3. Во која агрегатна состојба супстанците имаат сопствена форма? Објасни ги причините за тоа.
4. Ако се скрши, на пример, шише со парфем, мирисот од парфемот ќе се почувствува низ целата соба. Дај објаснување за ова.
5. Каков тип движење е присутно кај честичките во цврста агрегатна состојба.
6. Како се нарекува процесот претставен на следниов начин:  $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ?
7. Течниот етанол (алкохол што се користи за дезинфекција) преминува во пареи на температура од 78 °С. Како се нарекува оваа температура?



### ИСТРАЖУВАЈ!

- ♦ Работа во мали групи: Испитајте дел од физичките и хемиските својства на следниве супстанции: шеќер, готварска сол, масло за јадење, парче стакло и хартија. Резултатите претставете ги табеларно.
- ♦ Групна проектна активност: Изгответе проекти со следниве наслови: 1. Суперфлуиди и 2. Плазма – четврта димензија на материјата.

## ГРАДБА НА АТОМОТ

Видовме дека според корпускуларната теорија, сета материја е изградена од многу мали честички наречени корпускули. Сега ќе се запознаеме со честичките што во хемијата се сметаат за основни градбени единици на супстанците.



Слика 2.11. Џон Далтон, англиски физичар, кој во науката ја вовел атомската теорија.

Први претпоставки за корпускуларната природа на материјата дале старогрчките филозофи Леукип и Демокрит, кои сметале дека сета материја што постои во природата е изградена од најситни, неделиви честички – **атоми**. Тие сметале дека овие честички се носители на својствата на супстанците.

Дури многу векови подоцна, во 1808 година, оваа идеја ја возобновил Далтон, кој ги поставил основните тези на т.н. **атомска теорија за материјата**.

### Далтонова атомска теорија – основни тези:

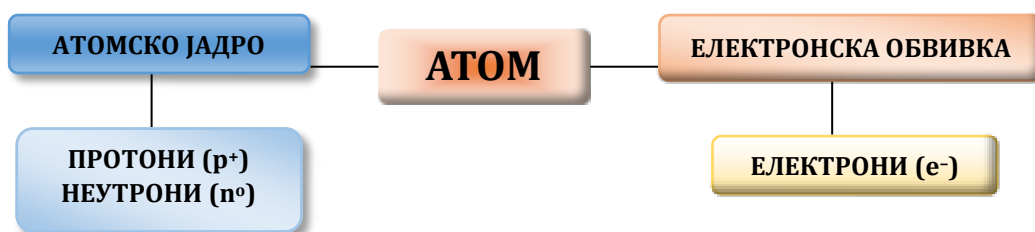
- ◆ Најмалите честички од кои се изградени елементите се нарекуваат атоми.
- ◆ Атомите од кои е изграден еден елемент се идентични, а се разликуваат од атомите на другите елементи.
- ◆ Соединенијата се образуваат кога атомите се сврзуваат меѓу себе. Едно определено соединение секогаш содржи определен број атоми од определени елементи.
- ◆ При хемиските реакции доаѓа до прегрупирање на атомите, но притоа самите атоми не претрпуваат промени, т.е. не го губат својот идентитет.

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

Она за што немале право ниту Демокрит ниту Далтон е тоа дека атомот е неделива честичка. Всушност, понатамошните испитувања покажале дека атомот е делива честичка и дека се состои од уште помали честички што меѓу себе **се разликуваат според масата и полнежот**. Атомот е составен од **атомско јадро** и **електронска обвивка**. Атомското јадро го сочинуваат **протони ( $p^+$ )** и **неутрони ( $n^0$ )**, а електронската обвивка е изградена од **електрони ( $e^-$ )**. Овие честички се нарекуваат субатомски честички или **фундаментални честички**.

Протоните и неутроните имаат приближно еднаква маса, а електронот има занемарливо мала маса во однос на нив (помала околу 1840 пати). Тоа значи дека масата на атомот е концентрирана, главно, во атомското јадро. Од друга страна, радиусот на атомското јадро е  $10^4 - 10^5$  пати помал во однос на вкупниот радиус на атомот, односно тој е занемарливо мал. Затоа јадрото има многу голема густина, која изнесува околу  $10^{14} \text{ g/cm}^3$ .

Освен според масата, фундаменталните честички се разликуваат и според електричниот полнеж. Протоните се честички со позитивен полнеж, неутроните не се наелектризирани, а електроните се носители на негативен полнеж. Електричниот полнеж на електроните според апсолутната вредност е еднаков со полнежот на протоните. Бидејќи **атомот во целина е електронеутрална честичка**, јасно произлегува дека бројот на протони во јадрото и на електрони во електронската обвивка е еднаков. Градбата на атомот и на фундаменталните честички во неговиот состав шематски е претставена на сликата 2.12.



Слика 2.12. Градба на атомот и фундаментални честички во неговиот состав.

Бројот на неутрони во јадрото на атомот може да варира, а со тоа не се нарушува електронеутралноста на атомот во целина. Од друга страна, атомот може да прими или да испушти определен број електрони, за што ќе стане збор малку подоцна. Меѓутоа, бројот на протоните во јадрото на определен атом не се менува. Токму затоа, најсуштествената карактеристика на еден атом е **бројот на протоните во јадрото**, кој го определува **идентитетот на атомот**. Бројот на протоните во јадрото се нарекува **атомски број** и се бележи со **Z**. Всушност, атомскиот број е тој што покажува за атомот на кој елемент станува збор. Значи:

*Бројот на протони во атомското јадро се нарекува атомски број.*

Важна карактеристика на атомот е и т.н. **масен број (A)**, кој претставува збир од бројот на протоните и неутроните во јадрото.

*Збирот од бројот на протони и неутрони во атомското јадро се нарекува масен број.*

$$A = Z + N$$

масен      број на      број на  
број      протони      неутрони

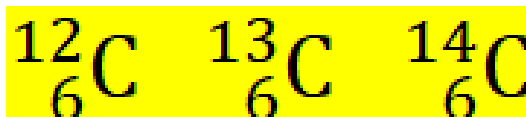
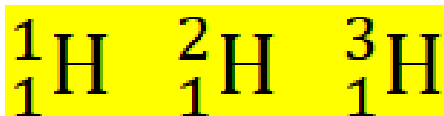
Атомскиот и масениот број се бележат пред симболот на елементот, и тоа атомскиот број долу, а масениот горе:



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 биде постојан и ист со бројот на протоните. Токму затоа, за еден ист елемент постојат атоми што имаат различни масени броеви.

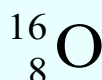
*Атомите со ист атомски број, а различен масен број се нарекуваат изотопи.*

На пример,



**Пример 2.1. а)** Атомот на кислородот во јадрото содржи 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, во овој случај, тој изнесува 16. Атомскиот број се запишува долу лево, а масениот број горе лево до симболот на елементот.



**Пример 2.1. б)** Колкав број протони, неутрони и електрони се содржат во изотопот на железо со атомски број 26 и масен број 56.

**Решение:** Атомскиот број го покажува бројот на протони во јадрото на соодветниот атом. Атомскиот број на железото е 26, што значи дека бројот на протони во неговото јадро изнесува 26. Бројот на протони и електрони во атомот мора да биде еднаков, па според тоа, бројот на електрони во атомот на железо изнесува, исто така, 26. Масениот број е збир од бројот на протони и бројот на неутрони. Оттука, ако од масениот број го извадиме атомскиот број (бројот на протони) ќе го добиеме бројот на неутрони. Значи, бројот на неутрони во овој изотоп на железото е:  $56 - 26 = 30$ .

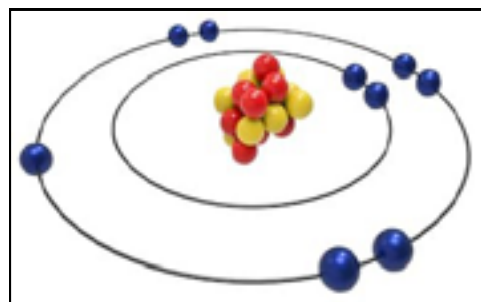
Покрај бројот на протони, кој го дава идентитетот на атомот на елементот, за хемичарите од посебна важност е градбата на електронската обвивка, бидејќи хемиското сврзување меѓу атомите настанува со размена на електрони.

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

Електроните се движат околу јадрото со многу голема брзина и на голема оддалеченост од јадрото. Но, дали се тие распоредени на некој определен начин? Всушност, електроните се распоредени на тој начин што притоа се образуваат **електронски слоеви** или **енергетски нивоа**. Точната положба на секој електрон во електронскиот слој не се знае, но тоа што се знае е дека тие не може да се најдат *меѓу* енергетските нивоа, т.е. мора да се наоѓаат во некој од слоевите.

Електронските слоеви се бележат со броеви: 1, 2, 3, 4... итн., или со букви: K, L, M, N, O, P, Q итн. Првиот слој (K-слојот), т.е. првото енергетско ниво, е најблиску до јадрото на атомот. Меѓу електроните од овој слој и јадрото постојат посилен електростатски привлечни сили во споредба со електроните од пооддалечените слоеви. Значи, електроните, во секој нареден слој што е пооддалечен од јадрото (па, оттука, и самите слоеви), се побогати со енергија, бидејќи привлечните сили со јадрото се послаби.

Во сите електронски слоеви бројот на електрони не е ист. Тоа може да го видиш и од Слика 2.13. Секој електронски слој може да содржи определен максимален број електрони. Во првиот електронски слој може да има најмногу два електрони. Во атомот на водородот има само еден електрон и тој се наоѓа во првиот електронски слој. Двата електрони во атомот на хелиумот, исто така се сместени во првиот електронски слој.



Слика 2.13. Едноставен модел за градбата на атомот на флуор.

Меѓутоа, атомот на литиумот во јадрото има три протони, а во електронската обвивка има три електрони. Два од нив се наоѓаат во првиот електронски слој, а третиот мора да се смести во вториот електронски слој. Очигледно, електроните го пополнуваат најпрво електронскиот слој најблизу до јадрото, кој е со најниска енергија, а кој може да прими максимум два електрони, па откако тој ќе се пополни со електрони, почнува да се пополнува следниот слој. На пример, атомот на флуор прикажан на сликата 2.13 има девет протони во атомското јадро и девет електрони во електронската обвивка. Два од овие електрони се наоѓаат во првиот слој, а седум во вториот. Во вториот слој, всушност, може да се сместат најмногу осум електрони.

Некои изотопи се стабилни, а некои, пак, се нестабилни и имаат тенденција да се распаѓаат. Таквите изотопи се нарекуваат радиоактивни и затоа се именувани како **радиоизотопи**. Некои од нив, како што е, на пример, кобалт-60, се користат во медицината за лекување со радиотерапија, а други, пак, како што е ураниум-235, се користат во нуклеарната индустрија.

Постојат атоми (поточно, атомски јадра) што имаат еднаков масен број, а различен атомски број. Тие се нарекуваат **изобари**. Бидејќи атомскиот број им е различен, изобарите се атоми на различни елементи. На пример:



#### ДОДАТОК:

##### ИЗОТОПОТ ${}^{14}\text{C}$ И ОПРЕДЕЛУВАЊЕ СТАРОСТ НА ОСТАТОЦИТЕ ОД ЖИВИТЕ ОРГАНИЗМИ

Во природата, јаглеродот се среќава како смеса од повеќе негови изотопи, меѓу кои, покрај најзастапениот  ${}^{12}\text{C}$ , секогаш има и атоми од изотопот  ${}^{14}\text{C}$ . Атомите на изотопот  ${}^{14}\text{C}$  радиоактивно се распаѓаат, но тоа се одвива многу бавно. Научниците утврдиле дека за да се распадне половина од појдовното количество на овој изотоп (без оглед колкаво е тоа) потребни се 5 700 години.

Овој изотоп на јаглеродот го има и во живите организми (јаглеродот е основен елемент во составот на секој жив организам). Додека се живи, количеството на  ${}^{14}\text{C}$  во растенијата и во животните е константно, бидејќи постојано се внесува од околината и се распаѓа. Но, кога живите организми умираат, тие веќе не внесуваат јаглерод. Затоа, количеството на  ${}^{14}\text{C}$  се намалува. Мерејќи го преостанатото количество на изотопот  ${}^{14}\text{C}$ , може да се определи староста на остатоците од живите организми. На ваков начин се определува староста на фосили, коски, јаглени и други археолошки ископини. Затоа оваа метода се нарекува определување на староста со  ${}^{14}\text{C}$ .

Покрај тоа, на пример, луѓето што живееле пред новата ера, за цртање врз карпите во пештерите, како црвена боја, користеле крв. Со помош на оваа метода може да се утврди староста на сликите.

Два од единаесетте електрони во атомот на натриумот се сместуваат во првиот слој, следните осум во вториот, а последниот еден мора да се смести во третиот слој.

Распоредот на електроните во електронските слоевите се нарекува **електронска конфигурација**, но за причините за таквиот распоред ќе учиш понатаму. Тука, во Табела 2.2., ќе дадеме само еден преглед на електронските конфигурации на атомите на првите дваесет елементи. Ќе кажеме уште само дека атомот и неговата внатрешна градба не сме способни да ги видиме, дури и ако користиме најсовршен микроскоп. Честопати, за да добиеме некаква претстава за градбата на атомот, се служиме со модели и со сликовити претстави. Таква сликовита претстава е дадена на сликата 2.13. Наједноставниот модел е оној во кој околу јадрото кружат електроните по определени патни линии, како што е прикажано на сликата 2.13.

Табела 2.2. Распоред на електроните по слоеви за првите дваесет елементи.

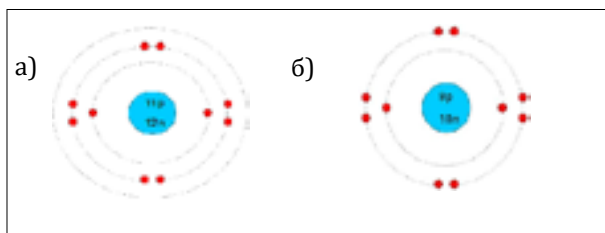
Симбол на елементот	Атомски број	Вкупен број на електрони	Број на електрони
H	1	1	1
He	2	2	2
Li	3	3	2,1
Be	4	4	2,2
B	5	5	2,3
C	6	6	2,4
N	7	7	2,5
O	8	8	2,6
F	9	9	2,7
Ne	10	10	2,8
Na	11	11	2,8,1
Mg	12	12	2,8,2
Al	13	13	2,8,3
Si	14	14	2,8,4
P	15	15	2,8,5
S	16	16	2,8,6
Cl	17	17	2,8,7
Ar	18	18	2,8,8
K	19	19	2,8,8,1
Ca	20	20	2,8,8,2

## МОЛЕКУЛИ И ЈОНИ

Покрај атомот, во градбата на супстанците учествуваат уште два други вида честички. Едни од овие честички се добиваат кога електроните од највисокото енергетско ниво, при определени услови, ќе го напуштат атомот или кога во ова енергетско ниво ќе се приклучат мал број други електрони. Во обата случаи се добиваат наелектризирани честички, т.н. **јони**.

Видовме дека електроните во највисокото енергетско ниво, т.е. во најоддалечениот електронски слој од јадрото, имаат повисока енергија од останатите електрони, бидејќи тие послабо се држат со електростатски сили со позитивно наелектризираното јадро. Овие електрони се нарекуваат **валентни електрони**. Тие, како што ќе видиме, учествуваат во образувањето на хемиските врски.

При определени услови, атомот на некој елемент може да ги испушти валентните електрони. Во таков случај, бројот на протони во јадрото ќе биде поголем од бројот на електрони во електронската обвивка, па добиената честичка ќе биде позитивно наелектризирана. Значи, на ваков начин од атомите се добиваат позитивно наелектризирани јони што се нарекуваат **катјони**.



Слика 2.14. Во катјоните, (а) бројот на протони е поголем од бројот на електрони, а во анјоните, (б) бројот на електрони е поголем од бројот на протони.

Во други случаи, атомот на некој елемент може да прими определен број електрони, поради што бројот на електрони во електронската обвивка ќе стане поголем од бројот на протони во атомското јадро. На ваков начин, од атомите се добиваат негативно наелектризирани јони што се нарекуваат **анјони**. Значи:

***Катјоните се позитивно наелектризирани јони, а анјоните се негативно наелектризирани јони.***

Бројот на испуштени или примени електрони зависи од бројот на валентни електрони и од максималниот број електрони што може да ги содржи највисокото енергетско ниво. Како што видовме претходно, тој број е 2 за првиот слој, а 8 за вториот и 8 за третиот.

Ако, на пример, од атомот на некој елемент се испуштат два електрони, релативниот полнеж на добиениот катјон ќе биде  $2+$ , а ако атомот прими, да речеме, три електрони, релативниот полнеж на добиениот анјон е  $3-$ . Полнежите на катјоните и анјоните се запишуваат како горни, десни индекси до симболот на елементот, и тоа прво бројната вредност, па знакот  $+$  или  $-$ . На пример:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{O}^{2-}$ ,  $\text{N}^{3-}$  итн.



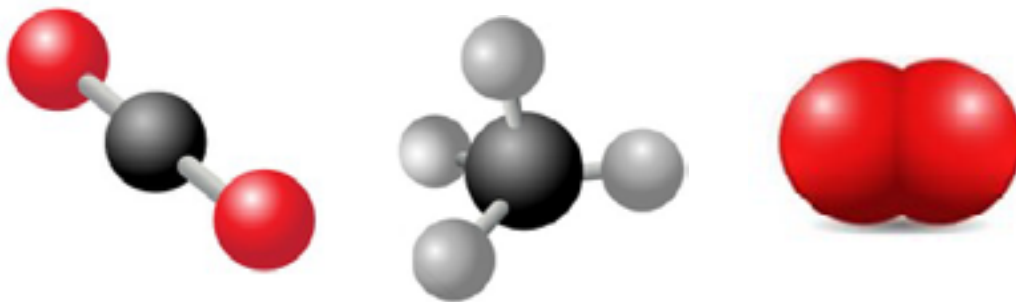
Како што си учел претходно, а ќе учиш и понатаму, јоните се сврзуваат меѓу себе и образуваат соединенија. Соединенијата образувани од спротивно наелектризираните јони ги претставуваме со т.н. **формулни единки**, за што повеќе ќе стане збор кога ќе се изучуваат хемиските врски.

При определени услови, атомите може да се сврзат меѓу себе и да образуваат посложени честички што се градбени единки на голем број супстанции, а се нарекуваат **молекули**. За тоа како, зошто и кои атоми се сврзуваат меѓу себе, ќе биде објаснето кога ќе ги разгледуваме хемиските врски. Сега да заклучиме:

***Молекулите се изградени од два или повеќе атоми сврзани меѓу себе со хемиска врска.***

Молекулите може да се состојат од два или повеќе исти атоми, но многу поголем е бројот на молекули изградени од различни атоми. Покрај тоа, постојат молекули со мал број атоми во својот состав, но постојат и такви што содржат многу голем број, па дури и до милион и повеќе атоми. Ваквите молекули се нарекуваат **макромолекули**. Постојат природни макромолекули, како што се, на пример, протеините, скробот, целулозата итн., но голем број макромолекули синтетизирал човекот. Пластичните материјали, синтетичките текстилни влакна и многу други, кои ги синтетизирал човекот, се состојат од молекули со специфични својства кои наоѓаат голема примена во секојдневниот живот и во техниката.

Молекулите ги запишуваме со хемиски формули, а честопати ги претставуваме и со модели. Најчесто користени молекулски модели се т.н. модели со топчиња и стапчиња и модели со калоти.



Слика 2.15. Модели на различни молекули со топчиња и стапчиња и со калоти.

На крајот може да кажеме дека градбени единки на супстанците се **атомите, молекулите и јоните**.

### ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ:

1. Определи ги атомскиот и масениот број на елементот што содржи седумнаесет протони и осумнаесет неутрони во јадрото на неговиот атом.
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 број 80? Напиши го симболот на бром заедно со атомскиот и масениот број.
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. Хлорот има два изотопи: хлор-35 ( $^{35}\text{Cl}$ ) и хлор-37 ( $^{37}\text{Cl}$ ). Атомскиот број на хлорот е 17. Колку протони, електрони и неутрони има во атомите на секој од овие изотопи?
7. Електронската обвивка на атомот на еден елемент се состои од два слоја, од кои во првиот има 2 електрони, а во вториот 5. Дали може во вториот слој да се сместат уште електрони и ако може, колкав е нивниот број? Што се образува притоа?
8. Во електронската обвивка во атомот на еден елемент, електроните се распоредени во електронските слоеви на следниов начин: 2, 8, 2. Одговори на следниве прашања: а) Колку изнесува атомскиот број на атомот на овој елемент? б) Колку валентни електрони содржи атомот на овој елемент?
9. Релативниот полнеж на еден катјон изнесува 3+. Дали атомот од кој потекнува овој катјон примил или испуштил електрони и колку?



### ИСТРАЖУВАЈ!

- ♦ Работа во мали групи: Направете модел на атом со атомски број 6 и масен број 14 од жици и од топчиња.
- ♦ Примена на ИКТ: Разгледај ги анимациите за структурата на атомот и за добивањето јон на различни атоми на следнава страница:  
<http://bestanimations.com/Science/Chemistry/Chemistry.html>
- ♦ Проектна активност: Изгответе проекти со следниве наслови: 1. Нилс Бор и неговиот атомски модел 2. Ернест Радерфорд и откритието на протонот.

## ЕЛЕМЕНТИ, ЕЛЕМЕНТАРНИ СУПСТАНЦИ И СОЕДИНЕНИЈА

Во претходните содржини се запознавме со основната градба на атомот, како и со изотопи, изобари и јони. Видовме дека бројот на неутрони во јадрата на атомите од ист елемент може да биде различен, поради што се појавуваат изотопи. Значи, бројот на неутрони не е суштествената карактеристика за еден одреден вид атом. Во неутралниот атом, бројот на протони и електрони мора да биде еднаков. Всушност, тој број е различен кај различни атоми. Значи, нивниот број е важна карактеристика за атомот, белег според 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 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, односно атомскиот број** е најбитната карактеристика што **определува за каков атом станува збор**. Оттука се дефинира и поимот хемиски елемент:

*Множеството атоми со ист број протони, односно со ист атомски број се нарекува хемиски елемент.*

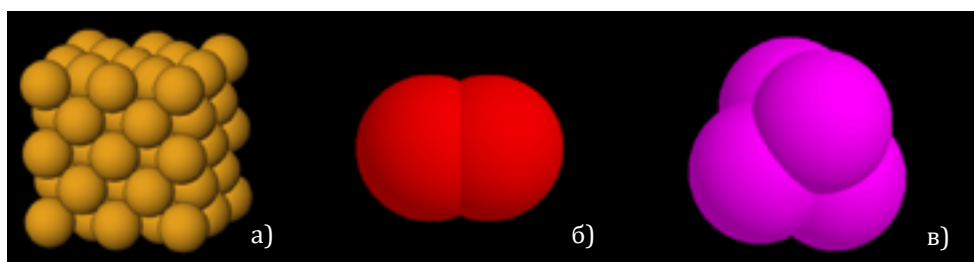
На пример, атомите на хемискиот елемент водород содржат еден протон, на азотот 7 протони, на кислородот 8 протони, на железото 26 итн. На човекот досега му се познати 118 хемиски елементи. Од нив, во супстанците во природата се наоѓаат 92, а останатите човекот ги добил по вештачки пат.

Веќе знаеш дека градбените единици на супстанците може да бидат атоми, молекули и јони. Всушност, супстанците се разликуваат меѓу себе првенствено според тоа какви атоми, молекули или јони влегуваат во нивниот состав. Но, и молекулите и јоните се добиваат од атоми на определени елементи. Затоа, главната поделба на супстанците е направена токму според тоа дали во нивниот состав влегуваат исти или различни елементи. Постојат супстанции што се изградени само од еден елемент и таквите супстанции се нарекуваат **елементарни супстанции**. Значи, елементарните супстанции може да ги дефинираме на следниов начин:

*Елементарни супстанции се такви супстанции во чиј состав влегува само еден елемент. Тие може да бидат изградени од атоми или, пак, од молекули што се изградени само од еден вид атоми.*

Да разгледаме неколку примери:

- ◆ Елементарната супстанца бакар е изградена од голем број атоми на елементот бакар.
- ◆ Елементарната супстанца кислород се состои од молекули што се изградени од два атома на елементот кислород.
- ◆ Елементарната супстанца фосфор се состои од молекули изградени од четири атома на елементот фосфор.



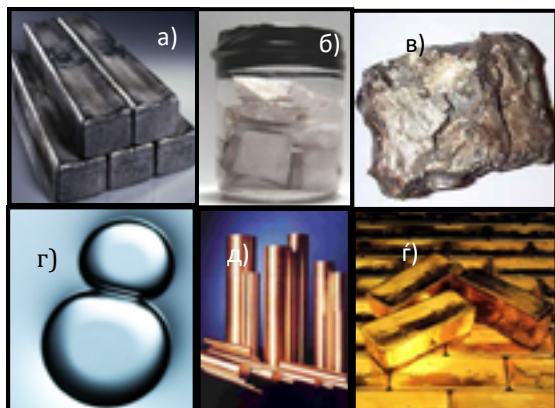
Слика 2.17. Модели на различни елементарни супстанции: а) елементарната супстанца бакар се состои од многу атоми на елементот бакар; б) кислородот се состои од молекули изградени од два атома на елементот кислород, а фосфорот (в) од молекули изградени од четири атома на елементот фосфор.

Во природата постојат примери на различни елементарни супстанции на еден ист елемент. Нив ги нарекуваме **алотропски модификации**. На пример, графитот и дијамантот се различни елементарни супстанции, но обете се изградени од атоми на елементот јаглерод т.е. од елементот јаглерод. Овие супстанции имаат сосема различни својства поради различниот начин на сврзување на атомите на јаглеродот.

Поради различните градбени единици и поради начинот на нивното сврзување, елементарните супстанции се разликуваат меѓу себе според своите својства. Сепак, елементарните супстанции, според своите својства, може, генерално, да се поделат на две поголеми групи, а тоа се: **метали** и **неметали**.



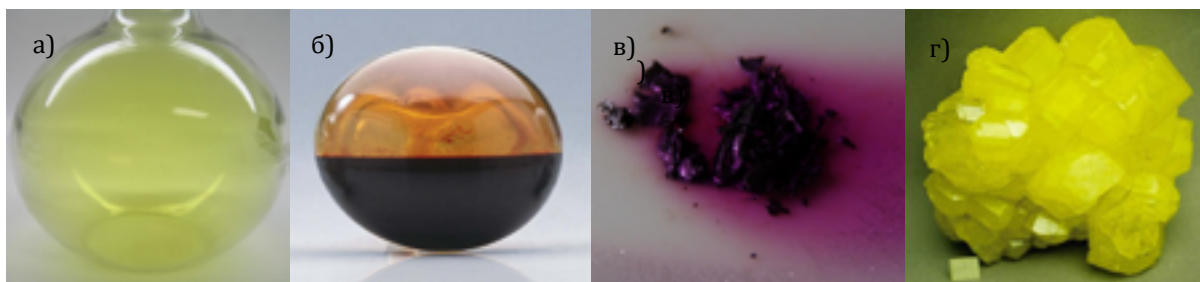
Слика 2.18. Графитот (а) и дијамантот (б) се алотропски модификации на јаглеродот.



Слика 2.19. Различни метали: а) Mg; б) Na; в) Fe; г) Hg; д) Cu; е) Au.

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 што се меки, повеќето се тврди и лесно може да се коват.

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



Слика 2.20. Различни неметали: а) хлорот е жолта, гасовита супстанца; б) бромот е кафеава течност; в) јодот е темносива цврста супстанца што сублимира во виолетови пари; г) сулфурот е жолта цврста супстанца.

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

Кажавме дека атомите може да се сврзуваат меѓу себе и да образуваат молекули. Разгледајте и примери на молекули изградени од исти атоми кај елементарните супстанции. Меѓутоа, многу почесто молекулите се образувани од различни атоми, притоа формирајќи соединенија. Молекулите на соединенијата се состојат од најмалку два различни атома. Значи, во составот на соединенијата влегуваат најмалку два различни елементи. Токму затоа велеме дека тие се посложени од елементарните супстанции. Освен од молекули, голем број соединенија може да бидат изградени и од јони со спротивни полнежи. Значи:

***Соединенија се супстанции што може да бидат изградени од молекули во чиј состав влегуваат различни атоми или, пак, од јони со спротивни полнежи.***

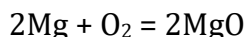
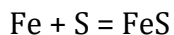
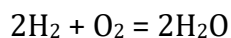
Да разгледаме неколку примери:

- ◆ Во составот на готварската сол (натриум хлорид) влегуваат два елемента: натриум и хлор. Таа е изградена од голем број јони на натриум и хлор, чијшто однос е 1:1, а формулата на натриум хлорид е  $\text{NaCl}$ .
- ◆ Водата е изградена од молекули во чиј состав влегуваат атоми на два елемента: водород и кислород.

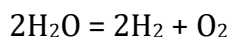
Тука треба да напомниме дека од атомите на елементите водород и кислород се изградени и молекулите на едно друго соединение, водород пероксид (познато уште и како хидроген). Меѓутоа, молекулата на водата е изградена од два атома водород и еден атом кислород, па затоа нејзината хемиска формула е  $H_2O$ , а молекулата на водород пероксид од два атома водород и два атома кислород, па оттука, хемиската формула на водород пероксид е  $H_2O_2$ . Всушност, постојат многу различни соединенија што 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 кислород ( $C_2H_4O_2$ ), а молекулата на етанолот се состои од 2 атома јаглерод, 6 атома водород и 1 атом кислород ( $C_2H_6O$ ). Молекулата на фосфорната киселина се состои од три атома водород, еден атом фосфор и четири атома кислород, па затоа нејзината хемиска формула е  $H_3PO_4$ . Оттука, може 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 што се среќаваат во природата е многу голем, а хемичарите, добивајќи соединенија што 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 супстанции!** Навистина, некои соединенија се добиваат со соединување елементарни супстанции составени од атоми од кои се состои и соединението, но добиеното соединение има сосема различни својства од елементарните супстанции од кои се добива. На пример, во составот на водата влегуваат елементите водород и кислород, но водата има сосема различни својства од елементарните супстанции водород и кислород: тие се гасовити супстанции, а водата е течност итн. Еве некои примери за реакции на добивање соединенија од соодветните елементарни супстанции:



Како што може директно да се добијат од нивните елементарни супстанции, така **соединенијата може да се разложат на елементарни супстанции.** На пример, со разложување на водата под дејство на еднонасочна струја (електролиза), се добиваат гасовит водород и гасовит кислород, но волуменот на водородот е двојно поголем од оној на кислород, па затоа може да напишеме:



За разлика од соединенијата, **елементарните супстанции не може да се разложат на попрости супстанции.**

## ХОМОГЕНИ И ХЕТЕРОГЕНИ СМЕСИ

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 нарекуваат **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 може 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. Чистите супстанци се состојат само од еден вид граѓбени единки.*

Чистите супстанци може да бидат елементарни супстанци или соединенија. Од чистите супстанци што се среќаваат во природата 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 што ќе најдат соодветна примена. Затоа, бројот на чисти супстанци секојдневно се зголемува.

Во секојдневниот живот постојано се среќаваме со **смеси**. Почвата, воздухот, морската, речната, езерската вода, па дури и водата што 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, сосема лесно може да заклучиме што е смеса:

*Смесите претставуваат физички 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 двете, по две или во некои други произволни количества. Според тоа, може да заклучиме дека, за разлика од чистите супстанци, **смесите немаат постојан состав**.

Да провериме какви својства имаат смесите преку неколку експерименти:



### Експеримент

#### Приготвување смеса од железо и сулфур и испитување на нејзините својства.

**Потребен прибор и супстанции:** Филтер-хартија, метална лажичка, магнет, железни струганици, сулфур во прав, заштитни очила и ракавици.

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

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

Под филтер-хартијата на двете смеси помини со магнет. Што забележуваш?



### Експеримент

#### Приготвување смеса од масло и вода и смеса од вода и алкохол.

**Потребен прибор и супстанции:** Две чаши, стаклени прачки, вода, масло, алкохол, заштитни очила и ракавици.

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



Од првиот изведен експеримент 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 магнетни својства. Меѓутоа, сигурно забележа и дека смесата што содржи повеќе сулфур од железо има боја што е повеќе жолта отколку сива. Врз основа на сето ова, може да го заклучиме следново:

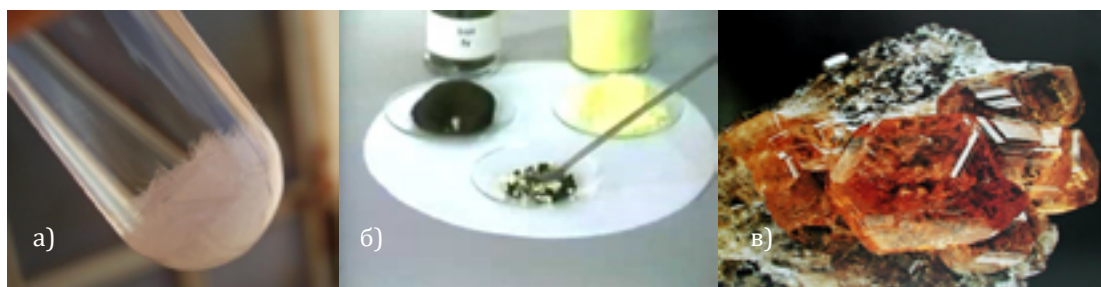
***Супстанците во составот на смесите си ги задржуваат своите својства. Својствата на смесите се променливи, а зависат од количеството на поодделните компоненти во смесата.***

Од набљудувањето на приготвените смеси од масло и вода, може да забележиш дека смесата на вода и алкохол наликува на една супстанца, бидејќи не може 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, разликуваме **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 смесата од масло и вода, но, исто така, и железото и сулфурот образуваат хетерогена смеса. Хетерогени смеси се и: песокот и водата, чаdot, различните карпи, рудите итн.



Слика 2.21. Хетерогени смеси: а) смеса од течна и цврста супстанца; б) смеса од две цврсти супстанции (железо и сулфур); в) карпите се хетерогени смеси од цврсти супстанции.

Што се однесува, пак, до хомогените смеси, може да го дадеме следниов заклучок:

*Хомогени смеси се смеси со еднороден состав и својства во сите свои делови. Меѓу компонентите на хомогената смеса не се забележува видлива граница.*

Примери за хомогени смеси се: воздухот, како и најголемиот број други смеси на гасови, различните раствори, различните легури итн. Инаку, хетерогените и хомогените смеси може да постојат во сите три агрегатни состојби.

Најчесто среќаван и еден од најважните типови хомогени смеси се **растворите**. За раствори си слушал во секојдневниот живот, а сигурно и си приготвувал раствори. Растворите може да се добијат со мешање супстанции 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 раствори од цврсти супстанции се **легуриите**. Од сите овие типови раствори, најчесто се среќаваат течните раствори.



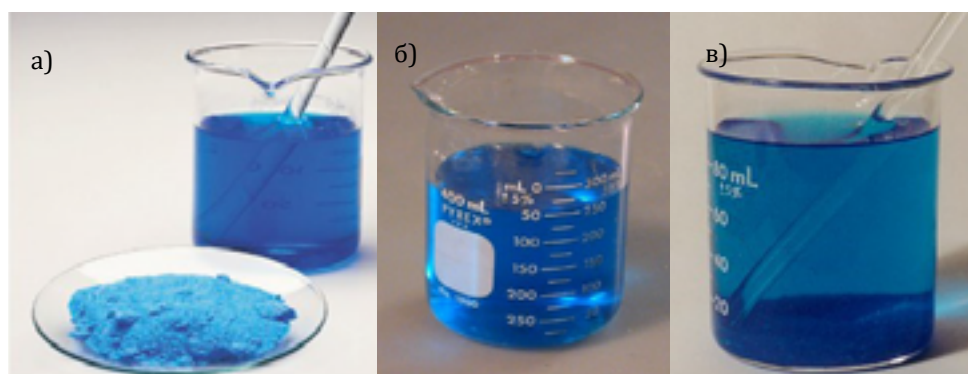
Слика 2.22. Водни раствори на различно обоени супстанции.

Растворот се состои од растворувач и растворена супстанца/-и што се нарекува раствореник (раствореници). Растворувач е супстанцата што е во поголемо количество и што е во иста агрегатна состојба со добиениот раствор. Најчесто, како растворувач за повеќе супстанции 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 супстанции.

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

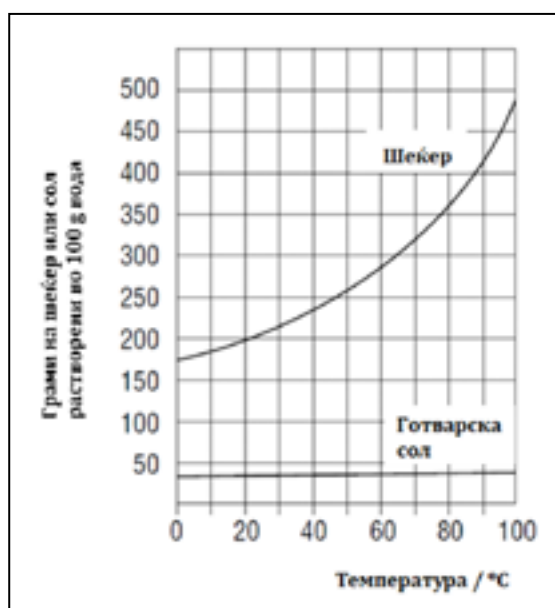
Очигледно, растворувањето зависи од повеќе фактори. Најпрво ќе кажеме дека определени супстанции се растворуваат во определни растворувачи, но нема да навлегуваме во причините за тоа. Покрај тоа, овде ќе се ограничимо само на водни раствори. Водата раствора многу различни супстанции. Процесот на растворување на супстанците во вода може да го разгледаме преку растворување цврста супстанца во вода, на пример, на син камен. Ако постепено додаваме од синиот камен во водата, ќе забележиме дека тој веднаш исчезнува, а добиениот раствор се обојува сино. Ако продолжиме со додавањето син камен, тој и натаму ќе се раствора, а растворот ќе добива поинтензивна сина боја. Сепак, во еден момент, додадениот син камен нема да може повеќе да се раствора во водата. Очигледно, во определено количество вода може да се раствори само определено количество растворлива супстанца.

Според количеството 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 раствореникот. **Заситен раствор** е раствор во кој, при дадените услови, во растворувачот е растворено максимално можно количество од раствореникот. 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 раствореник во споредба со заситениот. Од ваквите раствори, вишокот растворена супстанца исталожува.



Слика 2.23. а) Синиот камен лесно се раствора во вода и се добива раствор со сина боја; б) Овој раствор на син камен е незаситен; в) Растворот бил презаситен, па затоа од него исталожил вишокот син камен. Растворот над талогот е заситен.

Растворливоста на супстанците во вода (и во други растворувачи) може да се промени со промената на температурата. Најчесто, со зголемувањето на температурата, кај повеќето цврсти супстанции растворливоста се зголемува. Тоа значи дека со покачувањето на температурата, во растворувачот ќе се раствора поголемо количество растворлива супстанца. Кај некои супстанции покачувањето е значително, но кај други, како на пример, кај готварската сол, тоа е сосема мало. Но, има и спротивни случаи. Некои супстанции полесно се раствораат ако температурата се намалува. Така, на пример, кога сулфурна киселина се раствора во вода, растворот треба да го ладиме. На сликата 2.24. претставено е влијанието на температурата врз растворливоста на шеќер и сол во определено количество вода.



Слика 2.24. Влијание на температурата врз растворливоста на шеќер и сол.

Постојат различни начини со величински равенки да се изрази количеството на растворениот што е растворено во определено количество растворувач, но за нив ќе учим понатаму. Тука ќе спомнеме само дека за растворите што содржат мало количество растворлива супстанца често пати се користи терминот „разреден раствор“, додека, пак, ако растворот содржи поголемо количество растворлива супстанца, се користи терминот „концентриран раствор“.

За крај, ќе кажеме уште нешто за легурите или, како што понекогаш се нарекуваат, цврсти раствори, поради нивната исклучителна техничко-технолошка важност. Легурите се смеси од метали или понекогаш смеси од метали и неметали, како што е, на пример, челикот, кој е легура на железо и јаглерод. Тие најчесто се добиваат од смеси од растопени метали. Легурите овозможуваат својствата на материјалот да се модифицираат за специјални цели. На пример, алуминиумот се употребува за изработка на авиони бидејќи има мала густина, но нема голема тврдина, па затоа мора да се легира со други метали (бакар, магнезиум, манган), со кои ќе формира значително потврд материјал. Бронзата, легура на бакар и калај, била првата откриена легура. Месингот, исто така, е легура на бакар, но со цинк. Овие легури имаат голема техничка примена, но сепак, најголема примена имаат различните челици, кои освен железо и јаглерод, содржат и различни други метали, како што се, на пример: хром, манган и никел. Ваквите челици имаат голема отпорност кон надворешни влијанија (не 'рѓосуваат), имаат голема тврдост и сјајност, па затоа широка примена наоѓаат во техниката.

## ПОСТАПКИ ЗА РАЗДВОЈУВАЊЕ КОМПОНЕНТИ ОД СМЕСИ

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

Доколку некоја од компонентите во смесата има некое карактеристично својство што 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 на тој начин што кон смесата ќе се приближи магнет. Или, пак, јодот, кој има својство да сублимира, од смеса во која нема други супстанции што сублимираат ќе го издвоиме токму врз основа на ова својство.



Слика 2.25. Железото може да се одвои од смесата врз основа на неговите магнетни својства.



Слика 2.26. На собна температура, јодот е цврста супстанца со сива боја. Тој сублимира со виолетови пари, кои во допир со ладен предмет преминуваат во цврста состојба. Ова својство на јодот може да послужи за негово издвојување од смеси.

Многу почесто во смесите нема компоненти со некои карактеристични својства. Во таков случај, за раздвојување на компонентите од смесата се избира такво својство за кое постојат значителни разлики во неговите вредности кај поодделните 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 спомнеме оние што најчесто се употребуваат.

**Декантацијата** е постапка за одделување на компонентите од **хетерогена смеса**. Таа се базира врз **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 цврста и течна компонента од смеса, но може да се користи и за раздвојување две течности во хетерогена смеса.

Декантацијата подобро ќе ја научиш преку следниов експеримент:



### Експеримент

#### Декантација

**Потребен прибор и супстанци:** Две чаши, стаклена прачка, песок, вода, заштитни очила и ракавици.

**Постапка:** Во една чаша измешај песок и вода. Остава ја чашата да мирува со цел песокот да падне на дното. Потоа, водата прелеј ја во друга чаша, сипувајќи ја внимателно по ѕидовите на стаклената прачка, без да ја клумкаш чашата.

За раздвојување хетерогена смеса од две течности што се разликуваат во своите густини се употребува **одделителна инка**.



Слика 2.27. Одделителна инка. Со отварање на долниот чеп, течноста во долниот дел може да истече во собирен сад.

**Филтрација** е операција што се користи за раздвојување на цврстата супстанца од течноста во хетерогена смеса. Таа се базира на **разликата во големините на честичките**. За оваа цел се потребни материјали што се порозни и низ чии пори ќе поминат честичките со помала големина, а ќе се задржат оние со поголема. Таквите материјали се нарекуваат **филтри**. Течноста што поминува низ порите на филтерот се нарекува **филтрат**, а цврстата супстанца што останува на неговата површина се нарекува **талог**. Во лабораторијата најчесто се користи филтер-хартија. Филтрацијата може подобро да ја научиш преку следниов експеримент:



### Експеримент

#### Филтрација

**Потребен прибор и супстанци:** Статив и метален прстен, чаша, инка, стаклена прачка, ерленмаер, филтер-хартија, креда, вода.

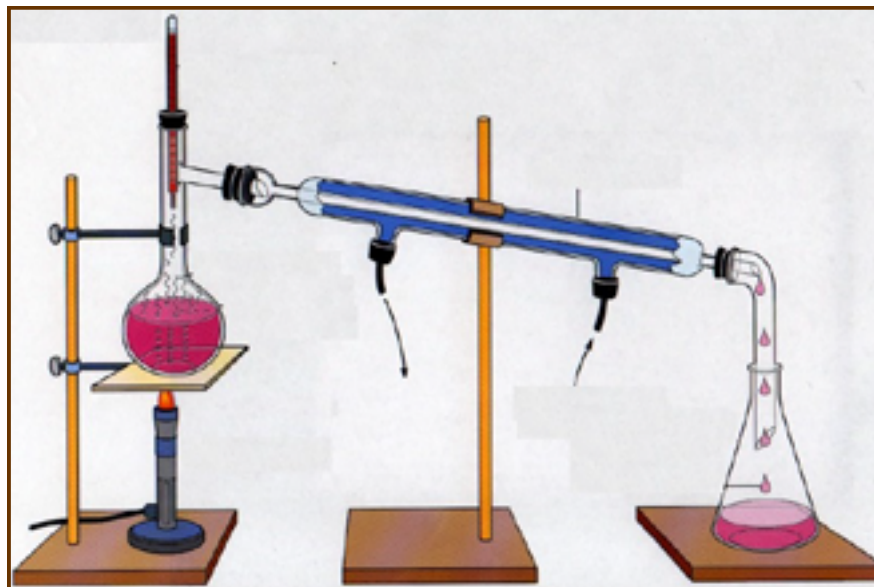
**Постапка:** Состави прибор, како што е претставено на Слика 2.27. Во чашата измешај истолчена креда и вода. Внимателно промешај ја, а потоа по ѕидовите на стаклената прачка внимателно сипувај во инката, но само на филтер-хартијата.

Каква е течноста што се собира во ерленмаерот? Што останува на филтер-хартијата?



Слика 2.28. Прибор за филтрација. Низ филтер-хартијата минува бистрата течност, а на филтер-хартијата останува цврстата супстанца.

**Дестилација** е постапка со која компонентите од **раствор** се разделуваат врз основа на **разликите во нивните температури на вриење**. Процесот се состои во загревање на смесата, при што течнота со пониска температура на вриење испарува, а потоа нејзините пари се ладат, при што тие повторно поминуваат во течност. Добиената течност се нарекува **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 нарекуваат **фракции**.



Слика 2.29. Апаратура за дестилација.

Ако една цврста супстанца е растворена во течност, таа може да се оддели со загревање на растворот и со испарување на растворувачот. По испарувањето на растворувачот, во садот останува цврстата супстанца. Издвојувањето на цврстата супстанца може да се изведе и со **намалување на растворливоста**, така што или ќе го намалиме количеството растворувач, со испарување или, пак, ќе се промени температурата. Во двата случаи се добива презаситен раствор од кој се издвојува цврстата супстанца. Оваа постапка се нарекува **кристализација** (или **кристализација од раствор**). Цврстата супстанца (кристалите) од течнота се одделуваат со филтрирање.



Слика 2.30. Кристализација од раствор.

Шематскиот приказ за поделбата на супстанците е даден на Слика 2.31



Слика 2.31. Шематски приказ за поделба на супстанците.

### 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 слатки содржат презаситен раствор на сахароза (обичен шеќер). Токму затоа понекогаш може 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 може да се појават кристали. За да го отстранат винскиот камен од виното, пред да го стават во шишиња, винарите го ладат виното на околу 0 °C и во него додаваат неколку кристалчиња вински камен. Така, целиот вински камен ќе искристализира, а потоа виното се филтрира.


### ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ:

1. Врз основа на дадените искази, определи кои супстанции 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 сулфур; 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.
2. Кои од следните својства се заеднички за металите: а) лесно се раствораат во вода; б) имаат метален сјај; в) имаат задушлив мирис; г) спроведуваат електричество.
3. 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 елементарна супстанца е метал или неметал?
4. Кои од следните супстанции се чисти супстанции, а кои се смеси: а) нафта; б) шеќер; в) вино; г) водород; д) водна пара; е) млеко?
5. Која од следните смеси е хомогена, а која е хетерогена: а) песок и вода; б) ракија; в) чај; г) сол и бибер; д) оцет?
6. Наброј неколку хетерогени смеси и неколку раствори со кои се среќаваш во секојдневниот живот.
7. Во кои од дадените случаи ќе се образува раствор кога ќе се измешаат следните супстанции: а) вода и брашно; б) сол и вода; в) масло и оцет; г) вода и солна киселина?
8. Во еден сад има една цврста супстанца, а над неа нејзиниот раствор. Каков е растворот над цврстата супстанца: незаситен, заситен или презаситен?
9. На разликата во кое својство се базира одвојувањето на супстанците од смеса со декантација?
10. Која метода би ја применил за да го одвоиш етанолот од неговата смеса со вода? Врз што се базира оваа метода?
11. Која од следните супстанции има својство да сублимира: а) готварска сол; б) јод; в) сулфур; г) железо; д) хлор?
12. Кои од следните супстанции: креда, песок, сол, брашно и шеќер може да се одделат со постапка на кристализација ако се во смеса со вода?





## ИСТРАЖУВАЈ!

- ◆ Направи збирка од метали и неметали што 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.
- ◆ Примена на ИКТ: Разгледај ги анимациите за чисти супстанции и смеси и за одделување на компонентите од смеси на следнава страница: <https://www.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-biology-foundations/hs-biological-macromolecules/v/elements-and-atoms>
- ◆ Од следниве супстанции приготви различни смеси: вода, масло, брашно, алкохол, сол, шеќер, син камен, железо, креда. Кои од смесите се хетерогени, а кои се хомогени?
- ◆ Приготви 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.
- ◆ Работа во мали групи: Изберете две супстанции од кои ќе направите таква смеса од која потоа ќе може овие супстанции да ги одделите со декантација и со филтрација. Изведете ги овие постапки.
- ◆ Работа во мали групи: 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.
- ◆ *Групна проектна активност:* Пригответе смеса од песок, јод и готварска сол, а потоа одделете ги компонентите од смесата.

## РЕЗИМЕ:

- ♦ **Физички својства** на супстанците се оние својства што може да ги забележваме со нашите сетила или да ги регистрираме и да ги измериме со инструменти.
- ♦ **Хемиско својство** е способноста на супстанцата да претрпи определен вид хемиска промена (промена на нејзиниот идентитет) под дејство на други супстанции или под дејство на надворешни услови.
- ♦ **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 супстанции.
- ♦ **Хемиски промени** се такви промени при кои под дејство на надворешни влијанија или при заемодејство со други супстанции доаѓа до промена на составот на супстанците. Притоа, појдовните супстанции го губат својот идентитет и се добиваат други супстанции.
- ♦ **Градбените единки на супстанците** со заедничко име се нарекуваат честички (корпускули).
- ♦ **Топење** е промена на агрегатната состојба на супстанците од цврста во течна.
- ♦ **Испарување** е промена на агрегатната состојба на супстанците од течна во гасовита.
- ♦ **Кондензација** е промена на агрегатната состојба на супстанците од гасовита во течна.
- ♦ **Мрзнење** е промена на агрегатната состојба на супстанцата од течна во цврста.
- ♦ Промената на агрегатната состојба директно од цврста во гасовита се нарекува **сублимација**, а обратната промена се нарекува **десублимација** или **депозиција**.
- ♦ **Атом** е градбена единка на супстанците.
- ♦ **Атомски број** е бројот на протони во атомското јадро.
- ♦ **Масен број** е збир од бројот на протони и неутрони во атомското јадро.
- ♦ **Изотопи** се атоми со ист атомски број, а различен масен број.

## **РЕЗИМЕ:**

- ♦ *Изобари се атоми со ист масен број, а различен атомски број.*
- ♦ *Катјоните се позитивно наелектризирани јони, а анјоните се негативно наелектризирани јони.*
- ♦ *Молекули се честички изградени од два или повеќе атоми сврзани меѓу себе со хемиска врска.*
- ♦ *Хемиски елемент е множество атоми со ист број протони, односно со ист атомски број.*
- ♦ *Елементарни супстанци се такви супстанци во чиј состав влегува само еден елемент. Тие можат да бидат изградени од атоми или, пак, од молекули кои се изградени само од еден вид атоми. Елементарните супстанци се поделени на: метали, неметали и семиметали.*
- ♦ *Соединенија се супстанци кои може да бидат изградени од молекули составени од различни атоми, или од јони со спротивни полнежи.*
- ♦ *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.*
- ♦ *Смеси претставуваат физички мешавини од две или повеќе чисти супстанции. Супстанциите во составот на смесите си ги задржуваат своите својства. Својствата на смесите се променливи, а зависат од количеството на поодделните компоненти во смесата.*
- ♦ *Хетерогените смеси се смеси со нееднаков состав и својства во сите свои делови. Кај нив постои јасно изразена (видлива) граница меѓу поодделните компоненти на смесата.*
- ♦ *Хомогени смеси се смеси со еднороден состав и својства во сите свои делови. Меѓу компонентите на хомогената смеса не се забележува видлива граница.*
- ♦ *Растворите се хомогени смеси составени од растворувач и раствореник (раствореници).*
- ♦ *Компонентите во смесите може да се одделат врз основа на разликите во нивните физички својства.*
- ♦ *За одделување на состојките од смеса се користат различни постапки како: декантација, филтрација, дестилација, кристализација и други.*

## Модуларна единица 3

# ПЕРИОДЕН СИСТЕМ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ

Со изучување на содржините од модуларната единица „Периоден систем на елементите“, се очекува ученикот/ученичката да биде способен/-на да:

- ♦ ја опишува структурата на таблицата на периодниот систем на елементите користејќи ги поимите за периода и група;
- ♦ ги поврзува структурата на атомот на елементот и неговото место во таблицата на периодниот систем;
- ♦ го препознава и да го објаснува трендот на периодично изменување на металните/неметалните својства долж периода и долж група.

Содржини:

- ♦ Структура на таблицата на периодниот систем на елементите
- ♦ Периоден систем на елементите и градбата на атомот
- ♦ Периодичност на металните/неметалните својства

Поими:

- ♦ Периоден систем на елементите
- ♦ Периоди
- ♦ Групи

## СТРУКТУРА НА ТАБЛИЦАТА НА ПЕРИОДНИОТ СИСТЕМ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ

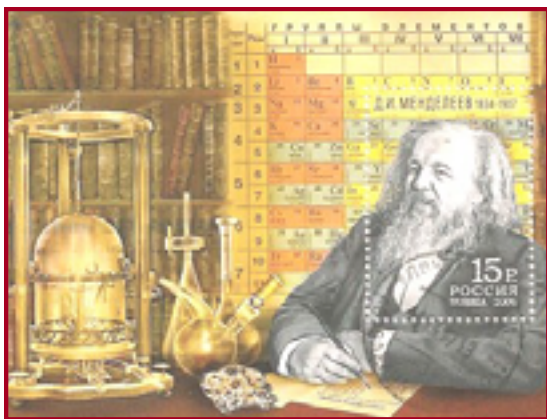
Испитувањата на физичките и хемиските својства на елементарните супстанции покажале дека меѓу нив постојат мноштво разлики, но и сличности. Така, на пример, ако ги разгледаме физичките својства на елементарните супстанции, ќе забележиме дека тие во природата се среќаваат во различни агрегатни состојби, имаат различни температури на топење, густини, бои итн. И во однос на 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 супстанции се поделени во три групи: метали, неметали и семиметали. Меѓу својствата на металите, како и меѓу својствата на неметалите постои сличност. Особено голема сличност кај определени елементарни супстанции може да се забележи кога станува збор за хемиското однесување, според кое и најчесто се класифицираат. Постоенето 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.

Основите на современото сфаќање на хемиските елементи потекнуваат уште од „таткото на хемијата“ – Антоан Лавоазје. Во својот учебник тој навел едноставна таблица на метални и неметални супстанции што не може да се разложат на попусти и ги нарекол хемиски елементи. Во текот на 18 и 19 век, многумина истражувачи успеале да соберат голем број податоци за својствата на дотогаш познатите елементи и нивните соединенија, што претставувало основа за систематизација на елементите. Во 1817 година, Доберајнер 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, литиум, натриум и калиум бурно реагираат со водата и градат бази; калциум, стронциум и бариум реагираат помалку бурно и даваат малку 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 **Дмитриј Иванович Менделеев**.



Слика 3.1. Дмитриј Иванович Менделеев, творецот 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 (атомска тежина, како што се нарекувала тогаш), периодично се повторуваат сличности во нивните хемиски својства. Затоа, во 1869 година, се обидел сите дотогаш познати 63 елементи 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 на уште 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.

Денес се познати 118 елементи, од кои 92 се среќаваат во природата, а другите се вештачки добиени во лабораторија. Современата класификација на хемиските елементи се темели врз една величина што 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 најсовершената класификација што ја направил човекот, бидејќи е заснована врз градбата на атомот. Градбата на атомот, особено на неговата електронска обвивка, како што ќе видиме, доведува до правилно изменување на многу својства на елементарните супстанции изградени од соодветните елементи.

Ако погледнеме некоја од денешните таблици на периоден систем на елементите, ќе забележиме дека постојат хоризонтални и вертикални низи. Седумте хоризонтални низи се нарекуваат **периоди**, а вертикалните низи – **групи**. **Периодите** се означуваат со арапски броеви од еден до седум. Вообичаено, во таблицата на периодниот систем посебно се издвоени две серии од по четиринаесет елементи, кои ѝ припаѓаат на шестата, односно на седмата периода и се нарекуваат **лантаноиди** и **актиноиди** соодветно.

Означувањето на групите може да биде различно. Според најновите препораки, **групите** се означуваат со броевите од 1 до 18. Исто така, постои и означување на групите со броеви од еден до осум, но со римски цифри (I до VIII), при што цифрата е проследен со латинична буква A или B, што значи дека кога се означуваат со римски цифри, групите се поделени на A и B групи. Последната група, во која се сместени **благородните (инертни) гасови**, понекогаш се означува само како VIII група, а понекогаш како нулта (0) група.

Според тоа, честопати се среќаваат извесни разлики во таблиците на периодниот систем, особено во сместувањето на лантаноидите и актиноидите, како и во означувањето на A и B групите, почнувајќи од третата. Изгледот на еден вид таблица на периодниот систем на елементите е даден на сликата 3.2.

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

Слика 3.2. Еден вид таблица на периодниот систем на елементите. Во неа, лантаноидите и актиноидите се посебно издвоени, а групите од 3 до 7 се означени како B, додека, пак, оние од 13 до 18 како A.

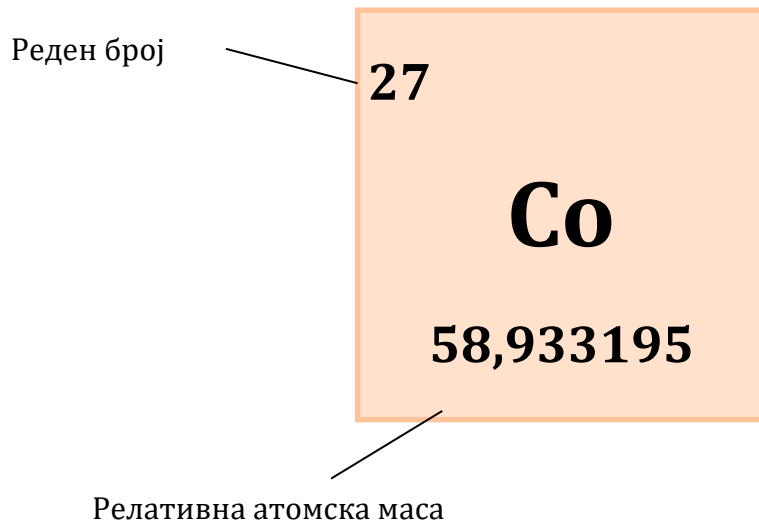
Денес, според **Интернационалната унија за чиста и применета хемија (IUPAC)**, се препорачува следнава таблица на периоден систем:



Слика 3.3. Таблицы на периоден систем препорачани од IUPAC. Означувањето на групите е од 1 до 18 или со римски броеви од I до VIII, каде што групите од 3 до 10 се означени со A, од 13 до 17 со B, а групата на благородните гасови со VIII.

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

Таблицата на периодниот систем се состои од 118 квадратчиња во кои е напишан симболот на елементот. Освен тоа, во различни таблица на периоден систем се дадени мноштво различни податоци за елементот. Во речиси сите таблица е даден редниот број на елементот, а најчесто и релативната атомска маса. Во некои се содржат и името на елементот и вредностите на други физички величини, што се однесуваат на елементарната супстанца на соодветниот елемент, како што се, на пример, температури на топење и вриење, густина итн.





## ПЕРИОДЕН СИСТЕМ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ И ГРАДБАТА НА АТОМОТ

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. Според тоа, елементите во периодниот систем се подредени следејќи една природна законитост. Значи:

***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 чишто атоми во последниот електронски слој имаат само по еден електрон, во втората оние со по два итн. Значи:

***Бројот на валентни електрони во атомот на елементот е еднаков со бројот на групата во која се наоѓа тој.***

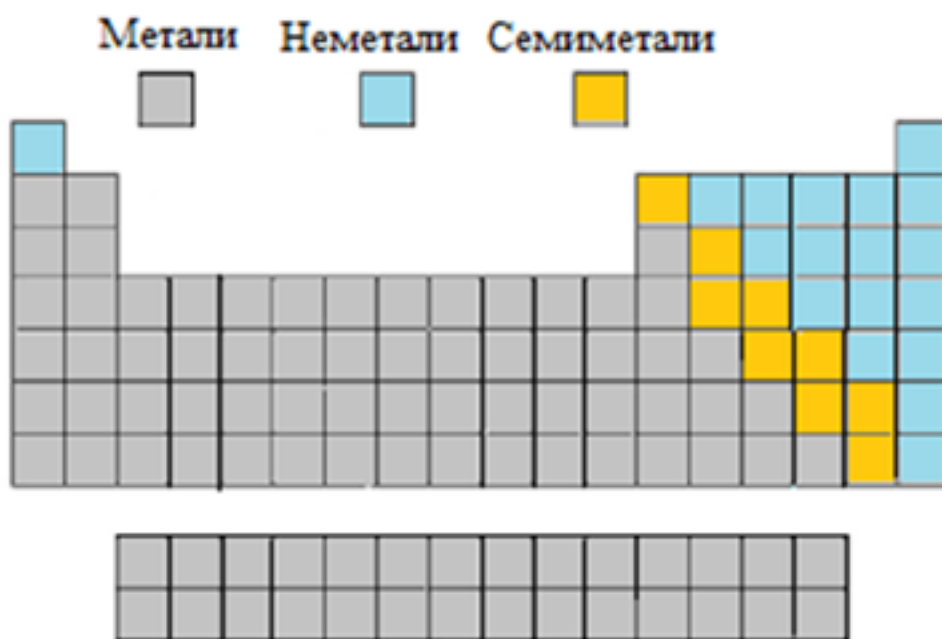
Поради истиот број валентни електрони, во најголемиот број случаи, **елементите од иста група имаат иста максимална валентност**. Таа е еднаква со бројот на групата кога е означена со римски цифри. Така, на пример, сите елементи од IIIA и IIIB група се тривалентни; азотот, кој се наоѓа во VB група, може да биде максимално петвалентен, а исто така и фосфорот. Максимален број валентни електрони (осум) имаат атомите на благородните гасови (исклучок е атомот на хелиум со два електрони). Во атомите на овие елементи, последниот електронски слој е целосно пополнет со електрони, па затоа, за ваквата електронска состојба велиме дека е стабилна.

Постепеното менување на бројот на електрони долж групите и периодите доведува и до постепено изменување на својствата на елементите и на елементарните супстанции. Затоа, врз основа на местоположбата на елементите во периодниот систем може да добиеме претстава за нивните својства и за својствата на нивните елементарни супстанции. За ова ќе стане збор во следната содржина.

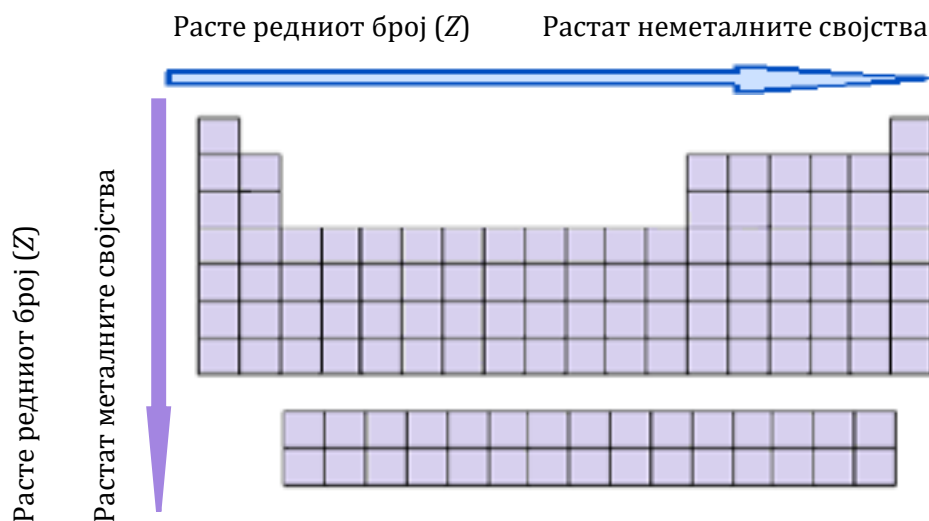
## ПЕРИОДИЧНОСТ НА МЕТАЛНИТЕ/НЕМЕТАЛНИТЕ СВОЈСТВА

Секоја периода во таблицата на периодниот систем на елементите започнува со изразит метал, а завршува со благороден гас. Долж една периода, одејќи од лево надесно, својствата на елементарните супстанции постепено се изменуваат од метални до неметални. Долж една група, одгоре надолу, растат металните својства (Слика 3.4. и 3.5.). Значи:

*Најизразитите метали се наоѓаат лево долу во таблицата на периодниот систем, а најизразитите неметали, десно горе.*



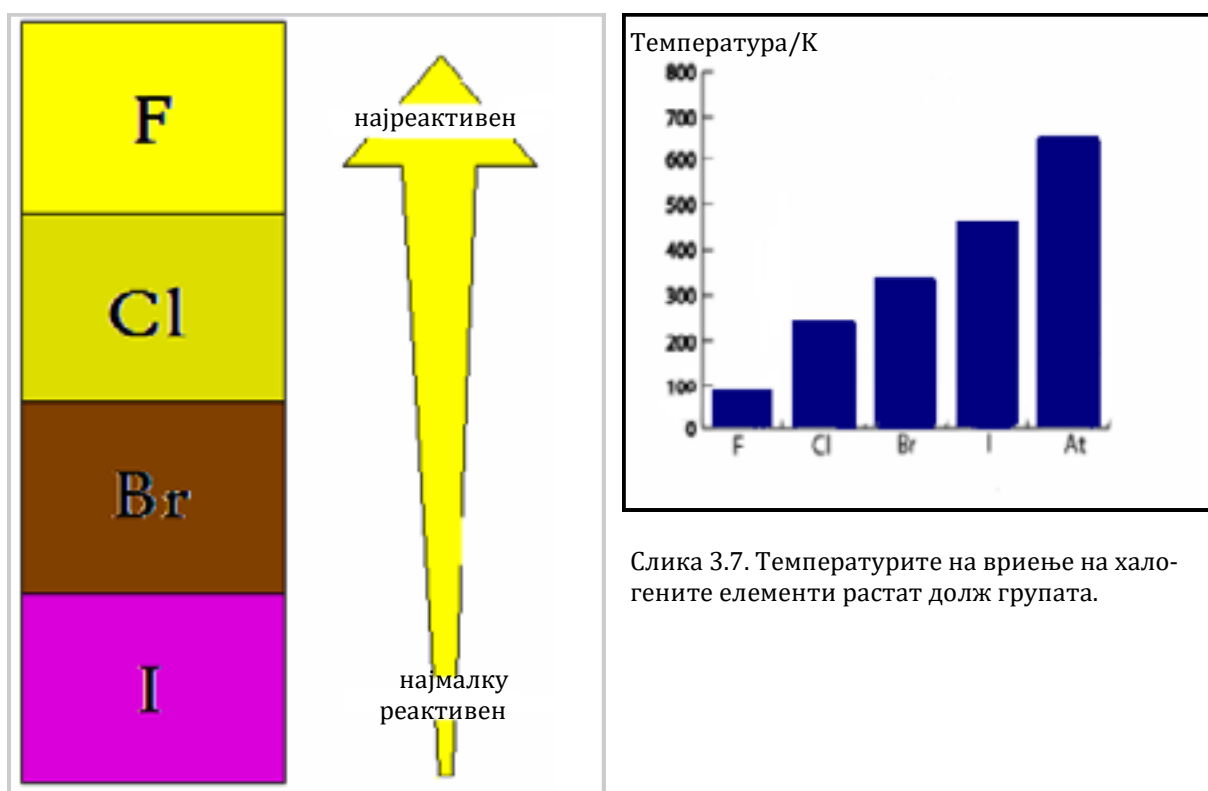
Слика 3.4. Местоположбата на металите, неметалите и семиметалите во периодниот систем.



Слика 3.5. Изменување на редниот број и металните/неметалните својства долж групата, т.е. периодата.

Во една иста група се сместени елементи коишто, освен метални, т.е. неметални 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 нарекуваат алкални метали; елементите од 2-та група се нарекуваат земноалкални метали; елементите од 17-тата група (VIIВ) се нарекуваат 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 е цврста супстанца. Постепено се менуваат и нивната боја, температурата на вриење и др., но, исто така, и хемиската реактивност (Слика 3.6. и 3.7.).



Слика 3.7. Температурите на вриење на халогените елементи растат долж групата.

Слика 3.6. Некои својства во групата на халогените елементи правилно се изменуваат.

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

## ДОДАТОК:

### ДМИТРИЈ ИВАНОВИЧ МЕНДЕЛЕЕВ И НЕГОВОТО ДЕЛО

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

Дмитриј Иванович Менделеев се родил во 1834 година во Тоболск, Сибир, како 14-то дете во семејството. Татко му починал брзо по неговото раѓање, а подоцна неговото семејство се преселило во Москва, со цел талентираниот Дмитриј да се запише на тамошниот универзитет. Меѓутоа, поради местото на раѓање, не бил примен. Благодарејќи на настојчивоста на неговата мајка, успеал да се запише на Педагошкиот институт во Санкт Петербург. Студиите ги завршил со златен медал, а потоа продолжил со студии по хемија во Одеса. Во Санкт Петербург станал професор по хемија на тамошниот Технички институт.

Поради огромната љубов кон хемијата и желбата да научи уште повеќе, Менделеев престојувал во Германија и во Франција, каде што работел со познати научници, како Бунзен, Кирхоф и Каницаро. Покрај тоа што ја составил првата таблица на периодниот систем на елементите, тој работел и на решавање 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.

Менделеев починал во 1907 година, но неговото дело, периодниот систем на елементите, продолжило да расте и да живее.

## ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ

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 атомот на некој елемент е 14.
  - а) Колку изнесува неговиот реден број?
  - б) Во која периода и во која група се наоѓа тој елемент?
3. Колку протони и електрони има атомот на елемент што се наоѓа во втората периода и во VB група?
4. Во која периода 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 се наоѓа еден елемент ако неговиот атом 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?

## РЕЗИМЕ:

- ♦ *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 се нарекуваат **групи**.*
- ♦ *Бројот на периодата одговара со **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 во најголемиот број случаи одговара со **бројот на групата**.*
- ♦ *Во иста група од периодниот систем се наоѓаат елементи чишто **елементарни супстанции имаат слични својства** или, пак, тие правилно се изменуваат.*
- ♦ *Металните својства опаѓаат долж периодата (одлево надесно), а растат долж групата (одгоре надолу). Најизразитите **метали** се сместени **лево долу** во периодниот систем, а најизразитите **неметали, десно горе**.*



## Модуларна единица 4

# ХЕМИСКИ ВРСКИ

Со изучување на содржините од модуларната единица „Хемиски врски“, се очекува ученикот/ученичката да биде способен/-на да:

- ♦ дефинира јонска врска и да претставува со шематски приказ образување јонска врска;
- ♦ дефинира ковалентна врска, да препозна неполярна и поларна ковалентна врска и да претставува со шематски приказ образување ковалентна врска.

Содржини:

- ♦ Јонска врска
- ♦ Својства на јонски градени соединенија
- ♦ Неполярна и поларна ковалентна врска
- ♦ Својства на ковалентно градени супстанции

Поими:

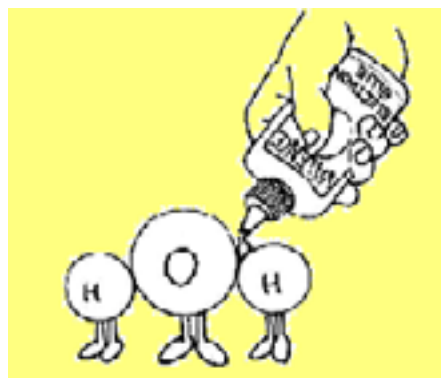
- |                            |  |
|----------------------------|--|
| ♦ Јон                      | ♦ Ковалентна врска (неполярна и поларна) |
| ♦ Катјон                   | ♦ Електронски пар                        |
| ♦ Анјон                    | ♦ Единечна врска                         |
| ♦ Јонска врска             | ♦ Двојна врска                           |
| ♦ Луисовски симболи        | ♦ Тројна врска                           |
| ♦ Електростатски сили      | ♦ Луисовски формули                      |
| ♦ Јонска кристална решетка | ♦ Електронегативност                     |
| ♦ Формулна единка          |  |



## ЈОНСКА ВРСКА

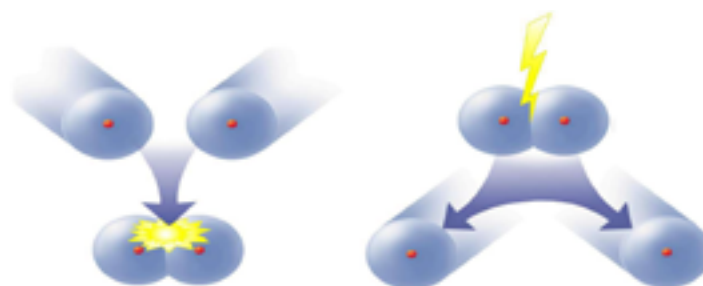
Видовме дека при хемиските реакции доаѓа до прегрупирање на атомите на различните супстанци, при што се добиваат други супстанци. Но, што е тоа што ги држи атомите заедно? При добивањето на новите супстанци меѓу атомите доаѓа до т.н. **хемиско сврзување** или до образување **хемиски врски**. Хемиските врски се, всушност, причината поради која атомите се држат заедно во градбените честички на соединенијата на 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 може да учествуваат во хемиското сврзување? До одговорот на ова прашање лесно ќе дојдеме ако се потсетиме на две важни работи што 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 електронски слој е целосно пополнет. Според тоа, лесно може да заклучиме дека во размената на електрони ќе учествуваат само **валентните електрони**.



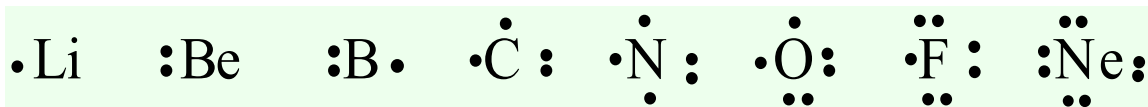
Слика 4.1. „Лепакот“ со кој се сврзуваат атомите меѓу себе се валентните електрони што се разменуваат меѓу нив.

Притоа, атомите што учествуваат во размената на електрони се стремат да постигнат стабилна електронска конфигурација 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 се вложи енергија (Слика 4.2).



Слика 4.2. При формирањето на хемиските врски се ослободува енергија (лево), а за тие да се раскинат (десно), треба да се вложи 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 може со електронски симболи да се претстават атомите на елементите од втората периода.



Слика 4.3. Г. Н. Луис, научникот што 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 нарекуваат уште и **Луисови симболи** и **Луисови 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
- ◆ метална.

Овде ќе се запознаеме само со јонската и со ковалентната врска.

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 им е полесно да примаат, отколку да испуштаат електрони. До јонско сврзување доаѓа кога атомите на металите им предаваат електрони на атомите на неметалите. 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 атомите на неметалите ги примаат тие електрони. Испуштањето електрони е карактеристично за елементите чии атоми имаат до три валентни електрони, а примањето електрони е карактеристично за елементите чии атоми имаат од 5 до 7 валентни електрони.

						0	
H						He	
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra						

Слика 4.4. На сликата, 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 електрони, атомите веќе не се електроненутрални честички, туку преминуваат во наелектризирани честички. Ваквите наелектризирани честички се нарекуваат **јони**. Кога атомите на металите испуштаат електрони, преминуваат во **позитивно наелектризирани јони** што се нарекуваат **катјони**, а кога атомите на неметалите примаат електрони, преминуваат во **негативно наелектризирани јони** што се нарекуваат **анјони**.

**Внимавај!**  
**При јонското сврзување не се образуваат молекули!**

Меѓу спротивно наелектризираните јони 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 електрони и на електростатско привлекување на образуваните јони се нарекува јонска врска.*

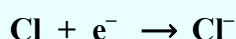
Да разгледаме неколку примери за јонско сврзување:

**Пример 4.1. Како ќе се образува јонска врска меѓу натриумот и хлорот?**

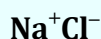
**Решение:** Натриумот се наоѓа во 1, т.е. IA група од периодниот систем. Според тоа, неговиот атом има еден валентен електрон. Кога ќе го испушти валентниот електрон, атомот на натриум ќе образува натриумов катјон.



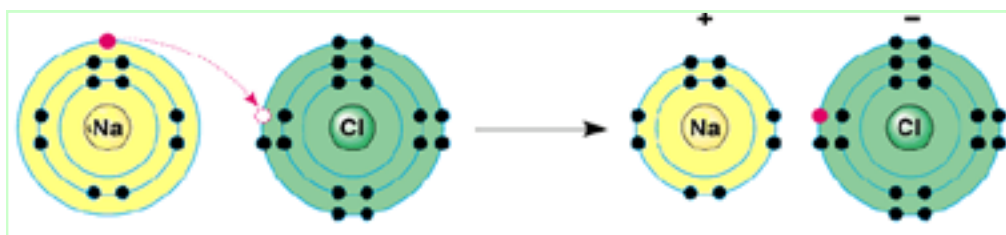
Хлорот се наоѓа во 17, т.е. VIIB група од периодниот систем. Атомот на хлорот има 7 валентни електрони, што значи дека му недостасува уште еден електрон за да добие стабилна електронска структура. Затоа, тој го прима испуштениот електрон од атомот на натриум и преминува во анјон.



Натриумовиот катјон и хлоридниот анјон меѓусебно се привлекуваат.



Шематски, ова е прикажано на следнава слика:



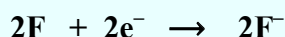
Слика 4.5. Шематски приказ на образувањето на натриумовите и хлоридните јони при нивното хемиско сврзување.

**Пример 4.2. Како ќе се образува јонска врска меѓу магнезиум и флуор?**

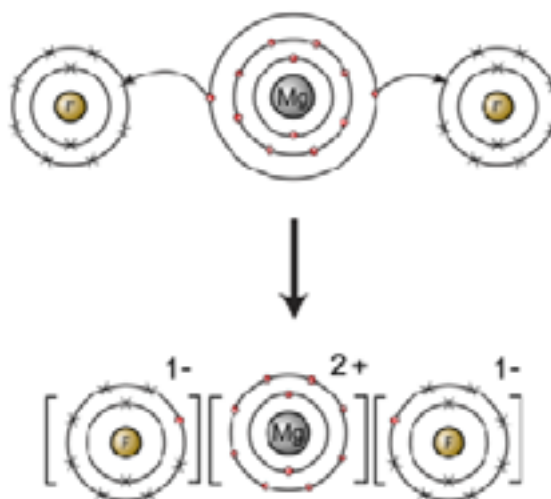
**Решение:** Магнезиумот се наоѓа во 2, т.е. IIA група од периодниот систем, што значи дека неговиот атом има два валентни електрони. Кога ќе ги испушти овие два валентни електрони, атомот на магнезиум ќе премине во магнезиумов катјон.



Флуорот се наоѓа во 17, т.е. VIIB група од периодниот систем, што значи дека неговиот атом има 7 валентни електрони. Нему му треба само еден електрон за да постигне стабилна електронска структура. Тоа значи дека двата електрони што ги испуштил атомот на магнезиум ќе ги примат два атома флуор, притоа образувајќи флуоридни анјони.

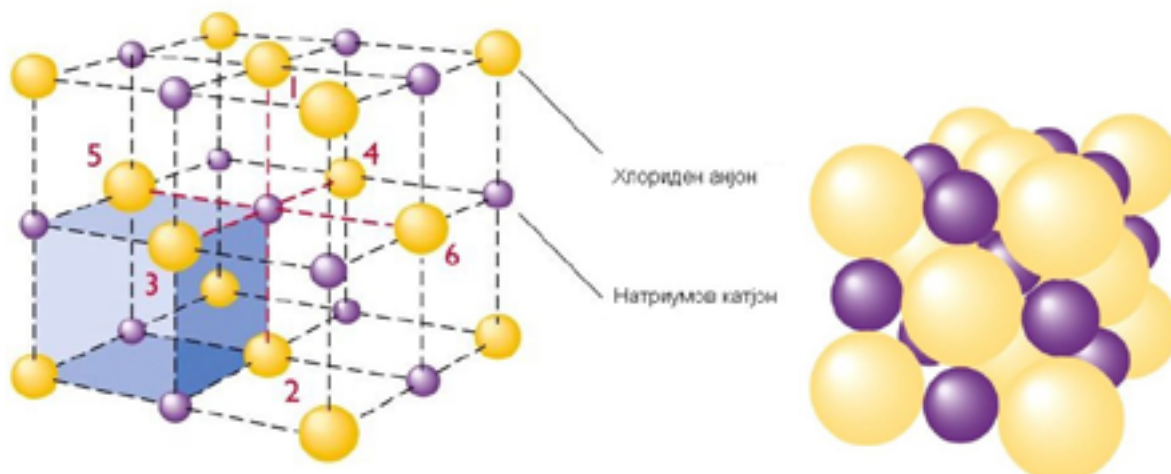


Магнезиумовиот катјон и флуоридните анјони меѓусебно се привлекуваат. Бидејќи еден магнезиумов катјон сврзува два флуоридни анјони, формулата на соединението ќе биде  $\text{MgF}_2$ .



Слика 4.6. Шематски приказ на образувањето 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 единици во ваквите кристали се јони, тие се нарекуваат **јонски кристали**, а кристалните решетки **јонски кристални решетки**. На пример, во кристалот на натриум хлорид, секој хлориден анјон е опкружен со шест натриумови катјони, а секој натриумов катјон, пак, со шест хлоридни анјони.



Слика 4.7. Модел на кристалната структура на натриум хлорид.

## СВОЈСТВА НА ЈОНСКИ ГРАДЕНИТЕ СОЕДИНЕНИЈА

Својствата на супстанците зависат од составот и од начинот на хемиското сврзување. Затоа, јонски градените соединенија имаат некои заеднички својства. Како пример со кој ќе ги разгледаме нивните својства ќе го земеме натриум хлоридот, познатата готварска сол. Знаеш дека натриум хлоридот, на собни услови, е цврста супстанца, а такви се и сите јонски градени соединенија. Тој, како и другите јонски соединенија, лесно се раствора во вода. Растворите и растопите на јонските соединенија спроведуваат електричество, бидејќи тогаш се добиваат/постојат слободни подвижни јони.



Слика 4.8. 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 може да се увериш доколку загреваш неколку зрнца готварска сол и шеќер. Ќе забележиш дека шеќерот ќе се стопи, но не и солта. Солта е јонски градено соединение, но не и шеќерот.

Според тоа, може да заклучиме дека:

***Јонски градените соединенија се во цврста агрегатна состојба при собни услови, лесно се раствораат во вода и најчесто имаат високи температури на топење. Нивните раствори и растопи спроведуваат електричество.***

## ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ

1. Напиши лувисовски симболи на:

- а) Алуминиум
- б) Фосфор
- в) Магнезиум

2. Од која од наведените групи елементите најлесно ги оддаваат валентните електрони?

- а) Трета група
- б) Прва група
- в) Шеста група
- г) Седма група

3. Кислородот се наоѓа во 16, т.е. VIВ група од периодниот систем. Дали неговиот атом кога образува јонска врска прима или испушта електрони?

4. Атомот на калциум има два валентни електрони. Дали ќе образува катјон или анјон?

5. Заокружи ги исказите што се точни.

- а) Јонска врска се образува меѓу типичен метал и типичен неметал.
- б) При формирањето јонска врска се образуваат молекули.
- в) Јонската врска се остварува со размена на електрони.
- г) Со јонска врска се сврзуваат атомите од еден ист елемент.

6. Со шематски приказ претстави го образувањето јонска врска кај калциум хлорид.

7. Во каква агрегатна состојба при собни услови очекуваш да бидат: а) бариум хлорид ( $\text{BaCl}_2$ ); б) натриум флуорид; в) калиум флуорид?



**ИСТРАЖУВАЈ!**

Разгледај го образувањето на јонската врска, јонските кристали и својствата на јонските соединенија што се дадени на интернет.

## НЕПОЛАРНА И ПОЛАРНА КОВАЛЕНТНА ВРСКА

Јонската врска ја објаснивме преку размена на електрони меѓу метал и неметал. Но, знаеме дека постојат и елементарни супстанции, како што се  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $H_2$  итн., а и соединенија изградени само од неметали, како што се  $H_2O$ ,  $SO_2$ ,  $HCl$  и многу други. Затоа, мора да се запрашаме како доаѓа до хемиско 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 електронска конфигурација на последниот електронски слој. Меѓутоа, во овој случај, тоа се постигнува со формирање **заеднички електронски парови, кои им 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 може да ја дадеме следнава дефиниција:

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

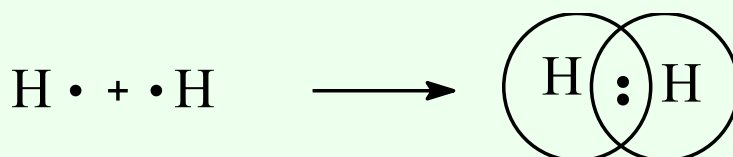
Бројот на ковалентни супстанции е огромен, што се должи, меѓу другото, и на можностите за повеќе различни видови ковалентни врски, кои ќе ги разгледаме подолу.

Ковалентното сврзување ќе го разгледаме преку повеќе примери, почнувајќи од образувањето на едноставните **молекули на елементарните супстанции**.



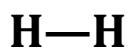
### Пример 4.3. Образување на молекулата на водород, H<sub>2</sub>.

Секој од двата атома на водород има по еден валентен електрон. Атомите на водородот се стремат да постигнат стабилна електронска состојба на атомот на хелиум со два електрони во својот единствен слој. Тоа може да го постигнат ако формираат заеднички електронски пар што им припаѓа на обата атома. Имај предвид дека единствено водородот, при ковалентно сврзување, постигнува стабилна електронска состојба со два електрони во својот единствен слој. Тоа може да го претставиме со лувисовски симболи и формули на следниов начин:



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

Највообичаениот начин за претставување на заедничките електронски парови е тие да се претстават со валентни цртички. Притоа, **една валентна цртичка** означува **еден заеднички електронски пар**. Формулите, пак, во кои заедничките електронски парови се означуваат со валентни цртички се нарекуваат **структурни формули**. Според тоа, структурната формула на водородот ќе ја напишеме како:



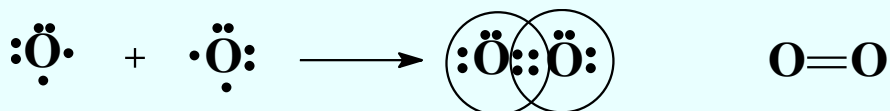
Како што може да се види од дадениот пример, во молекулата на водородот, атомите се сврзани со еден електронски пар, па затоа ваквата врска ја нарекуваме **единечна врска**.



Слика 4.9. Различни начини на претставување на молекулата на водород.

#### Пример 4.4. Образување на молекулата на кислород, O<sub>2</sub>.

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



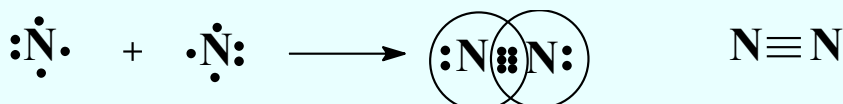
Врската што се образува со два заеднички електронски парови се нарекува **двојна врска**. Значи, атомите на кислородот во неговата молекула се сврзани со двојна врска.



Слика 4.10. Модел на молекулата на кислород.

#### Пример 4.5. Образување на молекулата на азот, N<sub>2</sub>.

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



Врската што се образува со три заеднички електронски парови се нарекува **тројна врска**. Значи, атомите на азотот во неговата молекула се сврзани со тројна врска.

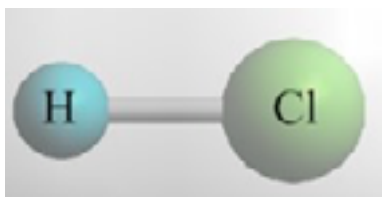
Во сите примери што ги разгледавме досега, ковалентната врска се образува меѓу истородни атоми. Притоа, заедничките електронски парови се наоѓаат на еднаква оддалеченост од јадрата на обата атома, бидејќи јадрата се истородни и еднакво ги привлекуваат електроните. Ваквата ковалентна врска се нарекува **неполарна ковалентна врска**.

Мерката за тоа колку силно еден атом ги привлекува електроните од заедничките електронски парови кога е хемиски сврзан се нарекува **електронегативност**. Електронегативноста **опаѓа долж групите**, одејќи одгоре надолу во таблицата на периодниот систем на елементите, а **расте долж периодите**, одејќи одлево надесно.

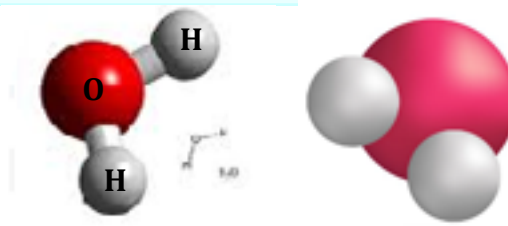
За разлика од молекулите изградени од истородни атоми, бројот на молекули изградени од разнородни атоми е огромен. И во нив атомите се сврзуваат со ковалентна врска, во основата, на истиот начин како и меѓу истородните атоми. Сепак, постојат и некои разлики што ќе ги разгледаме низ следниве примери.

#### Пример 4.6. Образување на молекулата на хлороводород, HCl.

Знаеме дека атомот на водород има еден валентен електрон и дека за да постигне стабилна електронска структура, потребен му е уште еден електрон. Хлорот, пак, кој се наоѓа во 17, т.е. VIIВ 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 атомите ќе се сврзат со единечна врска (Слика 4.11.).



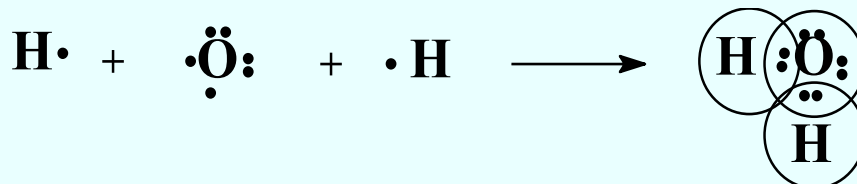
Слика 4.11. Модел на молекулата на HCl.



Слика 4.12. Модели на молекулата на вода.

#### Пример 4.7. Образување на молекулата на вода, H<sub>2</sub>O.

Атомот на кислород има шест валентни електрони, што значи дека му се потребни два електрони за да постигне октет. Затоа, кога се образува молекулата на вода, тој се сврзува со единечни врски со два атома водород.



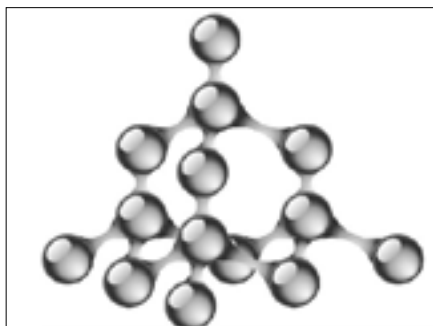
Кога со ковалентна врска се сврзуваат разнородни атоми (како што е тоа во овие два примери), заедничките електронски парови не се наоѓаат точно на еднаква оддалеченост од јадрата на двата атома, туку повеќе се привлечени од атомот на поелектронегативниот елемент и се поблиску до него. Притоа се јавува поларност и затоа оваа врска се нарекува **поларна ковалентна врска**. Во лувисовските формули на ваквите соединенија, електронскиот пар се пишува поблиску до атомот на поелектронегативниот елемент.

## СВОЈСТВА НА КОВАЛЕНТНО ГРАДЕНИ СУПСТАНЦИ

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

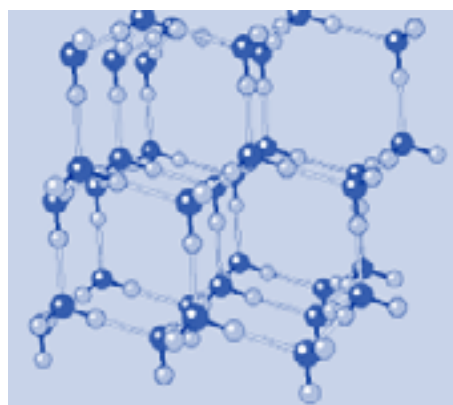
Кога се во цврста агрегатна состојба, ковалентните супстанции може да образуваат кристали. Ако градбените единки во кристалите се атоми, тогаш таквите кристали се нарекуваат **атомски (ковалентни) кристали**. Кристалите, пак, во кои градбените единки се молекули се нарекуваат **молекулски кристали**.

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



Слика 4.13. Во структурата на дијамантот, сите јаглеродни атоми се сврзани меѓу себе со ковалентни врски.

Молекулските кристали се изградени од молекули што меѓу себе се сврзуваат со меѓумолекулски сили, кои може да бидат од различна природа. Примери за вакви супстанции 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.



Слика 4.14. Структура на мраз.

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

Според тоа, може да заклучиме дека:

***Ковалентно градените супстанции може да бидат во сите три агрегатни состојби при собни услови. Оние во цврста агрегатна состојба образуваат атомски или молекулски кристали кои, пак, се разликуваат според својствата.***

## ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ

1. Со Луисовски формули претстави го образувањето на молекулата на флуор.
2. Со каква врска очекуваш да се сврзуваат сулфур и кислород 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,  $\text{HNO}_3$ , влегуваат елементи што се неметали. Со какви врски се поврзани атомите на азотот, водородот и кислородот?
5. Со шематски приказ претстави го образувањето на ковалентната врска во молекулата на флуороводород. Со каква ковалентна врска (поларна или неполарна) се сврзуваат атомите на водород и флуор?
6. Со луисовски формули претстави една молекула со неполарна ковалентна врска и една со поларна ковалентна врска.
7. Фосфорот е изграден од  $\text{P}_4$  молекули. Со каков тип врска се сврзани атомите на фосфорот меѓу себе?
8. Следниве супстанции групирај ги според тоа дали ковалентните врски меѓу атомите се неполарни или поларни:  $\text{Cl}_2$ ;  $\text{H}_2\text{S}$ ;  $\text{O}_2$ ;  $\text{HF}$ ;  $\text{N}_2$ ;  $\text{H}_2\text{O}$ .



### 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 воочените својства да ги објасниш преку начинот на хемиското сврзување во овие две супстанции.

## **РЕЗИМЕ:**

- ♦ **Хемиските врски се образуваат 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 нарекуваат јони.** Позитивно наелектризираните јони се нарекуваат **катјони**, а негативно наелектризираните се нарекуваат **анјони**.
- ♦ **Со јонска врска се сврзуваат типични метали со типични неметали.** Таа се остварува со **целосно оддавање и примање електрони**, а потоа добиените јони се привлекуваат со **електростатски сили**.
- ♦ **Хемиската врска што се формира со заеднички електронски парови се нарекува ковалентна врска.** Таа е типична за сврзување на неметалите.
- ♦ **Ковалентната врска што се образува меѓу истородни атоми се нарекува неполарна ковалентна врска**, а онаа меѓу различни атоми, меѓу кои постои и извесна разлика во нивните електронегативности, се нарекува **поларна ковалентна врска**.
- ♦ **Супстанците што се образуваат со јонска врска градат јонски кристали.** Ковалентно градените супстанци, кога се во цврста агрегатна состојба, може да градат **атомски или молекулски кристали**.
- ♦ **Својствата на супстанците зависат од видот на хемиската врска и нивната градба.**



## Модуларна единица 5

# ОСНОВНИ ГРУПИ НЕОРГАНСКИ СОЕДИНЕНИЈА

Со изучување на содржините од модуларната единица „Основни групи неоргански соединенија“, се очекува ученикот/ученичката да биде способен/-на да:

- ♦ ги дефинира и класифицира оксидите; ја применува номенклатурата за оксидите; ги познава и ги опишува својствата на оксидите и начините за нивно добивање;
- ♦ дефинира хидроксиди; ја применува номенклатурата за хидроксидите; ги познава и да ги опишува својствата на хидроксидите и начините за нивно добивање;
- ♦ ги дефинира и класифицира киселините; ја применува номенклатурата за киселини; ги познава и да ги опишува својствата на киселините и начините за нивно добивање;
- ♦ ги дефинира и класифицира солите; ја применува номенклатурата за соли; ги познава и да ги опишува својствата на солите и начините за нивно добивање.

### Содржини:

- ♦ Поим за оксиди и номенклатура на оксидите
- ♦ Поделба на оксидите
- ♦ Добивање оксиди
- ♦ Својства на оксидите
- ♦ Поим и номенклатура на хидроксидите
- ♦ Добивање и својства на хидроксидите
- ♦ Поим, поделба и номенклатура на киселините
- ♦ Добивање киселини
- ♦ Својства и примена на киселините
- ♦ Поим за соли и поделба на солите
- ♦ Номенклатура на соли
- ♦ Добивање соли
- ♦ Хемиски реакции на солите
- ♦ Некои поважни соли и нивна примена



**Поими:**

- ◆ Оксид
- ◆ Метален оксид
- ◆ Неметален оксид
- ◆ Киселински оксид
- ◆ Базен оксид
- ◆ Амфотерен оксид
- ◆ Индиферентен (неутрален) оксид
- ◆ Хидроксид
- ◆ База
- ◆ Киселина
- ◆ Неутрализација
- ◆ Сол
- ◆ Нормални соли
- ◆ Хидроген соли
- ◆ Двојни (мешани) соли
- ◆ Хидроксид соли
- ◆ Кристалохидрати



## ПОИМ ЗА ОКСИДИ И НОМЕНКЛАТУРА НА ОКСИДИТЕ

Според некои заеднички својства што се во врска со составот, неорганичните соединенија може да се поделат на четири основни типа соединенија: **оксиди**, **хидроксида**, **киселини** и **соли**. Во понатамошниот текст ќе се запознаеме со составот и својствата на овие четири типа неорганични соединенија, со нивната номенклатура, како и со начините за нивно добивање.

Со оксидите се среќаваме постојано во секојдневниот живот. Оксиди има во воздухот, а еден оксид што 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 може 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 двете соединенија влегува елементот кислород. Кислородот влегува во состав и на сите други оксиди. Всушност, ако се потсетиме дека латинското име на кислородот е *oxygenium*, станува јасно дека оксидите се соединенија на кислородот, од кого и потекнува нивното име. Оттука може да заклучиме:

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

Тука мора да напомене дека сите бинарни соединенија на кислородот не се оксиди. На пример, водород пероксидот ( $H_2O_2$ ), кој во секојдневниот живот е познат како водороден пероксид, 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.

Оксидите се едни од наједноставните соединенија, па и нивното именување (или номенклатура) е мошне едноставно. Оксидите се именуваат така што прво се наведува името на елементот што го гради оксидот, веднаш до него (*слеано*) во мала заграда со број напишан со римски цифри се пишува валентноста на елементот што го гради оксидот и на крајот одделно се пишува зборот **оксид**. За елементите што немаат променлива валентност, т.е. имаат постојана валентност, таа не се пишува. Во таков случај, тој елемент гради само еден оксид.

Да разгледаме неколку примери:

**Пример 5.1. Како гласи името на: а) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> б) ZnO?**

**Решение:**

а) Станува збор за оксид на железото. За да го напишеме точното име на оксидот, најпрво мора да ја најдеме валентноста на елементот, т.е. на железото. Знаеме дека кислородот е двовалентен, а исто така и дека производот од валентноста и индексот на едниот елемент мора да биде еднаква на производот од индексот и валентноста на другиот елемент. Значи:

$$\begin{aligned}2 \cdot x &= 3 \cdot 2 \\x &= 3\end{aligned}$$

Според тоа, името на оксидот е: **железо(III) оксид**.

б) Ова е формула на оксид на цинкот (Zn). Цинкот нема променлива валентност, па затоа името на овој оксид е: **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 5.2. 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 неговата валентност. Ако не ти се познати симболот и валентноста на бариумот, побарај ги во периодниот систем. Ќе видиш дека тој се наоѓа во 2, т.е. IIА група, што значи дека е двовалентен. Според тоа, формулата на бариум оксид е **BaO**.

б) Манганот е елемент со променлива валентност, а во овој случај таа е четири. Производот од валентноста и индексот на едниот елемент (ќе го означиме со  $x$ ) мора да биде еднаков со производот од валентноста (во овој случај тоа е кислород, чија валентност е 2) и индексот на другиот елемент ( $y$ ) Значи:

$$4 \cdot x = 2 \cdot y$$

Но, бидејќи не ни се познати индексите ниту за манганот, ниту за кислородот, ќе побараме НЗС од нивните валентности. За 4 и за 2, НЗС е 4. Оттука,

$$4 : 4 = 1 \text{ и } 4 : 2 = 2$$

Значи, индексот за манганот е 1, а за кислородот 2. Според тоа, формулата на манган(IV) оксид е **MnO<sub>2</sub>**.

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 кислородните атоми (*моно-, ди-, три-, тетра-, пента-, хекса- итн.*). Ако во оксидот има само еден атом од неметалот, префиксот *моно-* не се пишува. Префиксот *моно-*, пак, се пишува слеано со зборот оксид (моноксид) доколку има само еден атом на кислород.

Во Табела 5.1. се дадени формули и имиња на некои оксиди.

**Пример 5.3. 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 азот е два, а на кислород е 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. Значи, бројот на атоми на сулфур е еден. Бројот на атоми на кислород е три, што значи дека формулата на оксидот е  $SO_3$ .

**Овие оксиди именувај ги со другиот тип номенклатура!**

Табела 5.1. Имиња и формули на некои оксиди.

Формула	Име	Формула	Име
$FeO$	железо(II) оксид	$MgO$	магнезиум оксид
$MnO_2$	манган(IV) оксид	$P_2O_5$	дифосфор пентаоксид
$Al_2O_3$	алуминиум оксид	$SeO_2$	селен(IV) оксид
$Na_2O$	натриум оксид	$CaO$	калциум оксид
$Cl_2O_7$	дихлор хептаоксид	$As_2O_5$	арсен(V) оксид
$SO_2$	сулфур диоксид	$Co_2O_3$	кобалт(III) оксид
$N_2O_5$	дiazot пентаоксид	$Cu_2O$	бакар(I) оксид
$N_2O$	дiazot моноксид	$CuO$	бакар(II) оксид
$NO_2$	азот диоксид	$CO$	јаглерод моноксид

## ПОДЕЛБА НА ОКСИДИТЕ

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

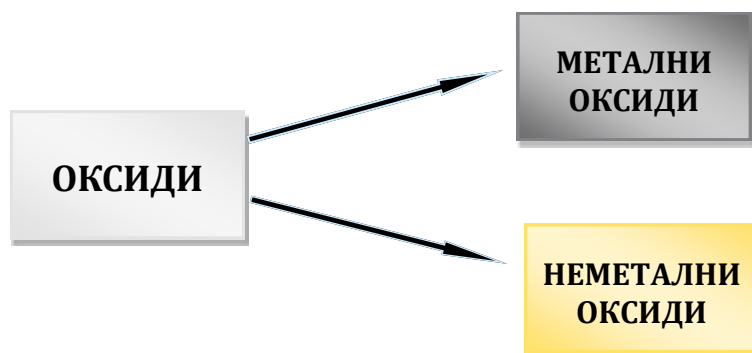
Во однос, пак, на хемиското однесување, т.е. **според својствата**, оксидите може да се поделат на четири групи.

Имено, сите оние метални оксиди што се раствораат во вода и реагираат со неа давајќи бази се нарекуваат **базни оксиди**.

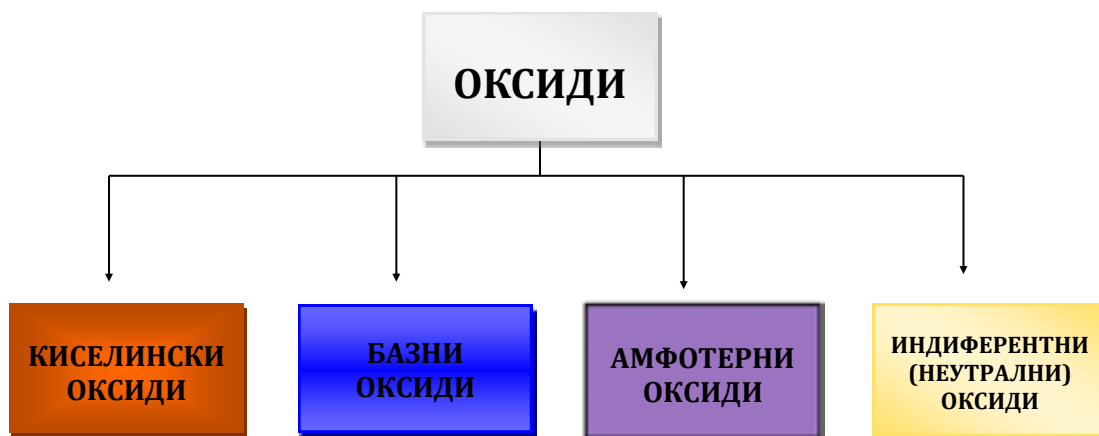
Неметалните оксиди (и помал број метални оксиди) што при растворање во вода реагираат со неа градејќи киселини се нарекуваат **киселински оксиди**.

Постојат и такви неметални оксиди што не се раствораат во вода и не реагираат со неа. Тие се нарекуваат **индиферентни (неутрални) оксиди**. Такви се, на пример:  $\text{CO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$  и други.

Постојат и метални оксиди што имаат својства и на киселински и на базни оксиди, и тие се нарекуваат **амфотерни оксиди**. Такви се, на пример:  $\text{ZnO}$ ,  $\text{SnO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и други.



Слика 5.1. Поделба на оксидите според составот.



Слика 5.2. Поделба на оксидите според својствата.

# ДОБИВАЊЕ ОКСИДИ

Голем број од оксидите може да се добијат во лабораторија. Ќе разгледаме само два едноставни начини за добивање на оксидите.

## 1. Добивање оксиди со директно сврзување на елементарна супстанца со кислород

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



### Експерименти

#### 1. Добивање магнезиум оксид

##### **Потребен прибор и супстанци:**

Метална машичка, шпиртна ламба, саатно стакло, магнезиумова лента, заштитни очила и ракавици.

##### **Постапка:**

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

#### 2. Добивање сулфур диоксид

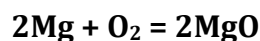
##### **Потребен прибор и супстанци:**

Метална лажичка, шпиртна ламба, стаклено шише, сулфур во прав, заштитни очила и ракавици.

##### **Постапка:**

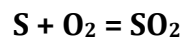
Во метална лажичка стави малку сулфур во прав и загревај го на шпиртна ламба додека да се запали. Потоа, запалениот сулфур внеси го во стаклено шише. Кога ќе се собере доволно гас, шишето затвори го со тапа.

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:



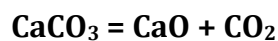
Реакцијата на сврзување на супстанците со кислородот се нарекува **оксидација**.

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



## 2. Добивање оксиди со разложување некои соли

Тука ќе спомнеме уште еден начин на добивање оксиди. Имено, со загревање на некои соли се добиваат оксиди. Еден таков пример е разложувањето на варовникот (калциум карбонат) со загревање на висока температура, при што се добиваат калциум оксид и јаглерод диоксид.



## СВОЈСТВА НА ОКСИДИТЕ

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

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



### Експеримент

#### Реакции на оксидите со вода

##### **Потребен прибор и супстанции:**

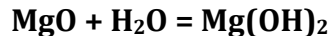
Добиените оксиди од претходните обиди, дестилирана вода, лакмусова хартија, заштитни очила и ракавици.

##### **Постапка:**

Во саатното стакло со магнезиум оксид добиен во претходниот обид додај 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,  $Mg(OH)_2$ . Магнезиум хидроксидот спаѓа во групата соединенија што се нарекуваат *базис*. Базите ја обојуваат лакмусовата хартија со сина боја. Реакцијата што се одвива ќе ја претставиме со следната равенка:



Добиениот сулфур диоксид од претходниот обид, исто така, се раствора во вода и реагира со неа образувајќи сулфуреста киселина,  $H_2SO_3$ . Притоа, лакмусовата хартија се обојува црвено. Равенката за оваа реакција е следната:



Од изведените обиди може да заклучиме дека:

***Некои базни оксиди реагираат со водата при што образуваат бази, а некои киселинските оксиди при реакција со водата образуваат киселини.***

Лакмусовата хартија ни служи за да провериме дали во растворот има киселина или база врз основа на промената на нејзината боја. Затоа велите дека таа е **индикатор**. Понатаму ќе се запознаеме и со други индикатори.

Со некои други својства на оксидите ќе се запознаеме понатаму.

## ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ

1. Што се оксиди? Наброј неколку оксиди.
2. 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
  - е) Азот монооксид
  - ж) Сребро оксид
3. Именувај ги следниве оксиди: а)  $\text{Cl}_2\text{O}_3$  б)  $\text{Li}_2\text{O}$  в)  $\text{CO}$  г)  $\text{SO}_2$  д)  $\text{N}_2\text{O}$  ѓ)  $\text{Mn}_2\text{O}_7$ .
4. Класифицирај ги следните оксиди според хемиските својства.
  - а)  $\text{CaO}$
  - б)  $\text{CO}_2$
  - в)  $\text{Na}_2\text{O}$
  - г)  $\text{N}_2\text{O}$
  - д)  $\text{SO}_3$
  - ѓ)  $\text{Al}_2\text{O}_3$
5. Наведи по три примери за киселински и базни оксиди така што ќе ги напишеш нивните формули и имиња.
6. Како ќе се обои лакмусовата хартија во воден раствор на секој од овие оксиди?
  - а)  $\text{Na}_2\text{O}$
  - б)  $\text{N}_2\text{O}_3$
  - в)  $\text{CaO}$
  - г)  $\text{CO}_2$
  - д)  $\text{SO}_3$
  - ѓ)  $\text{NO}_2$



### ИСТРАЖУВАЈ!

- ◆ Проектна активност: Изработете и презентирајте проект за врската меѓу својствата и примената на два различни оксида што ќе ви ги зададе наставникот.



## **РЕЗИМЕ:**

- ♦ *Оксиди се бинарни соединенија на некој елемент со кислородот.*
- ♦ *Според составот, оксидите се делат на метални и неметални оксиди.*
- ♦ *Според хемиските својства, оксидите може да бидат: базни, киселински, амфотерни и индиферентни (неутрални).*
- ♦ *Оксидите може да се добијат со директно сврзување на елементарна супстанца со кислород или со разложување на некои соли.*
- ♦ *Базните оксиди реагираат со водата при што образуваат бази, а киселинските оксиди при реакција со водата образуваат киселини.*
- ♦ *Лакмусот е индикатор. Во кисели раствори се обојува црвено, а во базни се обојува сино.*

## ПОИМ И НОМЕНКЛАТУРА НА ХИДРОКСИДИТЕ

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

<b>NaOH</b>	Тоа што секако може да го забележиш е дека во сите овие формули на хидроксиди се појавува <b>-ОН атомска група</b> , која се нарекува <b>хидроксидна група</b> .
<b>Mg(OH)<sub>2</sub></b>	
<b>Ca(OH)<sub>2</sub></b>	
<b>Al(OH)<sub>3</sub></b>	

Ќе се потсетиме дека металите што влегуваат во составот 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 може да видиме дека бројот на -ОН групи е еднаков со валентноста на металот. Според тоа, може да изведеме заклучок дека **-ОН групата е едновалентна**.

Хидроксиди, со некои исклучоци за кои ќе стане збор понатаму, градат металите. Според тоа, може да кажеме дека:

***Хидроксидите се соединенија што се состојат од метал и хидроксидна/-и група/-и.***

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 број запишан со римски цифри се запишува валентноста на металот.

Да научиме да именуваме хидроксид врз основа на дадена формула и да составиме формула на хидроксид врз основа на познато име преку следниве примери:

**Пример 5.4. Именувај ги следниве хидроксида: а) Fe(OH)<sub>3</sub> б) KOH**

**Решение:**

а) Станува збор за хидроксид на железото. За да го напишеме точното име на овој хидроксид, најпрво мора да ја најдеме валентноста на металот, т.е. железото. Знаеме дека –ОН групата е едновалентна, а исто така и дека производот од валентноста и индексот на едниот елемент мора да биде еднаков со производот од индексот и валентноста на другиот елемент, т.е. атомската група. Значи:

$$\begin{aligned}1 \cdot x &= 3 \cdot 1 \\x &= 3\end{aligned}$$

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 прочитаеме едноставно како **калиум хидроксид**.

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

**Пример 5.5. Напиши ги формулите на следниве хидроксида:**

**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)<sub>2</sub>**.

б) За да ја составиме формулата на овој хидроксид, треба да ја најдеме валентноста на бариумот. Тој се наоѓа во 2, т.е. IIА група во периодниот систем, што значи дека е двовалентен. Може да запишеме:  $2 \cdot x = 1 \cdot y$ , што значи дека  $x = 1$ , а  $y = 2$ . Оттука следува дека формулата на бариум хидроксид е **Ba(OH)<sub>2</sub>**.

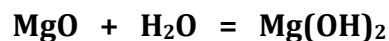
Во Табелата 5.2. се дадени имињата и формулите на одредени хидроксида.

Табела 5.2. Имиња и формули на некои хидроксида.

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) <sub>3</sub>	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

## ДОБИВАЊЕ И СВОЈСТВА НА ХИДРОКСИДИТЕ

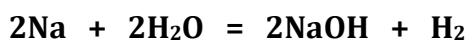
Веќе се запознавме со еден начин за добивање хидроксида. Тоа е **реакцијата на базен оксид со вода**. Еве неколку примери:



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



Хидроксидите на алкалните метали и на земноалкалните метали може да се добијат и при реакција на металот што го гради хидроксидот со вода (Слика 5.3).

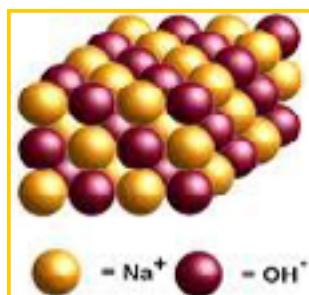


Како и другите групи соединенија, така и хидроксидите имаат голем број заеднички својства. **Носител на заедничките својства на хидроксидите е хидроксидната група.**



Слика 5.3. Натриумот реагира со водата и се добива натриум хидроксид. Кога во водниот раствор на натриум хидроксид ќе се додадат неколку капки индикатор фенолфталеин, растворот се обојува виолетово.

Кај повеќето хидроксида, меѓу металот и хидроксидната група постои јонска врска. Јонски градени се, на пример, хидроксидите на алкалните метали (Слика 5.4.). Веќе знаеме дека јонски градените супстанции се во цврста агрегатна состојба. И јонски градените хидроксида, но и ковалентно градените се во цврста агрегатна состојба.

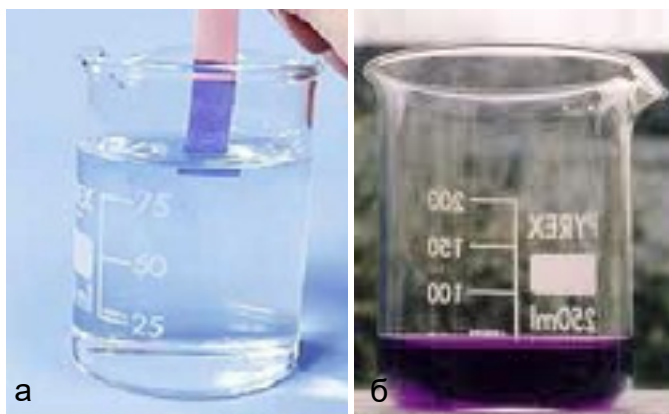


Слика 5.4. Јонска кристална градба на натриум хидроксид.



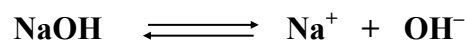
Слика 5.5. Кристали од натриум хидроксид.

Голем број хидроксида, особено оние што се јонски градени, се раствораат во вода. Хидроксидите што се раствораат во вода се нарекуваат **базии**. При растворање некои хидроксида во вода се ослободува топлина. Покрај тоа, кога хидроксидите ќе се растворат во вода, лакмусовата хартија се обојува сино. Оттука може да заклучиме дека **растворите на базите ја обојуваат лакмусовата хартија сино**. 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 обоен виолетово (Слика 5.6.).



Слика 5.6. Во базни раствори: а) лакмусовата хартија се обојува 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:

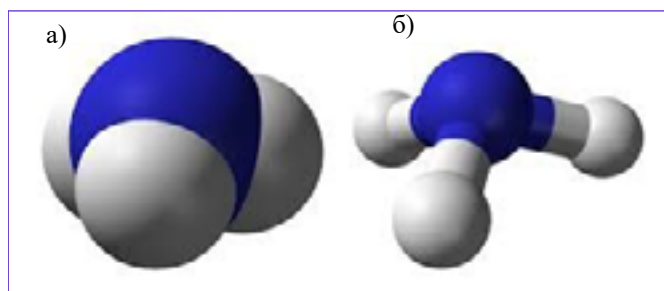


Токму  $-OH$  групата во растворот е носител на базните својства.

Тука е важно да се напомене дека, освен растворливите хидроксида,  $-OH$  група и базни својства во воден раствор покажува едно многу важно соединение што се нарекува **амонијак,  $NH_3$** . Обично велеме дека при реакција на амонијакот со вода се добива амониум хидроксид, но тој веднаш се разложува (дисоцира) на јони, па амониум хидроксидот не може да се изолира. Тоа може да го претставиме со следниве равенки:



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



Слика 5.7. Модели на молекулата на амонијак:

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



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

Една од најважните реакции и за киселините и за базите е нивната меѓусебна реакција, која се нарекува **неутрализација**. За оваа реакција си учел/-а уште во основното образование! Реакцијата е именувана токму така 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 експеримент.



### Експеримент

#### Реакција меѓу киселина и база

#### **Потребен прибор и супстанции:**

Епрувета, капалка, лакмусова хартија, раствор на HCl, раствор на NaOH, заштитни очила и ракавици.

#### **Постапка:**

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

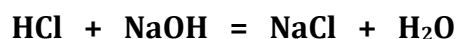
Со капалка додавај, капка по капка, раствор од натриум хидроксид до промена на бојата на лакмусовата хартија. Каква е бојата на лакмусовата хартија? Што може да заклучиш?

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

При оваа реакција се образуваат сол и вода. Затоа може да напишеме:



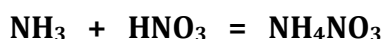
Конкретно, при изведениот обид се случува реакција претставена со следната хемиска равенка:



Амонијакот, пак, може директно да се сврзува со HCl, при што се добива солта амониум хлорид. Равенката на реакцијата е:



Со азотната киселина, пак, образува амониум нитрат (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>), кој претставува важно вештачко ѓубриво:



Слика 5.8. Ако се доближат два сада, од кои во едниот има концентрирана HCl, а во другиот концентриран раствор на NH<sub>3</sub>, нивните пари (кои се состојат од гасовит HCl и NH<sub>3</sub>) се сврзуваат меѓу себе образувајќи амониум хлорид, NH<sub>4</sub>Cl.

Освен со киселини, хидроксидите реагираат и со киселински оксиди. За да се увериме во тоа, ќе го изведеме следниов експеримент.

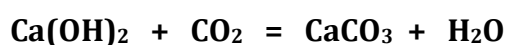
 **Експеримент**

**Реакција меѓу хидроксид и киселински оксид**

**Потребен прибор и супстанции:**  
Епрувета со раствор од калциум хидроксид, пипета, пластична цевка, заштитни очила и ракавици.

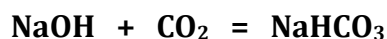
**Постапка:**  
Во голема епрувета стави разреден раствор од калциум хидроксид и со пластична цевка вдувај воздух во растворот. Што забележуваш?

Од изведениот експеримент сигурно забележа дека кога се вдува воздух во растворот од калциум хидроксид доаѓа до негово заматување, т.е. до 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 што е слабо растворлива во вода) и 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, образува калциум карбонат и 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:



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

Хидроксидите наоѓаат голема примена. Освен како лабораториски реагенси, тие се користат во средствата за чистење керамика, стакло, санитарни уреди, пластични материјали итн., бидејќи не ги раствораат пластиката, стаклото и керамиката, а ги разложуваат органските материји, особено маснотиите. Врз последново нивно својство се базира и нивната примена во производството на сапуни. Видовме дека амониум хидроксидот се користи за добивање вештачки ѓубрива, а калциум хидроксидот во индустријата за градежни материјали.



Слика 5.9. Хидроксидите се користат во индустријата за сапуни, за средства за чистење во домаќинството и во градежништвото.

## ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ

1. Што се тоа хидроксида, а што бази?
2. Кој е носител на базните својства на хидроксидите?
3. Именувај ги следниве хидроксида: а)  $\text{Sr}(\text{OH})_2$  б)  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  в)  $\text{KOH}$  г)  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ .
4. Напиши ги формулите на следниве хидроксида: а) цезиум хидроксид; б) калај(II) хидроксид; в) сребро хидроксид; г) кобалт(III) хидроксид; д) никел(II) хидроксид.
1. Тргувајќи од горење на натриум на воздух, напиши ги равенките на реакциите што водат до образување натриум хидроксид.
2. Што се добива при реакција на калиум со вода? Напиши ја равенката на реакцијата.
3. Што се добива при реакција на неутрализација? Наведи еден пример и напиша ја равенката на реакцијата.
4. Напиши ја равенката на реакција меѓу: а) калиум хидроксид и хлороводородна киселина и б) натриум хидроксид и сулфурна киселина. Ползувај ги твоите предзнаења по хемија од основно образование!
5. Напиши ја равенката на реакција меѓу: а) амониум хидроксид и азотна киселина; б) магнезиум хидроксид и сулфур диоксид и в) јаглерод диоксид и бариум хидроксид. Ползувај ги твоите предзнаења по хемија од основно образование!
6. 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 хлороводородна 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.**



## РЕЗИМЕ:

- ♦ *Хидроксидите се соединенија составени од метал и хидроксидна/-и група/-и (-OH).*
- ♦ *Хидроксидната група е едновалентна.*
- ♦ *Водните раствори на хидроксидите се нарекуваат бази.*
- ♦ *Растворливите хидроксиди во вода се разложуваат (дисоцираат) на катјони на металот и хидроксидни анјони.*
- ♦ *Реакцијата меѓу киселина и база при која се добива сол и вода се нарекува реакција на неутрализација.*
- ♦ *Амонијакот има базни својства. Во воден раствор образува амониум катјони ( $\text{NH}_4^+$ ) и хидроксидни анјони ( $\text{OH}^-$ ).*
- ♦ *Калциум хидроксидот се користи за добивање малтер, амонијакот за добивање вештачки ѓубрива, а натриум хидроксидот и калциум хидроксидот во производството на сапуни.*

## ПОИМ, ПОДЕЛБА И НОМЕНКЛАТУРА НА КИСЕЛИНИТЕ

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

Но, кои супстанции се, всушност, киселини? Со цел 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 оксидите. Всушност, ќе видиме дека киселините имаат мноштво заеднички својства, но очигледно тие мора да бидат 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.



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

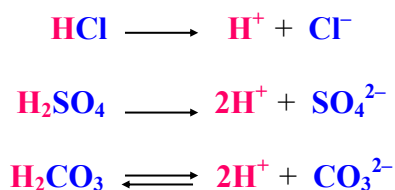
***Киселини се соединенија изградени од водород и киселински остаток.***

Меѓутоа, мора да бидеме многу внимателни. Знаеме дека и молекулата вода се состои од водород и кислород (кој е неметал), но веќе спомнавме дека водата ја сметаме за оксид, а не за киселина.

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

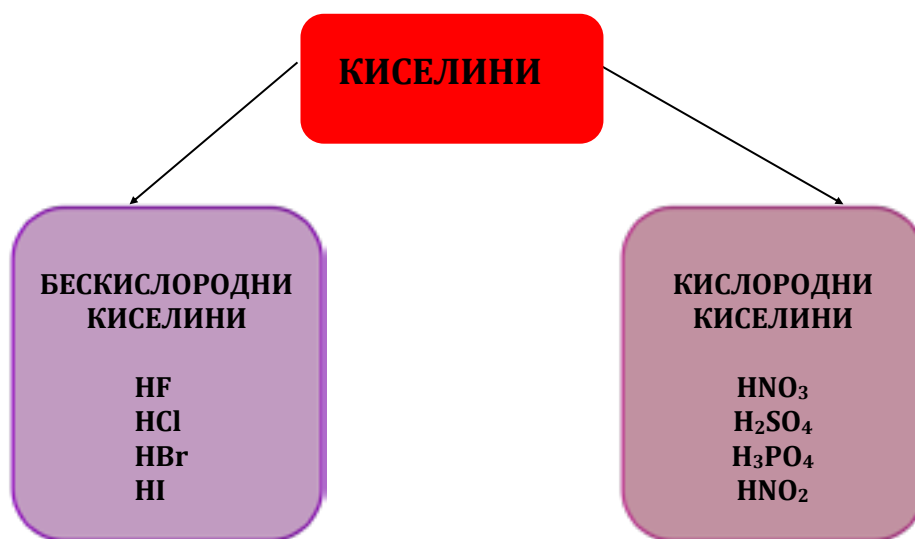
***Киселините се соединенија што во водни раствори се разложуваат давајќи водородни катјони, како и анјони од киселинскиот остаток.***

Еве неколку примери:



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

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 што содржи кислород. Затоа, поделбата на киселините е направена токму врз основа на тоа дали киселинскиот остаток содржи или не содржи кислород. Врз основа на ова, киселините се поделени на: **кислородни** и **бескислородни киселини**. На сликата 5.10. е дадена поделба на киселините и формули на некои поважни киселини од секоја група.



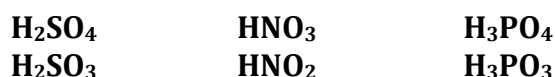
Слика 5.10. Поделба на киселините и формули на некои киселини од двете групи.

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 или кон основата на името на елементот што ја гради киселината се додава наставка **-ид**. За примерите погоре, името на киселинскиот остаток е јодид, односно сулфид, соодветно.

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



**Кислородните киселини** со поголем број кислородни атоми се именуваат така што кон името на елементот што 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:



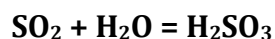
Имињата на киселинските остатоци на кислородните киселини со поголем број кислородни атоми се образуваат така што кон латинската основа на името на елементот се додава наставката **-ат**, а на оние со помал број кислородни атоми, кон латинската основа на името на елементот што ја гради киселината се додава наставка **-ит**. Формулите и имињата на некои поважни киселини и на нивните киселински остатоци се дадени во Табела 5.3.

Табела 5.3. Формули и имиња на некои поважни киселини и нивните киселински остатоци.

Формула	Име на киселината	Име на киселинскиот остаток
<b>HF</b>	флуороводородна киселина	флуорид
<b>HCl</b>	хлороводородна киселина	хлорид
<b>HBr</b>	бромоводородна киселина	бромид
<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	сулфурна киселина	сулфат
<b>H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub></b>	сулфуреста киселина	сулфит
<b>HNO<sub>3</sub></b>	азотна киселина	нитрат
<b>HNO<sub>2</sub></b>	азотеста киселина	нитрит
<b>H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub></b>	фосфорна киселина	фосфат
<b>H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub></b>	фосфореста киселина	фосфит
<b>H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b>	јаглеродна киселина	карбонат

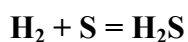
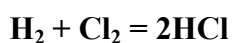
## ДОБИВАЊЕ КИСЕЛИНИ

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

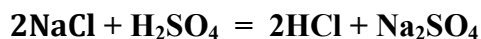


Киселинските оксиди уште се нарекуваат и **анхидриди на киселини**, бидејќи кога ќе се сврзат со водата образуваат киселини. Всушност, зборот анхидрид значи безводен.

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



Постојат и други начини за добивање на киселините, како што е, на пример, добивањето на хлороводородна киселина со реакција на натриум хлорид и сулфурна киселина.



За ваков тип реакции повеќе ќе се учи понатаму во овој учебник.

## СВОЈСТВА И ПРИМЕНА НА КИСЕЛИНИТЕ

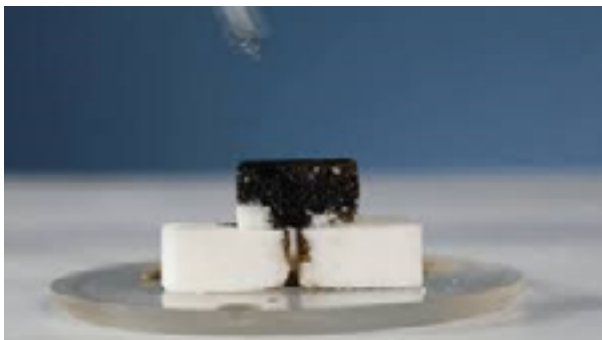
Иако секое соединение, па според тоа и секоја киселина, има свои посебни својства, сепак киселините имаат и низа заеднички својства. Ќе разгледаме некои од нив, имајќи ги предвид, пред сè, најважните неорганички киселини, а тоа се: азотната киселина, сулфурната киселина и хлороводородната киселина.

Сите киселини имаат **кисел вкус**, а оттаму им потекнува и името. Се разбира, тие **не смее да се вкусуваат**. Повеќето киселини (со неколку исклучоци) се безбојни течности со остар мирис. Некои концентрирани киселини, како што се  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{HNO}_3$ , на воздух чадат. Хлороводородната киселина ( $\text{HCl}$ ), всушност, се добива кога гасот хлороводород ( $\text{HCl}$ ) ќе се „раствори“ во вода.

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 разредувањето 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, а не обратно**.

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

Кога е концентрирана, сулфурната киселина впира влага од околината, поради што велиме дека е **хигроскопна супстанца**. Освен тоа, таа може да ја одзема водата сврзана во супстанците. Затоа велиме дека таа има **дехидратациони** 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.



Слика 5.11. Кога шеќерот ќе се посипе со концентрирана сулфурна киселина, тој јагленисува поради настанатата дехидратација.



Слика 5.12. Концентрираната азотна киселина е кафеаво обоена од ослободениот  $\text{NO}_2$  што се добива при нејзиното разложување.

Веќе видовме дека во раствори на киселини, **лакмусовата хартија се обојува црвено**. Всушност, лакмусовата хартија, но и сите други индикатори служат за да покажат дали во некој раствор има киселина или база. Понекогаш, индикаторите може дури и да покажат дали во некој раствор има повеќе киселина или дали таа киселина е силна или слаба.

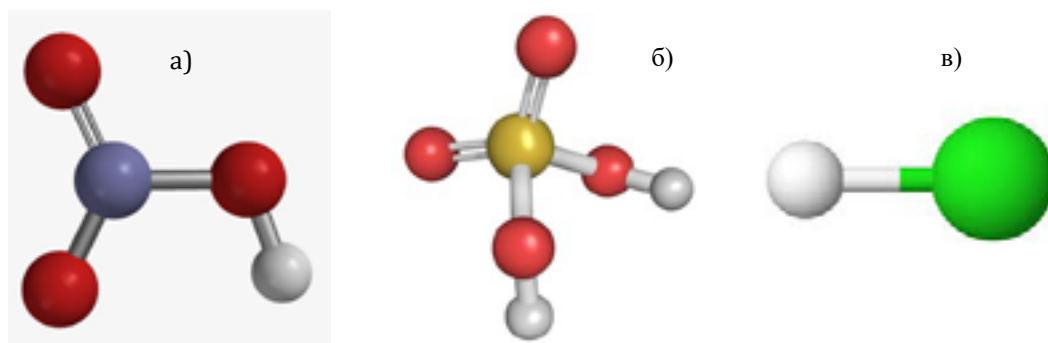


Слика 5.13. Во водни раствори на киселини лакмусовата хартија се бои црвено.



Слика 5.14. Индикаторски ленти.

На почетокот, пред да почнеме да ги разгледуваме хемиските својства на киселините, треба да кажеме дека киселините се ковалентно изградени соединенија, т.е. дека се состојат од молекули. Модели на молекулите на азотната, сулфурната и хлороводородната киселина се дадени на сликата 5.15. Од сликата се гледа дека водородот во кислородните киселини е сврзан за кислородот, а во бескислородните за неметалот (во овој случај за Cl). Токму **водородот во киселините е носител на нивните кисели својства**.



Слика 5.15. Модели на молекулите на: а)  $\text{HNO}_3$  б)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в)  $\text{HCl}$ .

Пред сè, јачината на киселините зависи од тоа колку повеќе водородни јони може да даде киселината во воден раствор.

Водородните атоми се оние што учествуваат при повеќето реакции на киселините. Како реагираат киселините со металите може да видиме ако ги изведеме следниве експерименти. **Внимавај! Овие киселини имаат силно корозивно дејство врз супстанците, а на кожата предизвикуваат изгореници.**



## Експеримент



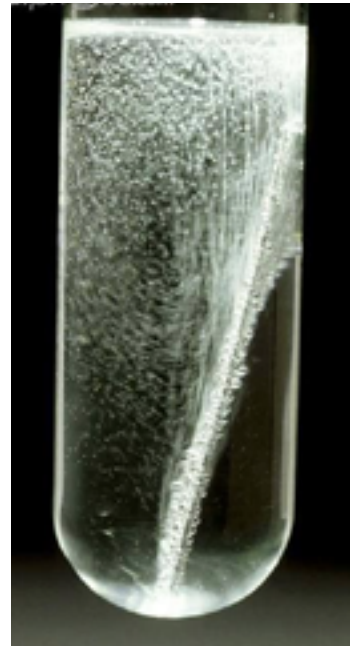
### Реакции на киселините со метали

#### **Потребен прибор и супстанции:**

Шест зрнца цинк, шест зрнца бакар, шест епрувети во кои има разредени раствори на: 1. HCl; 2. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и 3. HNO<sub>3</sub>, одделно, шест епрувети со истите киселини (но концентрирани раствори), одделно, заштитни очила и ракавици.

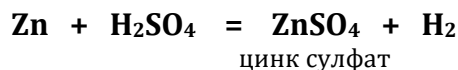
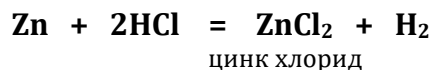
#### **Постапка:**

Во три од шесте епрувети со разредени киселини стави по едно зрнце цинк, а во другите три по едно зрнце 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 во дигестор или на отворен прозорец.

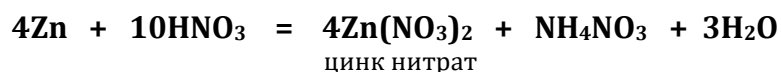


Слика 5.16. Кога цинкот реагира со HCl, се ослободуваат меурчиња од гасовит водород.

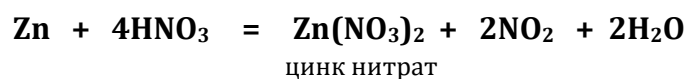
Од изведените експерименти сигурно забележа дека цинкот реагира со сите три киселини, и кога се разредени, и кога се концентрирани. Во секоја од епруветите се ослободуваат меурчиња од гас. Во реакциите на цинкот со разредена и концентрирана хлороводородна киселина, со разредена и концентрирана сулфурна киселина, гасот што се ослободува е водород. Всушност, при овие реакции, цинкот го заменува водородот од киселината, при што се добива соодветна сол и се издвојува гасовит водород. Реакциите може да ги претставиме со следниве равенки:



Продуктите што ќе се добијат при реакција на цинкот со разредена азотна киселина зависат од тоа колку е разредена киселината. Ако е многу разредена, се добиваат следниве продукти:



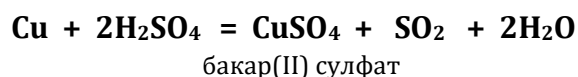
Со концентрираната азотна киселина цинкот ослободува црвено-кафеав гас. Тој гас е азот диоксид. **Овој гас е отровен, па затоа реакцијата се изведува во дигестор или покрај отворен прозорец.** Равенката на реакцијата е следнава:



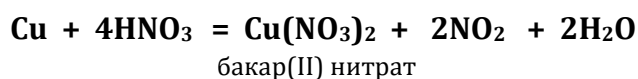


Како што можеше да забележиш, бакарот не реагира ниту со разредена, ниту со концентрирана хлороводородна киселина.

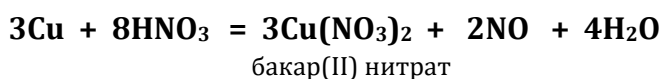
Исто така, бакарот не реагира со разредена сулфурна киселина. Меѓутоа, реагира со концентрираната сулфурна киселина, при што се ослободува гас сулфур диоксид. Равенката на реакцијата е следнава:



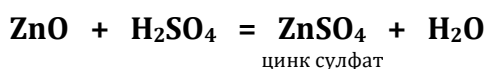
Бакарот реагира и со разредена и со концентрирана азотна киселина. Тој реагира со концентрираната азотна киселина на ист начин како што реагира и цинкот. Равенката на реакцијата е следнава:



При реакција, пак, на бакарот со разредена азотна киселина се ослободува гас азот моноксид. Равенката на реакцијата е следнава:



Освен со металите, киселините реагираат и со металните оксиди, при што се образува соодветна сол и се ослободува вода. На пример:



Киселините стапуваат и во мноштво други реакции со голем број супстанции. Некои од нив ќе спомнеме понатаму.

Тоа што е особено важно да се каже е дека киселините се многу важни супстанции што наоѓаат широка примена во лабораторијата, индустријата и во секојдневниот живот. Поважните примени на хлороводородната, сулфурната и азотната киселина се претставени на сликите 5.18, 5.19 и 5.20.



Слика 5.17. При реакцијата на металите со концентрираната азотна киселина се ослободува  $\text{NO}_2$ , кој е црвено-кафеав гас.



Слика 5.18. Примена на хлороводородната киселина во лабораторијата, индустријата и во домаќинството.



Слика 5.19. Примена на сулфурната киселина во лабораторијата, индустријата и во домаќинството.



Слика 5.20. Примена на азотната киселина во лабораторијата, индустријата и во домаќинството.

### ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ

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)  $\text{HNO}_2$  б)  $\text{H}_2\text{CO}_3$  в)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  г)  $\text{HBr}$  д)  $\text{HF}$  е)  $\text{HNO}_3$ ?
5. Напиши ги формулите на следниве киселини: а) фосфореста киселина; б) сулфуроводородна киселина; в) јодоводородна киселина и г) сулфуреста киселина.
6. Имајќи ги предвид правилата за именување на кислородните киселини, како ќе ги именувааш следниве две киселини:  $\text{H}_3\text{AsO}_4$  и  $\text{H}_3\text{AsO}_3$ ?
7. Како се именуваат киселинските остатоци на: а) хлороводородна киселина; б) сулфурна киселина; в) азотеста киселина; г) фосфорна киселина; д) азотна киселина; е) сулфуроводородна киселина и е) сулфуреста киселина?

8. Напиши ги равенките на реакциите меѓу:  
 а)  $\text{SO}_3$  и  $\text{H}_2\text{O}$       б)  $\text{H}_2$  и  $\text{Br}_2$       в)  $\text{N}_2\text{O}_5$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .
9. Што значи една супстанца да биде дехидратационо средство? Наведи пример.
10. Што се добива при реакција на сулфуреста киселина и калциум оксид? Напиши 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 реакција меѓу железо и хлороводородна киселина.
13. Која/-и од овие три киселини може да се пренесува во бакарни цистерни:  
 а)  $\text{HNO}_3$  б)  $\text{HCl}$  в)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ? Објасни зошто!
14. Хлороводородната, сулфурната и азотната киселина во голем дел имаат слична примена. Наведи 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 на хлороводородна киселина, натриум хидроксид и натриум хлорид, одделно. Откриј кој е растворот на киселината!
- ◆ Во една епрувета има концентрирана  $\text{HCl}$ , а во друга концентрирана  $\text{HNO}_3$ . Откриј во која епрувета која киселина се наоѓа!
- ◆ Хартијата се прави од дрво. Докажи дека во нејзиниот состав има јаглерод, како и водород и кислород во однос 2 : 1, како во водата.

## РЕЗИМЕ:

- ♦ *Киселините се соединенија составени од водород и киселински остаток.*
- ♦ *Во водни раствори, киселините се разложуваат на водородни катјони и анјони од киселинскиот остаток.*
- ♦ *Киселините според составот може да бидат бескислородни и кислородни.*
- ♦ *Кислородните киселини може да се добијат при реакции на киселински 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 лакмусовата хартија ја бојат црвено.*
- ♦ *Киселините реагираат со металите, како и со металните оксиди, при што главниот продукт е сол.*
- ♦ *Хлороводородната киселина,  $\text{HCl}$ , сулфурната киселина,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , и азотната киселина,  $\text{HNO}_3$ , се силни киселини со нагризувачко (корозивно) дејство.*
- ♦ *Концентрираната  $\text{H}_2\text{SO}_4$  е хигроскопна супстанца. Таа ја одзема водата од другите супстанции. Служи како дехидратационо средство.*

## ПОИМ ЗА СОЛИ И ПОДЕЛБА НА СОЛИТЕ

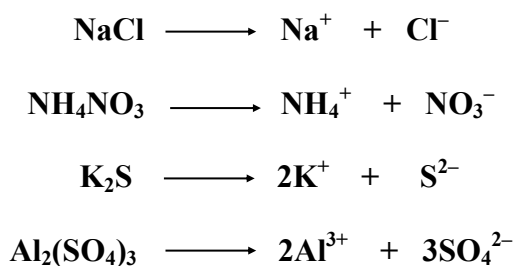
Последната од четирите групи неоргански соединенија е групата соли. Истовремено, таа е и најголемата група неоргански соединенија, а покрај тоа, и најзастапената во секојдневниот живот на човекот. Некои соли ги користиме во исхраната, други како лекови, а голем број од нив, пак, наоѓаат примена во земјоделството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

Како и кај другите групи соединенија, и кај оваа група, нејзините членови се сродни меѓу себе, т.е. имаат некои заеднички својства. 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<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и H<sub>2</sub>S). Меѓутоа, кога зборуваме за хидроксида, спомнавме и амониум соли, т.е. ги спомнавме амониум хлорид, NH<sub>4</sub>Cl, и амониум нитрат, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>.

За да ги дефинираме солите, освен составот, ќе спомнеме уште едно друго нивно важно својство. Имено, во водни раствори, солите се разложуваат (дисоцираат) на катјони на металот (или амониум катјони, доколу станува збор за амониум соли) и анјони од киселинскиот остаток. Тоа може да го претставиме со следниве примери:



Сега може да дадеме една поцелосна дефиниција за тоа што се соли. Имено,

***Солите се соединенија што се состојат од метал (или амониум група) и киселински остаток. Во водни раствори тие се разложуваат (дисоцираат) на катјони на металот или амониум катјони и анјони од киселинскиот остаток.***

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

**Нормални соли** се оние што 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:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{MgSO}_4$  и многу други.

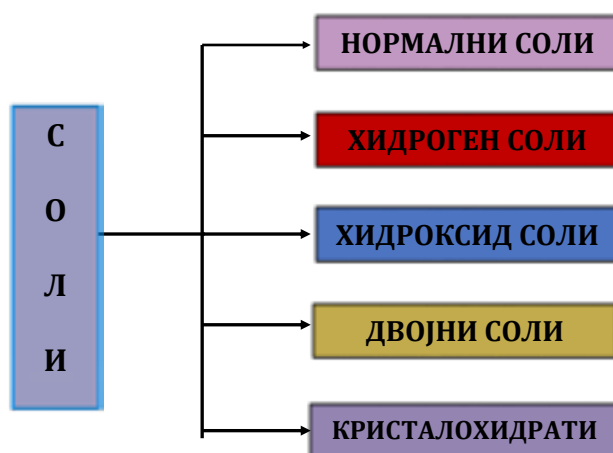
**Хидроген соли** се оние што во киселинскиот остаток содржат еден или повеќе водородни атоми. Примери за **хидроген соли** се:  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Fe}_2(\text{HPO}_4)_3$ ,  $\text{KHSO}_4$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{Al}(\text{HSO}_4)_3$ ,  $\text{Cu}(\text{HS})_2$ ,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  и други.

Постојат и т.н. **хидроксид соли**. Овие соли во својот состав содржат хидроксидна/-и група/-и. Такви соли се, на пример:  $\text{Ca}(\text{OH})\text{Cl}$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})\text{NO}_3$ ,  $\text{Bi}(\text{OH})_2\text{Cl}$  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 нарекуваат **двојни** или **мешани соли**. Еве неколку такви соли:  $\text{KNaSO}_4$ ,  $\text{CaCl}(\text{ClO})$ ,  $\text{Mg}(\text{NH}_4)\text{PO}_4$ , и други.

Голем број соли што се добиваат од водни раствори во својот состав содржат една или повеќе молекули вода. Ваквите соли се нарекуваат **кристалохидрати**. Има многу примери за кристалохидрати. Еве неколку:  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , и други.

Поделбата на солите е дадена на Слика 5.21.



Слика 5.21. Поделба на солите.

## НОМЕНКЛАТУРА НА СОЛИ

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 број, слеано со името на металот. На пример:

$\text{KNO}_3$  – калиум нитрат  
 $\text{MgCl}_2$  – магнезиум хлорид  
 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  – хром(III) сулфат  
 $\text{CuS}$  – бакар(II) сулфид  
 $\text{PbCO}_3$  – олово(II) карбонат

На истиот 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:

$\text{Al}(\text{HSO}_4)_3$  – алуминиум **хидроген**сулфат  
 $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  – натриум **дихидроген**фосфат  
 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  – калциум **хидроген**карбонат

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:

$\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$  – магнезиум **хидроксид** хлорид  
 $\text{KNaSO}_4$  – калиум натриум сулфат  
 $\text{CaCl}(\text{ClO})$  – калциум хлорид хипохлорит

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

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – магнезиум сулфат **хептахидрат**  
 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  – натриум карбонат **декахидрат**  
 $\text{K}_2\text{Ni}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  – калиум никел(II) сулфат **хексахидрат**

Во Табела 5.4. се дадени имињата на поважните киселини, нивните киселински остатоци и валентностите на киселинските остатоци.



Табела 5.4. Имиња и формули на поважните киселини и на нивните киселински остатоци и валентноста на остатоците.

Киселина	Киселински остаток	Валентност на киселинскиот остаток
флуороводородна (HF)	флуорид (F <sup>-</sup> )	едновалентен
хлороводородна (HCl)	хлорид (Cl <sup>-</sup> )	едновалентен
бромоводородна (HBr)	бромид (Br <sup>-</sup> )	едновалентен
јодоводородна (HI)	јодид (I <sup>-</sup> )	едновалентен
сулфуроводородна (H <sub>2</sub> S)	хидрогенсулфид (HS <sup>-</sup> ) сулфид (S <sup>2-</sup> )	едновалентен двовалентен
јаглеродна (H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	хидрогенкарбонат (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) карбонат (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	едновалентен двовалентен
азотна (HNO <sub>3</sub> )	нитрат (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	едновалентен
азотеста (HNO <sub>2</sub> )	нитрит (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	едновалентен
сулфурна (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	хидрогенсулфат (HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) сулфат (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	едновалентен двовалентен
сулфуреста (H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> )	хидрогенсулфит (HSO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) сулфит (SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	едновалентен двовалентен
фосфорна (H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> )	дихидрогенфосфат (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) хидрогенфосфат (HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) фосфат (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	едновалентен двовалентен тривалентен

**Забелешка:** Постои и фосфореста киселина (H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>), но иако содржи три водородни атоми, таа не образува тривалентен киселински остаток. Затоа, овде нема да ги разгледуваме нејзините соли.

Преку неколку примери да го разгледаме именувањето на сол врз основа на дадена формула и да составиме формула на сол врз основа на познато име.

**Пример 5.6. Кое е името на солта чија формула е:**

а) (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>      б) Ni(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>

**Решение:**

а) Ова е сол на јаглеродната киселина (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Називот на двовалентниот киселински остаток на јаглеродната киселина е карбонат. Катјонот, пак, (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) се нарекува амониум. Според тоа, името на оваа сол е **амониум карбонат**.

б) Со последователна замена на водородните атоми во фосфорната киселина може да се образуваат три типа соли: дихидрогенфосфати, хидрогенфосфати и фосфати. Оваа сол е дихидрогенфосфат бидејќи киселинскиот остаток е -H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>. Тој е едновалентен бидејќи од молекулата на 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 е **никел(II) дихидрогенфосфат**.

**Пример 5.7. 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 едниот елемент, т.е. Металот ( $x$ ), мора да биде еднаква на производот од индексот и валентноста на другиот елемент, т.е. киселинскиот остаток ( $y$ ).

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

Но, бидејќи не ни се познати индексите ниту за хромот, ниту за сулфурот, ќе побараме НЗС од нивните валентности. За 3 и за 2, НЗС е 6. Оттука,

$$6 : 3 = 2 \quad \text{и} \quad 6 : 2 = 3$$

Значи, индексот за хромот е 2, а за сулфурот е 3. Според тоа, формулата на хром(III) сулфид е  **$Cr_2S_3$** .

б) Калциумот нема променлива валентност, туку секогаш е двовалентен. Хидрогенсулфатниот анјон е едновалентен, зашто само едниот водороден атом од молекулата на 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 напишат формулата на водата и бројот на молекули вода. Хекса е префикс за бројот шест, па според тоа, формулата на оваа сол е  **$Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$** .

## ДОБИВАЊЕ СОЛИ И ХЕМИСКИ РЕАКЦИИ НА СОЛИТЕ

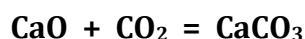
Постојат голем број начини за добивање соли. Со некои од нив веќе се запознаваме кога зборуваме за својствата на оксидите, хидроксидите и киселините. Покрај тоа, при некои начини за добивање соли се добиваат и соединенија од другите групи. Подолу е даден преглед на начините за добивање соли.

1. метал + киселина = сол + водород
2. оксид на метал + киселина = сол + вода
3. оксид на неметал + база = сол + вода
4. база + киселина = сол + вода (реакција на неутрализација)
5. оксид на метал + оксид на неметал = сол
6. метал + неметал = сол
7. сол(1) + киселина(1) = сол(2) + киселина(2)
8. сол(1) + база(1) = сол(2) + база(2)
9. сол(1) + сол(2) = сол(3) + сол(4)
10. метал(1) + сол(1) = метал(2) + сол(2)

Првите четири од овие десет начини за добивање соли веќе ги разгледавме кај претходните групи соединенија. Затоа, тука ќе ги разгледаме само преостанатите шест. Во последните четири начини за добивање соли, во реактантите се среќава сол, па затоа овие се сметаат за хемиски реакции на солите.

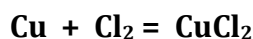
### 1. Реакција меѓу оксид на метал и оксид на неметал.

Оксидите на металите и оксидите на неметалите реагираат меѓу себе образувајќи сол. На пример:



### 2. Реакција на соединување меѓу метал и неметал.

Со овој тип реакција се добиваат соли на голем број бескислородни киселини. На пример:



### 3. Реакција меѓу сол и киселина.

Овој начин за добивање соли може да го разгледаме ако го изведеме следниов обид:



#### Експеримент

##### Реакција меѓу сол и киселина

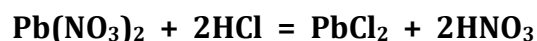
##### **Потребен прибор и супстанции:**

Епрувета, пипети, раствор од олово(II) нитрат, разреден раствор од HCl, заштитни очила и ракавици.

##### **Постапка:**

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

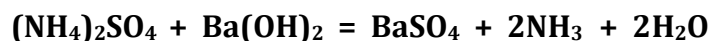
При додавањето HCl во растворот на олово(II) нитрат се забележува издвојување бел талог. Тој талог е олово(II) хлорид. Реакцијата што ја изведовме може да ја претставиме со следнава равенка:



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. Истовремено, овие реакции ги опишуваат хемиските својства на солите.

### 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 бази. Покрај тоа, овие реакции ги опишуваат хемиските својства на солите. На пример, амонијакот се добива по лабораториски пат со ваков тип реакција:



### 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:



#### Експеримент

##### Реакции меѓу две соли

##### **Потребен прибор и супстанции:**

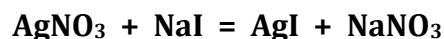
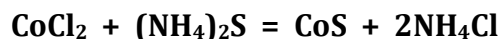
Епрувети, пипети, раствори од: амониум сулфид, кобалт(II) хлорид, сребро нитрат и натриум јодид, заштитни очила и ракавици.

##### **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:



Ваквите видови реакции се нарекуваат реакции на двојна замена.

## 6. Реакција меѓу метал и сол.

Некои метали, внесени во раствор на некоја сол на метал, може да реагираат со солта. Притоа се образува сол на внесениот метал, а се издвојува другиот метал. За тоа кои метали може да реагираат со кои соли, ќе учим понатаму. Овој начин на добивање соли ќе го разгледаме преку следниов експеримент:



### Експеримент

#### Реакција меѓу метал и сол

##### **Потребен прибор и супстанции:**

Лабораториска чаша, раствор од бакар(II) сулфат, цинкова плочка, заштитни очила и ракавици.

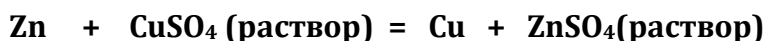
##### **Постапка:**

Во една лабораториска чаша стави раствор од бакар(II) сулфат. Потоа, во растворот врони цинкова плочка. Набљудувај ги промените што се случуваат. Што забележуваш?

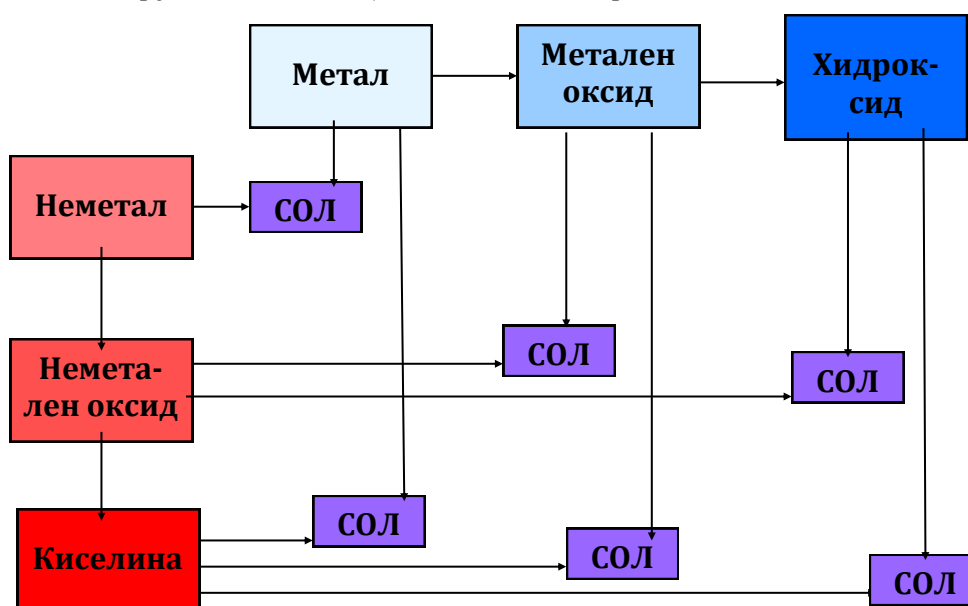
Се забележува дека откако ќе се врони цинковата плочка во растворот од бакар(II) сулфат, бојата на растворот почнува да избледува, а ако се остави реакцијата да тече подолго време, растворот целосно ќе се обезбои. Истовремено, на површината на цинковата плочка почнува да се издвојува темен талог.

Всушност, ова е т.н. реакција на замена, при која цинкот го заменува бакарот во неговата сол, а се ослободува елементарен бакар. Растворот на цинк сулфат е безбоен, па затоа растворот на бакар(II) сулфат, кој е сино обоен, постепено се обезбојува.

Издвоениот талог е аморфен бакар. Значи, за оваа реакција можеме да ја напишеме следнава равенка:



Откако ги изучивме четирите групи соединенија: оксиди, хидроксици, киселини и соли, јасно може 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:



Слика 5.22. Шематски приказ на врските меѓу различните групи неоргански соединенија.

## НЕКОИ ПОВАЖНИ СОЛИ И НИВНА ПРИМЕНА

Кажавме дека со голем број соли постојано се среќаваме 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 нормалното функционирање на живите организми, па затоа човекот ја внесува преку храната.



Слика 5.23. Натриум хлоридот се употребува во исхраната под името готварска сол.

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*.



Слика 5.24. Кристали од халит, минерал на натриум хлоридот.

Една друга сол што честопати ја употребуваме во домаќинството спаѓа во групата хидроген соли. Тоа е **натриум хидрогенкарбонат ( $\text{NaHCO}_3$ )**. Оваа супстанца е позната под името **сода бикарбона**. Претставува бела кристална супстанца што на зголемена температура се разложува со ослободување јаглерод диоксид. Токму поради ова својство, натриум хидрогенкарбонатот се употребува за производство на прашок за печиво што се користи за нараснување на тестото во домаќинството и во пекарската индустрија.



Слика 5.25.  $\text{NaHCO}_3$  се користи во домаќинството како прашок за печиво.

Голем број соли наоѓаат примена во градежништвото и во вајарството. Најпознати такви соли се **калциум сулфат дихидрат ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )**, познат под името **гипс**, како и **калциум карбонат ( $\text{CaCO}_3$ )**, познат под имињата **варовник** и **мермер**. Двете соли се нерастворливи во вода, што е само една од причините за нивната употреба. Големи наоѓалишта на мермер има во околината на Прилеп.

Уште една сол што наоѓа примена во секојдневниот живот е **бакар(II) сулфат пентахидрат ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )**. 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 боене на ткаенините и за нанесување бакар врз метални предмети (побакарување).



Слика 5.26. Кристали од син камен.



## Експеримент

### Дехидратација на син камен

#### **Потребен прибор и супстанции:**

Аван со толчник, епрувета, лажичка, спиртна ламба, дрвена штипка, капалка, син камен, вода, заштитни очила и ракавици.

#### **Постапка:**

Во аван со толчник спраши син камен. Потоа, во епрувета стави малку од спрашениот син камен и загревај ја со спиртна 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 изведениот експеримент.

Така, при загревање, синиот камен поминува во безводен бакар(II) сулфат,  $\text{CuSO}_4$ . Но, ако на безводната сол се додаде вода, повторно ќе се добие кристалохидратот.



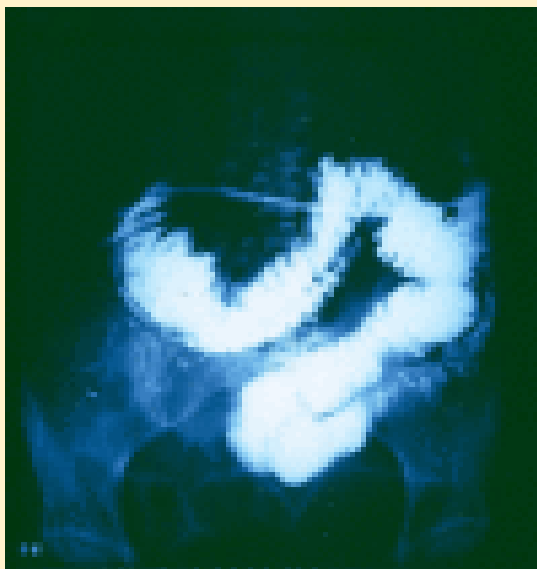
Слика 5.27. Кристали од син камен и од безводна сол.

## ДОДАТОК

### БАРИУМ СУЛФАТ И РЕНДГЕНСКО СНИМАЊЕ НА СТОМАКОТ

Можеби сте слушнале дека при рендгенско снимање на органите за варење, болните луѓе најпрво 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 на цревата. Бариумот и неговите соединенија се екстремно отровни, но сепак бариумовата каша е сосема безбедна за здравјето на човекот. Имено, станува збор 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 употребата на оваа метода, дури и штетното дејство на рендгенските зраци е минимизирано.





## ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ

1. Што се соли?
2. Наведи примери за амониум соли така што ќе ги напишеш нивните формули и ќе ги именуваш!
3. Следниве соли класифицирај ги во групи според составот:  $\text{Cu}_2\text{S}$ ;  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{AlCl}_3$ ;  $\text{KHSO}_4$ ;  $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$ ;  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{FeSO}_4$ ;  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ;  $\text{ZnS}$ ;  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ;  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ;  $\text{ZnCl}_2$ ;  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ;  $\text{AgNO}_3$ ;  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ;  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ;  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ;  $\text{CoSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{FeS}$ . Класификацијата претстави ја табеларно!
4. Именувај ги 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.
6. Именувај ги сите супстанции што се дадени во равенките за добивање соли.
7. За секој начин на добивање сол напиши по една равенка, израмни ја и именувај ги сите учесници во реакцијата.



## ИСТРАЖУВАЈ!

- ♦ Во една епрувета стави раствор од бариум хлорид, а потоа во растворот додавај раствор од натриум сулфат. Што забележуваш? Напиши ја равенката на реакцијата и именувај ги добиените соединенија. *Помош:* бариум сулфатот е бела, тешко растворлива супстанца.
- ♦ **За секое од следните барања постави хипотеза, направи план за работа, изведи експеримент, напиши хемиска равенка и израмни ја и донеси заклучок.**
  1. Откриј дали сода бикарбона реагира со оцетна киселина.
  2. Изведи дехидратација на  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .
  3. Откриј дали калциум карбонат реагира со оцетна киселина.

## **РЕЗИМЕ:**

- ♦ *Соли се соединенија што се состојат од метал (или амониум група) и киселински остаток. Во водни раствори тие се разложуваат (дисоцираат) до метални или амониум катјони и анјони од киселинскиот остаток.*
- ♦ *Нормални соли се оние што 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/-и група/-и, 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 заемна поврзаност. Тие мож е да се добијат едни од други и да стапуваат во реакции едни со други.*



## Модуларна единица 6

# ОСНОВИ НА ХЕМИСКОТО СМЕТАЊЕ

Со изучување на содржините од модуларната единица „Основи на хемиското сметање“, се очекува ученикот/ученичката да биде способен/-на да:

- ♦ ги применува релативните атомски маси и релативните молекулски маси и да пресметува релативни молекулски маси;
- ♦ ги дефинира количеството супстанца и единицата мол и да го поврзува количеството супстанца со Авогадровата константа;
- ♦ ги изразува и да ги поврзува моларните величини преку величината количество супстанца;
- ♦ решава задачи врз основа на количество супстанца и моларни величини.

Содржини:

- ♦ Релативна атомска маса и релативна молекулска маса
- ♦ Пресметување релативни молекулски маси
- ♦ Количество супстанца и мол
- ♦ Моларни величини
- ♦ Пресметување врз основа на количество супстанца и моларни величини
- ♦ Пресметување со меѓусебно поврзување број на единици, маса и волумен преку количество супстанца (т.е. моларни величини)
- ♦ Атомска (унифицирана) единица за маса ( $u$ )
- ♦ Релативна атомска маса ( $A_r$ )
- ♦ Релативна молекулска маса ( $M_r$ )
- ♦ Релативна формулска маса
- ♦ Количество супстанца
- ♦ Мол
- ♦ Авогадров број
- ♦ Авогадрова константа
- ♦ Екстензивна величина
- ♦ Интензивна величина
- ♦ Моларна величина
- ♦ Авогадрова константа
- ♦ Моларна маса
- ♦ Моларен волумен
- ♦ Стандардни услови за гасови

## РЕЛАТИВНА АТОМСКА МАСА И РЕЛАТИВНА МОЛЕКУЛСКА МАСА

Видовме дека атомите, според атомската теорија, се мали честички, но дека сепак поседуваат маса. Зборувавме и за масен број како збир од масата на протоните и неутроните. Но, масата на атомите ние не може да ја измериме. Затоа, научниците нашле поедноставен начин за претставување на масата на атомите, споредувајќи ја со масата на атомот на некој избран елемент, земена како стандард. На ваков начин се добива една бездимензионална величина, која се нарекува **релативна атомска маса**.

Во текот на развојот на науката, за споредба, биле избирани масите на атомите на различни елементи. Денес е прифатена **унифицираната единица за маса** или т.н. јаглеродна единица (понекогаш се нарекува атомска единица за маса). Оваа единица се дефинира на следниов начин:

*Унифицираната единица за маса претставува 1/12 од масата на изотопот на јаглерод  $^{12}\text{C}$  и се бележи со латиничната буква  $u$ .*

$$u = \frac{m(^{12}\text{C})}{12}$$

Вредноста на унифицираната единица за маса изнесува  $1,66 \cdot 10^{-27}$  kg. Ваквата дефиниција на унифицираната единица за маса може да ја протолкуваме на следниов начин. Масениот број на изотопот  $^{12}\text{C}$  покажува дека во јадрото на овој изотоп има 6 протони и 6 неутрони. Ако оваа маса се подели со 12, всушност ќе ја добиеме просечната маса на еден нуклеон, односно на еден протон или неутрон.

Значи, наместо вистинските маси на атомите, ќе ги употребуваме релативните атомски маси. Релативната атомска маса се бележи со  $A_r$ , а се дефинира на следниов начин:

*Релативна атомска маса е однос меѓу просечната маса на атомот на елементот и унифицираната единица за маса.*

$$A_r = \frac{\bar{m}(E)}{u}$$

$$A_r = \frac{\bar{m}(E)}{m(^{12}\text{C})/12}$$

Релативната атомска маса покажува колку пати просечната маса на еден атом е поголема од јаглеродната единица и претставува неименуван број. Вистинската маса, пак, на атомот, ќе ја добиеме ако релативната атомска маса ја помножиме со унифицираната единица за маса. За ова ќе стане збор малку подоцна.

Релативните атомски маси се дадени во таблицата на периодниот систем на елементите. Но, како што може да се забележи, речиси сите релативни атомски маси се децимални броеви. Зошто е тоа така?

Како што беше кажано претходно, најголемиот број елементи се јавуваат како смеси од изотопи. Во таков случај, релативната атомска маса на природниот елемент е збир од производите на релативните атомски маси на поодделните изотопи и нивните молски (количествени) удели. Повеќе за ова ќе стане збор во твоето понатамошно изучување на хемијата.

И молекулите, како и атомите, се многу мали честички, па затоа е добро и нивната маса да ја претставиме слично како и масата на атомите. За молекулите е воведена величината **релативна молекулска маса,  $M_r$** . Но, освен соединенија изградени од молекули, кажавме дека постојат и соединенија изградени од јони, па, во таков случај, не зборуваме за молекули, туку за формулни единици. Затоа, освен релативна молекулска маса, воведен е и поимот **релативна формулска маса**. Всушност, во најголем број случаи, овие два поима се сведуваат на поимот релативна молекулска маса, но секако, треба да имаме предвид дека постојат и такви соединенија што не се изградени од молекули.

Слично како што е дефинирана релативната атомска маса, така може да се дефинира и **релативната молекулска маса (релативна формулска маса)**. Значи:

*Релативна молекулска (формулска) маса претставува однос меѓу масата на молекулата (т.е. формулната единица) и унифицираната единица за маса.*

$$M_r = \frac{m_f}{u}$$

Во оваа равенка, со  $m_f$  е претставена формулската маса на соединението.

Од самите изрази за релативна атомска маса и релативна молекулска маса, следува дека тие се бездимензионални величини, како што се, впрочем, и сите т.н. релативни величини.

## ПРЕСМЕТУВАЊЕ РЕЛАТИВНИ МОЛЕКУЛСКИ МАСИ

Молекулите се состојат од атоми, па затоа масата на молекулата ќе биде збир од масите на атомите од кои е составена. Јонски градените супстанци се состојат од јони, а за формулската маса на јонското соединение може да кажеме дека ќе биде збир од атомските маси на атомите од кои се добиле јоните. Ова смееме да го направиме бидејќи јоните се добиваат со примање или испуштање електрони, а рековме дека електронот има занемарливо мала маса во споредба со масата на протонот и неутронот.

Значи, ако ги знаеме точната формула на едно соединение и релативните атомски маси на елементите во неговиот состав, лесно може да ја пресметаме релативната молекулска маса, односно релативната формулска маса.

За која било супстанца, без оглед на нејзината градба, т.е. без оглед дали таа се состои од атоми или од јони, релативната молекулска маса може да се пресмета како збир од релативните атомски маси на атомите т.е. јоните што влегуваат во составот на тоа соединение помножени со индексот на елементот во формулата:

$$M_r = i(A) \cdot A_r(A) + i(B) \cdot A_r(B) + \dots$$

Во оваа формула, со  $i$  е означен соодветниот индекс за секој од атомите (или јоните) во формулата.

Да разгледаме неколку примери за пресметување релативна молекулска маса:

**Пример 6.1.** Колку изнесува релативната молекулска маса на сулфурна киселина?

**Решение:** Најпрво треба да ја напишеме формулата на сулфурната киселина:  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Гледаме дека молекулата на сулфурната киселина се состои од два атома водород, еден атом сулфур и четири атома кислород. За да ја пресметаме релативната молекулска маса, потребни ни се релативните атомски маси на секој од елементите што влегува во составот на ова соединение. Нив ќе ги отчитаме од таблицата на периодниот систем на елементите:

$$A_r(\text{H}) = 1,01$$

$$A_r(\text{S}) = 32,06$$

$$A_r(\text{O}) = 16,00$$

$$M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot A_r(\text{H}) + A_r(\text{S}) + 4 \cdot A_r(\text{O})$$

$$M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 1,01 + 32,06 + 4 \cdot 16 = 98,07$$

**Одговор:** Релативната молекулска маса на сулфурна киселина изнесува 98,07.

**Пример 6.2.** Колку изнесува релативната формулска маса на алуминиум сулфат?

**Решение:** Најпрво треба да ја напишеме формулата на оваа сол:  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  и во периодниот систем да ги најдеме релативните атомски маси на елементите:

$$A_r(\text{Al}) = 26,98$$

$$A_r(\text{S}) = 32,06$$

$$A_r(\text{O}) = 16,00$$

Доколку во формулата на некое соединение определена група се повторува повеќепати, како што е, на пример, во алуминиум сулфат,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , вкупниот број атоми и/или јони на секој од елементите во групата е производ од двата индекси, во и надвор од заградата.

$$M_r[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3] = 2 \cdot A_r(\text{Al}) + 3A_r(\text{S}) + 12 \cdot A_r(\text{O})$$

$$M_r[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3] = 2 \cdot 26,98 + 3 \cdot 32,06 + 12 \cdot 16 = 53,96 + 96,18 + 192 = 342,13$$

**Одговор:** Релативната формулска маса на алуминиум сулфат изнесува 342,13.

**Пример 6.3.** Колку изнесува релативната формулска маса на кобалт(II) нитрат хексахидрат?

**Решение:** Најпрво ќе ја напишеме формулата на овој кристалохидрат. Таа е:  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Во периодниот систем ќе ги најдеме релативните атомски маси на елементите:

$$A_r(\text{Co}) = 58,93 \quad A_r(\text{O}) = 16,00$$

$$A_r(\text{N}) = 14,07 \quad A_r(\text{H}) = 1,01$$

Пресметувањето на релативната формулска маса може да се изведе на два начина:

$$M_r[\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}] = A_r(\text{Co}) + 2A_r(\text{N}) + 12 \cdot A_r(\text{O}) + 12A_r(\text{H})$$

или

$$M_r[\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}] = A_r(\text{Co}) + 2A_r(\text{N}) + 6 \cdot A_r(\text{O}) + 6M_r(\text{H}_2\text{O})$$

Тоа што е важно да се знае е дека **точката во формулата не значи множење**. Значи, како и за сите други соединенија, и за кристалохидратите се собираат релативните атомски маси на елементите, водејќи сметка за нивниот број во формулната единка. Со двата начина на пресметување, за релативната формулска маса на овој кристалохидрат се добива вредноста 291,19.

**Одговор:** Релативната молекулска маса на кобалт(II) нитрат хексахидрат изнесува 291,19.



### ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ:

1. Ползувајќи ја таблицата на периодниот систем на елементите, прочитај ги атомските броеви и релативните атомски маси на елементите: натриум, неон, флуор, олово, калциум и жива. Состави табела во која ќе ги внесеш атомскиот број на елементот, името, хемискиот симбол и релативната атомска маса.
2. Колкав број од секој атом или јон треба да земеме предвид при пресметување на релативната молекулска (формулска) маса на следниве соединенија: а) калциум карбонат; б) амониум сулфат; в) никел(II) сулфат хексахидрат; г) железо(III) хидроксид; д) фосфорна киселина; ж) манган(IV) оксид.
3. Пресметај ги релативните молекулски (формулски) маси на следниве соединенија: а)  $\text{Fe}_2\text{S}_3$ ; б)  $\text{H}_3\text{AsO}_3$ ; в)  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ ; г)  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ; д)  $\text{Co}_2\text{O}_3$ ; е)  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ; ж)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .



### ИСТРАЖУВАЈ!

Работа во мали групи. Побарајте податоци за молекулските формули на витамините С, А и Е, а потоа пресметајте ги нивните релативни молекулски маси.

## КОЛИЧЕСТВО СУПСТАНЦА И МОЛ

Супстанците се изградени од честички, па затоа може да зборуваме за определен број честички од определена супстанца. За да може на погоден начин да го изразиме бројот на честички во една супстанца, воведена е величината **количество супстанца**, која се бележи со  $n$ . Величината количество супстанца е една од седумте основни величини во SI. Но, оваа величина е најважна за хемијата бидејќи е **поврзана со бројот на градбените единици на супстанците**, а како што ќе видиме, таа лесно може да се поврзе со други важни експериментално мерливи величини.

Величината количество супстанца се изразува во единица што се вика **мол**, која се бележи со **mol** и се дефинира како:

*Мол е количество супстанца, кое содржи ист број единици колку што има во 0,012 kg од изотопот на јаглеродот  $^{12}\text{C}$ .*

На пример, во еден мол железо, магнезиум, азот, кислород, вода, манган(II) сулфат, јаглерод диоксид, азотна киселина или која било друга супстанца има ист број честички еднаков со бројот на честички во 12 грама од изотопот  $^{12}\text{C}$ .



Слика 6.1.  
Амадео Авогадро  
(1776–1856).

Колку изнесува бројот на честички во 12 грама од изотопот  $^{12}\text{C}$ ? Со различни експериментални и пресметковни постапки се стигнало до бројната вредност  $6,022 \cdot 10^{23}$ . Овој број бил наречен **Авогадров број** во чест на италијанскиот научник Амадео Авогадро, кој бил најзаслужен за неговото пресметување. Всушност, од примерите дадени погоре може лесно да се заклучи дека толкав број единици се содржи и во еден мол од која било супстанца, па затоа, наместо за Авогадров број, може да зборуваме за **Авогадрова константа  $N_A$** , која има вредност  $6,022 \cdot 10^{23} / \text{mol}$ . Авогадровата константа е универзална, што значи дека важи за која било супстанца, односно за која било дефинирана единица.

На пример, во еден мол од сулфурна киселина, калциум хидроксид, атоми бакар, натриумови јони итн. се содржат  $6,022 \cdot 10^{23}$  соодветни единици.

Ако го знаеме бројот на единици во 1 mol супстанца (моларен број единици), тогаш бројот на единици во кое било друго количество супстанца ќе биде производ од количеството супстанца и моларниот број единици. На пример: Ако во еден мол супстанца има  $6,022 \cdot 10^{23}$  единици, во два мола ќе има двапати повеќе, а во десет мола ќе има десетпати повеќе итн. Математички, тоа може да го претставиме на следниов начин:

$$N(B) = n(B) \cdot N_A$$

Авогадровата константа претставува количник меѓу бројот на единици на супстанцата и нејзиното количество. Тоа може да го изразиме со следнава величинска равенка:

$$N_A = \frac{N(B)}{n(B)}$$

во која:

$N(B)$  – број на единици

$N_A$  – Авогадрова константа:  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} / \text{mol} = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

$n(B)$  – количество супстанца

$B$  – ознака за супстанца

Оваа величинска равенка може да ја преуредиме така што ќе го изразиме количеството супстанца како количник од бројот на единици и Авогадровата константа:

$$n(B) = \frac{N(B)}{N_A}$$

Значи, врз основа на овие величински равенки може да пресметуваме број на единици (атоми, молекули, јони) знаејќи го количеството супстанца, но и обратно. Тие јасно ни покажуваат дека величината количество супстанца е поврзана директно со бројот на градбени единици. Да го разгледаме тоа низ неколку примери.

**Пример 6.4.** Колкав број молекули вода се содржат во количество вода од 5 mol?

**Решение:**

**Дадено е:**

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 5 \text{ mol}$$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} / \text{mol}$$

**Се бара:**

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

Бројот на молекули вода ќе го претставиме со следнава величинска равенка:

$$N(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot N_A$$

Оттука,

$$N(\text{H}_2\text{O}) = 5 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 30,11 \cdot 10^{23} = 3,011 \cdot 10^{24}$$

**Одговор:** Бројот на молекули вода што се содржат во 5 мола вода изнесува  $3,011 \cdot 10^{24}$ .

**Пример 6.5.** Кофеинот,  $C_8H_{10}N_4O_2$ , претставува супстанца што се користи како аналгетик (средство за смирување на болките). Колкаво количество кофеин, изразено во милимолови, претставуваат  $1,8 \cdot 10^{20}$  молекули кофеин?

**Решение:**

**Дадено е:**

$$N(C_8H_{10}N_4O_2) = 1,8 \cdot 10^{20}$$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} / \text{mol}$$

**Се бара:**

$$n(C_8H_{10}N_4O_2) = ?$$

Количеството кофеин ќе го претставиме со следнава величинска равенка:

$$n(C_8H_{10}N_4O_2) = \frac{N(C_8H_{10}N_4O_2)}{N_A}$$

Оттука,

$$n(C_8H_{10}N_4O_2) = \frac{N(C_8H_{10}N_4O_2)}{N_A} = \frac{1,8 \cdot 10^{20}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 0,299 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Добиената вредност за количеството кофеин е изразена во молови, а во задачата се бара таа да биде изразена во милимолови, па затоа мора да направиме претворање на единиците.

$$n(C_8H_{10}N_4O_2) = 0,299 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0,299 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3 \text{ mmol} = 0,299 \text{ mmol}$$

**Одговор:** Количеството кофеин што содржи  $1,8 \cdot 10^{20}$  молекули кофеин изнесува 0,299 mmol.

### ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ:

1. Колкав број молекули сулфур диоксид се содржат во 2,5 mol од ова соединение?
2. Колку атоми жива се содржат во една капка жива чие количество изнесува 3,39 mmol?
3. Во крвната плазма на здрав возрасен човек има 0,142 mol натриумови јони. Колкав број натриумови јони се содржат во ова количество?
4. Колкаво количество шеќер (сахароза,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) се содржи во една лажица шеќер во која бројот на молекули сахароза изнесува  $2 \cdot 10^{22}$ ?
5. Една алуминиумска коцка содржи  $5,7 \cdot 10^{29}$  атоми алуминиум. Колку киломолови алуминиум се содржат во оваа коцка?
6. Се проценува дека вкупниот број калиумови јони во телото на возрасен човек со маса од 60 kg изнесува  $1,85 \cdot 10^{24}$ . Пресметај колкаво количеството калиумови јони има во телото на возрасен човек.

## МОЛАРНИ ВЕЛИЧИНИ

Видовме дека величината количество супстанца е во директна врска со бројот на единици на супстанците. Но, таа не е директно мерлива, бидејќи не постои начин да ги преброиме честичките од кои се изградени супстанците! Сепак, величината количество супстанца зазема централно место во хемијата, бидејќи може да се поврзе со голем број други величини кои се важни за хемијата, а кои може да се измерат.

Вредноста на голем број величини зависи од количеството супстанца, т.е. од бројот на единици од кои се состои супстанцата. Овие величини се нарекуваат **екстензивни величини**. Такви величини се, на пример, масата и волуменот. Така, на пример, колку што е поголем бројот на единици, толку ќе биде поголема и масата на супстанцата, бидејќи самите единици имаат маса.

Величините, пак, кои не зависат од количеството супстанца се нарекуваат **интензивни величини**. Такви се, на пример, температурата, густината, температурата на топење, температурата на вриење и др. Ваквите величини веќе ги спомнавме како карактеристични величини што се во врска со карактеристичните физички својства на супстанците. Температурата на топење или на вриење на некоја супстанца секогаш има иста вредност независно од нејзиното количество. На 100 °C ќе врие кое било количество вода.

Меѓутоа, во науката нам ни е секогаш важно да ги споредуваме изучуваните системи. Затоа, важно е екстензивните величини да може да ги изразиме со соодветни интензивни величини и меѓусебно да ги поврземе. Очигледно, таква врска може да се воспостави преку количеството супстанца. Така, екстензивната величина може да ја претвориме во интензивна ако величината ја поделиме со количеството супстанца. Притоа се добиваат т.н. **моларни величини**.

Веќе се запознавме со една моларна величина. Очигледно, Авогадровата константа е моларна величина бидејќи изразува моларен број единици. Други поважни моларни величини за хемијата се **моларната маса** и **моларниот волумен**.

*Моларната маса претставува маса на количество супстанца од еден мол.*

$$M(B) = \frac{m(B)}{n(B)}$$

Оттука,

$$m(B) = n(B) \cdot M(B)$$

каде што:

$n(B)$  – количество супстанца

$m(B)$  – маса на супстанцата

$M(B)$  – моларна маса на супстанцата

Моларната маса е константа за определен вид дефинирани единици. Единицата во SI за моларната маса е kg/mol, но многу почесто се користи единицата g/mol. Кога моларната маса на супстанцата се изразува во единицата g/mol, нејзината бројна вредност е еднаква со релативната атомска маса, односно со релативната молекулска (формулска) маса (во зависност од тоа за каква супстанца станува збор). Значи, моларната маса може да се претстави на следниов начин:

$$M(B) = A_r(B) \cdot \text{g/mol}$$

$$M(B) = M_r(B) \cdot \text{g/mol}$$

Секогаш треба да се има предвид дека релативните атомски и релативните молекулски маси и соодветните моларни маси не се исти величини, туку исти се само нивните бројни вредности, доколку моларната маса се изрази во g/mol. Да разгледаме неколку примери:

**Пример 6.6.** Колку изнесува моларната маса на: а) P и б) P<sub>4</sub>, изразени во g/mol и во kg/mol?

**Решение:**

а) Моларната маса на P, изразена во g/mol, има иста бројна вредност со релативната атомска маса на P. Од периодниот систем на елементите ќе ја отчитаме релативната атомска маса на фосфорот:  $A_r(P) = 30,97$ . Според тоа:

$$M(P) = 30,97 \text{ g/mol}$$

Ако моларната маса се изрази во kg/mol, нејзината бројна вредност нема да соодветствува со релативната атомска маса.

$$M(P) = 0,03097 \text{ kg/mol}$$

б) Моларната маса на P<sub>4</sub>, изразена во g/mol, има иста бројна вредност со релативната молекулска маса на P<sub>4</sub>. Значи:

$$M_r(P_4) = 4 \cdot A_r(P) = 4 \cdot 30,97 = 123,88$$

$$M(P_4) = 123,88 \text{ g/mol} \approx 0,124 \text{ kg/mol}$$

**Пример 6.7.** Колку изнесува моларната маса на калиум сулфид, изразена во единицата g/mol?

**Решение:**

Моларната маса на калиум сулфид (K<sub>2</sub>S), изразена во g/mol, има иста бројна вредност со релативната формулска маса на ова соединение. Според тоа:

$$M_r(K_2S) = 2 \cdot A_r(K) + A_r(S) = 2 \cdot 39,10 + 32,06 = 110,26$$

$$M(K_2S) = 110,26 \text{ g/mol}$$

Друга важна моларна величина е моларниот волумен, дефиниран како:

**Моларен волумен претставува волумен на еден мол супстанца.**

$$V_m(\text{B}) = \frac{V(\text{B})}{n(\text{B})}$$

Оттука:

$$V(\text{B}) = n(\text{B}) \cdot V_m(\text{B})$$

каде што:

$V(\text{B})$  – волумен на супстанцата

$V_m(\text{B})$  – моларен волумен на супстанцата

$n(\text{B})$  – количество супстанца

Ако станува збор за еден мол гасовита супстанца (и тоа за т.н. идеален гас) и ако таа се наоѓа при т.н. **стандардни услови** (температура од 0 °C и атмосферски притисок, 1 atm, приближно 101325 Pa), тогаш вредноста за моларниот волумен е позната и таа изнесува:  $V_m = 22,4 \text{ dm}^3/\text{mol}$ . Оваа вредност за моларниот волумен се однесува **само** за гасовити супстанции што се наоѓаат при стандардни услови!

Всушност, ова произлегува од еден закон кој го формулирал Авогадро, а кој гласи:

***Еднакви волумени од различни гасови при исти услови (температура и притисок) содржат ист број единки.***

или

***Еднакви количества од различни гасови при исти услови (температура и притисок) зафаќаат еднакви волумени.***

## ПРЕСМЕТУВАЊЕ ВРЗ ОСНОВА НА КОЛИЧЕСТВО СУПСТАНЦА И МОЛАРНИ ВЕЛИЧИНИ

Ги изведовме величинските равенки за врската меѓу количеството супстанца и моларните величини. За да се разберат подобро, но и за да се согледа нивната практична примена, ќе ги разгледаме следниве неколку примери.

**Пример 6.8.** Чоколадата од 50 g најчесто содржи 25 g шеќер (сахароза,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ). Колку милимолови шеќер содржи чоколада од 50 g?

**Решение:**

**Дадено е:**

$$m(C_{12}H_{22}O_{11}) = 25 \text{ g}$$

**Се бара:**

$$n(C_{12}H_{22}O_{11}) = ?$$

За да го пресметаме количеството супстанца знаејќи ја масата, треба да ја пресметаме моларната маса. Затоа, прво ќе ја пресметаме релативната молекулска маса на сахарозата (шеќерот), а потоа, изразувајќи ја во g/mol, ќе ја добиеме моларната маса.

$$M_r(C_{12}H_{22}O_{11}) = 12 \cdot A_r(C) + 22 \cdot A_r(H) + 11 \cdot A_r(O)$$

$$M_r(C_{12}H_{22}O_{11}) = 12 \cdot 12,01 + 22 \cdot 1,01 + 11 \cdot 16,00 = 342,34$$

$$M(C_{12}H_{22}O_{11}) = 342,34 \text{ g/mol}$$

Количеството сахароза ќе го пресметаме користејќи го изразот:

$$n(C_{12}H_{22}O_{11}) = \frac{m(C_{12}H_{22}O_{11})}{M(C_{12}H_{22}O_{11})}$$

$$n(C_{12}H_{22}O_{11}) = \frac{25 \text{ g}}{342,34 \text{ g/mol}}$$

$$n(C_{12}H_{22}O_{11}) = 0,073 \text{ mol}$$

Во задачата се бара резултатот да се изрази во милимолови. Претворањето ќе го направиме знаејќи дека  $1 \text{ mol} = 10^3 \text{ mmol}$ . Значи:

$$n(C_{12}H_{22}O_{11}) = 0,073 \text{ mol} = 0,073 \cdot 10^3 \text{ mmol} = 73 \text{ mmol}$$

**Одговор:** Во чоколада од 50 g се содржат 73 mmol шеќер.



**Пример 6.9.** Колкава маса вода, изразена во грами, претставуваат 0,5 mol од оваа супстанца?

**Решение:**

**Дадено е:**

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 0,5 \text{ mol}$$

**Се бара:**

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

За да ја пресметаме масата знаејќи го количеството супстанца, исто така, најпрво мора да ја најдеме моларната маса. Тоа значи дека ќе ја пресметаме релативната молекулска маса, а потоа ќе ја определиме моларната маса, така што релативната молекулска маса ќе ја изразиме во g/mol.

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot A_r(\text{H}) + A_r(\text{O})$$

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 1,01 + 16,00 = 18,02$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18,02 \text{ g/mol}$$

Масата на водата ќе ја пресметаме според величинската равенка:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O})$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 0,5 \text{ mol} \cdot 18,02 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 9,01 \text{ g}$$

**Одговор:** Масата на 0,5 mol вода изнесува 9,01 g.

**Пример 6.10.** Фреонот, ( $\text{C}_2\text{Cl}_2\text{F}_2$ ), се користи како средство за ладење во разладните уреди. Оваа супстанца, исто така, е и една од супстанците што ја разоруваат озонската обвивка на атмосферата. Колкаво количество фреон се содржи во волумен од  $1,53 \text{ m}^3$  мерен при стандардни услови?

**Решение:**

**Дадено е:**

$$V(\text{C}_2\text{Cl}_2\text{F}_2) = 1,53 \text{ m}^3$$

**Се бара:**

$$n(\text{C}_2\text{Cl}_2\text{F}_2) = ?$$

Во задачата се бара количеството фреон, а познат е неговиот волумен мерен при стандардни услови. Бидејќи станува збор за гасовита супстанца на стандардни услови, моларниот волумен го знаеме, па може да ја примениме равенката:

$$n(\text{B}) = \frac{V(\text{B})}{V_m}$$

Меѓутоа, вредноста на моларниот волумен изнесува  $22,4 \text{ dm}^3/\text{mol}$ , а волуменот на фреонот е даден во  $\text{m}^3$ , па затоа тој мора да се изрази во  $\text{dm}^3$ .

$$1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{C}_2\text{Cl}_2\text{F}_2) = 1,53 \text{ m}^3 = 1,53 \cdot 10^3 \text{ dm}^3 = 1530 \text{ dm}^3$$

$$n(\text{C}_2\text{Cl}_2\text{F}_2) = \frac{V(\text{C}_2\text{Cl}_2\text{F}_2)}{V_m} = \frac{1530 \text{ dm}^3}{22,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}} = 68,3 \text{ mol}$$

**Одговор:** Во  $1,53 \text{ m}^3$  фреон, мерен при стандардни услови, се содржат  $68,7 \text{ mol}$  фреон.

**Пример 6.11.** Колкав волумен амонијак, мерен при стандардни услови, ќе зафаќаат  $9,7 \text{ mol}$  од овој гас?

**Решение:**

**Дадено е:**

$$n(\text{NH}_3) = 9,7 \text{ mol}$$

**Се бара:**

$$V(\text{NH}_3)_{\text{s.u.}} = ?$$

Волуменот на амонијакот ќе го пресметаме според величинската равенка:

$$V(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_3) \cdot V_m$$

Моларниот волумен на амонијакот (како и на секој друг гас) при стандардни услови изнесува  $22,4 \text{ dm}^3/\text{mol}$ .

$$V(\text{NH}_3) = 9,7 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ dm}^3/\text{mol} = 217,28 \text{ dm}^3$$

**Одговор:** Волуменот на  $9,7 \text{ mol}$  амонијак, мерен при стандардни услови, изнесува  $217,28 \text{ dm}^3$ .

## ПРЕСМЕТУВАЊЕ СО МЕЃУСЕБНО ПОВРЗУВАЊЕ БРОЈ НА ЕДИНКИ, МАСА И ВОЛУМЕН ПРЕКУ КОЛИЧЕСТВО СУПСТАНЦА

Видовме дека количеството супстанца може да го претставиме со следниве величински равенки:

$$n(\text{B}) = \frac{N(\text{B})}{N_{\text{A}}} \qquad n(\text{B}) = \frac{m(\text{B})}{M(\text{B})} \qquad n(\text{B}) = \frac{V(\text{B})}{V_m}$$

Овие равенки се основни равенки во хемиското сметање. Како што може да се забележи, помеѓу овие три равенки постои голема сличност. Во сите три случаи, количеството супстанца е претставено како количник меѓу една екстензивна величина и нејзината моларна величина. Но, ако левите страни на овие три равенки се еднакви, тогаш мора да бидат еднакви и нивните десни страни. Затоа, овие три равенства може да ги претставиме и на следниов начин:

$$\frac{N(\text{B})}{N_{\text{A}}} = \frac{m(\text{B})}{M(\text{B})} = \frac{V(\text{B})}{V_m}$$

Значи, експериментално мерливите величини маса и волумен може да ги поврземе меѓу себе преку количеството супстанца (а со тоа и со бројот на единици), односно преку соодветните моларни величини. Ова ќе го разгледаме низ неколку примери, а во некои од нив ќе ја вклучиме и густината. Да се потсетиме:

$$\rho(\text{B}) = \frac{m(\text{B})}{V(\text{B})} \qquad \text{односно} \qquad \rho(\text{B}) = \frac{M(\text{B})}{V_m}$$

**Пример 6.12.** Еден чип направен од силициум што се користи во интегралните кола на преносните компјутери има маса од 5,68 mg. Колку силициумови атоми се присутни во чипот?

**Решение:**

**Дадено е:**

$$m(\text{Si}) = 5,68 \text{ mg}$$

**Се бара:**

$$N(\text{Si}) = ?$$

Во оваа задача се бара бројот на атоми силициум што се содржат во маса од 5,68 mg.

Значи, бројот на единки треба да го поврземе со масата на супстанцата. Тоа може да го направиме на два начина:

I. Задачата може да се реши во два чекора. Во првиот чекор, врз основа на познатата маса, може да го пресметаме количеството силициум. За да го пресметаме количеството силициум, треба да ја употребиме моларната маса на силициум којашто ја изразуваме во g/mol, но масата на Si е дадена во милиграми, па затоа најпрво оваа маса ќе ја претвориме во грами.

$$m(\text{Si}) = 5,68 \text{ mg} = 5,68 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 0,00568 \text{ g}$$

$$n(\text{Si}) = \frac{m(\text{Si})}{M(\text{Si})} = \frac{5,68 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{28,08 \text{ g/mol}} = 0,2023 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 2,023 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Потоа, во вториот чекор, според познатото количество супстанца и Авогадровата константа, ќе го пресметаме бројот на атоми силициум.

$$N(\text{Si}) = n(\text{Si}) \cdot N_A = 2,023 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 12,2 \cdot 10^{19} = 1,22 \cdot 10^{20}$$

II. Вториот начин е поедноставен, бидејќи задачата се решава во еден чекор, така што директно се поврзуваат бројот на единки и масата, според следнава равенка:

$$\frac{N(\text{Si})}{N_A} = \frac{m(\text{Si})}{M(\text{Si})} \Rightarrow N(\text{Si}) = \frac{m(\text{Si})}{M(\text{Si})} \cdot N_A$$

$$N(\text{Si}) = \frac{m(\text{Si})}{M(\text{Si})} \cdot N_A = \frac{5,68 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}}{28,02 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1,22 \cdot 10^{20}$$

**Одговор:** Во маса од 5,68 mg силициум се содржат  $1,22 \cdot 10^{20}$  атоми силициум.

**Забелешка:** При решавањето на задачите, учениците може да го користат и едниот и другиот начин на решавање. Овде, во понатамошните задачи, ќе биде применуван само вториот начин.

**Пример 6.13.** Колку грами изнесува масата на атомот калциум?

**Решение:**

**Дадено е:**

$$N(\text{Ca}) = 1$$

**Се бара:**

$$m(\text{Ca}) = ?$$

Во оваа задача се бара масата на атомот калциум. Тоа значи дека бројот на атоми е 1 (еден атом на калциум). Значи, ќе ја примениме релацијата што ги поврзува масата и бројот на единки:

$$\frac{m(\text{Ca})}{M(\text{Ca})} = \frac{N(\text{Ca})}{N_A}$$

$$m(\text{Ca}) = \frac{N(\text{Ca})}{N_A} \cdot M(\text{Ca}) = \frac{1 \cdot 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 6,64 \cdot 10^{-23} \text{ g}$$

Оваа задача е добар пример уште еднаш да се потсетиме дека релативните атомски и молекулски маси не се вистинските маси на атомите, молекулите и формулните единици. Релативната атомска маса на калциум ќе ја добиеме ако масата на еден атом калциум ја поделиме со унифицираната единица за маса. Од друга страна, оваа задача наједноставно ќе ја решиме ако релативната атомска маса ја помножиме со вредноста на унифицираната единица за маса.

$$m(\text{Ca}) = 40 \text{ u} = 40 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g} = 66,4 \cdot 10^{-24} \text{ g} = 6,64 \cdot 10^{-23} \text{ g}$$

Добивме ист резултат, но задачата ја решивме и на „подолгиот“ начин, со цел уште еднаш да ја покажеме меѓусебната врска на сите овие величини.

**Одговор:** Маса на еден атом калциум изнесува  $6,64 \cdot 10^{-23} \text{ g}$ .

**Пример 6.14.** Колкав број молекули ацетон ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ ) се содржат во волумен од 24,48 mL? Густината на ацетонот изнесува 0,7908 g/mL.

**Решение:**

*Дадено е:*

$$V(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}) = 24,48 \text{ mL}$$

$$\rho(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}) = 0,7908 \text{ g/mL}$$

*Се бара:*

$$N(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}) = ?$$

Бројот на единици може да го најдеме само ако го поврземе со количеството супстанца или со други величини кои, исто така, се поврзани со количеството супстанца. Во задачата се дадени податоци за густината и волуменот на ацетонот, што значи дека од овие податоци може да ја најдеме масата на ацетонот. Знаејќи ја масата, лесно ќе го најдеме количеството супстанца.

$$m(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}) = \rho(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}) \cdot V(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}) = 0,7908 \text{ g/mL} \cdot 24,48 \text{ mL} = 19,36 \text{ g}$$

Бројот на молекули ацетон ќе го пресметаме според следнава равенка:

$$N(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}) = \frac{m(\text{C}_3\text{H}_6\text{O})}{M(\text{C}_3\text{H}_6\text{O})} \cdot N_A$$

Моларна маса на ацетон:  $M(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}) = (3 \cdot 12,01 + 6 \cdot 1,01 + 16) \text{ g/mol} = 58,09 \text{ g/mol}$

$$N(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}) = \frac{m(\text{C}_3\text{H}_6\text{O})}{M(\text{C}_3\text{H}_6\text{O})} \cdot N_A = \frac{19,36 \text{ g} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}}{58,09 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2 \cdot 10^{23}$$

**Одговор:** Бројот на молекули ацетон, во 24,48 mL, изнесува  $2 \cdot 10^{23}$ .

**Пример 6.15.** Сулфуроводородот претставува многу јак крвен отров. Колкава е масата на  $1 \text{ m}^3$  сулфуроводород, мерен при стандардни услови?

**Решение:**

**Дадено е:**

$$V(\text{H}_2\text{S})_{\text{с.у.}} = 1 \text{ m}^3$$

**Се бара:**

$$m(\text{H}_2\text{S}) = ?$$

Волуменот и масата може да ги поврземе преку моларната маса и моларниот волумен (бидејќи станува збор за гас при стандардни услови), според следнава равенка:

$$\frac{m(\text{H}_2\text{S})}{M(\text{H}_2\text{S})} = \frac{V(\text{H}_2\text{S})}{V_m} \Rightarrow m(\text{H}_2\text{S}) = \frac{V(\text{H}_2\text{S}) \cdot M(\text{H}_2\text{S})}{V_m}$$

Пред да почнеме со пресметување треба да направиме претворање на волуменот од  $\text{m}^3$  во  $\text{dm}^3$ , бидејќи вредноста за моларниот волумен на гасови, при стандардни услови, вообичаено се изразува како:  $V_m = 22,4 \text{ dm}^3/\text{mol}$ .

$$(1 \text{ m})^3 = (10 \text{ dm})^3 \Rightarrow 1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ dm}^3$$

Моларната маса на  $\text{H}_2\text{S}$  изнесува  $34,08 \text{ g/mol}$ .

$$m(\text{H}_2\text{S}) = \frac{V(\text{H}_2\text{S}) \cdot M(\text{H}_2\text{S})}{V_m} = \frac{1 \cdot 10^3 \text{ dm}^3 \cdot 34,08 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{22,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}} = 1,52 \cdot 10^3 \text{ g}$$

**Одговор:** Масата на  $1 \text{ m}^3 \text{ H}_2\text{S}$  изнесува  $1,52 \cdot 10^3 \text{ g} = 1,52 \text{ kg}$ .

**Пример 6.16.** Максимално дозволената маса амонијак во  $100 \text{ g}$  воздух изнесува  $2,8 \text{ mg}$ . Колкав волумен амонијак, мерен при стандардни услови, претставува оваа маса?

**Решение:**

**Дадено е:**

$$m(\text{NH}_3) = 2,8 \text{ mg}$$

**Се бара:**

$$V(\text{NH}_3)_{\text{с.у.}} = ?$$

Волуменот на амонијакот, мерен при стандардни услови, знаејќи ја неговата маса, ќе го пресметаме според следнава равенка:

$$\frac{V(\text{NH}_3)}{V_m} = \frac{m(\text{NH}_3)}{M(\text{NH}_3)}$$

Моларната маса на  $\text{NH}_3$  изнесува  $17,03 \text{ g/mol}$ . Масата на амонијак, изразена во грами, е  $2,8 \cdot 10^{-3} \text{ g}$ .

$$V(\text{NH}_3) = \frac{m(\text{NH}_3) \cdot V_m}{M(\text{NH}_3)} = \frac{2,8 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot 22,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}}{17,03 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 3,68 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 3,68 \text{ cm}^3$$

**Одговор:** Волуменот на 2,8 mg амонијак изнесува 3,68 cm<sup>3</sup>.

**Пример 6.17.** Колкав број молекули CO<sub>2</sub> се содржат во 44,8 mL од овој гас, мерен при стандардни услови?

**Решение:**

**Дадено е:**

$$V(\text{CO}_2)_{\text{c.y.}} = 44,8 \text{ mL}$$

**Се бара:**

$$N(\text{CO}_2) = ?$$

Бројот на молекули и волуменот на јаглерод диоксид може да ги поврземе преку Авогадровата константа и моларниот волумен за CO<sub>2</sub> при стандардни услови, според следнава равенка:

$$N(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V_m} \cdot N_A$$

Пред да почнеме со пресметување треба да направиме претворање на волуменот од mL во dm<sup>3</sup>, бидејќи вредноста за моларниот волумен на гасови, при стандардни услови, вообичаено се изразува како:  $V_m = 22,4 \text{ dm}^3/\text{mol}$ .

$$1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$$

$$(1 \text{ cm})^3 = (10^{-1} \text{ dm})^3 \Rightarrow 1 \text{ cm}^3 = 10^{-3} \text{ dm}^3$$

$$V(\text{CO}_2)_{\text{s.u.}} = 44,8 \text{ mL} = 44,8 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3$$

$$N(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V_m} \cdot N_A = \frac{44,8 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}}{22,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}} = 12,044 \cdot 10^{20} = 1,2044 \cdot 10^{21}$$

**Одговор:** Во 44,8 mL CO<sub>2</sub> се содржат  $1,2044 \cdot 10^{21}$  молекули од овој гас.

**Пример 6.18.** При длабоко вдишување, просечно внесуваме  $6,022 \cdot 10^{21}$  молекули кислород. Колкав волумен, мерен при стандардни услови, би зафаќале овие молекули кислород?

**Решение:**

**Дадено е:**

$$N(\text{O}_2) = 6,022 \cdot 10^{21}$$

**Се бара:**

$$V(\text{O}_2)_{\text{c.y.}} = ?$$

Волуменот на кислород, мерен при стандардни услови, и бројот на молекули може да ги поврземе преку следнава равенка:

$$V(\text{O}_2) = \frac{N(\text{O}_2) \cdot V_m}{N_A}$$

Со замена на вредности за  $N$ ,  $N_A$  и  $V_m$ , добиваме:

$$V(\text{O}_2) = \frac{N(\text{O}_2) \cdot V_m}{N_A} = \frac{6,022 \cdot 10^{21} \cdot 22,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 22,4 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3 = 224 \text{ cm}^3$$

**Одговор:**  $6,022 \cdot 10^{21}$  молекули кислород зафаќаат волумен од  $224 \text{ cm}^3$  (224 mL).

### ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ:

1. Колкав број молекули бром се содржат во  $1,56 \text{ mol}$  од оваа супстанца?
2. Во еден сад се наоѓаат  $1,4 \cdot 10^{20}$  молекули водород. Колкаво количество водород, изразено во милимолови, претставува овој број молекули?
3. Колкаво количество, изразено во молови, претставува еден килограм од супстанцата  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ?
4. Минималната дневна потреба од една биолошки важна супстанца (аминокиселината леуцин),  $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{NO}_2$ , изнесува  $1,1 \text{ g}$ . Колкаво е потребното количество од оваа киселина изразено во милимолови?
5. Колкаво количество, изразено во молови, претставува  $89,2 \text{ L SO}_2$ , мерен при стандардни услови?
6. Густината на концентрираната сулфурна киселина изнесува  $1,8 \text{ g/mL}$ . Колку молекули сулфурна киселина се содржат во  $55 \text{ mL}$  концентрирана сулфурна киселина?
7. Колку изнесува масата на  $7,3 \cdot 10^{19}$  формулни единици натриум хлорид?
8. Се проценува дека во телото на човек со маса од  $65 \text{ kg}$  има  $45 \text{ kg}$  вода. Колкав број молекули вода содржи телото на човек од  $65 \text{ kg}$ ?
9. Волуменот на азот, мерен при стандардни услови, во една боца изнесува  $5,3 \text{ L}$ . Колкав број молекули азот се содржат во овој волумен?
10. Масата на метан ( $\text{CH}_4$ ) во еден сад изнесува  $3,9 \text{ kg}$ . Колкав волумен метан, мерен при стандардни услови, ќе зафаќа оваа маса метан?
11. Јаглерод монооксидот претставува крвен отров, а смртоносната доза јаглерод монооксид изнесува  $2,38 \cdot 10^{-4} \text{ g}$  на еден литар крв. а) Колку молекули јаглерод монооксид се содржат во оваа маса? б) Колкав волумен јаглерод монооксид, мерен при стандардни услови, зафаќа оваа маса?



## РЕЗИМЕ:

- ♦ Унифицирана единица за маса претставува  $1/12$  од масата на изотопот на јаглерод  $^{12}\text{C}$  и се бележи со латиничната буква  $u$ .
- ♦ Релативна атомска маса е однос меѓу просечната маса на атомот на елементот и унифицираната единица за маса.
- ♦ Релативна молекулска (формулска) маса претставува однос меѓу масата на молекулата (т.е. формулната единица) и унифицираната единица за маса.
- ♦ Количество супстанца е физичка величина што е поврзана со бројот на граббените единици на супстанците.
- ♦ Мол е количество супстанца што содржи ист број единици колку што има во  $0,012\text{ kg}$  од изотопот на јаглеродот  $^{12}\text{C}$ .
- ♦ Екстензивна величина е величина што зависи од бројот на единици, односно од количеството супстанца.
- ♦ Интензивна величина е величина што не зависи од бројот на единици, односно од количеството супстанца.
- ♦ Моларна величина е интензивна величина која што е количник меѓу една екстензивна величина и количеството супстанца.
- ♦ Моларна маса претставува маса на количество супстанца од еден мол.
- ♦ Моларен волумен претставува волумен на еден мол супстанца.
- ♦ Авогадров закон: Еднакви количества од различни гасови при исти услови (температура и притисок) зафаќаат еднакви волумени.

## Модуларна единица 7

# ХЕМИЈАТА И ЖИВОТНАТА СРЕДИНА

Со изучување на содржините од модуларната единица „Хемијата и животната средина“, се очекува ученикот/ученичката да биде способен/на да:

- ♦ ги објаснува својствата на водата, нејзиното значење и примена;
- ♦ ги познава причините за бигорливоста на водата и за нејзиното загадување и да опишува начини за пречистување на загадените и отпадните води;
- ♦ го познава составот на чистиот воздух, да ги објаснува причините и последиците од неговото загадување и да познава начини за заштита од загадување;
- ♦ ја објаснува потребата од примената на природни и вештачки ѓубрива во земјоделството, како и да го познава составот на вештачките ѓубрива.

Содржини:

- ♦ Својства на водата, нејзино значење и примена
- ♦ Бигорливост на водата и отстранување на бигорливоста
- ♦ Загадување на природните води и пречистување на водата
- ♦ Состав на воздухот, загадување на воздухот и заштита од загадување
- ♦ Значење на азотот за живите организми и негово кружење во природата
- ♦ Поим за ѓубрива, класификација на ѓубривата и нивно значење и примена

Поими:

- ♦ Аномалија на водата
- ♦ Растворувач
- ♦ Хигроскопност
- ♦ Бигорливост (привремена и постојана)
- ♦ Хлорирање
- ♦ Воздух
- ♦ Ефект на стаклена градина
- ♦ Кисели дождови
- ♦ Озон
- ♦ Смог
- ♦ Азотен циклус
- ♦ Ѓубрива (природни и вештачки)

## СВОЈСТВА НА ВОДАТА, НЕЈЗИНО ЗНАЧЕЊЕ И ПРИМЕНА

Водата е супстанца што ни е добро позната. Таа е најважното соединение за животот на човекот. Водата ја пиеме, со неа се миеме, во неа пливаме, со неа переме и чистиме итн. Покрај тоа што е најважното соединение, таа е и најзастапеното соединение на Земјата, но и во човечкото тело, каде што е застапена со 60-70 %.



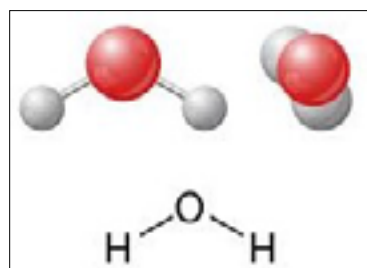
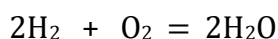
Слика 7.1. Круген циклус на водата.

Веќе знаеш дека водата во природата постои во течна, цврста и гасовита агрегатна состојба. На Земјата ја има во океаните, морињата, езерата, реките и подземните води, ледниците итн. Имено, околу 2/3 од површината на нашата планета се прекриени со вода, а големи количества вода има во атмосферата во форма на водена пара, магла и облаци. Топлината од Сонцето предизвикува испарување на водата од океаните, морињата, езерата и реките, при што се образува водна пара што во високите делови во атмосферата кондензира во ситни капки.

Кога капките стануваат доволно големи, водата се враќа на земјата како дожд, град, снег, слана, магла или роса. Еден дел од водата оди под површината на земјата формирајќи подземни води што на некои места извираат од земјата, а другите се влеваат во површинските води. Овој круген циклус се одвива постојано и со него се обезбедува потребното количество вода на Земјата (Слика 7.1.).

За да разбереме зошто е водата толку важна, треба да ги знаеме нејзините својства. Како што ќе видиме, таа е соединение со најнеобични и уникатни својства од сите соединенија што му се познати на човекот.

Според својот хемиски состав, водата е едноставно соединение изградено од елементите водород и кислород, чија хемиска формула е  $H_2O$ . Како што беше кажано претходно, составот на водата може да се потврди со електролиза на водата, при што се добиваат две гасовити супстанции: кислород и водород. Водородот се издвојува со двојно поголем волумен од оној на кислородот. Од друга страна, водата може да се добие со директна синтеза од водород и кислород, според следнава равенка:



Слика. 7.2. Модели за молекулата на вода и структурна формула.



Слика 7.3. Чаша со чиста дестилирана вода.

Чистата вода е бистра, безбојна, лесно подвижна течност, без мирис и вкус, со густина  $1 \text{ kg/dm}^3$ , т.е.  $1 \text{ g/cm}^3$ . Претходно кажавме дека при нормален атмосферски притисок (околу  $10^5 \text{ Pa}$ ), водата мрзне на  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ , а врие на  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ . Всушност, оваа температура на вриење е необично висока за соединение со толку мала релативна молекулска маса ( $M_r = 18$ ). Температурата на вриење зависи од молекулската маса и од заемодејствата меѓу честичките, кои, колку што се посилни, толку е повисока температурата на вриење. Тоа значи дека главната причина за високата температура на вриење на водата се силните заемодејства меѓу нејзините молекули. Имено, меѓу поларните молекули на водата дејствува еден посебен вид заемодејство познат како *водородна врска*, за која понатаму ќе учиш повеќе.

Покрај високата температура на вриење, водата има и многу висок топлински капацитет. Без да навлегуваме во многу детали во врска со оваа величина, ќе спомнеме само дека таа покажува колку се менува температурата на системот при размена на топлина со околината. Високиот топлински капацитет на водата покажува дека таа може да разменува големо количество топлина со околината без драстично да се промени нејзината температура. Имајќи предвид дека човечкото тело се состои од 60-70 % вода, токму високиот топлински капацитет е причината за константната телесна температура и кога сме изложени на повисоки температури од телесната, а и кога сме изложени на пониски температури од неа. Покрај тоа, високиот топлински капацитет на водата е причина за малите температурни промени меѓу дневната и ноќната температура на местата во близина на големите водни басени.



Слика 7.4. Поради помалата густина на мразот од течната вода, големите санти мраз пловат на површината на морињата и океаните.

Веројатно најнеобичното својство на водата е т.н. **аномалија на водата**. На температура од  $+4 \text{ }^\circ\text{C}$ , водата има најголема густина ( $1 \text{ g/mL}$ ). На пониска температура, волуменот на водата се зголемува, а густината се намалува. Така, мразот има поголем волумен од иста маса течна вода, што значи помала густина. Молекулите на водата во мразот се на поголемо меѓусебно растојание отколку во течната вода.

Сите други супстанции се однесуваат обратно (во цврста агрегатна состојба, супстанците имаат поголема густина отколку кога се во течна). Затоа ова својство на водата се вика аномалија на водата.

Како „полесен“ (со помала густина), мразот плови на површината на водата и не дозволува водата под него да замрзне. Ова својство на водата е многу важно за одржување на животот во природните води при ниски температури. Од друга страна, ова својство на водата е причина за ронење (ерозија) на карпите и пукање на водоводните цевки, а во минатото и за несреќи при удари на брод во санти мраз што пловат на површината на морето, како што е, на пример, онаа при која потонал бродот „Титаник“.



Слика 7.5. Сликочит приказ за тоа како бродот „Титаник“ удира во санта мраз.

Својството на водата да раствора различни супстанции во сите три агрегатни состојби му е добро познато на човекот. Водата е еден од најдобрите растворувачи. Истовремено, таа е растворувач што е најбезбеден за работа. Бидејќи раствора голем број различни супстанции, понекогаш за водата се вели дека е „универзален растворувач“. Меѓутоа, не постои супстанца што може да ги раствора сите типови супстанции. Всушност, само супстанците што се слични според својата хемиска градба (типот на хемиски врски од кои се изградени) може да се раствораат едни во други. Така, бидејќи самата молекула на водата е поларна, водата раствора јонски супстанции и супстанции образувани од поларни молекули. Значи:

***Водата е еден од најдобрите растворувачи во која се раствораат јонски супстанции и супстанции образувани од поларни молекули.***

Како **растворувач**, водата има големо значење во хемиската лабораторија, но таа е важна и за функционирањето на живите организми бидејќи реакциите во човечкото тело, главно, се одвиваат во водни раствори. Во отсуство на водни раствори, голем дел од хемијата на животот нема да може да се одвива.

Постојат и голем број супстанции што не се раствораат во вода. Растворливоста/нерастворливоста на различни супстанции во вода може подобро да ја согледаш ако го изведеш следниов експеримент.



### **Експеримент**

#### **Растворливост на различни супстанции во вода**

**Потребен прибор и супстанции:** Шест мали лабораториски чаши, стаклена прачка, шеќер, сол, песок, масло за јадење, алкохол (шпирт), ацетон (средство за отстранување на лакот од ноктите), заштитни очила и ракавици.

**Постапка:** Наполни шест мали лабораториски чаши до половина со вода. Во поодделните чаши стави по една од горенаведените супстанции. Од супстанците во цврста агрегатна состојба стави 1 мала лажичка, а од тие во течна 20 mL. Со чиста стаклена прачка измешај ја содржината во секоја од чашите. Набљудувај кои од супстанците се раствораат во вода и состави табела во која ќе ги внесеш заклучоците.

Супстанците што се раствораат во вода не се еднакво растворливи во еднакви количества вода. Некои се раствораат повеќе, а други помалку. Во Табела 7.1. е дадена растворливоста на различни супстанции во 100 g вода.

Табела 7.1. Растворливост на различни супстанции во 100 g вода.

Супстанца	Грама супстанца растворени во 100 g вода на 20 °C
Шеќер	200
Сол	36
Бакар(II) сулфат	20
Калциум хидроксид	0,2
Калциум карбонат	0,006

Освен што зависи од хемиската природа на супстанците, растворливоста зависи и од температурата, а за гасовитите супстанции зависи и од притисокот. За најголем број цврсти супстанции, растворливоста во определена маса вода се зголемува со зголемување на температурата, но со различен степен. На пример, многу поголемо количество шеќер може да се раствори во иста маса вода ако се зголеми температурата, што не е случај и со солта, кај која, со зголемување на температурата се раствора само незначително поголемо количество. Покрај тоа, постојат и супстанции кај кои со зголемување на температурата, растворливоста во вода се намалува. Кај гасовите, растворливоста се зголемува со намалување на температурата и со зголемување на притисокот.

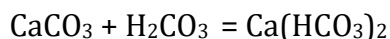
Некои супстанции имаат способност да ја апсорбираат водата („влажата“) од околината. За нив велиме дека покажуваат **хигроскопност**, а самите супстанции се нарекуваат **хигроскопни супстанции**. Постојат и супстанции што ја одземаат водата од други супстанции и ваквите супстанции се нарекуваат **дехидратациони средства**. Потсети се дека овие својства веќе ги спомнавме кај сулфурната киселина. Некои од овие супстанции наоѓаат практична примена во хемиската лабораторија за дехидратација на различни супстанции.

Други, пак, супстанции реагираат со водата при што ја менуваат својата боја. Такви се примерите на добивање кристалохидрати од безводни соли. На пример, ако се капнат неколку капки вода врз безводен  $\text{CuSO}_4$  што има бела боја, се добива сино обоен  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Безводниот  $\text{CoCl}_2$  со водата образува розово обоен  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , а безводниот  $\text{NiCl}_2$  со водата формира зелено обоен  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , итн. Ваквите реакции може да служат за докажување на вода во различни течности.

## БИГОРЛИВОСТ НА ВОДАТА И ОТСТРАНУВАЊЕ НА БИГОРЛИВОСТА

Водата за пиење има посебен вкус што ѝ го даваат растворените супстанции во неа. Во природната вода може да има растворено помало или поголемо количество различни супстанции. Во зависност од количеството растворени супстанции, водата може да биде бигорлива (или „тврда“), „мека“ и деминерализирана вода.

Постојат два типа **бигорливост на водата: привремена** (темпорална или карбонатна бигорливост) **и постојана**. Привремената бигорливост се должи на присуството на растворени калциумови и/или магнезиумови хидрогенкарбонати. Една од причините за појавата на ваков вид бигорливост е присуството на гасот јаглерод диоксид во воздухот. Имено, јаглерод диоксидот од атмосферата може да реагира со водата во атмосферата (дождовницата), при што се образува јаглеродна киселина, која, како што видовме, претставува слаба киселина. Меѓутоа, кога оваа киселина ќе дојде во допир со различни карпи што содржат карбонати (на пример, варовник,  $\text{CaCO}_3$ ), дел од нив преминуваат во растворливи хидрогенкарбонати. На пример:



Оваа бигорливост се нарекува привремена бидејќи лесно може да се отстрани со загревање или со вриење на водата. Притоа, всушност, се таложат слабо растворливи карбонати. На пример:

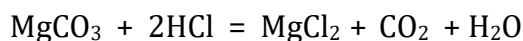


Растворените хидрогенкарбонати (и други соли) на калциум и магнезиум, водата за пиење ја прават вкусна, но, од друга страна, кога се присутни во чешменската вода, при нејзиното загревање и вриење создаваат бели наслаги (т.н. бигор) од нерастворливи карбонати во цевките, бојлерите, машините за перење и садовите што ги користиме. Затоа, бигорливата вода може да предизвикува проблеми во домаќинството, но уште повеќе во индустријата.

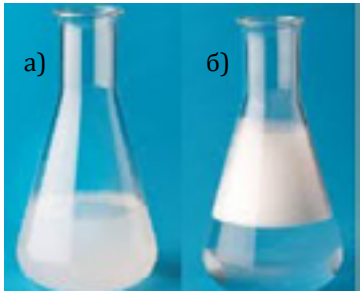


Слика 7.6. Цевка во која се наталожила голема количина карбонати.

Карбонатите реагираат со киселините што се посилни од јаглеродната киселина, при што се добиваат: сол на соодветниот метал, јаглерод диоксид и вода. На пример:



Затоа, во домаќинството, за отстранување на наслагите од бигор користиме оцет (раствор на оцетна киселина) или некои други средства што содржат некои киселини.

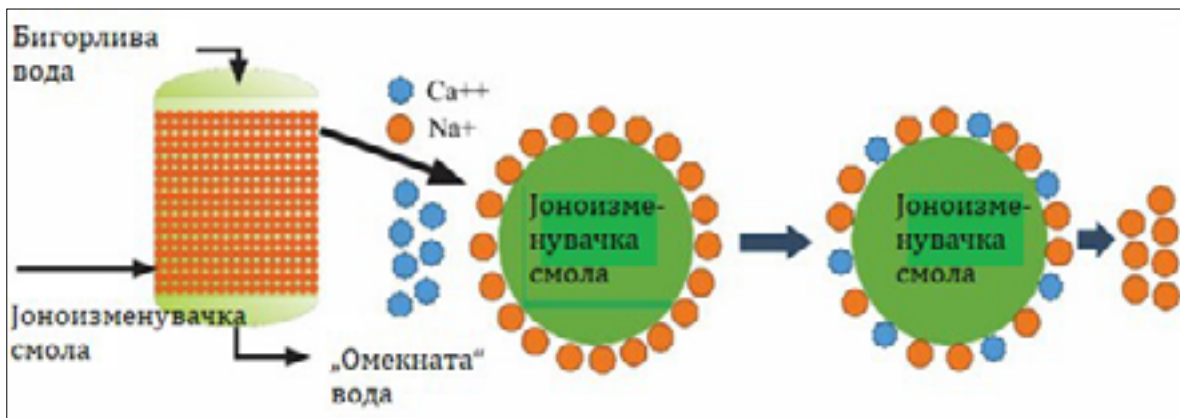


Слика 7.7. Течен сапун растворен во: а) бигорлива („тврда“) вода и б) „мека“ вода.

Друг проблем со бигорливата вода во секојдневниот живот е тоа што сапуноот (цврст или течен) во бигорлива вода слабо пени, па затоа е потребно поголемо количество сапун за да се образува пена. Бигорливата вода со сапуноот целата се заматува (Слика 7.7. а), а во меката се образува пена и бистар раствор под неа. Во денешно време постојат детергенти за перење алишта што може успешно да перат и во „мека“ и во „тврда“ вода, но сепак, на нивните етикети секогаш е нагласено дека потребното количество детергент е поголемо при перење со „тврда“ вода.

Освен привремената бигорливост, кажавме дека има и друг вид бигорливост, т.н. постојана бигорливост. Оваа бигорливост потекнува, пред сè, од растворените сулфати на калциум и магнезиум и од некои други соли, а се нарекува постојана бидејќи не може да се отстрани со загревање, односно со вриење на водата. Поради тоа, за отстранување на оваа, но и вкупната бигорливост (збир од привремената и постојаната бигорливост), се користат други постапки.

Една од можните постапки е дестилацијата на водата, но ова е скапа постапка и не е погодна за широка примена. Друга постапка што има големо значење во индустријата и во лабораториите за добивање деминерализирана вода е онаа при која се применува **јонска измена**, односно **јоноизменувачки смоли**. При оваа постапка, водата се пропушта низ сад исполнет со смола што содржи натриумови јони. Калциумовите или магнезиумовите јони што ја предизвикуваат бигорливоста на водата се разменуваат со натриумовите јони од смолата. Во водата ќе постојат натриумови јони, но тие со сулфатните и карбонатните анјони не образуваат нерастворливи соли (Слика 7.8). Друга предност од примената на јоноизменувачки смоли е тоа што тие може да се регенираат. Регенерацијата се изведува со пропуштање соодветна натриумова сол низ смолата.



Слика 7.8. Шематски приказ за „омекнување“ на водата со јоноизменувачка смола.



## ЗАГАДУВАЊЕ НА ПРИРОДНИТЕ ВОДИ И ПРЕЧИСТУВАЊЕ НА ВОДАТА

За одвивање на денешниот современ начин на живот на луѓето на нашата планета, потребни се огромни количества вода. Пред сè, консумирањето чиста, свежа вода е неопходно за човековото здравје. Во многу места во светот, недостигот на чиста вода за пиење доведува до голем број болести, какви што се колера и тифус. Покрај тоа, за производство на храна, земјоделството има потреба од големи количества вода што сепак треба да задоволува определени карактеристики. За одвивање на технолошките процеси во индустријата се троши големо количество вода, која иако не мора да биде сосема чиста, потребно е да биде „омекната“.

Поради способноста на водата да раствора голем број различни супстанции, природните води може да бидат помалку или повеќе онечистени. Меѓу другото, водата претставува и природна средина за развој и живот на различни микроорганизми. Покрај онечистувањата на водата од природни извори, таа сè повеќе се онечистува поради активностите на современиот човек. Така, најголемите потрошувачи на вода, индустријата и големите градови, се истовремено и нејзини најголеми загадувачи.

Во отпадните води од домаќинствата има отпадоци од храна и фекалии, па водата покрај отпадоците, содржи и големи количества микроорганизми. Освен тоа, во водата од населените места се среќаваат и големи количества растворени детергенти кои содржат соединенија што не се разложуваат, а имаат штетно влијание врз животот во водата.

Употребената вода во индустријата често пати непречистена се испушта во природните води. Од составот на суровините и хемиските процеси во индустриските постројки зависи со кои супстанции ќе биде загадена водата. Топилниците на тешки метали водата ја загадуваат со супстанции што најчесто се силни отрови. Отстранувањето на овие супстанции од водата е скапо и најчесто водата останува трајно загадена и во неа постепено изумира целиот жив свет. Поради зголеменото присуство на соединенија на азот и фосфор, во отпадните води од фабриките за вештачки ѓубрива доаѓа до зголемен раст на растенијата и размножување на алгите. Сето тоа е поврзано со зголемената потрошувачка на кислород поради што е загрозен живиот свет во загадената вода.



Слика 7.9. Отпадните води од домаќинствата и индустријата често се испуштаат во природните води без претходно да се пречистат.

Хемиската, прехранбената и нафтената индустрија во отпадните води испуштаат органски соединенија. Хавариите, пак, на танкери со нафта се причина за уништување на живиот свет во водата и на крајбрежјето. Последиците од ова се долготрајни и катастрофални.



Слика 7.10. Излевањето нафта во морињата и океаните предизвикува еколошки катастрофи.

На крајот да споменеме и дека многу често несовесните луѓе фрлаат во водите различни отпадоци што не се биоразградливи, како што се различните пластични материјали.



Слика 7.11. Човекот ги загадува водите и ја менува водната еко-средина фрлајќи во нив различен отпад.

Поради опасностите по здравјето на луѓето што со себе ги носи загадената вода, пред да се користи, таа мора да се пречисти. Иако брзите истечни води (потоци и планински реки) се помалку загадени од оние со бавен тек, како и од езерата, сепак секоја вода за пиење мора да ги задоволува пропишаните стандарди за максимално дозволено количество определени супстанции и затоа мора да се пречистува.

Најпрво од водата се отстрануваат крупните нечистотии што пловат на површината на водата, така што таа се испушта преку прегради во поголеми базени. Потоа следува филтрација низ крупен песок за да се отстранат поголемите, нерастворливи честички. Во поново време, биолозите развија методи за биолошко пречистување на водата, така што во песокот за филтрирање се внесуваат специјално одгледувани микроорганизми што отстрануваат некои од бактериите. Во резервоарите за седиментација (таложеење) се додава алуминиум сулфат, кој предизвикува коагулација на честичките од присутната глина, така што тие паѓаат на дното. Следниот чекор е филтрирање низ ситен песок, при што се отстрануваат и помалите честички присутни во водата.



Слика 7.12. Шематски приказ на постројка за пречистување вода за пиење.

Потребно е од некои води да се отстрани несаканиот вкус и мирис, за што се користи јаглен и/или да се намали киселоста со варова каша. На крајот водата се „хлорира“ со додавање мали количества гасовит хлор, при што се убиваат сите бактерии и други штетни микроорганизми, односно водата се стерилизира. Додавањето гасовит хлор ја прави водата покисела, па затоа се додава и соодветно количество натриум хидроксид. Водата со мала содржина на флуориди се обогатува со нив.

Пред да се испушти во реките, езерата и морињата, искористената вода од домаќинствата и од индустријата мора повторно да се пречисти. Процесот на пречистување е сличен на веќе опишаниот. Посебен третман е потребен во случаите кога отпадните води од индустријата се загадени со определени хемикалии. За жал, како што кажавме, и покрај пропишаните правила за третман на отпадните води, голем број држави и градови во светот не ги почитуваат овие прописи, а истото важи и за индустриските објекти.

На крајот, може да заклучиме дека водата е обновлив ресурс, но мора да се преземат мерки за заштита, за да се избегне прекумерно загадување на водата, за човештвото да располага со питка вода. Бидејќи природните извори на чиста вода сè повеќе се загадуваат, се предвидува дека питката вода наскоро ќе стане најскапата супстанца. Затоа, водата треба внимателно да се троши и, секако, да се обновува.

#### **ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ:**

1. Некои бигорливи води содржат поголемо количество магнезиум хидроген-карбонат. Што се случува при загревање вода во која е растворена оваа сол? Напиши ја равенката на реакцијата.
2. Сад што содржи 200 mL вода е ставен во замрзнувач. Колкав ќе биде волуменот на мразот што се добил со замрзнување на водата: 200 mL, повеќе од 200 mL или помалку од 200 mL?
3. Зошто водата за пиење мора да се хлорира? Каков вид процес е тоа: физички или хемиски?



#### **ИСТРАЖУВАЈ!**

- ◆ Избери две шишиња со различна газирани минерална вода. Разгледај ги етикетите и внеси ги податоците во табела. Според ги и одговори која вода е побигорлива. Отвори го шишето. Кој е гасот што е растворен во водата?
- ◆ Работа во групи: Докажи го присуството на вода во: а) во газирани сок; б) во ракија.

## СОСТАВ НА ВОЗДУХОТ, ЗАГАДУВАЊЕ НА ВОЗДУХОТ И ЗАШТИТА ОД ЗАГАДУВАЊЕ

Долго време хемичарите сметале дека воздухот е елементарна супстанца. Но, со напредокот на науката, повеќемина научници во своите истражувања добиле резултати според кои воздухот е смеса од повеќе супстанции. Сепак, за разрешување на проблемот за составот на воздухот, од посебно значење биле резултатите до кои дошол францускиот хемичар Антоан Лавоазје. Тој докажал дека воздухот се состои, главно, од азот и од кислород, врз основа на следниов експеримент:

Во една реторта, поврзана со затворен сад со воздух (своно), Лавоазје 12 дена загревал до вриење определено количество жива. Притоа добил црвен прав, но забележал дека количеството воздух во садот се намалило. Во гасот што останал во своното ставил запалена свеќа. Свеќата изгаснала. Лавоазје овој гас го нарекол „задушлив гас“. Потоа црвениот прав го загревал. Повторно добил жива и гас во кој свеќата горела посилено.



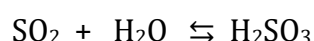
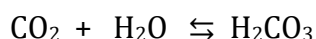
Слика 7.12. Експериментот со кој Лавоазје докажал дека воздухот е смеса од гасови.

Според изведениот експеримент, Лавоазје заклучил дека воздухот не е елементарна супстанца, туку смеса од гасовити супстанции. Гасот во кој свеќата не гори е азот, а гасот во кој таа гори е кислород. Тој проценил дека воздухот се состои од околу  $4/5$  азот и  $1/5$  кислород.

Денес е добро познато дека **воздухот** претставува хомогена смеса од гасови. Во него има повеќе различни супстанции, од кои некои се постојано присутни во воздухот со речиси константен удел. Така, најзастапена супстанца во воздухот е азотот со приближно 78 %, а веднаш по него кислородот со приближно 21 %. Покрај азот и кислород, воздухот содржи и инертни гасови (од кои најмногу радон), променливо количество јаглерод диоксид и водена пареа, но и некои други гасови што се ослободуваат во воздухот како резултат на човековите активности. Состојките на воздухот, пред сè, азот и кислород, може да се добијат со фракциона дестилација на течен воздух. Воздухот се втечнува со намалување на температурата и со наизменична компресија и експанзија.

Воздухот е неопходен за животот на речиси сите живи организми, а истовремено е и нивна животна средина. Чистиот воздух со својот природен состав е од суштинско значење за здравјето на луѓето. Меѓутоа, активностите на човекот во голема мера влијаат врз составот на воздухот. Издувните гасови од моторните возила и од индустриските постројки го менуваат составот на воздухот и во него внесуваат и такви компоненти, кои или природно ги нема или, пак, ги има во мали количества.

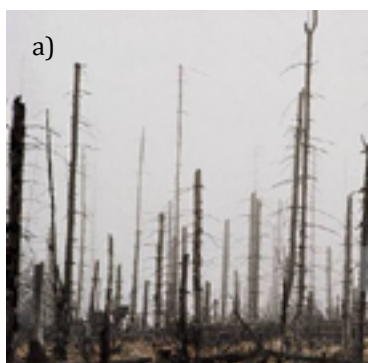
Еден од главните проблеми што се јавува поради менување на природниот состав на воздухот е појавата на т.н. **кисели дождови**. Оваа појава се должи на зголемување на нивото, пред сè, на јаглерод диоксид, но и на некои други гасови (како што е, на пример, сулфур диоксид и некои оксиди на азотот) во воздухот. Овие соединенија се содржат во издувните гасови од моторните возила, во ослободените гасови од индустријата, како и во гасовите што се ослободуваат со согорување фосилни горива во термоелектраните и во домаќинствата. Ослободените гасови се сврзуваат со водената пара во воздухот градејќи киселини. На пример:



Дождовницата во која се растворени овие или други киселини има зголемена киселост, па затоа се нарекува **кисел дожд**. Значи:

***Кисели дождови се дождови што содржат киселини добиени со реакција на атмосферската вода со оксиди што се загадувачи на воздухот.***

Покрај јаглеродната и сулфурестата киселина, од азотните оксиди може да се образуваат азотеста ( $\text{HNO}_2$ ) и азотна киселина ( $\text{HNO}_3$ ), а ако сулфур диоксидот премине во сулфур триоксид ( $\text{SO}_3$ ), со водената пара може да се образува сулфурна киселина ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).



Слика 7.13. Последици од киселите дождови: а) врз шумите; б) врз објектите.

Штетните последици од киселите дождови се разнообразни и огромни. Киселите дождови го менуваат природниот хемиски состав на земјата на која паѓаат (таа станува покисела), како и на подземните води, поради што се намалуваат резервите на вода за пиење. Тие ги оштетуваат лисјата на дрвјата, а некаде и цели шуми остануваат без лисја. Поради зголемената киселост на почвата, некои растенија престануваат да виреат. Киселите дождови го менуваат и составот на потоците, реките и езерата, а поради овие промени во водните екосистеми, голем број риби и други животински видови изумираат. Покрај тоа што нанесуваат огромни штети на екосистемите, киселите дождови прават и економски штети, бидејќи ги уништуваат објектите и спомениците.

Зголемената содржина на јаглерод диоксид во воздухот доведува и до поизразен т.н. **ефект на стаклена градина**. Имено, молекулите на некои соединенија присутни во воздухот, како што се јаглерод диоксид, водена пара, метан и други, имаат способност да апсорбираат дел од инфрацрвеното зрачење што стигнува од Сонцето на Земјата. Потоа, апсорбираното зрачење го емитуваат во атмосферата и на тој начин ја загреваат.

Значи:

*Ефект на стаклена градина е процес при кој зрачењето емитирано од некои гасови од атмосферата ја загрева површината на Земјата, која без нив не би можела да се загрее до температури погодни за живот.*

Ваквото загревање на Земјата е познато како **ефект на стаклена градина**, бидејќи и во стаклените градини на сличен начин доаѓа до задржување на топлината. Кога не би постоел ефектот на стаклена градина, температурата на нашата планета би била околу  $-75\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ова значи дека ефектот на стаклена градина има позитивно дејство и дека е неопходен за животот. Меѓутоа, ако нивото на т.н. стакленички гасови, од кои најважен е  $\text{CO}_2$ , значително се зголеми поради нивно испуштање од домаќинствата, индустријата и моторните возила, ќе дојде до многу поголемо загревање отколку што би било нормално. Во таков случај, ефектот на стаклената градина заедно со некои други појави може да предизвика **глобално затоплување**. Најопасната последица од глобалното затоплување е зголемување на нивото на морињата, како последица од топење на мразот во поларните предели.

Друга причина што може да доведе до многу штетни последици за живите организми на Земјата е **разорувањето на озонскиот слој** во атмосферата. **Озонот ( $\text{O}_3$ )** е алотропска модификација на кислородот. Во еден од повисоките делови на атмосферата, кој се нарекува стратосфера, постои слој од озон. Озонот има својство да ги апсорбира ултравиолетовите зраци од Сонцето и на тој начин ја штити нашата планета од штетните ефекти на нивното дејство. Природните процеси овозможуваат формирањето и уништувањето на озонот да биде во динамична рамнотежа, а со тоа да се одржува константна количина на озон во стратосферата. Меѓутоа, со испуштање на т.н. **фреони (флуорохлоројаглеводороди)** во воздухот, кои ги има во дезодорансите и во апаратите за ладење, се нарушува оваа природна рамнотежа. Под дејство на ултравиолетовото зрачење, овие супстанции се разложуваат ослободувајќи многу реактивни честички со краток век на живеење, т.н. **радикали**. Радикалите реагираат со озонот, кој се разложува, при што се образуваат нови радикали, односно се одвива т.н. верижна реакција.



Слика 7.14. Сликочит приказ на озонска дупка над Антарктикот.

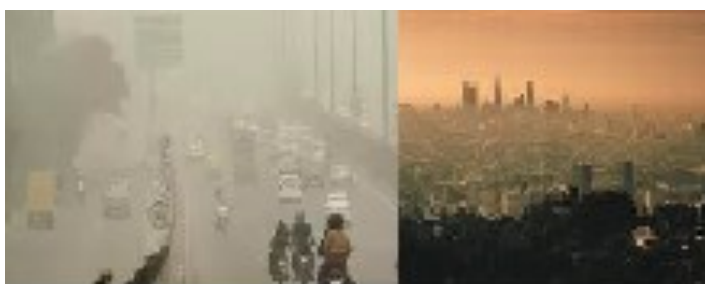
Забележано е дека во последниве неколку децении, озонскиот слој над Антарктикот е разорен, при што се образувале **озонски дупки**. Разорувањето или намалувањето на озонскиот слој има сериозни последици врз здравјето на луѓето, бидејќи зголеменото количество ултравиолетови зраци во воздухот доведува до рак на кожата и до болести на очите. Покрај тоа, поради штетното дејство на озонот, се намалува растот на голем број растенија, а се случуваат и климатски промени.

Кога станува збор за загадување на воздухот, мора да се спомене **смогот**, кој претставува голем проблем за жителите во големите градови и во индустриските зони.

### *Смог е загаден воздух со смеса од чад и магла.*

Терминот **смог** бил воведен за опис на комбинацијата од чад и магла што го прекривала Лондон во 1950-тите години. Главна причина за оваа штетна обвивка бил сулфур диоксидот. Во 1952 година, како последица од неколкудневниот смог, во Лондон починале 4000 луѓе поради респираторни проблеми! Оттогаш, кон проблемот со смогот започнало да се пристапува многу сериозно со различни законски мерки што го ограничуваат испуштање штетни гасови од индустријата и од домаќинствата.

Еден од посериозните проблеми за градовите, особено оние што се наоѓаат во котлини, е појавата на **фотохемиски смог**. Тој се образува при реакции на издувните гасови од автомобилите под дејство на сончевата светлина, а содржи оксиди на азот, озон, јаглерод диоксид, органски соединенија и водена пара.



Слика 7.15. Фотохемискиот смог се создава од издувните гасови од моторните возила. Тој предизвикува сериозни здравствени проблеми кај луѓето.

Издувните гасови од моторните возила се состојат главно од NO, CO и разни несогорени јаглеводороди. Овие гасови се наречени примарни загадувачи бидејќи започнуваат серија фотохемиски реакции при кои се добиваат секундарни загадувачи. Секундарните загадувачи, главно NO<sub>2</sub> и O<sub>3</sub>, се одговорни за зголемувањето на смогот. Азот диоксидот (NO<sub>2</sub>) е екстремно отровен гас со црвено-кафеава боја, а оттука е и ваквата боја на фотохемискиот смог.

Во врска со влијанието на издувните гасови од моторните возила врз животната средина, треба да се спомене испуштањето честички од олово, кои, исто така, се екстремно отровни. Ова се должи на додавањето органски соединенија на оловото во бензините со цел да се подобри ефикасноста на нивното согорување.

Врз основа на сето ова може да се заклучи дека модерниот начин на живот и активностите на човекот придонесуваат за сериозно загадување на воздухот. За да ги заштитат животната средина и здравјето на луѓето, во многу држави, а и на светско ниво, преку Обединетите нации, пропишани се голем број законски мерки за заштита на атмосферата. Така, на пример, постојат пропишани правила за висината на оџаците на индустриските постројки, термоелектраните и топланите, а во некои случаи ослободените гасови се собираат и со хемиски претворби се трансформираат во други супстанции што не се штетни.

За да се сочува озонската обвивка, забранета е употребата на дезодоранси и лакови за коса што содржат фреони, а фреоните во апаратите за ладење се заменуваат со други средства.

Загадувањето на воздухот од превозните средства се намалува со тоа што новите возила мора задолжително да имаат каталитички конвертори коишто штетните и отровни издувни гасови ( $\text{CO}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ) ги претвораат во помалку штетни и неотровни, како што се  $\text{CO}_2$  и  $\text{N}_2$ . Оловните бензини се забранети за употреба во голем број земји или имаат повисока цена од безоловните бензини.

Сепак, заштитата на воздухот и воопшто на животната средина зависи од свесноста на секој човек за последиците од загадувањето и од неговата одговорност кон себе, кон своите блиски и кон идните генерации. Затоа, секој поединец треба рационално да ги користи енергијата и превозните средства. Секој треба да посвети внимание на собирање и селектирање на отпадот, а одговорните институции да обезбедат негово рециклирање. Треба да се внимава и со употребата на различни огревни материјали во текот на зимата, односно да не се користат средства што не се за таа намена. И, секако, најважното од сè е да се води грижа за шумите и за зелените површини, бидејќи тие се белите дробови на планетата. Постојано треба да се засадуваат и да се негуваат нови дрвја, а постојните да се заштитат од пожари и од неконтролирано сечење.

### **ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ:**

1. Состави табела во која ќе ги внесеш главните загадувачи на воздухот, изворите од кои потекнуваат и ефектите што ги предизвикуваат.
2. Напиши израмнети равенки на реакции за добивање кисели дождови од сулфур диоксид и сулфур триоксид.
3. Објасни како настанува фотохемиски смог.



### **ИСТРАЖУВАЈ!**

*Изработете и презентирајте проекти за:*

- ◆ Причини и појава на кисели дождови и заштита од нив.
- ◆ Ефектот на стаклена градина врз глобалното затоплување на Земјата и мерки за заштита од него.
- ◆ Причини за разорување на озонскиот слој, последици од тоа и мерки за заштита.
- ◆ Причини и појава на фотохемиски смог и заштита од него.



## ЗНАЧЕЊЕ НА АЗОТОТ ЗА ЖИВИТЕ ОРГАНИЗМИ И НЕГОВО КРУЖЕЊЕ ВО ПРИРОДАТА

Видовме дека најзастапен гас во воздухот е азотот, со околу 78 %. Азотот е елемент што влегува во состав на голем број биолошки важни соединенија, како што се, на пример, протеините и нуклеинските киселини, што значи дека тој е еден од основните елементи за живот. Но, иако постои во големи количества во атмосферата, најголемиот број различни видови растенија и животни не може директно да го искористуваат азотот за синтеза на биосоединенија, бидејќи елементарниот азот,  $N_2$ , е изграден од молекули образувани со тројна врска што е многу силна. Затоа, азотот прво мора да се претвори во соединенија што живите организми може да ги трансформираат во биосоединенија. Ова претворање на атмосферскиот азот во азотни соединенија се нарекува **фиксирање на азотот**.

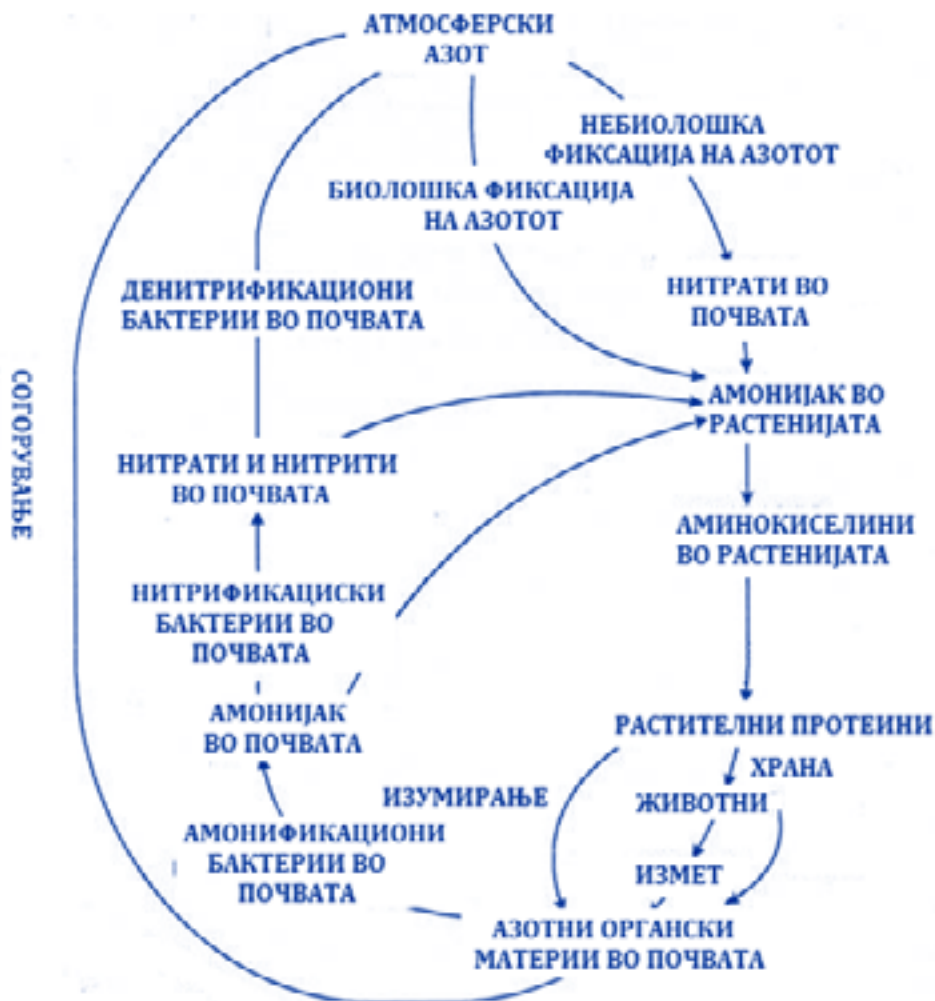
Бактериите што живеат на корењата на мешункастите растенија (соја, грашок и др.), како и сино-зелените алги, кои живеат во водата, се способни да го искористуваат атмосферскиот азот и да образуваат амонијак. Други растенија, пак, успеваат да образуваат нитратни јони. Нитрати може да се добијат од гасовит азот и под дејство на ослободената енергија од молњите. Оваа енергија е доволна за да се раскине тројната врска во молекулите на азотот, а потоа азотот да реагира со кислородот од воздухот и да образува  $NO$  и  $NO_2$ . Азот диоксидот со водената пара образува азотна киселина, од која потоа се добиваат нитрати.

Понатаму, азотните соединенија добиени со фиксација на азотот се комбинираат со соединенијата на јаглерод добиени со фотосинтеза и образуваат аминокиселини, кои претставуваат градбени единици на протеините. Животните ги користат хранливите состојки од растенијата за да создаваат протеини и други неопходни биомолекули.

При изумирање на растенијата и на животните, под дејство на бактериите што ги разложуваат протеините и другите азотни соединенија, азотот се враќа назад во животната средина во форма на нитрати и амонијак (амонификација). Врз нитратите и амонијакот дејствуваат т.н. денитрификациони бактерии што ги трансформираат во азот ( $N_2$ ), кој се враќа во атмосферата. Дел од овој атмосферски азот, под дејство на молњите, повторно се претвора во оксиди на азотот, азотна киселина и нитрати. Азотната киселина, пак, која се содржи во дождовната вода, навлегува во морињата и во почвата, притоа зголемувајќи го количеството расположливи нитрати во нив. На ваков начин, азотот (односно, вкупното количество азотни атоми) постојано се рециклира. Овој процес е познат како **азотен циклус**. Значи:

*Азотен циклус е серија од природни процеси при кои азотот и неговите соединенија преминуваат едни во други, од животната средина во живите организми, и обратно, со фиксација на азотот и со разложување на природните азотни соединенија.*

На следнава слика се претставени фазите од азотниот циклус.



Слика 7.16. Азотен циклус.

Со своите активности, човекот ослободува азот (поточно негови соединенија) во животната средина на два главни начина: со согорување фосилни горива и со употреба на азотни ѓубрива во земјоделството. Со тоа се зголемува содржината на азотните соединенија во атмосферата. Штетните ефекти од зголеменото количество оксиди на азотот и азотна киселина во атмосферата ги спомнавме кај киселите дождови и кај фотохемискиот смог. За позитивните и негативните ефекти од употребата на природни и вештачки ѓубрива ќе стане збор подолу.

## ПОИМ ЗА ЃУБРИВА, КЛАСИФИКАЦИЈА НА ЃУБРИВАТА И НИВНО ЗНАЧЕЊЕ И ПРИМЕНА

Зголемената популација на нашата планета во последниов век ја наметнува потребата од решавање на проблемот со храната. Како што е познато, во голем број места во светот има недостиг на храна. Еден од начините за решавање на овој проблем е со употреба на природни и вештачки ѓубрива и различни пестициди.

Растенијата ги искористуваат хранливите материи што се наоѓаат во почвата, а со тоа се намалува содржината на азот, фосфор и калиум, трите основни елементи неопходни за нивниот раст и развој. За да се надоместат овие, како и други хранливи материи, во почвата се додаваат **ѓубрива**.

*Ѓубрива се супстанции што во земјоделството се користат за подобрување на растот и развојот на растенијата.*

Ѓубривата се поделени на **природни (или органски) ѓубрива** и на **неоргански (или вештачки) ѓубрива**. Поделбата на природните и вештачките ѓубрива може да се направи според нивното потекло, односно начин на добивање. На пример, арското или шталско ѓубриво е органско ѓубриво добиено од животински измет по природен пат. Вештачките ѓубрива се добиваат со примена на различни хемиски методи за нивно производство. Поделбата може да се направи и според составот. Така, ѓубривата може да бидат органски, кои се состојат од збогатена органска материја од растително или животинско потекло, и неоргански минерални ѓубрива, кои се состојат од вештачки супстанции и/или минерали.

Во следнава табела е даден вообичаениот квалитативен состав на ѓубривата.

Табела 7.2. Квалитативен состав на ѓубривата во однос на нутритивната важност на поодделни елементи.

Примарни макронутриенти	Секундарни макронутриенти	Микронутриенти
Азот	Калциум	Метали: железо, манган, цинк, бакар, молибден и
Фосфор	Сулфур	Неметали: хлор,
Калиум	Магнезиум	

Ѓубривата што ги содржат трите главни нутриенти (азот, N, фосфор, P и калиум, K) се нарекуваат **НРК ѓубрива**. Тие содржат **амониум нитрат,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , амониум фосфат,  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$  и калиум хлорид,  $\text{KCl}$** , во различен сооднос. Значи, ѓубривата речиси секогаш се применуваат како смеси од повеќе компоненти.

Покрај овие три најважни ѓубрива, ќе спомнеме уште неколку други важни ѓубрива.

- Уреа,  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , е друг вид ѓубриво што содржи најголемо количество азот од кое било ѓубриво во цврста агрегатна состојба. Уреата често се применува во цврста форма или во раствор заедно со амонијак и амониум нитрат. Уреата се користи и како додаток во сточната храна.
- Друго азотно ѓубриво што често се користи е амониум сулфат,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . Ова ѓубриво содржи само 21 % азот, но лесно е за употреба. Амониум сулфатот не е многу растворлив во вода, па е достапен за растенијата во подолг временски интервал и не се „измива“ лесно со подземните води. Исто така, обезбедува и сулфур (двојно ѓубриво), што е друга хранлива компонента за растенијата.
- Амониум фосфатите се исто така двојни ѓубрива, кои на растенијата им обезбедуваат и азот и фосфор. Двете главни компоненти се амониум дихидрогенфосфат,  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ , познат како моноамониум фосфат (MAP), и амониум хидрогенфосфат,  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ , познат како диамониум фосфат (DAP). Овие две супстанции заедно се најпроизведуваните ѓубрива во светот.

Покрај позитивните ефекти од примената на природните и вештачките ѓубрива, треба да се нагласи дека нивната неправилна примена може да доведе до штетни последици. Ако на земјата се нанесе премногу ѓубриво, под дејство на дождовите, ѓубривото ќе се излие во реките и во потоците, а тоа, пак, ќе предизвика т.н. еутрофикација. При еутрофикација настануваат неколку заемно поврзани непожелни ефекти во екосистемот. Интензивниот развој на алгите од површината, води до промена на светлинските услови за алгите од дното што изумираат образувајќи токсични материји. Причина за изумирањето на алгите, но и на рибите и на другите водни жители е намаленото количество кислород во водата. На тој начин се влошува и квалитетот на водата – таа повеќе не е погодна за пиење. Исто така, со таложењето на изумрениот биолошки материјал на дното и со зголемувањето на наносот, водниот басен постепено се претвора во мочуриште, а потоа во копнен екосистем. Покрај тоа, постои загриженост за ефектот на вештачките ѓубрива, особено нитратите, врз изворите вода што ги снабдуваат јавните водоводи. Постојат докази дека ѓубривото натриум нитрат предизвикува оштетувања на малиот мозок, а се смета и дека е канцерогена супстанца.

### ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ:

1. Објасни зошто живите организми не може да го користат азотот од воздухот за синтеза на потребните биосоединенија.
2. Накусо објасни ги различните начини за фиксирање на азотот.
3. Напиши израмнети равенки на реакции за добивање амониум нитрат и амониум сулфат.



### ИСТРАЖУВАЈ!

Изработете и презентирајте проекти за:

- ♦ Значењето на азотот за живите организми и биосоединенија што содржат азот.
- ♦ Значењето на азотот, фосфорот и калиумот за раст и развој на растенијата.
- ♦ Експерименти во мали групи: Подготвување вештачко ѓубриво со определени маси од амониум нитрат, амониум фосфат и калиум хлорид зададени од наставникот.

### РЕЗИМЕ:

- ♦ **Аномалија на водата** е својство на водата што се манифестира со поголема густина на течната вода отколку на мразот.
- ♦ **Водата е поларен растворувач** и во неа се раствораат јонски градени супстанции и поларни супстанции.
- ♦ **Хигроскопност** е способност на некои супстанции да ја апсорбираат водата од околината. Ваквите супстанции се нарекуваат хигроскопни супстанции.
- ♦ **Дехидратациони средства** се супстанции што ја одземаат водата од други супстанции.
- ♦ **Бигорливост на водата** претставува присуство на различни минерални супстанции во водата.
- ♦ **Привремена бигорливост (темпорална или карбонатна)** е бигорливост што се должи на присуството на **растворени калциумови и/или магнезиумови хидрогенкарбонати**, а која се отстранува со вриење на водата.
- ♦ **Постојана бигорливост (перманентна)** е бигорливост што се должи на присуството на **растворени калциумови и/или магнезиумови сулфати и други соли**, а која не може да се отстрани со вриење на водата.

## **РЕЗИМЕ:**

- ♦ *Хлорирање е постапка на додавање елементарен хлор ( $Cl_2$ ) во водата за да се пречисти од бактерии.*
- ♦ *Кисели дождови се такви дождови што содржат киселини добиени со реакција на атмосферската вода со оксиди што се загадувачи на воздухот.*
- ♦ *Ефект на стаклена градина е процес при кој зрачењето емитувано од некои гасови од атмосферата ја загрева површината на Земјата, која без нив не би можела да се загрее до температури погодни за живот.*
- ♦ *Глобално затоплување е зголемување на просечната температура на Земјата поради изразен ефект на стаклена градина од зголемено присуство на стакленички гасови во атмосферата.*
- ♦ *Озонски слој е слој од озон во стратосферата што ја заштитува Земјата од ултравиолетовите зраци од Сонцето.*
- ♦ *Озонска дупка е дупка во озонскиот слој настаната со разорување на озонот како последица од неговата реакција со слободни радикали од некои супстанции.*
- ♦ *Смог е загаден воздух со смеса од чад и магла.*
- ♦ *Фотохемиски смог е смог што се создава при реакција на соединенијата од издувните гасови на моторните возила под дејство на сончевата светлина.*
- ♦ *Фиксација на азотот е искористување на азотот од атмосферата од страна на некои бактерии и алги и негово претворање во амонијак или во азотна киселина.*
- ♦ *Азотен циклус е серија од природни процеси при кои азотот и неговите соединенија преминуваат едни во други, од животната средина во живите организми, и обратно, со фиксација на азотот и со разложување на природните азотни соединенија.*
- ♦ *Ѓубрива се супстанции што во земјоделството се користат за подобрување на растот и развојот на растенијата.*



## ТЕСТ

1. Кои од наведените супстанции се чисти супстанции, а кои се смеси?

I. Нафта II. Дијамант III. Шеќер IV. Оцет V. Фосфор

- |                                      |                   |
|--------------------------------------|-------------------|
| а) Чисти супстанции: II, III, IV и V | Смеси: I          |
| б) Чисти супстанции: III, IV и V     | Смеси: I и II     |
| в) Чисти супстанции: II, III и V     | Смеси: I и IV     |
| г) Чисти супстанции: III и V         | Смеси: I, II и IV |

2. Кои од наведените супстанции се елементарни супстанции, а кои се соединенија?

I. Злато II. Готварска сол III. Графит IV. Солна киселина V. Етанол

- |                                       |                              |
|---------------------------------------|------------------------------|
| а) Елементарни супстанции: I и III    | Соединенија: II, IV и V      |
| б) Елементарни супстанции: I, III и V | Соединенија: II и IV         |
| в) Елементарни супстанции: I          | Соединенија: II, III, IV и V |
| г) Елементарни супстанции: I и V      | Соединенија: II, III и IV    |

3. Која од наведените супстанции е смеша?

- а) Сода бикарбона
- б) Сол
- в) Кислород
- г) Вино

4. Која од наведените смеси е хомогена?

- а) Ракија
- б) Креда и вода
- в) Масло и бибер
- г) Вода и масло

5. Кои од наведените 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 |



6. Кои од наведените процеси се физички, а кои се хемиски?

- I. Фотосинтеза                      II. Вриење алкохол                      III. Топење восок  
IV. Горење бензин                      V. Потемнување на среброто

- |                         |                      |
|-------------------------|----------------------|
| 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. Која метода треба да се примени за да се раздвојат етанолот и водата кога се во смеса?

- а) Дестилација
- б) Филтрација
- в) Декантација
- г) Кристализација

9. Која од дадените супстанции има способност да сублимира?

- а) Готварска сол
- б) Јод
- в) Сулфур
- г) Железо

10. Како се нарекуваат ненаелектризираните честички што учествуваат во градбата на атомот?

- а) Протони
- б) Електрони
- в) Неутрони
- г) Атомско јадро

11. Кои од следниве искази се точни?

- I. 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.

- а) I, II и IV
- б) I и IV
- в) I и II
- г) II и III

12. Колку изнесува бројот на електрони, протони и неутрони во  ${}_{82}^{207}\text{Pb}$ ?

- а) 82, 82 и 125
- б) 207, 207 и 82
- в) 41, 41 и 125
- г) 82, 125 и 207

13. Атомот на еден елемент содржи 26 протони и 27 неутрони. Колку изнесуваат атомскиот и масениот број на елементот?

- а)  $Z = 26$ ;  $A = 27$
- б)  $Z = 27$ ;  $A = 26$
- в)  $Z = 53$ ;  $A = 26$
- г)  $Z = 26$ ;  $A = 53$

14. Што е претставено со следниве симболи:  ${}_{37}^{85}\text{Rb}$   ${}_{37}^{86}\text{Rb}$ ?

- а) Изоеlementи
- б) Изоатоми
- в) Изобари
- г) Изотопи

15. Колку изнесува бројот на валентни електрони во атомот на елементот чиј атомски број е 14?

- а) 2
- б) 3
- в) 4
- г) 5

16. Атомот на некој хемиски елемент има 12 неутрони во јадрото. Неговиот масен број е 23. Во која периода и во која група од периодниот систем на елементите е сместен овој елемент?

- а) Втора периода, прва група
- б) Втора периода, втора група
- в) Трета периода, прва група
- г) Трета периода, втора група

17. Некој елемент (E) е сместен во седумнаесеттата група од периодниот систем на елементите. Во своите јонски соединенија, тој се среќава како:

- а)  $E^-$
- б)  $E^{2-}$
- в)  $E^+$
- г)  $E^{2+}$

18. Кои од дадените 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) Само I, III и IV
- в) Само I, II, III и IV
- г) Само II и IV

19. Кога образува јонски соединенија, железото испушта три електрони. Што се добива притоа?

- а)  $Fe^3$
- б)  $Fe^{2-}$
- в)  $Fe^{3+}$
- г)  $Fe^{3-}$

20. Колку изнесува полнежот на јонот што се добива од атомот на елемент што има шест валентни електрони?

- а) 6+
- б) 6-
- в) 2+
- г) 2-

21. Колку валентни електрони има атомот на елемент што образува јон со полнеж 2+?

- а) 6
- б) 2
- в) 8
- г) 4

22. Која од понудените комбинации својства се однесува само на супстанца образува со јонска врска?

- а) Течност, растворлива во вода, водниот раствор спроведува електричество.
- б) Кристална супстанца, растворлива во вода, водниот раствор спроведува електричество.
- в) Кристална супстанца, со висока температура на топење, нерастворлива во вода.
- г) Кристална супстанца, со ниска температура на топење, нерастворлива во вода.

23. Кои од дадените 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) Само II, III и IV
- в) Само II, III и V
- г) Само I, II, III и V

24. Колку вкупно заеднички електронски парови се образуваат во молекулата на  $H_2S$ ?

- а) 1
- б) 2
- в) 3
- г) 4

25. Колку електрони учествуваат во образување на тројната врска?

- а) 6
- б) 2
- в) 9
- г) 3

26. Во кои од наведените соединенија постојат неполярни, а во кои поларни ковалентни врски?

I.  $Br_2$     II.  $N_2$     III. HF    IV.  $F_2$     V.  $NH_3$

- а) Поларни: III, IV и V    Неполярни: I и II
- б) Поларни: I, II и IV    Неполярни: III и V
- в) Поларни: III и V    Неполярни: I, II и IV
- г) Поларни: II и III    Неполярни: I, IV и V

27. Формулата на стронциум оксид е:

- а)  $\text{SrO}_2$
- б)  $\text{Sr}_2\text{O}$
- в)  $\text{SrO}$
- г)  $\text{Sr}_2\text{O}_3$

28. Како гласи името на соединението чија формула е  $\text{SnO}_2$ ?

- а) Калај диоксид
- б) Калај(IV) оксид
- в) Калај оксид
- г) Калај(II) оксид

29. Кој од следниве оксиди е индиферентен (неутрален)?

- а)  $\text{CO}$
- б)  $\text{ZnO}$
- в)  $\text{N}_2\text{O}_3$
- г)  $\text{CaO}$

30. Во која група оксиди спаѓа  $\text{BaO}$ ?

- а) Киселински оксиди
- б) Неутрални оксиди
- в) Амфотерни оксиди
- г) Базни оксиди

31. Кои од следниве оксиди се метални оксиди, а кои неметални?

I.  $\text{Cl}_2\text{O}_7$     II.  $\text{PbO}_2$     III.  $\text{Rb}_2\text{O}$     IV.  $\text{SO}_3$     V.  $\text{NO}_2$

- а) Метални: II, III      Неметални: I, IV, V
- б) Метални: III        Неметални: I, II, IV, V
- в) Метални: II         Неметални: I, III, IV, V
- г) Метални: I, III      Неметални: II, IV, V

32. Кои супстанции се продукти на термичкото разложување калциум карбонат?

- а)  $\text{CaO}$  и  $\text{CO}_2$
- б)  $\text{CaO}$  и  $\text{C}$
- в)  $\text{Ca}$  и  $\text{CO}_2$
- г)  $\text{Ca}$ ,  $\text{C}$  и  $\text{O}_2$

33. Кое соединение се добива при горење фосфор?

- а)  $\text{PO}_2$
- б)  $\text{P}_2\text{O}_5$
- в)  $\text{PO}_3$
- г)  $\text{H}_3\text{PO}_3$

34. Каков тип соединение се добива ако стапат во реакција  $\text{SO}_2$  и  $\text{MgO}$ ?

- а) База
- б) Сол
- в) Хидроксид
- г) Киселина

35. Кое соединение се добива при реакција на калиум оксид и вода?

- а)  $\text{K}(\text{OH})_3$
- б)  $\text{K}(\text{OH})_2$
- в)  $\text{KH}$
- г)  $\text{KOH}$

36. Кое е името на киселината  $\text{HF}$ ?

- а) Флуорна киселина
- б) Флуороводородна киселина
- в) Флуор водородна киселина
- г) Флуореста киселина

37. Која е формулата на фосфорна киселина?

- а)  $\text{H}_2\text{PO}_4$
- б)  $\text{H}_3\text{PO}_3$
- в)  $\text{H}_3\text{PO}_4$
- г)  $\text{H}_2\text{PO}_3$

38. Кое е името на киселината чија формула е  $\text{HNO}_2$ ?

- а) Азотна киселина
- б) Азотеста киселина
- в) Азот водородна киселина
- г) Азотоводородна киселина

39. Кои од наведените киселини образуваат хидроген соли?  
I. Сулфурна киселина                      II. Азотна киселина  
III. Сулфуроводородна киселина        IV. Флуороводородна киселина
- а) Сите  
б) Само I, II и III  
в) Само I, III и IV  
г) Само I и III
40. Која киселина образува соли што се нарекуваат нитрити?
- а) Азотна киселина  
б) Азотеста киселина  
в) Натриумова киселина  
г) Нитроводородна киселина
41. Кои продукти се образуваат при реакција на натриум хлорид и сулфурна киселина?
- а) HCl и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
б) HCl 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
42. Кои соединенија се добиваат при реакција на сулфуреста киселина и калциум оксид?
- а) Калциум сулфат и водород  
б) Само калциум сулфат  
в) Калциум сулфит и водород  
г) Калциум сулфит и вода
43. Кој гас се ослободува при реакција на бакар со концентрирана азотна киселина?
- а) Водород  
б) Кислород  
в) Азот  
г) Азот диоксид

44. Како гласи името на соединението чија формула е  $\text{Sn}(\text{OH})_4$ ?

- а) Калај тетра hidroкид
- б) Калај(IV) хидроксид
- в) Тетрахидроксид калај
- г) Калај четирихидроксид

45. Која е формулата на алуминиум хидроксид?

- а)  $\text{AlOH}$
- б)  $\text{Al}(\text{OH})_2$
- в)  $\text{Al}(\text{OH})_3$
- г)  $\text{Al}(\text{OH})_4$

46. Од кое соединение, при реакција со вода, се добива натриум хидроксид?

- а)  $\text{Na}_2\text{O}$
- б)  $\text{NaNO}_3$
- в)  $\text{NaCl}$
- г)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

47. Кои продукти се образуваат при реакција на  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{NaOH}$ ?

- а)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  и  $\text{NaCl}$
- б)  $\text{FeO}$ ,  $\text{NaClO}$  и  $\text{H}_2\text{O}$
- в)  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  и  $\text{NaClO}_3$
- г)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{NaH}$  и  $\text{Cl}_2$

48. Што се добива при реакција на калиум хидроксид и сулфурна киселина?

- а)  $\text{K}_2\text{SO}_4$  и  $\text{H}_2$
- б)  $\text{K}_2\text{S}$  и  $\text{H}_2\text{O}$
- в)  $\text{K}_2\text{SO}_4$  и  $\text{O}_2$
- г)  $\text{K}_2\text{SO}_4$  и  $\text{H}_2\text{O}$

49. Како се нарекуваат хидроксидите што се раствораат во вода?

- а) Соли
- б) Бази
- в) Анхидриди на бази
- г) Амониум хидроксиди



50. Кои продукти се добиваат при реакција на  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  и  $\text{SO}_3$ ?

- а) Бариум сулфат и водород
- б) Бариум сулфид и водород
- в) Бариум оксид и сулфуроводородна киселина
- г) Бариум сулфат и вода

51. Која е формулата на амонијак?

- а)  $\text{NH}_4\text{OH}$
- б)  $\text{NH}_4$
- в)  $\text{NH}_3$
- г)  $\text{NH}_3\text{OH}$

52. 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

53. Кое е името на соединението чија формула е  $\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$ ?

- а) Бакар(II) фосфат
- б) Бакар(III) фосфат
- в) Бакар(II) фосфид
- г) Бакар дифосфат

54. Која е формулата на калај(IV) сулфид?

- а)  $\text{SnSO}_3$
- б)  $\text{Sn}(\text{SO}_3)_2$
- в)  $\text{Sn}_2\text{S}$
- г)  $\text{SnS}_2$

55. Кои од следниве соли се хидроген соли, а кои се кристалохидрати?

- I.  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$       II.  $\text{KH}_2\text{PO}_4$       III.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$       IV.  $\text{Cu}(\text{OH})\text{Cl}$   
V.  $\text{Co}(\text{HS})_2$       VI.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

- 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

56. Како гласи името на следново соединение  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ?

- а) Кобалт хлорид хексахидрат
- б) Кобалт(II) хлорид хексахидрат
- в) Кобалт хлорид хидрат
- г) Кобалт(II) хлорид хидрат

57. Која е формулата на жива(II) хидроксид хлорид?

- а)  $\text{Hg}_2\text{OHCl}$
- б)  $\text{Hg}(\text{OH})_2\text{Cl}$
- в)  $\text{Hg}(\text{HCl})_2$
- г)  $\text{Hg}(\text{OH})\text{Cl}$

58. Во кои од дадените случаи барем еден од продуктите е сол?

- I.  $\text{SO}_2 + \text{BaO} \rightarrow$       II.  $\text{K} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$       III.  $\text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$   
IV.  $\text{Cu} + \text{S} \rightarrow$       V.  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KOH} \rightarrow$

- а) Во сите
- б) Само во I и V
- в) Само во I, III, IV и V
- г) Само во IV и V

59. Кои продукти се добиваат при реакција на  $\text{CuCl}_2$  и  $\text{KOH}$ ?

- а)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{KClO}$  и  $\text{H}_2\text{O}$
- б)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  и  $\text{KCl}$
- в)  $\text{KClO}_3$  и  $\text{CuH}_2$
- г)  $\text{CuO}$  и  $\text{HCl}$

60. **Не** е можно да се добие сол при реакција на:

- а) Магнезиум и кислород
- б) Цинк и сулфурна киселина
- в) Бариум оксид и сулфур триоксид
- г) Бакар и хлор

61. Физичката величина маса се бележи со:

- а)  $m$
- б)  $t$
- в)  $M$
- г)  $M_r$

62. Масата на некоја супстанца изнесува 0,006 kg. Тоа е еднакво на маса од:

- а) 6 mg
- б) 60 mg
- в) 600 mg
- г) 6 000 mg

63. Колку мола изнесуваат 50 mmol од некоја супстанца?

- а) 5 mol
- б) 0,5 mol
- в) 0,05 mol
- г) 0,005 mol

64. Колку изнесува релативната молекулска маса на натриум карбонат доколку знаеш дека:  $A_r(\text{Na}) = 23$ ;  $A_r(\text{C}) = 12$ ;  $A_r(\text{O}) = 16$ ?

- а) 51
- б) 74
- в) 83
- г) 106

65. Колку изнесува масата на 5 mol јаглерод диоксид?

$A_r(\text{C}) = 12$ ;  $A_r(\text{O}) = 16$

- а) 8,8 g
- б) 44 g
- в) 140 g
- г) 220 g

66. Колку изнесува количеството сулфурна киселина ако нејзината маса е 2 g?

$A_r(\text{H}) = 1$ ;  $A_r(\text{S}) = 32$ ;  $A_r(\text{O}) = 16$

- а) 0,02 mol
- б) 2 mol
- в) 49 mol
- г) 196 mol

67. Бројот на молекули амонијак во 2 mol од оваа супстанца изнесува:

- а)  $3,011 \cdot 10^{23}$
- б)  $6,022 \cdot 10^{23}$
- в)  $6,022 \cdot 10^{24}$
- г)  $1,2044 \cdot 10^{24}$

68. Бројот на молекули кислород во некој примерок е  $3,011 \cdot 10^{22}$ . Според тоа, количеството кислород во примерокот е:

- а) 0,05 mol
- б) 0,5 mol
- в) 2 mol
- г) 20 mol

69. Колкаво количество водород се содржи во  $4,48 \text{ dm}^3$  од овој гас при стандардни услови?

- а) 0,2 mol
- б) 2 mol
- в) 5 mol
- г) 50 mol

70. Колку изнесува волуменот што 0,5 mol азот го зафаќаат при стандардни услови?

- а)  $11,2 \text{ cm}^3$
- б)  $11,2 \text{ dm}^3$
- в)  $112 \text{ cm}^3$
- г)  $112 \text{ dm}^3$

71. Колку изнесува волуменот при стандардни услови што го зафаќа сулфур диоксид со маса 6,4 g?

$$A_r(\text{S}) = 32; \quad A_r(\text{O}) = 16$$

- а)  $1,12 \text{ dm}^3$
- б)  $11,2 \text{ dm}^3$
- в)  $2,24 \text{ dm}^3$
- г)  $22,4 \text{ dm}^3$

72. Колку изнесува масата на примерок од кислород доколку бројот на молекули кислород е  $3,011 \cdot 10^{23}$ ?

$$A_r(\text{O}) = 16$$

- а) 8 g
- б) 16 g
- в) 32 g
- г) 64 g

73. Бројот на молекули хлор во  $112 \text{ dm}^3$  од оваа супстанца при стандардни услови изнесува:

- а)  $3,011 \cdot 10^{22}$
- б)  $3,011 \cdot 10^{24}$
- в)  $1,2044 \cdot 10^{22}$
- г)  $1,2044 \cdot 10^{23}$

74. Кои од следниве гасови се одговорни за ефектот на стаклена градина?  
I. Јаглерод диоксид II. Водна пара III. Метан

- а) Сите
- б) Само I
- в) Само II
- г) Само I и II

75. Кои од следниве елементи се примарни макронутритивни елементи во ѓубривата?  
I. Азот II. Железо III. Фосфор IV. Калциум V. Калиум

- а) Сите
- б) Само I
- в) Само I, III и V
- г) Само I и II

## Терминолошки речник

**Авогадров број** – број на честички во 12 g од изотопот  $^{12}\text{C}$ , кој изнесува  $6,022 \cdot 10^{23}$ .

**Авогадрова константа ( $N_A$ )** – број на единки (атоми, молекули, јони итн.) во еден мол супстанца.

**Агрегатна состојба** – физичко својство на супстанцата во врска со јачината на привлечните сили што дејствуваат меѓу нејзините честички и начинот на нивните движења. Може да биде цврста, течна или гасовита.

**Азотен циклус** – серија од природни процеси при кои азотот и некои негови соединенија преминуваат едни во други, од животната средина во живите организми и обратно, со фиксација на азотот и со разложување на природните азотни соединенија.

**Алкални елементи** – заедничко име за елементите од 1, т.е. IA група во периодниот систем на елементите (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr).

**Алкални метали** – види алкални елементи.

**Алотропски модификации** – различни елементарни супстанции на еден ист елемент.

**Амфотерен оксид** – оксид кој може да реагира и со киселини и со бази.

**Анјон** – негативно наелектризиран јон.

**Аномалија на водата** – својство на водата што се манифестира со поголема густина на течната вода отколку на мразот.

**Атом** – основна градбена единка на елементите.

**Атомска единица за маса** – една дванаесеттина ( $1/12$ ) од масата на изотопот на јаглерод  $^{12}\text{C}$ . Се бележи со латиничната буква u.

**Атомски број** – број на протони во јадрото на атомот на некој елемент.

**Атомски кристал** – кристал чишто градбени единки се атоми, меѓусебно поврзани со ковалентни врски.

**Бази** – хидроксида кои се раствораат во вода.

**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 име за елементите од 18 група во периодниот систем на елементите (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn). Кај овие елементи електронскиот слој со највисока енергија е целосно пополнет.

**Бигорливост** – присуство на различни минерални супстанции во водата.

**Валентни електрони** – електрони 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.

**Величинска равенка** – равенство во кое физичката величина се изразува како производ од нејзината бројна вредност и единицата на физичката величина.

**Групи** – вертикалните низи во периодниот систем на елементите.

**Двојна врска** – ковалентна врска образувана од два заеднички електронски парови.

**Двојни (мешани) 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.

**Ѓубрива** – супстанции кои во земјоделието се користат за подобрување на растот и развојот на растенијата.

**Единечна врска** – ковалентна врска образувана само од еден заеднички електронски пар.

**Единица на физичка величина** – величина земена како стандард.

**Експеримент** – точно дефинирана и контролирана постапка при која се вршат набљудувања и мерења со цел да се провери некоја хипотеза или теорија.

**Екстензивна величина** – величина чија вредност зависи од количеството супстанца.

**Електрон** – честичка од која е изградена електронската обвивка на атомот, а која е негативно наелектризирана.

**Електронегативност** – мерка за способноста на еден атом да ги привлекува електроните од заедничките електронски парови кога е хемиски сврзан.

**Електростатски сили** – сили што се јавуваат меѓу наелектризирани честички.

**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 супстанции, со хемиски постапки, не може да се разложат на уште попрости.

**Ефект на стаклена градина** – процес при кој зрачењето емитирано од некои гасови од атмосферата ја загреват површината на Земјата.

**Заситен раствор** – раствор во кој на определена температура, во определена маса растворувач, е растворено максимално можно количество од растворената супстанца.

**Земноалкални елементи** – заедничко име за елементите од 2, т.е. IIА група од периодниот систем (Be, Mg, Ca, Sr, Ba и Ra).

**Изобари** – атоми со еднаков масен број, а различен атомски број.

**Изотопи** – атоми со ист атомски број, а различен масен број.

**Индиферентен оксид (неутрален оксид)** – оксид кој не стапува во реакции ниту со вода, ниту со киселини, ниту со бази.

**Интензивна величина** – величина чија вредност не зависи од количеството супстанца.

**Испарување** – промена на агрегатната состојба на супстанцата од течна во гасовита.

**Јаглородна единица за маса** – види 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.

**Кисели дождови** – дождови кои содржат киселини добиени со реакција на атмосферската вода со оксиди кои се загадувачи на воздухот.

**Киселини** – соединенија изградени од водород и киселински остаток.

**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.

**Количество супстанца ( $n$ )** – физичка величина што е поврзана со бројот на градбените единки на супстанцата.

**Кондензација** – промена на агрегатната состојба на супстанцата од гасовита во течна.

**Кристал** – супстанца во цврста агрегатна состојба со правилен внатрешен распоред на градбените единки.

**Кристализација** – процес на издвојување на цврста супстанца од раствор или од растоп.

**Кристалохидрати** – соли кои во својот состав содржат вода.

**Лабораториски прибор** – прибор што се користи во хемиските лаборатории за изведување експерименти.

**Легура** – хомогена смеса од метали или од метал/и и неметал/и.

**Луисовски симболи** – хемиски симболи во кои валентните електрони се претставуваат со точки.

**Луисовски 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.

**Интернационален систем на единици (SI)** – меѓународен систем на мерни единици.

**Мерење** – споредување на големината на некоја физичка величина со единицата на физичката величина.

**Метал** – вид елементарна супстанца со карактеристични метални својства: висока електрична и топлотна спроводливост, метален сјај, ковност итн.

**Метален оксид** – бинарно соединение на кислород и метал.

**Модел** – поедноставена претстава за реалните објекти, процеси и појави.

**Мол (mol)** – единица за количество супстанца, количество супстанца кое содржи ист број единки колку што има во 0,012 kg од изотопот на јаглородот  $^{12}\text{C}$ .



**Моларен волумен ( $V_m$ )** – волумен на еден мол супстанца. При стандардни услови, вредноста на моларниот волумен за гасови изнесува  $22,4 \text{ dm}^3/\text{mol}$ .

**Моларна величина** – интензивна величина која се добива кога соодветната екстензивна величина се дели со количеството супстанца.

**Моларна маса ( $M$ )** – маса на количество супстанца од еден мол.

**Молекула** – честичка изградена од атоми кои се меѓу себе сврзани со ковалентна врска.

**Молекулски кристали** – кристали чишто градбени единици се молекули.

**Молекулски модели** – различни модели за претставување на градбата на молекулите. Постојат модели со калоти, со топчиња и стапчиња, жичани модели итн.

**Мрзнење (кристализација)** – промена на агрегатната состојба на супстанцата од течна во цврста.

**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.

**Неметален оксид** – бинарно соединение на кислород и неметал.

**Неполарна ковалентна врска** – ковалентна врска во која заедничкиот/те електронски пар/ови се наоѓа/ат на еднаква оддалеченост од јадрата на обата атома.

**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.

**Озон** – алотропска модификација на кислородот ( $O_3$ ).

**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 ковалентна врска** – ковалентна врска во која заедничкиот/те електронски пар/ови се наоѓа/ат поблизу до еден од атомите.

**Презаситен раствор** – раствор кој на определена температура, во определена маса растворувач, содржи малку поголемо количество од растворената супстанца отколку заситен раствор.

**Протон** – честичка во атомското јадро, која е носител на позитивен елементарен електричен полнеж.

**Раствор** – хомогена смеса составена од растворувач и растворена супстанца/супстанции.

**Раствореник** – растворена супстанца во раствор.

**Растворувач** – супстанцата која е застапена во најголемо количество во растворот и која, кога е чиста, е во иста агрегатна состојба со растворот.

**Реакција на разложување** – реакција при која едно соединение се разложува на две или повеќе супстанции (елементарни супстанции и/или соединенија).

**Реакција на соединување** – вид реакција при која од две или повеќе супстанции се добива една посложена.

**Реден број** – види атомски број

**Релативна атомска маса ( $A_r$ )** – однос меѓу просечната маса на атомот на некој елемент и унифицираната единица за маса.

**Релативна молекулска (формулска) маса ( $M_r$ )** – однос меѓу масата на молекулата (т.е. формулната единка) и унифицираната единица за маса.

**Семиметал (полуметал)** – вид елементарна супстанца која пројавува и метални и неметални својства.

**Смеса** – физичка мешавина од различни супстанции, која може да содржи променливи количества од одделните компоненти.

**Смог** – загаден воздух со смеса од чад и магла.

**Соединение** – чиста супстанца образувана од атоми на различни елементи во точно определен квантитативен однос. Со хемиски процеси, соединенијата може да се разложат на елементарни супстанции и/или други соединенија.

**Соли** – соединенија кои се состојат од метал (или амониум група) и киселински остаток. Во водни раствори дисоцираат на катјони на металот или амониум катјони и анјони од киселинскиот остаток.

**Стандардни услови** – температура од 0 °C и атмосферски притисок, 1 atm, приближно 101325 Pa.

**Сублимација** – физички процес при кој супстанцата директно преминува од цврста во гасовита агрегатна состојба, без да се втечни.

**Суперфлуид** – втечен гас на многу ниска температура (блиска до апсолутната нула), што не покажува вискозност.

**Теорија** – повеќепати потврдена и проверена хипотеза која дава објаснување на определен научен проблем.

**Топење** – промена на агрегатна состојба на супстанцата од цврста во течна.

**Тројна врска** – ковалентна врска образувана од три заеднички електронски парови.

**Унифицирана единица за маса** – види атомска единица за маса.

**Физичка величина** – својствата што може да се измерат, односно квантитативно да се изразат.

**Физичка промена** – промена на супстанцата при која не доаѓа до промена на нејзиниот хемиски состав.

**Физичко својство** – својство на супстанцата што може да се регистрира (со сетилата или со мерење).

**Фиксација на азотот** – искористување на азотот од атмосферата од страна на некои бактерии и алги и негово претворање во амонијак или азотна киселина.

**Филтрација** – постапка за одделување на состојките од хетерогена смеса цврсто-течно, базирана врз разликите во големините на честичките од кои се состојат.

**Формулна единка** – наједноставната комбинација на јони што одговара на формулата на соединението.

**Фотохемиски смог** – смог што се создава при реакција на соединенијата од издувните гасови на моторните возила под дејство на сончевата светлина.

**Халогени елементи** – заедничко име за елементите од 17, т.е. VIII група во периодниот систем на елементите (F, Cl, Br, I, At, Ts).

**Хемија** – природна наука која ги изучува супстанците: нивниот состав, структура, својства, нивното добивање, како и нивните промени и законитостите според кои се одвиваат тие промени.

**Хемиска реакција (процес, промена)** – процес при кој од една/и супстанца/и се добива/ат друга/и супстанца/и.

**Хемиски својства** – способност на супстанците да претрпуваат хемиски промени, под дејство на други супстанции и/или надворешни влијанија.

**Хетерогена смеса** – смеса во која постојат јасно изразени граници меѓу поодделните компоненти.

**Хигроскопност** – способност на некои супстанции да апсорбираат вода од околината.

**Хидроген соли** – соли кои во киселинскиот остаток содржат водород.

**Хидроксид соли** – двојни соли кои во својот состав содржат хидроксидна група/и.

**Хидроксида** – 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.

**Хлорирање** – додавање елементарен хлор ( $\text{Cl}_2$ ) во водата за да се пречисти од бактерии.

**Хомогена смеса** – смеса која во сите свои делови има еднаков состав.

**Честичка** – назив за која било градбена единка на супстанците (атоми, молекули, јони, итн.).

**Чисти супстанции** – супстанции (елементарни супстанции и соединенија) со постојан состав, кои при определени услови, имаат постојани физички и хемиски својства.



## СОДРЖИНА

<b>ХЕМИЈАТА КАКО ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА НАУКА .....</b>	<b>5</b>
Хемијата како експериментална наука .....	6
Лабораториски прибор и мерки на претпазливост .....	9
Експериментирање во хемијата .....	13
Физички величини и единици и интернационален систем на единици .....	17
Мерење .....	22
<b>ГРАДБА НА МАТЕРИЈАТА .....</b>	<b>29</b>
Физички и хемиски својства и физички и хемиски промени .....	30
Корпускуларна теорија и агрегатни состојби на материјата .....	35
Промени на агрегатните состојби .....	37
Градба на атомот .....	41
Молекули и јони .....	47
Елементи, елементарни супстанции и соединенија .....	50
Хомогени и хетерогени смеси .....	54
Постапки за раздвојување на компоненти од смеса .....	59
<b>ПЕРИОДЕН СИСТЕМ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ .....</b>	<b>67</b>
Структура на таблицата на периодниот систем на елементите .....	68
Периоден систем на елементите и градбата на атомот .....	72
Периодичност на металните/неметалните својства .....	73
<b>ХЕМИСКИ ВРСКИ .....</b>	<b>79</b>
Јонска врска .....	80
Својства на јонски градени соединенија .....	85
Неполарна и поларна ковалентна врска .....	87

Својства на ковалентно градени супстанци .....	91
<b>ОСНОВНИ ГРУПИ НЕОРГАНСКИ СОЕДИНЕНИЈА .....</b>	<b>95</b>
Поим за оксиди и номенклатура на оксидите .....	97
Поделба на оксидите .....	100
Начини за добивање на оксиди .....	101
Својства на оксидите .....	102
Поим и номенклатура на хидроксиди .....	105
Начини за добивање на хидроксиди и својства на хидроксидите .....	107
Поим, поделба и номенклатура на киселините .....	113
Начини за добивање на киселини .....	116
Својства и примена на киселините .....	117
Поим за соли и поделба на солите .....	125
Номенклатура на соли .....	127
Начини за добивање на соли. Хемиски реакции на солите .....	130
Некои поважни соли и нивна примена .....	133
<b>ОСНОВИ НА ХЕМИСКОТО СМЕТАЊЕ .....</b>	<b>139</b>
Релативна атомска маса и релативна молекулска маса ..	140
Пресметување на релативни молекулски маси .....	142
Количество супстанца и мол .....	145
Моларни величини .....	148
Пресметување врз основа на количество супстанца и моларни величини .....	151
Пресметување со меѓусебно поврзување на број на единки, маса и волумен преку количество супстанца .....	154
<b>ХЕМИЈАТА И ЖИВОТНАТА СРЕДИНА .....</b>	<b>161</b>
Својства на водата, нејзино значење и примена .....	162
Бигорливост на водата и отстранување на бигорливоста .....	166

<b>Загадување на природните води и пречистување на водата .....</b>	<b>168</b>
<b>Состав на воздухот, загадување на воздухот и заштита од загадување .....</b>	<b>171</b>
<b>Значење на азотот за живите организми и негово кружење во природата .....</b>	<b>176</b>
<b>Поим за ѓубрива, класификација на ѓубривата и нивно значење и примена .....</b>	<b>178</b>
<b>ТЕСТ .....</b>	<b>183</b>
<b>ТЕРМИНОЛОШКИ РЕЧНИК .....</b>	<b>197</b>

