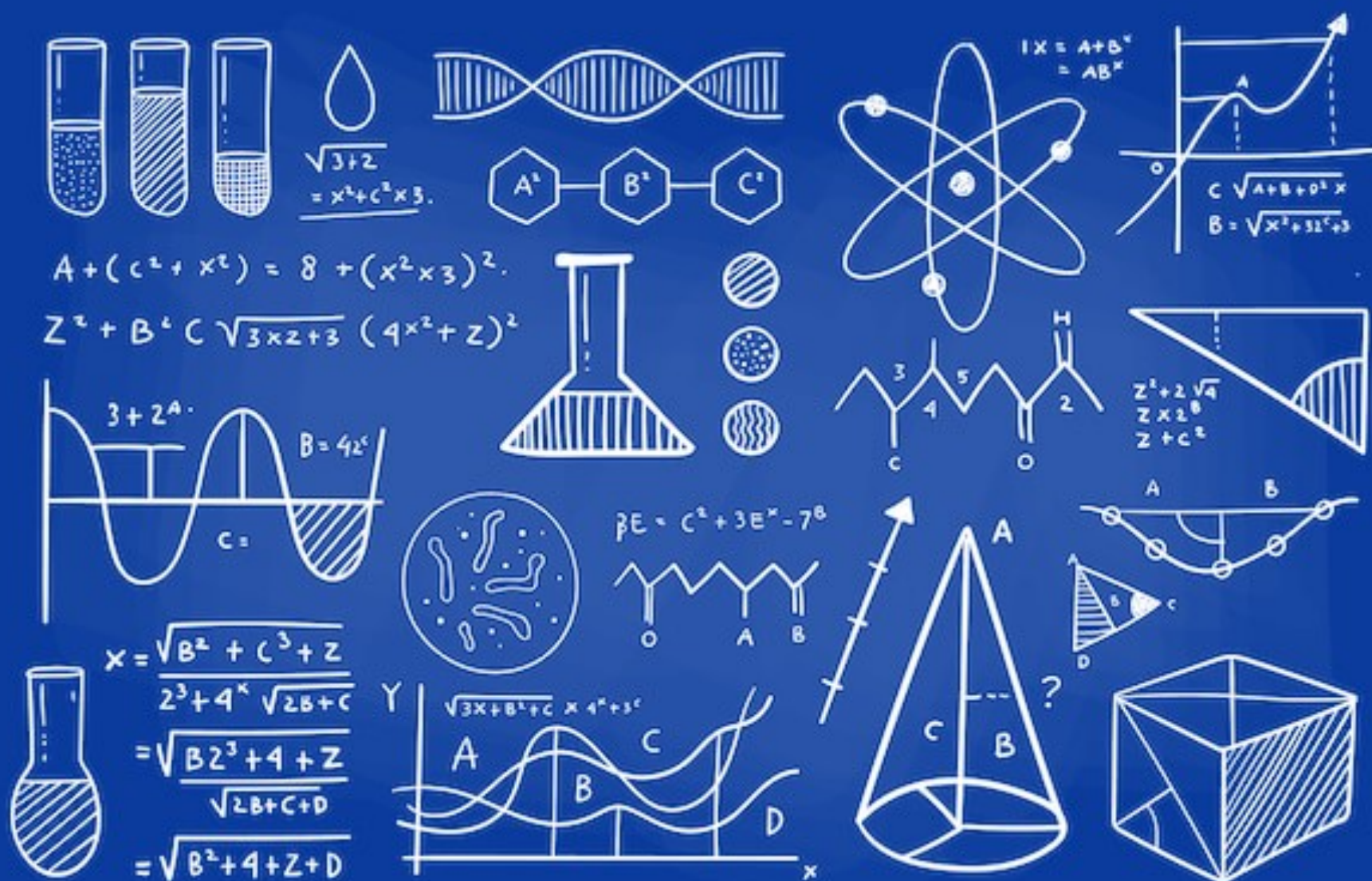


Сандра Димитровска-Лазова

Слоботка Алексовска

ЗБИРКА ЗАДАЧИ ПО

ОПШТА ХЕМИЈА



Скопје, 2022

**Издавач:**

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје,  
Бул. Гоце Делчев бр. 9, 1000 Скопје  
www.ukim@ukim.edu.mk

**Уредник за издавачка дејност на УКИМ:**

Проф. д-р Никола Јанкуловски, ректор

**Уредник на публикацијата:**

Проф. д-р Сандра Димитровска-Лазова  
Проф. д-р Слоботка Алексовска,  
Институт за хемија, Природно-математички факултет, Универзитет „Св. Кирил и  
Методиј“, Скопје

**Рецензенти:**

Проф. д-р Валентин Мирчески  
Институт за хемија, Природно-математички факултет, Универзитет „Св. Кирил и  
Методиј“, Скопје  
Проф. д-р Миха Буклески,  
Институт за хемија, Природно-математички факултет, Универзитет „Св. Кирил и  
Методиј“, Скопје

**Техничка обработка:**

Проф. д-р Сандра Димитровска-Лазова

**Лектура на македонски јазик:**

Весна Костовска

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

54(076)

ДИМИТРОВСКА-Лазова, Сандра  
Збирка задачи по општа хемија [Електронски извор] / Сандра Димитровска-  
Лазова и Слоботка Алексовска. - Текст во PDF формат, содржи  
189 стр., илустр. - Скопје : Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје,  
Природно-математички факултет, 2022

Начин на пристапување (URL):

[https://www.ukim.edu.mk/mk\\_content.php?meni=53&glavno=41](https://www.ukim.edu.mk/mk_content.php?meni=53&glavno=41). - Наслов преземен  
од екранот 300 . - Опис на изворот на ден 29.12.2022. -

Библиографија: стр. 189

ISBN 978-608-4762-40-9

1. Алексовска, Слоботка [автор на придружен текст]  
а) Хемија, општа -- Прирачници

COBISS.MK-ID 59078405

## ПРЕДГОВОР

Учебното помагало „Збирка задачи по Општа хемија“ е наменето за студентите Институтот за биологија (наставна насока, еколошка насока и молекуларна биологија со генетика) и за студентите од Институтот за хемија од Природно-математичкиот факултет во Скопје. Се разбира, оваа збирка може да ја ползуваат сите студенти што го слушаат предметот Хемија на која било студиска програма, како и сите оние кои сакаат да учат хемија.

Збирката се состои од девет поглавја: Номенклатура на неорганички соединенија, Физички величини и нивни единици, Атомско-молекуларна теорија на материјата, Гасни закони, Оксидациско-редукциски равенки, Хемиска формула, Хемиска равенка, Раствори и Задачи од рН. Секоја глава започнува со краток теоретски вовед и решени примери, а потоа следи голем број задачи за вежбање. Решените примери се детално објаснети со насоки за тоа како треба студентот да пријде кон решавањето на задачата и логичкиот тек при решавањето на задачата. Покрај тоа, посочено е на што треба да внимава, на кои теоретски предзнаења се темели решавањето на задачата, како и на погрешните чекори кои може да ги направи при решавањето на задачата. Со еден збор, решените примери не се само математичко решение на задачите, туку во нив е внесен методски приод во решавањето задачи. Задачите за вежбање се подредени аналогно на редоследот на решените примери, притоа водејќи сметка да почнуваат од наједноставни до сложени задачи. На крајот од задачите за вежбање дадени се и неколку задачи означени како „Обиди се“ коишто се посложени и бараат поголемо теоретско предзнаење и поголема способност за логичко размислување. Тие се предизвик за студентите кои се пољубопитни и сакаат да си ги продлабочат вештините за решавање задачи.

Со цел да им биде попривлечна на студентите, оваа Збирка е направена во боја и содржински и визуелно збогатена со дополнувања внесени од страна од основниот текст. Впрочем, оваа Збирка ќе биде издадена само во електронска форма, па затоа ова е сосем оправдано.

На крајот на сите корисници на оваа Збирка им посакуваме пријатна и успешна работа. За сите забелешки и прашања, може да се обратите до авторите, на следниве е-mail адреси:

[sandra@pmf.ukim.mk](mailto:sandra@pmf.ukim.mk) и [bote@pmf.ukim.mk](mailto:bote@pmf.ukim.mk)

Со почит,  
Авторите

## *Благодарност*

*Најискрен и длабоко им се заблагодаруваме на рецензентите на „Збирка задачи по Општа хемија“, проф. д-р Валентин Мирчески и проф. д-р Миха Буклески, како и на лекторот Весна Костовска, за темелното читање на текстот и за корисните забелешки и сугестии. Со тоа значително придонесоа да се зголеми квалитетот на ова учебно помагало.*

*Со почит,*

*Проф. д-р Сандра Димитровска-Лазова*

*Проф. д-р Слоботка Алексовска*

# 1 НОМЕНКЛАТУРА НА НЕОРГАНСКИТЕ СОЕДИНЕНИЈА

Поимот **номенклатура** во хемијата означува систематизиран начин на именување на соединенијата. Препораки за номенклатурата на соединенијата издава Интернационалната унија за чиста и применета хемија (*International Union of Pure and Applied Chemistry* – IUPAC), кои потоа се приспособуваат на јазикот што се зборува во некоја земја.

International Union of Pure and Applied Chemistry

I U P A C

Номенклатурата на неорганските соединенија наједноставно може да се изучи ако се систематизира според главните групи соединенија. Сепак, постојат и општи правила што важат за сите групи соединенија.

- ◆ Основното правило е дека, и во формулата и во името на соединението, предност има катјонот, односно елементот со позитивен оксидациски број, пред анјонот, односно елементот со негативен оксидациски број. Постојат само неколку исклучоци од оваа правило, како на пример амонијакот, во чија формула,  $\text{NH}_3$ , прво се пишува елементот со поголема електронегативност – азотот.
- ◆ Името на една честичка (јон, атомска групација и сл.) се пишува како еден збор (слеано), заедно со сите префикси и суфикси.
- ◆ Во името на соединението треба да се содржи најмал можен број податоци врз основа на кои може да се состави неговата хемиска формула.

За некои соединенија, освен системските, во употреба се и нивните тривијални имиња (на пример: готварска сол, солна киселина, каустична сода и др.).

## Номенклатура на оксиди

**Оксидите претставуваат бинарни соединенија (соединенија изградени од два елемента) на кислородот со некој друг елемент во кои кислородот има оксидациски број  $-2^*$ .** Ова е важно да се нагласи, бидејќи постојат бинарни соединенија на кислородот што не се оксиди. На пример, водород пероксидот ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) е исто така бинарно соединение на кислородот со водородот, но таму оксидациониот степен (број) на кислородот е  $-1$ , па затоа  $\text{H}_2\text{O}_2$  не е оксид. Постои и бинарно соединение на кислородот со флуорот, но тоа е флуорид, а не оксид, бидејќи во него оксидацискиот број на кислородот е  $+2$ .

Оксидите се именуваат на тој начин што прво се наведува името на елементот што го гради оксидот, веднаш до него, во мала заграда и со римски броеви, се пишува оксидацискиот број на елементот што го гради оксидот и на крајот одделно се пишува зборот **оксид**. Римскиот број се пишува *слеано* до симболот на елементот што го гради оксидот, бидејќи се однесува на неговиот оксидациски степен.

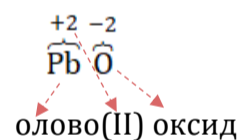
### Примери:

Формула	Име	Формула	Име
$\text{MnO}_2$	манган(IV) оксид	$\text{Cu}_2\text{O}$	бакар(I) оксид
$\text{CrO}_3$	хром(VI) оксид	$\text{CoO}$	кобалт(II) оксид
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	железо(III) оксид	$\text{N}_2\text{O}_5$	азот(V) оксид

Погрешно е ако се каже, на пример, само манган оксид, бидејќи постојат и други оксиди на манганот во кои тој е во други оксидациски броеви.

За елементите што немаат променлив оксидациски број, т. е. што имаат само еден оксидациски број, тој не се пишува. Во таков случај, тој елемент гради само еден оксид.

Име на елементот (окс. бр.) — оксид



Сл. 1.1. Бакар(I) оксид

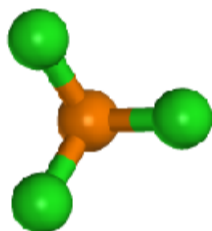
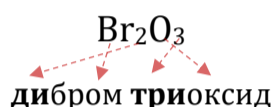
\*Начинот за определување на оксидациските броеви во соединенија е даден во Глава 5.

### Примери:

Формула	Име	Формула	Име
Li <sub>2</sub> O	литиум оксид	MgO	магнезиум оксид
ZnO	цинк оксид	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	итриум оксид
CdO	кадмиум оксид	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	лантан оксид



Сл. 1.2. Азот диоксид

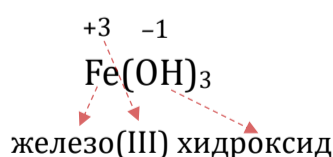


Сл. 1.3. Фосфор трихлорид



Име на елементот (окс. бр.)

хидроксид



\*Всушност, соединението со формула  $\text{NH}_4\text{OH}$ , во чиста форма, не постои. Во воден раствор постојат  $\text{NH}_4^+$  и  $(\text{OH})^-$  јони и за ваков раствор велиме дека е раствор на амониум хидроксид.

Во употреба е уште една номенклатура, која најчесто се користи за оксидите на неметалите и за киселински оксиди на некои метали. Според оваа номенклатура, пред името на елементот и пред зборот оксид се ставаат префикси изведени од грчкиот јазик, што укажуваат на бројот на атоми од елементот што го гради оксидот и бројот на кислородни атоми. Ако во оксидот има само еден атом од неметалот, префиксот *моно-* не се пишува, но тоа не важи за кислородот.

### Примери:

Формула	Име	Формула	Име
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	дифосфор пентаоксид	Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	дихлор хептаоксид
SO <sub>3</sub>	сулфур триоксид	SiO <sub>2</sub>	силициум диоксид
NO	азот монооксид	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	диазот триоксид

### Номенклатура на бинарни соединенија на неметали

Освен оксиди, постојат и други бинарни неоргански соединенија. Едни од нив се неутралните соли на бескислородните киселини, за кои ќе стане збор подоцна. Но, постојат и бинарни неоргански соединенија изградени од два неметала што, всушност, се изградени со ковалентни врски. Овие соединенија се запишуваат и се именуваат слично како оксидите на неметалите. Имено, прво се пишува елементот со помала електро-негативност, а потоа елементот со поголема електро-негативност. Името на елементот со поголема електро-негативност завршува со наставката **-ид**, а пред имињата на обата елемента се ставаат префикси што укажуваат на бројот на атоми на секој од нив. Префиксот *моно-* не се пишува пред првиот елемент.

### Примери:

Формула	Име	Формула	Име
PCl <sub>3</sub>	фосфор трихлорид	S <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	дисулфур диохлорид
IF <sub>7</sub>	јод хептафлуорид	P <sub>4</sub> S <sub>3</sub>	тетрафосфор трисулфид
BrCl <sub>3</sub>	бром трихлорид	SF <sub>6</sub>	сулфур хексафлуорид

### Номенклатура на хидроксиди

Хидроксидите претставуваат соединенија образувани од метал (или катјон на некоја полиатомска групација, како на пример  $\text{NH}_4^+$ ) и хидроксиден јон ( $\text{OH}^-$ ). Хидроксидите што се раствораат во вода се нарекуваат бази.

Хидроксидите се именуваат слично како оксидите. Најпрво се наведува името на металот што го гради хидроксидот, веднаш до него оксидациониот број што го има во тоа соединение (ако елементот нема променлив оксидациониот број, нема потреба да се пишува), а потоа одделно се додава зборот **хидроксид**. Оксидациониот број на хидроксидниот јон е  $-1$ .

### Примери:

Формула	Име	Формула	Име
Ni(OH) <sub>2</sub>	никел(II) хидроксид	Al(OH) <sub>3</sub>	алуминиум хидроксид
Ca(OH) <sub>2</sub>	калциум хидроксид	Cu(OH) <sub>2</sub>	бакар(II) хидроксид
Pb(OH) <sub>4</sub>	олово(IV) хидроксид	NH <sub>4</sub> OH*	амониум хидроксид

## Номенклатура на киселините

Постојат повеќе дефиниции за киселините, но за да може да ја проучиме нивната номенклатура, доволно е да се каже дека **неорганските киселини се соединенија изградени од водород и киселински остаток**. Според составот на киселинскиот остаток, киселините се поделени на **бескислородни и кислородни**.

**Бескислородните киселини** се именуваат на тој начин што се наведува името на елементот што ја гради киселината додавајќи му наставка **-о** и **водородна**, а потоа одделно зборот **киселина**.

Кога се изучува номенклатурата на киселините, добро е истовремено да се учат и имињата на анјоните на киселините, бидејќи тие произлегуваат од името на киселината.

Имињата на **анјоните** на бескислородните киселини (киселинските остатоци) се градат кога на името на елементот што ја гради киселината се додава наставката **-ид**.

**Примери:**

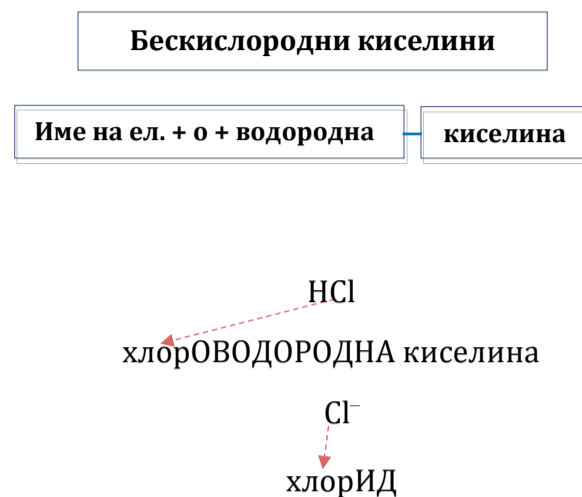
Киселина		Анјон на киселината	
Формула	Име	Формула	Име
HF	флуор <b>о</b> водородна киселина	F <sup>-</sup>	флуор <b>ид</b>
HI	јод <b>о</b> водородна киселина	I <sup>-</sup>	јод <b>ид</b>
H <sub>2</sub> S	сулфур <b>о</b> водородна киселина	S <sup>2-</sup>	сулф <b>ид</b>
HBr	бром <b>о</b> водородна киселина	Br <sup>-</sup>	бром <b>ид</b>
H <sub>2</sub> Se	селен <b>о</b> водородна киселина	Se <sup>2-</sup>	селен <b>ид</b>
HCN	цијан <b>о</b> водородна киселина	CN <sup>-</sup>	цијан <b>ид</b>

Именувањето на **кислородните киселини** е посложено и зависи од оксидацискиот број на елементот што ја гради киселината. Името на киселината во која елементот што ја гради е во неговиот **највисок** можен оксидациски број се образува со додавање на наставката **-на** (или **-ова**) на името на елементот. Анјоните на овие киселини, кон името на елементот што ја гради киселината, ја добиваат наставката **-ат**. Ако елементот се наоѓа во понизок оксидациски број и има еден кислороден атом помалку, името на киселината се образува со додавање на наставката **-еста** кон името на елементот. Анјоните на овие киселини добиваат имиња со наставка **-ит**. Во некои случаи, имињата на анјоните го содржат коренот од латинското име на елементот.

**Примери:**

Киселина		Анјон на киселината	
Формула	Име	Формула	Име
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	сулфур <b>на</b> киселина	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	сулфат
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	сулфур <b>еста</b> киселина	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	сулфит
H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>	арсен <b>ова</b> киселина	AsO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	арсенат
H <sub>3</sub> AsO <sub>3</sub>	арсен <b>еста</b> киселина	AsO <sub>3</sub> <sup>3-</sup>	арсенит
HNO <sub>3</sub>	азот <b>на</b> киселина	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	нитрат
HNO <sub>2</sub>	азот <b>еста</b> киселина	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	нитрит

Исклучок од ова правило се прави при именувањето на киселините на елементите од седма група (VIIA и VIIB, т. е. 7-ма и 17-та група). За нив, киселината во која елементот е во својот највисок можен оксидациски степен во името го добива префиксот **пер-**, а останатиот дел од името е ист како кај киселините што завршуваат на **-на** или на **-ова**. Киселината во која елементот е во својот најнизок позитивен оксидациски степен во името го содржи префиксот **хипо-**, а останатиот дел од името е ист како кај киселините што завршуваат на наставката **-еста**. Имињата на нивните анјони ги задржуваат соодветните префикси.

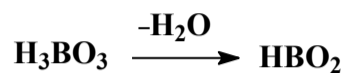




**Примери:**

Киселина		Анјон на киселината	
Формула	Име	Формула	Име
$\text{HClO}_4$	перхлорна киселина	$\text{ClO}_4^-$	перхлорат
$\text{HClO}_3$	хлорна киселина	$\text{ClO}_3^-$	хлорат
$\text{HClO}_2$	хлореста киселина	$\text{ClO}_2^-$	хлорит
$\text{HClO}$	хипохлореста киселина	$\text{ClO}^-$	хипохлорит

**Метакиселини** се добиваа со одземање вода од некоја кислородна киселина во молски однос 1 : 1. Се разбира, киселините од кои може да се изведат соодветни метакиселини мора да бидат најмалку трибазни.



борна киселина    **метаборна** киселина

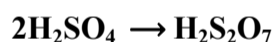
Имињата на овие киселини се образуваат со додавање на префиксот **мета-** пред името на киселината од која е изведена метакиселината. Истото важи и за имињата на нивните анјони.

**Примери:**

Киселина		Анјон на киселината	
Формула	Име	Формула	Име
$\text{HBO}_2$	метаборна киселина	$\text{BO}_2^-$	метаборат
$\text{H}_2\text{SiO}_3$	метасилициумова киселина	$\text{SiO}_3^{2-}$	метасиликат
$\text{HPO}_3$	метафосфорна киселина	$\text{PO}_3^-$	метафосфат

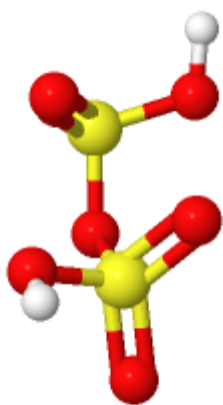


**Пирокиселините** (или **дикиселини**) се добиваа со одземање вода од некоја кислородна киселина во молски однос 1 : 2. Киселините од кои се изведуваат пирокиселини мора да бидат најмалку двобазни. Имињата на овие киселини и на нивните анјони се образуваат со додавање на префиксот **пиро-** или **ди-** пред името на киселината од којато се изведени.



**Примери:**

Киселина		Анјон на киселината	
Формула	Име	Формула	Име
$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$	пиросулфурна киселина	$\text{S}_2\text{O}_7^{2-}$	пиросулфат
$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_5$	пиросулфуреста киселина	$\text{S}_2\text{O}_5^{2-}$	пиросулфит
$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$	пирофосфорна киселина	$\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$	пирофосфат
$\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	дихромна киселина	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	дихромат



Сл. 1.4. Дисулфурна (пиросулфурна) киселина

Постојат и други видови киселини, како на пример **тиокиселини**, кои се изведуваат кога еден или повеќе кислородни атоми, во некоја кислородна киселина, се заменат со сулфур. Имињата на овие киселини (и на нивните анјони) се образуваат со додавање префикс, кој го покажува бројот на атоми на кислород заменети со сулфур, и зборот **тио-**.

**Примери:**

Киселина		Анјон на киселината	
Формула	Име	Формула	Име
$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$	тиосулфурна киселина	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	тиосулфат
$\text{H}_3\text{PO}_2\text{S}_2$	дитиофосфорна киселина	$\text{PO}_2\text{S}_2^{3-}$	дитиофосфат
$\text{H}_3\text{AsS}_3$	тритиоарсенеста киселина	$\text{AsS}_3^{3-}$	тритиоарсенит



## Номенклатура на солите

**Солите се соединенија изградени од метален или некој друг вид катјон и анјон на некоја киселина.** Имињата на солите се образуваат на тој начин што најпрво се наведува името на металот (т. е. катјонот) што ја гради солта (заедно со неговиот оксидациски број напишан во мала заграда со римски броеви), а потоа името на анјонот на киселината, според правилата наведени кај киселините.

Постојат повеќе различни видови соли, па нивната номенклатура ќе ја разгледаме посебно.

**Неутрални (нормални) соли** се оние соли кај кои сите водородни атоми во киселината (кислородна или бескислородна) се заменети со некој катјон. За нивната номенклатура важи само општото правило, т. е. се чита името на катјонот, а потоа името на анјонот, според правилата дадени претходно.

### Примери:

Формула	Име	Формула	Име
$\text{Fe}_2\text{S}_3$	железо(III) сулфид	$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$	манган(II) нитрат
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	амониум карбонат	$\text{Al}_2(\text{SO}_3)_3$	алуминиум сулфит
$\text{Mg}(\text{ClO}_4)$	магнезиум перхлорат	$\text{Cr}(\text{ClO}_3)$	хром(III) хипохлорит
$\text{Na}_2\text{SiO}_3$	натриум метасиликат	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	калиум дихромат
$\text{NiS}_2\text{O}_3$	никел(II) тиосулфат	$\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2$	кобалт(II) фосфат

**Хидроген соли** се оние соли кај кои еден или повеќе водородни атоми од киселината не се супституирани со некој катјон. Според тоа, анјоните на ваквите соли содржат еден или повеќе водородни атоми. Вакви соли може да се изведат од киселини што се најмалку двобазни. Ако во анјонот на киселината има само еден водороден атом, името се образува со додавање на префиксот **хидроген-**. Кога има повеќе од еден водороден атом, пред овој префикс се додава уште еден префикс со кој се кажува бројот на водородните атоми (ди, три). Префиксот се пишува слеано со името на анјонот.

### Примери:

Формула	Име	Формула	Име
$\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$	бариум <b>хидроген</b> карбонат	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	амониум <b>дихидроген</b> фосфат
$\text{Fe}_2(\text{HPO}_4)_3$	железо(III) <b>хидроген</b> фосфат	$\text{Cu}(\text{HS})_2$	бакар(II) <b>хидроген</b> сулфид
$\text{KHSO}_4$	калиум <b>хидроген</b> сулфат	$\text{V}(\text{HSeO}_4)_3$	ванадиум(III) <b>хидроген</b> селенат

**Хидроксид соли** се такви соли што во својот состав содржат една или повеќе хидроксидни групи, па затоа во имињата на овие соли се содржи зборот **хидроксид**. Во овие соли постојат два различни анјони (хидроксиден и анјон на киселинскиот остаток), па затоа секој од нив се пишува одделно. Ако во формулната единка има повеќе од една ОН-група, кон зборот **хидроксид** се додаваат префикси што го означуваат бројот на овие групи.

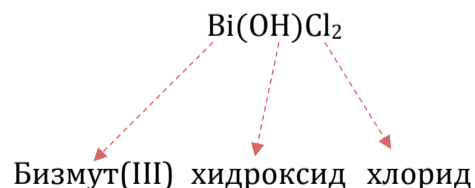
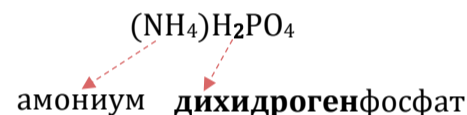
### Примери:

Формула	Име
$\text{Bi}(\text{OH})\text{Cl}_2$	бизмут(III) <b>хидроксид</b> хлорид
$\text{Mg}(\text{OH})\text{Br}$	магнезиум <b>хидроксид</b> бромид
$\text{Bi}(\text{OH})_2\text{Cl}$	бизмут(III) <b>дихидроксид</b> хлорид

**Оксид соли** се оние соли што во својот состав содржат оксиден јон  $\text{O}^{2-}$ . Тие се именуваат на тој начин што се наведува бројот на оксидните јони, на грчки јазик, и се додава зборот **оксид**.



Сл. 1.5. Калиум хлорид



### Примери:

Формула	Име
$\text{UO}_2\text{SO}_4$	ураниум(VI) <b>диоксид</b> сулфат
$\text{BiOCl}$	бизмут(III) <b>оксид</b> хлорид
$\text{VO}_2\text{NO}_3$	ванадиум(V) <b>диоксид</b> нитрат



**Двојни (мешани) соли** се соли што содржат повеќе различни катјони или повеќе различни анјони на киселини. Во имињата на овие соли, катјоните, т. е. анјоните се наведуваат по **азбучен** ред, а во формулите се запишуваат по **абecedен** ред.

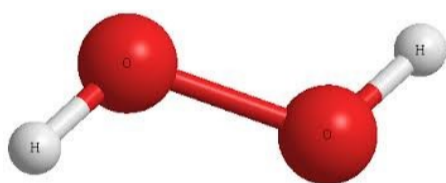
### Примери:

Формула	Име	Формула	Име
$\text{KNaSO}_4$	калиум натриум сулфат	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	калциум магнезиум карбонат
$\text{MgNH}_4\text{PO}_4$	амониум магнезиум фосфат	$\text{BaNi}_2(\text{PO}_3)_2$	бариум никел(II) фосфит
$\text{Ca}(\text{ClO})\text{Cl}$	калциум хипохлорит хлорид	$\text{CoNH}_4\text{AsO}_4$	амониум кобалт(II) арсенат

**Кристалохидрати** се соли што во формулната единка содржат една или повеќе молекули вода. Имињата на овие соли го содржат зборот **хидрат**. Бројот на молекули вода се означува со соодветен префикс кон зборот **хидрат**.

### Примери:

Формула	Име
$\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	кобал(II) нитрат <b>хексахидрат</b>
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	железо(II) сулфат <b>хептахидрат</b>
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	натриум карбонат <b>декахидрат</b>
$\text{MnPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	манган(III) фосфат <b>монохидрат</b>
$(\text{NH}_4)\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	амониум алуминиум сулфат <b>додекахидрат</b>
$\text{K}_2\text{Ni}(\text{SeO}_4) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	калиум никел(II) селенат <b>хексахидрат</b>
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	калциум хлорид <b>дихидрат</b>

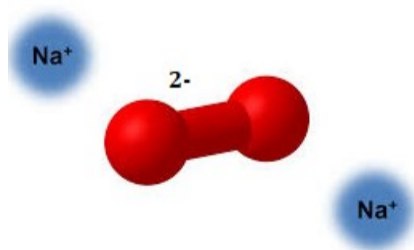


Сл. 1.6. Водород пероксид

Во групата неоргански соли се вбројуваат и т.н. **пероксиди**. Пероксидите содржат анјон  $(\text{O}-\text{O})^{2-}$ , што значи дека кислородот во пероксидите е во оксидациски број  $-1$ . Всушност, неорганските пероксиди може да ги разгледуваме како соли на **водород пероксид,  $\text{H}_2\text{O}_2^*$** . Тоа се, главно, алкални и земноалкални соли на водород пероксид, како и на некои други метали, а најголем број од нив се јонски соединенија. Постојат и органски пероксиди за кои овде нема да стане збор.

### Примери:

Формула	Име
$\text{Na}_2\text{O}_2$	натриум пероксид
$\text{K}_2\text{O}_2$	калиум пероксид
$\text{CaO}_2$	калциум пероксид
$\text{SrO}_2$	стронциум пероксид
$\text{BaO}_2$	бариум пероксид
$\text{ZnO}_2$	цинк пероксид
$\text{HgO}_2$	жива(II) пероксид



Сл. 1.7. Натриум пероксид

\* Водород пероксид е слаба киселина.

## Номенклатура на координационите соединенија

Координационите соединенија се такви соединенија во чиј состав влегуваат комплексни честички изградени од повеќе атоми, молекули или јони, кои градат една групација, стабилна во цврста агрегатна состојба и/или во раствор.

Комплексните честички (комплекси) се изградени од **централен атом** (или комплексообразувач) и **лиганди**. Централниот атом е некој метал или метален катјон што нема пополнета електронска конфигурација на инертен гас, односно што содржи празни орбитали. Лиганди се, најчесто, анјони или неутрални молекули што содржат еден или повеќе неподелени (осамени) електронски парови. Многу ретко, како лиганди може да се јават и катјони, но такви што содржат неподелен електронски пар на некој од атомите (на пример, хидразиниум катјон,  $\text{NH}_2\text{NH}_3^+$ ). Значи, централните атоми претставуваат Луисови киселини, а лигандите Луисови бази. Комплексните честички може да бидат катјони, анјони или неутрални молекули. Кога комплексот е катјон или анјон, во координационото соединение мора да постојат контрајони, односно јони со спротивен полнеж од полнежот на комплексот.

### Примери:

$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$	$\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$
$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ – комплексен катјон	$[\text{PtCl}_6]^{2-}$ – комплексен анјон
$\text{Cu}^{2+}$ – комплексообразувач	$\text{Pt}^{4+}$ – комплексообразувач
$\text{NH}_3$ – лиганд	$\text{Cl}^-$ – лиганд
$\text{SO}_4^{2-}$ – контрајон	$\text{K}^+$ – контрајон

$[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2]$  комплексна молекула

И за координационите соединенија важи правилото дека прво се пишуваат катјоните, а потоа анјоните. Формулата на комплексот, без оглед на тоа дали е катјон или анјон или неутрална молекула, се пишува во аглести загради, и тоа секогаш прво се пишува симболот на комплексообразувачот, а потоа анјонските и неутралните или катјонските лиганди.

При читањето на комплексите, прво се наведуваат анјонските лиганди, потоа неутралните и катјонските лиганди, а на крајот името на централниот атом. Се започнува со читање на бројот на лигандот (ди-, три-, тетра- итн.) како префикс пред името на соодветниот лиганд. Ако во името на лигандот се содржат вакви префикси, тогаш се користат модифицирани префикси (бис-, трис-, тетракис-, пентакис-, хексакис-, хептакис- итн.), а името на лигандот се става во мала заграда.

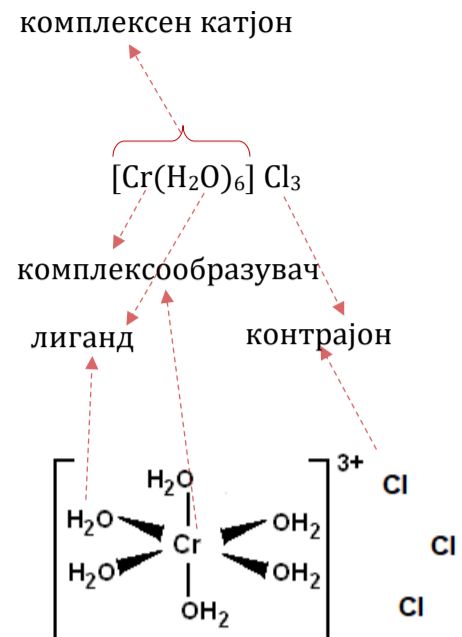
### Имиња на лигандите

Имињата на анјонските лиганди што завршуваат на -ат ја содржат наставката **-о**.

$\text{SO}_4^{2-}$	сулфато
$\text{NO}_3^-$	нитрато
$\text{CH}_3\text{COO}^-$	ацетато
$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	оксалато
$\text{CO}_3^{2-}$	карбонато

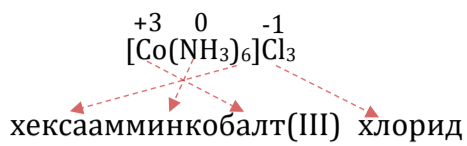
Анјоните што завршуваат на -ид ја губат оваа наставка и таа се заменува со **-о**.\*

$\text{F}^-$	флуорид	флуор <b>о</b>	$\text{OH}^-$	хидроксид	хидрокс <b>о</b>
$\text{Cl}^-$	хлорид	хлор <b>о</b>	$\text{CN}^-$	цијанид	цијан <b>о</b>
$\text{Br}^-$	бромид	бром <b>о</b>	$\text{S}^{2-}$	сулфид	тио (сулфид <b>о</b> )
$\text{I}^-$	јодид	јод <b>о</b>	$\text{HS}^-$	хидрогенсулфид	тиол <b>о</b>
$\text{O}^{2-}$	оксид	окс <b>о</b>	$\text{S}_2^{2-}$	дисулфид	дисулфид <b>о</b>
$\text{O}_2^{2-}$	пероксид	перокс <b>о</b>			



\*Ваквото именување на анјонските лиганди што завршуваат на -ид најчесто се среќава во литературата. Но, според IUPAC, дозволено е да не се отстранува наставката -ид, туку едноставно кон името на анјонот да се додаде наставката -о. На пример, дозволено е наместо хлоро, лигандот да се именува со хлоридо.

Неутралните лиганди си го задржуваат името, а исто така и катјонските лиганди.



$\text{CH}_3\text{NH}_2$  метиламмин       $\text{NH}_2\text{NH}_3^+$  хидразиниум

Исклучоци:

$\text{NH}_3$  аммин

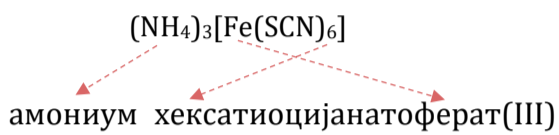
$\text{H}_2\text{O}$  аква

CO карбонил

NO нитрозил

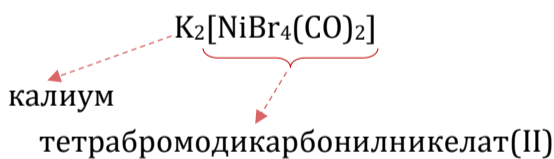
### Имиња на комплексообразувачите

Постојат разлики во именувањето на комплексообразувачот во зависност од тоа дали станува збор за комплексен катјон или за комплексен анјон. Така, кај комплексните анјони, од латинското име на централниот атом се отфрла наставката -ум или -иум, а се додава наставката -ат (исклучок се комплексите на живата, каде што се употребува англиското наместо латинското име, т. е. тие се нарекуваат меркурати, а не хидраргати). Кај катјонските и неутралните комплекси, централниот атом се именува на македонски без никаква наставка.



### Примери:

Комплексен катјон	Комплексен анјон	Комплексен катјон	Комплексен анјон
ванадиум	ванадат	бакар	купрат
рениум	ренат	сребро	аргентат
осмиум	осмат	злато	аурат
кобалт	кобалтат	олово	плумбат
никел	никелат	калај	станат
манган	манганат	жива	меркурат!
железо	ферат		



Името на комплексната честичка се пишува слеано (без оглед на тоа колку е долго) со сите префикси, имињата на лиганди и на комплексообразувачот.

### Примери:

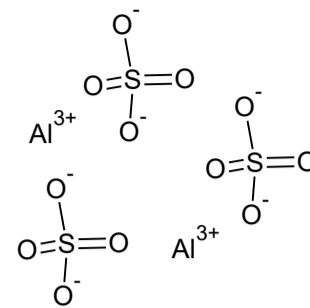
Формула	Име
$\text{K}[\text{AgF}_4]$	калиум тетрафлуороаргентат(III)
$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$	хексааквахром(III) хлорид
$\text{K}_2[\text{NiF}_6]$	калиум хексафлуороникелат(IV)
$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$	хексаамминкобалт(III) хлорид
$\text{Na}[\text{AlCl}_4]$	натриум тетрахлороалуминат(III)
$\text{K}[\text{Au}(\text{OH})_4]$	калиум тетрахидроксоаурат(III)
$(\text{NH}_4)_3[\text{Fe}(\text{SCN})_6]$	амониум хексатиоцијанатоферат(III)
$[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]\text{Br}_2$	пентаамминхлорокобалт(III) бромид
$\text{Na}_2[\text{MoCl}_4\text{O}]$	натриум оксотетрахлоромолибдат(IV)
$[\text{Cr}(\text{OH})_4](\text{NO}_3)_2$	тетрахидроксохром(VI) нитрат
$[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2]$	Диамминдихлоропалтина(II)

### Задачи:

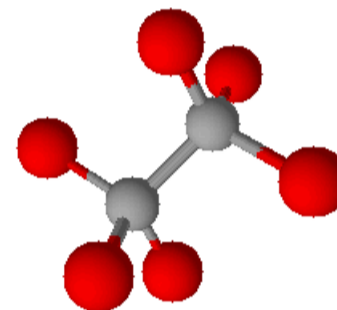
- Која од следниве формули не припаѓа во групата соединенија претставени со следниве формули?  
а)  $V_2O_5$       б)  $OsO_4$       в)  $RbO_2$       г)  $Al_2O_3$       д)  $PbO_2$
- Определи кои од следниве имиња на соединенија, чии формули се дадени подолу, се погрешно напишани, а потоа напиши ги точните имиња.  
а)  $SnO_2$  – калај(II) оксид      г)  $Fe(NO_3)_3$  – железо(III) нитрат  
б)  $Co(ClO)_2$  – кобалт(II) хипохлорид      д)  $Cr_2S_3$  – хром(III) сулфит  
в)  $LiClO_3$  – литиум хлорат      ё)  $Mn(H_2PO_4)_2$  – манган(II) хидрогенфосфат
- Определи кои од следниве формули на соединенија, чии имиња се дадени подолу, се погрешно напишани, а потоа напиши ги точните формули.  
а) калциум перхлорат –  $Ca(ClO)_2$       д) алуминиум сулфат –  $AlSO_4$   
б) магнезиум хидрогенкарбонат –  $Mg(HCO_3)_2$       ё) арсен(V) сулфид –  $As_2S_5$   
в) натриум дихромат –  $Na_2Cr_2O_7$   
г) бизмут(III) оксид нитрат –  $Bi_2O_3NO_3$
- Кои од следниве киселини не може да образуваат дикиселини?  
а) сулфурна киселина      г) сулфуроводородна киселина  
б) арсенова киселина      д) селенова киселина  
в) азотна киселина      ё) перманганова киселина
- Поврзи го името на секоја од дадените киселини со името на нејзиниот анион:  
бромна киселина      борат  
јодоводородна киселина      селенат  
арсенеста киселина      карбонат  
борна киселина      арсенит  
јаглеродна киселина      бромат  
азотеста киселина      јодид  
селенова киселина      јодат  
јодна киселина      нитрит
- Пополни ја следнава табела:

Катјон/ анион	Ca	Mn(II)	Co(III)	Pb(II)	La	Hg(II)	Sn(IV)
$I^-$							
$SO_3^{2-}$							
$NO_3^-$							
$Se^{2-}$							
$P_2O_7^{4-}$							

- Напиши ги бинарните соединенија меѓу следниве елементи:  
а) магнезиум и кислород (оксид и пероксид)      г) бакар(II) и хлор  
б) цинк и азот      д) алуминиум и сулфур  
в) калциум и селен      ё) натриум и водород
- Напиши ги и именувај ги сите оксиди што може да ги образуваат бром, сребро и олово.
- Некои неоргански соединенија се познати по своите тривијални имиња. За следните супстанции за кои се дадени нивните тривијални имиња, обиди се да ги најдеш нивните хемиските формули и да го напишеш името според IUPAC:  
а) чилска шалитра      д) фери сулфат  
б) каустична сода      ё) негасена вар  
в) варовник      е) поташа  
г) син камен      ж) берлинско сино
- Означи го точното име за секое од следниве соединенија:  
а)  $CoCl_3 \cdot 6H_2O$  – кобалт хлорид хексахидрат, кобалт(III) хлорид по шест молекули вода, кобалт(III) хлорид хексахидрат  
б)  $Li_2O_2$  – литиум оксид, литиум пероксид, литиум (II) оксид  
в)  $Si_2Br_6$  – дисилициум хексабромид, силициум(III) бромид, силициум хексабромид  
г)  $Au_2(SeO_4)_3$  – злато(III) селенит, злато(II) селенит, злато(III) селенат  
д)  $[Mn(OH)_2(CO)_2]SO_4$  – дихидроксодикарбонилманганат(IV) сулфат  
дихидроксодикарбонатоманган, дихидроксодикарбонилманган(IV) сулфат  
ё)  $Cd(OH)_2$  – кобалт(II) хидроксид, кадмиум(II) хидроксид, кадмиум(I) хидроксид



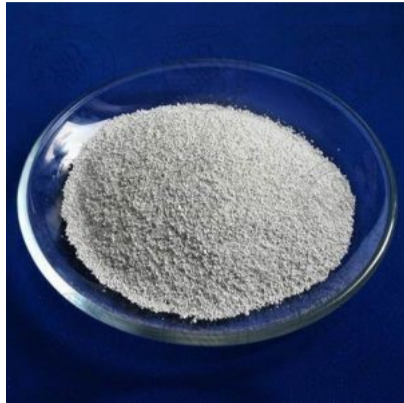
Сл. 1.8 Алуминиум сулфат



Сл. 1.9.  $Si_2Br_6$



Сл. 1.10. Негасена вар



Сл. 1.11. Калциум хипохлорит  
честопати се користи за  
дезинфекција на водата за пиење.

11. Напиши ги формулите и имињата на соединенијата во кои има:
- две нитритни групи и бариум
  - еден атом на кислород и два атома на хлор
  - титан со оксидационен број +4 и сулфатни јони
  - азот и три хлоридни атоми
  - бакар(I) и нитратни јони

12. Напиши го името или формулата на следниве соединенија:
- рубидиум селенид \_\_\_\_\_
  - дитиоарсенова киселина \_\_\_\_\_
  - $\text{Cl}_2\text{O}_7$  \_\_\_\_\_
  - кобалт(III) хидрогенсулфид \_\_\_\_\_
  - $\text{Fe}_3(\text{SPO}_3)_2$  \_\_\_\_\_
  - $\text{SeI}_2$  \_\_\_\_\_
  - $\text{UO}_2\text{SO}_3$  \_\_\_\_\_
  - платина(IV) хидроксид бромид \_\_\_\_\_
  - $\text{Ni}(\text{OH})_2$  \_\_\_\_\_
  - $\text{Ca}(\text{AsO}_2)_2$  \_\_\_\_\_

13. Напиши ги формулите или имињата на следниве киселини:
- $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$
  - пироарсенеста киселина
  - перманганова киселина
  - $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
  - азотеста киселина
  - метафосфореста киселина
  - дитиоселенова киселина
  - $\text{H}_3\text{BO}_3$

14. Манганот е метал со најмногу оксидациски состојби од +2 до +7. Напиши ги формулите на соединенијата на манган во секоја од овие оксидациски состојби со анјонот на сулфурна киселина.

15. Хлорот гради повеќе различни киселини. Напиши ги формулите и имињата на солите на калциум и бакар(I) со анјоните на овие киселини.

16. Напиши ги формулите на следниве соединенија:

- |                               |                                   |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| а) берилиум оксид             | ж) дифосфор трисулфид             |
| б) жива(I) нитрат             | з) цинк оксид                     |
| в) манган(IV) хидроксид       | с) пербромна киселина             |
| г) бакар(II) хидроксид хлорид | и) манганова киселина             |
| д) ванадиум(V) нитрит         | ј) литиум метаборат               |
| ѓ) стронциум карбонат         | к) манган(III) арсенат монохидрат |
| е) амониум хидрогенфосфат     | л) кадмиум сулфат дихидрат        |

17. Именувај ги следниве соединенија:

- |                                    |   |   |
|------------------------------------|---|---|
| (а) $\text{KOH}$                   | (е) $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | (к) $\text{Zn}_3(\text{SbO}_4)_2$       |
| (б) $\text{TiO}_2$                 | (ж) $\text{PbI}_2$  | (л) $\text{Li}_2\text{Se}$              |
| (в) $\text{HIO}_3$                 | (з) $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$   | (љ) $\text{SnS}_2\text{O}_3$            |
| (г) $\text{Al}_2(\text{HAsO}_3)_3$ | (с) $\text{BeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$                           | (м) $\text{CrBr}_3$                     |
| (д) $\text{Na}_2\text{SiO}_3$      | (и) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  | (н) $\text{Co}(\text{OH})_2\text{NO}_3$ |
| (ѓ) $\text{H}_2\text{CO}_3$        | (ј) $\text{Rb}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$                                  | (њ) $\text{NH}_4\text{NO}_2$            |

18. Напиши ги формулите на следниве координациони соединенија:

- тетрааквабакар(II) сулфат
- калиум хексацијаноферат(II)
- дихлоротетрааквахром(III) хлорид
- амониум тетрахидроксоалуминат
- калциум тетрајодоплумбат(II)
- диамминсребро(I) нитрат
- натриум диоксалатостанат(II)
- тетраамминдикарбонилкобалт(II) јодид
- рубидиум тетрахлороникелат(II)
- жива(II) тетратиоцијанатокобалтат(II)
- амониум диоксодиаквамеркурат(II)

19. Именувај ги следниве координациони соединенија:

- |   |  |
|---|--|
| а) $\text{K}_3[\text{Mn}(\text{I})_6]$                              | д) $\text{Ca}[\text{Cu}(\text{F})_4]$                        |
| б) $\text{Li}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4]$                            | ѓ) $[\text{Co}(\text{Cl})_2(\text{H}_2\text{O})_4]\text{Br}$ |
| в) $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$                          | е) $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{SO}_4$            |
| г) $[\text{V}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{NH}_3)_2](\text{NO}_3)_4$ | ж) $\text{Cu}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$                   |

Запомни го општото правило за именување соли и комплексни соединенија:



20. Напиши ги имињата и формулите на соодветните соединенија ако во нив влегуваат:

металите: Sr, Ir(III), Mn(II), W(VI) или Cr(III)

неметалите: F, O, N, S, Se, Ar или C

а) соединение меѓу манган и анјон на бескислородна киселина на сулфур

б) соединение меѓу флуор и кислород

в) соединение меѓу стронциум и анјон на кислородна киселина на арсен (+5)

г) соединение меѓу сулфур и азот

д) соединение меѓу иридиум и водороден сол на киселина на јаглерод

ѓ) соединение меѓу волфрам и кислородна киселина на селен (+6)

е) соединение меѓу хром и кислород

21. Напиши ги формулите и именувај ги следниве комплексни соединенија:

Комплексообразувач	Лиганд 1	Лиганд 2	Катјон	Анјон
а) хром(III)	два бромидни јони	четири молекули амонијак	/	нитрит
б) калај(II)	два оксидни јони	две молекули вода	амониум	/
в) волфрам(IV)	два оксалатни јони	два цијанидни јони	бариум	/
г) злато(I)	две молекули вода	две молекули азот моноксид		хлорат
д) титан(II)	четири тиоцијанидни јони	две молекули амонијак	калиум	/

22. Напиши ги имињата/формулите на следниве соединенија:

а) амониум сулфид

б) цијанова киселина

в) калај(IV) хидроксид јодид

г) дихлоропаладиум(IV) нитрат

д) хексааквакобалт(III) тетрацијаноаргентат(I)

ѓ) жива(I) бромид дихидрат

е) бакар(I) оксалат

ж) бариум тетрабромферат(III)

з) карбонатопентаамминхром(III) хлорид

с) манган(III) хидрогенпиросулфит

и)  $[\text{Ni}(\text{SO}_4)(\text{NH}_3)_5]\text{NO}_2$

ј)  $[\text{PtCl}(\text{NH}_3)_2(\text{CH}_3\text{NH}_2)]\text{Cl}$

к)  $\text{Al}_2\text{O}_3$

л)  $\text{Sr}_2[\text{AuO}(\text{OH})_3]$

љ)  $\text{Mo}(\text{HBO}_3)_3$

м)  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_4][\text{Cr}(\text{CN})_4]$

н)  $\text{TiP}_2\text{O}_7$

њ)  $\text{IrS}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

о)  $\text{W}(\text{OH})_2\text{SeO}_3$

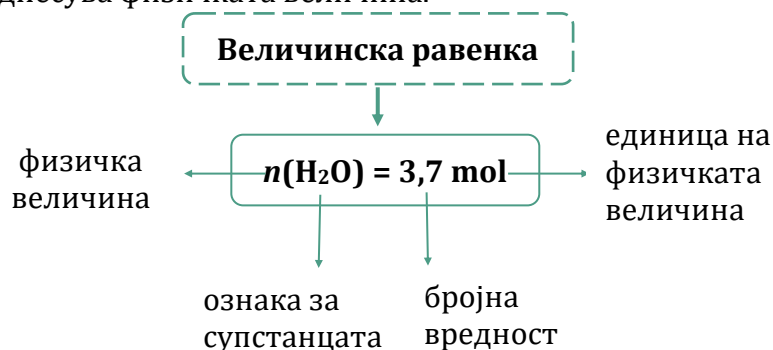
п)  $\text{Ni}_2\text{Br}_2(\text{ClO}_2)_2$

## 2 ФИЗИЧКИ ВЕЛИЧИНИ И НИВНИ ЕДИНИЦИ

Својствата на системите што може да ги измериме или, пак, 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, физичката величина маса се запишува со  $m$ , количеството супстанца со  $n$ , притисокот 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**. Ознаките за единиците на физичките величини се пишуваат со мали или големи исправени букви од латиницата. Ознаките за мерните единици се пишуваат со исправени 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 запишуваме со т.н. **величински равенки**, во кои физичката величина се изразува како производ од бројната вредност и единицата на физичката величина. Покрај тоа, до симболот за физичката величина, во мала заграда, важно е да се означи за која супстанца или систем се однесува физичката величина.

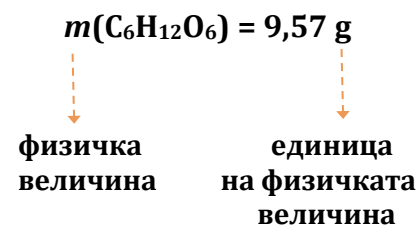


Во текот на историскиот развој на науката направени биле повеќе обиди за унифицирање на единиците во кои се изразуваат својствата на системите. Денес во светот се користи **меѓународниот систем на единици, SI**. Во овој систем, за основни се земени седум величини и нивните единици, бидејќи од нив може да се изведат сите други физички величини и нивните единици. Тие се дадени во Табела 2.1.

Табела 2.1. Основни физички величини и нивни 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

Честопати се јавува потреба вредноста на физичката величина да ја изразиме во помали или поголеми единици од основната единица (Табела 2.2). Притоа, секогаш треба да се има предвид дека вредноста на физичката величина не се менува, туку се менува само начинот на кој таа се изразува. На пример, масата на еден килограм леб нема да се смени ако ја изразиме во грамови или во која било помала или поголема единица.



Според Меѓународното биро за тегови и мерки, должина од еден метар е растојанието што светлината го минува низ вакуум за 299.792.458-ти дел од секундата.

На 16.11.2018 година, Меѓународното биро за тегови и мерки вовеле нова дефиниција за килограм, според која килограмот се дефинира со енергијата на фотонот емитиран од основната состојба на атомот на цезиум,  $^{133}\text{Cs}$ . Притоа, килограмот се изразува преку Планковата константа, со точна вредност од  $h = 6,62607015 \cdot 10^{-34} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ , фреквенцијата на преминот меѓу две хиперфини нивоа на основната состојба на атомот на цезиум  $\Delta\nu(\text{Cs})$ , која изнесува точно 9.192.631.770 Hz, и брзината на светлината  $c$ , која по дефиниција е точно 299.792.458 m/s.



Сл. 2.1. Масата се мери со различни видови ваги.



Претворањето 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. Доколку величината ја изразиме во помала единица, бројната вредност мора да ја зголемиме толку пати за колку што е помала единицата на физичката величина, и обратно.

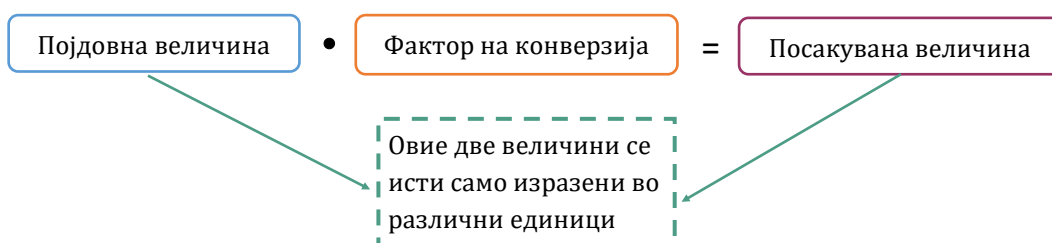
Табела 2.2. Умножувачки претставки и соодветни фактори на конверзија за помалите и поголемите единици од основната

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

Според Меѓународното биро за тегови и мерки, една секунда се дефинира како времетраење од 9.192.631.770 периоди на зрачење (радијација) што одговара на преминот помеѓу две хиперфини нивоа на основната состојба на атом на цезиум-133 ( $^{133}\text{Cs}$ ), на нула Келвини.

Пред да разгледаме неколку примери, треба да кажеме дека вообичаено е бројните вредности на физичките величини да се изразуваат во т.н. „експоненцијална форма“. Притоа, бројната вредност се изразува како производ од два броја, од кои првиот има вредност меѓу 1 и 10, а вториот е бројот 10 степенуван на соодветен степен. На пример, бројот 0,00053 ќе го изразиме како  $5,3 \cdot 10^{-4}$ .

На кој начин ја користиме табелата со умножувачки фактори? Кога претвораме од една во друга единица, појдовната величина треба да ја помножиме со потребниот фактор на конверзија со што ќе стигнеме до величината изразена во посакуваната единица.



Да го разгледаме ова во следниве примери:

**Пример 2.1.** Да се пресмета должината: а) од  $5 \mu\text{m}$  во  $\text{m}$ , и б)  $5 \cdot 10^4 \text{ m}$  во  $\text{Gm}$ .

**Решение:**

а) Во Табела 2 го бараме факторот на конверзија за претворба во микрометри, тој изнесува  $10^{-6}$ , а тоа значи дека може да ја напишеме следнава релација:

$$1 \mu\text{m} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

При претворбите, факторот на конверзија секојпат го множиме со бројната вредност на основната величина. Горната релација сега ја заменуваме во изразот за должината што сакавме да ја претвориме:

$$l = 5 \mu\text{m} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

б) Во Табела 2 го наоѓаме факторот на конверзија за претворба во гигаметри:

$$1 \text{ Gm} = 1 \cdot 10^9 \text{ m}$$

Според тоа:

$$1 \text{ m} = \frac{1 \text{ Gm}}{10^9} = 1 \cdot 10^{-9}$$

На крајот, треба да се помножи со бројната вредност.

$$l = 5 \cdot 10^4 \text{ m} = 5 \cdot 10^4 \cdot 10^{-9} \text{ Gm} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ Gm}$$



### Пример 2.2. Да се претвори должината од 15 km во nm.

#### Решение:

Ако треба да се направи претворба меѓу две единици што не се основни, најдобро е прво единицата што треба да ја претвориме да се претвори во основната, а потоа да се претвори во бараната величина. Во овој случај, километрите ќе ги претвориме најпрво во метри, а потоа во нанометри. Од Табела 2 го наоѓаме факторот на конверзија:

$$1 \text{ km} = 10^3 \text{ m}$$

Значи:  $l = 15 \text{ km} = 15 \cdot 10^3 \text{ m}$

Потоа го бараме другиот фактор на конверзија. За претворба на метрите во нанометри.

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$$

Оттука,

Значи:  $l = 15 \text{ km} = 15 \cdot 10^3 \text{ m} = 15 \cdot 10^3 \cdot 10^9 \text{ nm} = 15 \cdot 10^{12} \text{ nm}$



### Пример 2.3. Вкупната маса на глукоза во човечката крв изнесува 4,75 g. Изрази ја оваа маса во: а) милиграми; б) микрограми; в) килограми.

#### Решение:

а)  $m(\text{глукоза}) = 4,75 \text{ g} = 4,75 \cdot 10^3 \text{ mg}$  (фактор на конверзија:  $1 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 1 \text{ mg}$  односно  $1 \text{ g} = 1 \cdot 10^3 \text{ mg}$ )

б)  $m(\text{глукоза}) = 4,75 \text{ g} = 4,75 \cdot 10^6 \text{ }\mu\text{g}$

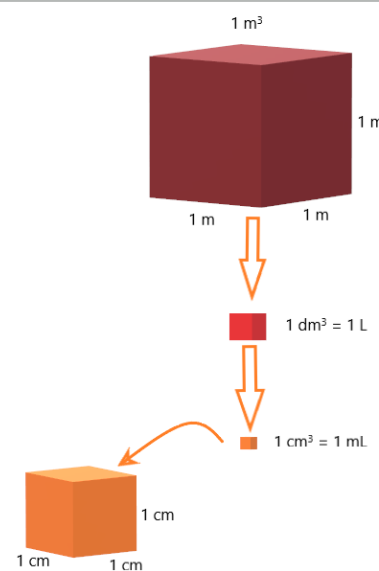
в)  $m(\text{глукоза}) = 4,75 \text{ g} = 4,75 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$

Како што може да се забележи, во примерите под а) и б) се бара вредноста за масата на глукоза да се изрази во помали единици, па затоа бројната вредност се зголемува за толку пати колку што е помала единицата. Во примерот, пак, под в), масата на глукозата треба да се изрази во килограми, т. е. во илјада пати поголема единица од грам. Затоа бројната вредност се намалува за исто толку пати.

За некои физички величини, основни и изведени, дозволени се и единици што не се дел од SI. Во Табела 3 се дадени дозволените единици надвор од SI за некои поважни величини за хемијата.

Табела 2.3. Некои дозволени единици надвор од SI

Физичка величина		Единица на физичката величина			
Име	Симбол	Дефиниција	Име	Симбол	Врска со основната единица
должина	$l$		ангстрем	$\text{\AA}$	$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$
температура	$T(\theta)$		степен целзиусов	$^{\circ}\text{C}$	$1^{\circ}\text{C} = 1 \text{ K}$ ( $0 \text{ K} = -273,15^{\circ}\text{C}$ )
маса	$m$		тон	t	$1 \text{ t} = 10^3 \text{ kg}$
време	$t$		минута	min	$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$
време	$t$		час	h	$1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$
волумен	$V$	$V = l^3$	литар	L	$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$
притисок	$P$	$P = F/A$	бар	bar	$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}^*$
притисок	$P$	$P = F/A$	милиметри живин столб	mm Hg	$760 \text{ mm Hg} = 101325 \text{ Pa}$
притисок	$P$	$P = F/A$	физичка атмосфера	atm	$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$



Сл. 2.2. Волуменот се дефинира како должина на трет степен. Основна единица е  $\text{m}^3$ , но се користи и вонсистемската единица литар, L.

\*Единица за притисок во SI е паскал, која во основните SI единици се изразува на следниов начин:

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2} = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{m}^{-2} = \text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$$

Во следниве примери се дадени претворби на некои дозволени единици што не се дел од SI, во основната единица, како и во помали и поголеми SI -единици.



**Пример 2.4.** Јонскиот радиус на  $\text{Sm}^{3+}$ , со координационен број 6, изнесува  $1,098 \text{ \AA}$ . Изрази го радиусот на  $\text{Sm}^{3+}$  јонот во нанометри и во пикометри.

**Решение:**

Со цел поедноставно да се изврши претворбата на единицата, најдобро е таа најпрво да се изрази во основната SI-единица, а потоа во помала или поголема единица. Според тоа,

$$\text{a) } r(\text{Sm}^{3+}) = 1,098 \text{ \AA} = 1,098 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 1,098 \cdot 10^{-10} \cdot 10^9 \text{ nm} = 1,098 \cdot 10^{-1} \text{ nm} \text{ (или } 0,1098 \text{ nm)}$$

$$\text{б) } r(\text{Sm}^{3+}) = 1,098 \text{ \AA} = 1,098 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 1,098 \cdot 10^{-10} \cdot 10^{12} \text{ pm} = 1,098 \cdot 10^2 \text{ pm} \text{ (или } 109,8 \text{ pm)}$$



**Пример 2.5.** Температурата на топење на алкалниот метал рубидиум изнесува  $39,64 \text{ }^\circ\text{C}$ . Еден летен ден, температурата на воздухот била  $318 \text{ K}$ . Во каква агрегатна состојба бил рубидиумот, изложен на воздух, на оваа температура?

**Решение:**

Со цел да провериме во каква агрегатна состојба бил рубидиумот на дадената температура, треба температурата на топење на рубидиумот и температурата на воздухот да ги изразиме во иста единица (или во K или во  $^\circ\text{C}$ ), да ги споредиме и да видиме дали надворешната температура на воздухот е повисока или пониска од температурата на топење на рубидиумот. Бидејќи  $0 \text{ K} = -273,15 \text{ }^\circ\text{C}$  (што значи:  $0 \text{ }^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$ ), за да преминеме од степени целзиусови во келвини, треба да ја додадеме вредноста  $273,15$ , а за да преминеме од келвини во степени целзиусови, треба да одземеме  $273,15$ . Значи:

$$T_m(\text{Rb}) = 39,64 \text{ }^\circ\text{C} = (39,64 + 273,15) \text{ K} = 312,79 \text{ K}$$

$$T(\text{воздух}) = 318 \text{ K} = (318 - 273,15) \text{ }^\circ\text{C} = 44,85 \text{ }^\circ\text{C}$$

**Одговор:** Температурата на воздухот е повисока од температурата на топење на рубидиум, што значи дека тој ќе се стопи и на оваа температура ќе биде во течна агрегатна состојба.



**Пример 2.6.** Парцијалниот притисок\* на кислородот во алвеолите изнесува приближно  $104 \text{ mm Hg}$ . Колку изнесува вредноста на овој притисок изразена во: а) Pa; б) bar; в) atm?

**Решение:**

а) Во Табела 3 е дадено дека  $101325 \text{ Pa} = 760 \text{ mm Hg}$ . Значи, односот Pa/mm Hg изнесува:  $\text{Pa/mm Hg} = 101325 \text{ Pa}/760 \text{ mm Hg} \approx 133,32 \text{ Pa/mm Hg}$ . Според тоа, за да претвориме mm Hg во паскали, треба вредноста изразена во mm Hg да ја помножиме со  $133,32 \text{ Pa/mm Hg}$ .

$$P(\text{O}_2; \text{алв.}) = 104 \text{ mm Hg} = 104 \text{ mm Hg} \cdot 133,32 \text{ Pa/mm Hg} \approx 13865,28 \text{ Pa}$$

б) Вредноста за притисокот што ја изразивме во паскали лесно ќе ја претвориме во бари, знаејќи дека  $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$  (Табела 3), т. е.  $1 \text{ Pa} = 10^{-5} \text{ bar}$ .

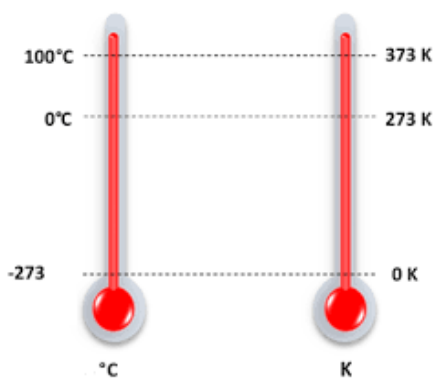
$$104 \text{ mm Hg} = 13865,28 \text{ Pa} = 13865,28 \cdot 10^{-5} \text{ bar/Pa} = 0,1386528 \text{ bar} \approx 1,386 \cdot 10^{-1} \text{ bar}$$

в) На сличен начин, притисокот изразен во паскали ќе го изразиме во физички атмосфери, имајќи предвид дека  $1 \text{ Pa} = 1/101325 \text{ atm}$

$$104 \text{ mm Hg} = 13865,28 \text{ Pa} = 13865,28 \text{ Pa} \cdot 1/101325 \text{ atm} \approx 0,136840 \text{ atm}$$

$$\approx 1,368 \cdot 10^{-1} \text{ atm}$$

Овие претворби на единици може да се изведат и со пропорции.



Сл. 2.3. Споредба меѓу Келвиновата и Целзиусовата температурна скала.

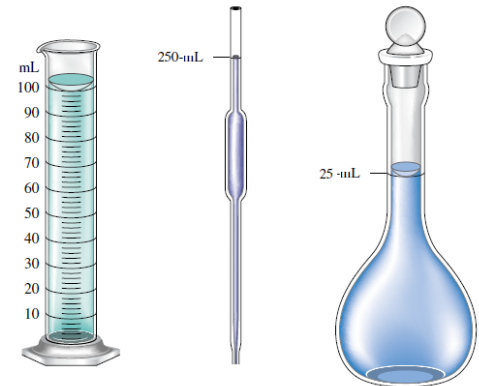
\* За парцијални притисоци ќе стане збор во поглавјето за гасови.

На пример:

$$760 \text{ mm Hg} : 101325 \text{ Pa} = 104 \text{ mm Hg} : x$$

$$x = \frac{101325 \text{ Pa} \cdot 104 \text{ mm Hg}}{760 \text{ mm Hg}} = 13865,53 \text{ Pa}$$

Волуменот е една од почесто употребуваните физички величини во хемијата. Основната SI-единица за волумен е  $\text{m}^3$ . Кога во мерната единица се појавуваат степени (како во единицата за волумен или во единицата за плоштина,  $\text{m}^2$ ), важно е да се има предвид дека при претворбата на основната единица во помали или во поголеми единици треба да се знае само умножувачкиот фактор на основната единица, односно онаа што не е степенувана. Потоа се степенуваат и бројната вредност и единицата на физичката величина. Да разгледаме неколку примери за претворба на SI-единиците за волумен во помали и поголеми единици, а потоа и за нивната врска со вонсистемската единица, литар и помалите и поголемите единици од неа.



Сл. 2.4. За мерење волумен на течности, во хемиските лаборатории се користат различни волуметриски садови во кои волуменот најчесто е изразен во mL.



**Пример 2.7.** Волуменот на крвта на возрасен човек, просечно, изнесува 5 литри. Изрази го овој волумен во: а)  $\text{m}^3$ ; б) mL; в)  $\text{cm}^3$ ; г)  $\mu\text{L}$ .

**Решение:**

а) Од Табела 3 гледаме дека  $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$ . Дециметарот е десет пати помала единица од метарот, што значи  $1 \text{ dm} = 10^{-1} \text{ m}$ . Значи, со цел кубните дециметри да ги изразиме во кубни метри, треба обете страни на ова равенство да ги степенуваме на трет степен.

$$(1 \text{ dm})^3 = (10^{-1} \text{ m})^3$$

$$1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$$

Внимавај, се степенува и умножувачкиот фактор и единицата на физичката величина!! Значи,

$$5 \text{ L} = 5 \text{ dm}^3 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 0,005 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

б) За вонсистемската единица литар важат истите умножувачки фактори и соодветните претставки како и оние за единиците од SI (Табела 2). Значи, милилитарот е илјада пати помала единица од литарот, т. е.

$$1 \text{ L} = 1000 \text{ ml} = 10^3 \text{ mL}$$

$$5 \text{ L} = 5000 \text{ mL} = 5 \cdot 10^3 \text{ mL}$$

в) Знаеме дека  $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$ , според тоа, за да го изразиме литарот во  $\text{cm}^3$ , всушност, треба  $\text{dm}^3$  да го изразиме во  $\text{cm}^3$ . Дециметарот е десет пати поголема единица од центиметарот, т. е.

$$1 \text{ dm} = 10 \text{ cm}$$

Значи,

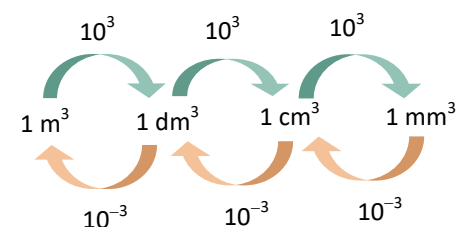
$$(1 \text{ dm})^3 = (10 \text{ cm})^3 \Rightarrow 1 \text{ dm}^3 = 10^3 \text{ cm}^3$$

$$5 \text{ dm}^3 = 5 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$$

Може да се забележи дека умножувачкиот фактор меѓу  $\text{dm}^3$  и  $\text{cm}^3$  е ист како и меѓу L и mL ( $10^3$ ). Оттука може да се заклучи дека  $1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$ .

г) Микролитарот ( $\mu\text{L}$ ) е  $10^6$  пати помала единица од литарот. Според тоа,

$$5 \text{ L} = 5 \cdot 10^6 \mu\text{L}$$



Сл. 2.5. Умножувачки фактори при претворба на единици на волумен.

Друга важна величина за хемијата е густината. Густината се дефинира како однос меѓу масата и волуменот што го зафаќа таа маса.

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

Единицата за густина во меѓународниот систем е  $\text{kg/m}^3$ , но се користат како помали, така и поголеми единици, а за волуменот може да се користи и единицата литар и помалите и поголемите единици од литар.

При претворбата на единици што се претставуваат со дробка (како што е тоа случај со густината), треба да се има предвид дека претворбата од помала во поголема единица во именителот го зголемува конечниот резултат, и обратно. Да го разгледаме тоа во следниов пример.



**Пример 2.8.** Осмиумот е елементарна супстанца со најголема густина, која изнесува  $22,59 \text{ kg/m}^3$ . Колку изнесува оваа густина изразена во: а)  $\text{kg/dm}^3$ ; б)  $\text{g/cm}^3$ ; в)  $\text{mg/mL}$ ?

**Решение:**

а)

$$\rho(\text{Os}) = 22,59 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 22,59 \frac{\text{kg}}{(10 \text{ dm})^3} = 22,59 \frac{\text{kg}}{10^3 \text{ dm}^3} = 0,02259 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 2,259 \cdot 10^{-2} \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$

б)

$$\rho(\text{Os}) = 22,59 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 22,59 \frac{10^3 \text{ g}}{(10^2 \text{ cm})^3} = 22,59 \frac{10^3 \text{ g}}{10^6 \text{ cm}^3} = 22,59 \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 2,259 \cdot 10^{-2} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

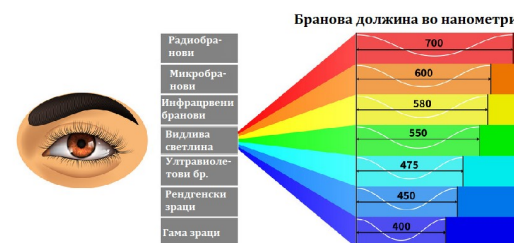
в) Како што видовме претходно,  $1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$ . Затоа,  $\text{m}^3$  во именителот ќе го претвориме во  $\text{cm}^3$ , што соодветствува на  $\text{mL}$ .

$$\rho(\text{Os}) = 22,59 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 22,59 \frac{10^6 \text{ mg}}{(10^2 \text{ cm})^3} = 22,59 \frac{10^6 \text{ mg}}{10^6 \text{ cm}^3} = 22,59 \frac{\text{mg}}{\text{mL}}$$

**Задачи:**

- Најди ги релациите меѓу единиците:
  - $\text{m} = 1 \text{ km}$
  - $\text{L} = 1 \text{ mL}$
  - $\text{g} = 1 \text{ Mg}$
  - $\text{cm}^3 = 1 \text{ mL}$
  - $\text{nmol} = 1 \text{ kmol}$
  - $\text{Pa} = 1 \text{ atm}$
- Направи ги следните претворби на единици:
  - $m = 0,55 \text{ g}$  во  $\text{Mg}$
  - $t = 15 \text{ ps}$  во  $\text{s}$
  - $l = 2 \text{ Tm}$  во  $\text{m}$
  - $n = 3,3 \text{ mol}$  во  $\text{mmol}$
  - $P = 25 \text{ kPa}$  во  $\text{Pa}$
  - $I = 4 \cdot 10^5 \text{ }\mu\text{A}$  во  $\text{A}$
- Кој од понудените одговори претставува најмала маса?
  - $23 \text{ cg}$ ; б)  $2,3 \cdot 10^3 \text{ g}$ ; в)  $0,23 \text{ mg}$  г)  $0,23 \text{ kg}$ .
- Прикажи ги следните физички величини без „експоненцијалниот член“, користејќи соодветен SI-префикс:
  - $4,851 \cdot 10^{-6} \text{ g}$ ; б)  $3,16 \cdot 10^2 \text{ m}$ ; в)  $2,591 \cdot 10^{-9} \text{ s}$ ; г)  $8,93 \cdot 10^{12} \text{ g}$ .
- Дијаметарот на еритроцитите (црвени крвни клетки) изнесува  $7,62$  микрометри. Колку изнесува дијаметарот на еритроцитите изразен во:
  - центimetri; б) нанометри; в) пикометри?
- Растојанието меѓу јадрата на кислородните атоми во молекулата на кислород изнесува  $1,21 \text{ \AA}$ . Изрази го ова растојание во:
  - нанометри; б) пикометри; в) дециметри.
- Масата на неутронот е  $1,6749 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ . Колку изнесува масата на неутронот во: а)  $\text{Mg}$ ; б)  $\text{pg}$ ; в)  $\text{dg}$ .
- Нормалната содржина на  $\text{Na}^+$  јони во крвта е  $135\text{--}145 \text{ mmol}$  во  $1$  литар крв. Изрази го ова количество во:
  - $\text{cmol}$ ; б)  $\text{kmol}$ ; в)  $\text{nmol}$ ; г)  $\text{Mmol}$ ; д)  $\text{}\mu\text{mol}$ .
- Видливиот дел од светлината го опфаќа делот од електромагнетниот спектар од  $380$  до  $700 \text{ nm}$ . Човечкото око е најосетливо на светлина со бранова должина  $555 \text{ nm}$  (зеленкасто-жолта). Колкава е оваа бранова должина во  $\text{cm}$ ? Пресметај ги брановите должини на различните бои (Слика 2.6.) во  $\text{nm}$ .
- Човечкото тело, во просек, содржи  $5,2 \text{ dm}^3$  крв. Изрази го овој волумен во:
  - $\text{mm}^3$ , б)  $\text{km}^3$ , в)  $\text{mL}$ .
- Вкупната количина слатка вода на Земјата е проценето дека изнесува  $3,73 \cdot 10^8 \text{ km}^3$ . Колкав е овој волумен изразен во  $\text{m}^3$  и  $\text{L}$ ?
- Голем број лабораториски тестови се изведуваат користејќи  $5 \text{ }\mu\text{L}$  крвен серум. Изрази го овој волумен во: а)  $\text{dm}^3$ ; б)  $\text{cm}^3$ ; в)  $\text{pL}$ ; г)  $\text{kL}$ .
- Галиумот е метал што се топи од топлината на дланката. Неговата температура на топење е  $29,8 \text{ }^\circ\text{C}$ . Колкава е температурата изразена во келвини?
- Температурата на вриење на течниот азот, кој честопати се користи за ладење биолошки препарати, изнесува  $77 \text{ K}$ . Колку изнесува оваа температура во Целзиусови степени?
- Теофилинот е супстанца што се користи како бронходилататор (ги проширува бронхиите и го олеснува дишењето). Терапевтската доза од овој лек е  $10\text{--}20 \text{ }\mu\text{g}$  во  $1 \text{ mL}$  крвна плазма. Изрази ја оваа маса во:
  - милиграми; б) нанограми; в) килограми.
- Пополни ја табелата за конверзија на следниве единици за притисок:

	mm Hg	atm	kPa	bar
mmHg	396			
atm		2,3		
kPa			98,2	
bar				10,5

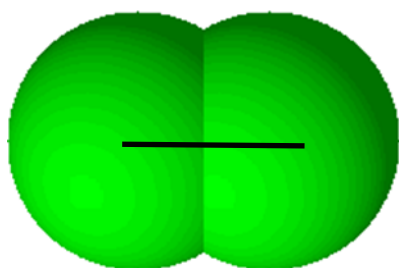


Сл. 2.6. Бранови должини на монохроматските светлини од видливиот дел на електромагнетниот спектар изразени во нанометри, nm.

- Измерениот крвен притисок на некој човек бил  $100/88 \text{ mm Hg}$  (систоличен/дијастоличен притисок). Изрази го овој притисок во: а)  $\text{Pa}$ ; б)  $\text{bar}$ ; в)  $\text{atm}$ .



Сл. 2.7. Волфрам (горе) и графит (долу).



Слика 2.8. Молекула на хлор.

18. Температурата на топење на графитот, една од алотропските модификации на јаглеродот, изнесува 3652 °C. Највисока температура на топење, пак, меѓу металите има волфрамот, која изнесува 3683 K. Која од овие две супстанции има повисока температура на топење?
19. Определи ги факторите на конверзија на следниве претворби:
 

а) $c = 2,5 \text{ mol/dm}^3$ во $\text{mol/mm}^3$	г) $n = 3,3 \text{ Mmol}$ во $\text{nmol}$
б) $g = 9,81 \text{ m/s}$ во $\text{km/h}$	д) $P = 8,9 \text{ N/m}^2$ во $\text{kN/cm}^2$
в) $m = 95 \text{ ng}$ во $\text{Gg}$	ѓ) $v = 250 \text{ km/h}$ во $\text{mm/h}$
20. Паратиroidниот хормон (PTH) го регулира нивото на калциумови јони во крвта и метаболизмот на D-витаминот. Нормалната вредност на овој хормон во крвта е 11 – 54  $\mu\text{g/mL}$ . Изрази ја оваа вредност во:
  - а)  $\mu\text{g/dL}$ ; б)  $\text{g/dm}^3$ ; в)  $\text{fg/cL}$ .
21. Кога човечкото тело ќе се изложи на многу ниски температури, настанува хипотермија, при што телесната температура може да падне до 301,65 K. За колку Целзиусови степени се намалила нормалната телесна температура?
22. Содржината на никотин во различни видови цигари се движи од минимум 0,6 mg до максимум 28 mg. Пушачите не ја инхалираат вкупната маса никотин што се содржи во цигарата, туку максимум 0,0018 g никотин. Ако еден човек дневно пуши 30 цигари, колку милиграми никотин ќе внесе во организмот?
23. Првиот што во 17 век го употребил микроскопот за да набљудува микроорганизми бил Антони ван Левенхук. Микроорганизмите што ги набљудувал ги нарекол „анималкули“, чија должина била 25.000-ти дел од 2,5 cm. Колку изнесува должината на анималкулите изразена во метри?
24. Максималното траење на ефектот од лекот диазепам, кој припаѓа на групата анксиолитици (лекови за намалување на вознемиреноста и напнатоста), познати под името бензодиазепини, изнесува 8 часа. Изрази го ова време во минути и во секунди.
25. Земјата има маса од околу  $5,97 \cdot 10^{18} \text{ Gg}$ . Месечината е за 81 пати помала од Земјата. Изрази ја масата на месечината во: а) mg; б)  $\mu\text{g}$ ; в) ng.
26. При вежбање, човекот, во просек, вдишува меѓу 100 и 200 L воздух во минута. Изрази го волуменот, во  $\text{cm}^3$ , кој се вдишува при 15-минутно вежбање.
27. Димензиите на бета-клетките од панкреасот изнесуваат приближно:  $10 \mu\text{m} \cdot 10 \mu\text{m} \cdot 10 \mu\text{m}$ . Пресметај го волуменот на бета-клетките во литри, а потоа во помалата единица од литар што го содржи соодветниот фактор на конверзија.
28. Некој пациент примал антибиотик интравенозно, така што на секоја минута добивал 1,15 mg од антибиотикот. За колку секунди ќе прими 40 mg од антибиотикот?
29. Препорачаната дневна доза на калиум (всушност,  $\text{K}^+$  јони) изнесува 3,5 g. Во една банана, просечно, се содржат 451 mg калиум. Ако потребното количество калиум се внесува само со банани, колку банани треба да се изедат во еден ден?
30. Еден сируп што се користи при анемија содржи 80 mg железо во една лажичка од 5 mL. Препорачаната доза за возрасен со телесна маса од 70,5 kg изнесува 1,5 лажички. Колку грама железо се содржат во препорачаната доза?
31. Примерок од некој минерал има маса 5,95 g и волумен  $851,2 \text{ mm}^3$ . Минералот може да биде сфалерит ( $\rho = 4000 \text{ g/dm}^3$ ), казитерит ( $\rho = 0,00699 \text{ kg/cm}^3$ ) или цинобарит ( $\rho = 8,10 \text{ g/cm}^3$ ). Кој минерал е примерокот?
32. Просечната густина на ткивата во човечкото тело изнесува  $1070 \text{ kg/m}^3$ . Колкав волумен, изразен во литри, зафаќаат ткивата ако нивната вкупна маса изнесува 50 kg?
33. Атомскиот радиус на хлорот изнесува 79 pm. Под претпоставка дека атомот има форма на правилна топка, пресметај го неговиот волумен изразен во  $\text{dm}^3$  и во милилитри.
34. Волуменот на клетката на некоја бактерија изнесува  $2,56 \mu\text{m}^3$ . Колкав волумен, изразен во литри, зафаќаат  $10^5$  вакви клетки?
35. Литиумот има најмала густина од сите метали, која изнесува  $0,53 \text{ g/cm}^3$ , а осмиумот има најголема густина, која изнесува  $22590 \text{ kg/m}^3$ . Колкав волумен литиум ќе има иста маса со  $50 \text{ cm}^3$  осмиум?

36. Еден сируп за деца содржи 0,1 g ибупрофен во една лажичка од 5 mL. Препорачаната доза за дете со телесна тежина од 20.500 g изнесува 8 mg на килограм телесна тежина. Пресметај колкав волумен сируп претставува препорачаната доза.
37. Волуменот на крв што го пумпа срцето во една минута се нарекува минутен волумен на срцето. Тој изнесува, приближно, 5 L/min. Колку литри крв пумпа срцето во текот на еден ден?
38. При мирување, човекот просечно вдишува воздух 12 пати во минута. Волуменот на воздухот при секое вдишување изнесува 500 mL. Колку m<sup>3</sup> воздух вдишува за еден ден?

39.\* Според Агенцијата за заштита за животната средина на САД, пропишаниот безбеден стандард за микрочестички со дијаметар од 2,5 μm и густина 2,5 g/cm<sup>3</sup> изнесува 50 μg на m<sup>3</sup> воздух. Соба со димензии (3 x 2,6 x 3,82) m го исполнува овој стандард. а) Колку вакви честички би имало во собата? б) Колку честички има при едно вдишување воздух со волумен од 0,50 L?

40.\* Возрасен човек, просечно, вдишува 8,5·10<sup>3</sup> L воздух на ден. Содржината на олово во загаден воздух во урбаните средини изнесува 7,0 μg во 1 m<sup>3</sup> воздух. Се смета дека 75 % од оловото е присутно во честички помали од 1,0 · 10<sup>-6</sup> m, а 50 % од нив се задржуваат во белите дробови. Пресметај ја масата на олово, изразена во грамови, што ќе се апсорбира во белите дробови на возрасен човек, кој живее во ваква средина, во текот на една година.

Обиди се!



# 3 АТОМСКО-МОЛЕКУЛСКА ТЕОРИЈА ЗА МАТЕРИЈАТА

Материјата има корпускуларна (честична) природа. Честичките од кои се смета дека се изградени хемиските елементи, според атомско-молекулска теорија за материјата, се **атомите**. Атомот е изграден од позитивно наелектризирано јадро и електронска обвивка. Јадрото се состои од **протони** – позитивно наелектризирани честички со релативна маса  $\approx 1$  и **неутрони** – честички со приближно иста маса како и протоните, кои не се наелектризирани. Електронската обвивка е изградена од **електрони** – честички со негативен полнеж и со маса што е занемарливо мала во однос на масата на јадрото. Атомот, во целина, е електронеутрална честичка, а тоа значи дека бројот на протони и електрони во атомот мора да биде еднаков.

Бројот на протони во јадрото се нарекува **атомски број** или **реден број** ( $Z$ ). Атомскиот број е најважна карактеристика на атомот на еден елемент, бидејќи, според атомскиот број се определува идентитетот на атомот, односно на кој елемент му припаѓа дадениот атом. Тој се запишува како лев долен индекс пред симболот на елементот. Збирот од бројот на протони и неутрони во јадрото се нарекува **масен број** ( $A$ ) и се запишува како горен лев индекс пред симболот на елементот.

На пример  ${}^{12}_6\text{C}$ ,  ${}^{28}_{14}\text{Si}$ ,  ${}^{59}_{26}\text{Fe}$

Бројот на неутрони во јадрото на еден ист елемент може да биде ист со бројот на протони, но и различен. Атомите со одреден состав на јадрото, т. е. со определен број протони и неутрони се нарекуваат **нуклиди**. Нуклидите што имаат еднаков број протони, а различен број неутрони (значи еднаков атомски, а различен масен број) се нарекуваат **изотопи**, а оние со еднаков масен број, а различен атомски број се нарекуваат **изобари**. Хемиските елементи, во природата, се среќаваат како смеси од изотопи. Според тоа, **елементот претставува смеса од нуклиди со ист атомски број**.

Иако се многу мали честички, атомите имаат маса, но таа не може директно да се измери. Затоа, во науката била воведена величината **релативна атомска маса** ( $A_r$ ). Во текот на развојот на научната мисла, релативната атомска маса се определувала врз основа на различни стандарди, но денес **релативната атомска маса се дефинира како однос меѓу просечната маса на атомот на некој елемент и 1/12 од масата на нуклидот  ${}^{12}\text{C}$** .

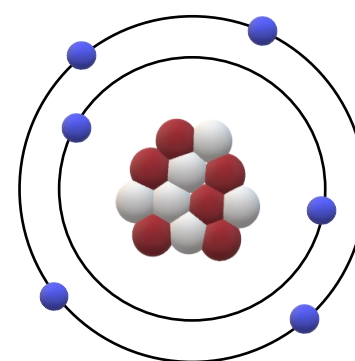
$$A_r = \frac{\overline{m(E)}}{\frac{m({}^{12}\text{C})}{12}} \quad (1)$$

Изразот што се наоѓа во именителот на горната равенка се нарекува **атомска единица за маса** (унифицирана единица за маса), а се бележи со  $u$ . Значи,

$$u = \frac{m({}^{12}\text{C})}{12} \quad (2)$$

Вредноста на унифицираната единица за маса изнесува  $1,660565 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .

Како што беше кажано погоре, елементите во природата се смеси од изотопите на тој елемент. Во таков случај, атомската маса на природниот елемент е збир од производите на атомски маса на поодделните изотопи и нивните молски (количествени) удели во изотопската смеса. Оттука, и релативната атомска маса на природниот елемент е збир од производите на релативните атомски маси на поодделните изотопи и нивните молски (количествени) удели во изотопската смеса.



-  протон
-  неутрон
-  електрон

Сл. 3.1. Шематски приказ на нуклидот на јаглерод.

$$A_r = \sum_i x_i \cdot A_{r,i} \quad (3)$$

$$t. e. \quad A_r = A_r(^x E) \cdot x(^x E) + A_r(^y E) \cdot x(^y E) + A_r(^z E) \cdot x(^z E) + \dots \quad (4)$$

На пример, природниот водород се состои од три изотопи: протииум,  $^1\text{H}$ , деутериум,  $^2\text{H}$ , и тритиум,  $^3\text{H}$ , секој од нив застапен со определен количествен удел. Според тоа, релативната атомска маса на природниот водород може да се пресмета според следниов израз:

$$A_r(\text{H}) = x(^1\text{H}) \cdot A_r(^1\text{H}) + x(^2\text{H}) \cdot A_r(^2\text{H}) + x(^3\text{H}) \cdot A_r(^3\text{H})$$

Молски (количествен) удел,  $x$ , претставува однос меѓу количеството на некоја супстанца (*единка*, во поширока смисла),  $n(X)$  и збирот на количествата на сите други супстанции во системот.

$$x(X) = \frac{n(X)}{\sum_i n_i} \quad (5)$$

Да разгледаме неколку примери за пресметување на релативната атомска маса на природните елементи:



**Пример 3.1.** Елементот европиум во природата се среќава како смеса од 47,82 % од изотопот  $^{151}\text{Eu}$ , со релативна атомска маса 150,9 и 52,00 % од изотопот  $^{153}\text{Eu}$ , со релативна атомска маса 152,9. Колку изнесува релативната атомска маса на природниот европиум?

Дадено е:

$$A_r(^{151}\text{Eu}) = 150,9$$

$$x(^{151}\text{Eu}) = 47,82 \% = 0,4782$$

$$A_r(^{153}\text{Eu}) = 152,9$$

$$x(^{153}\text{Eu}) = 52,00 \% = 0,52$$

Се бара:

$$A_r(\text{Eu})$$

**Решение:**

Во задачата се дадени релативните атомски маси на изотопите и нивните молски удели, што значи дека со директна примена на равенката (4) може да се пресмета релативната атомска маса на природниот европиум.

$$A_r(\text{Eu}) = x(^{151}\text{Eu}) \cdot A_r(^{151}\text{Eu}) + x(^{153}\text{Eu}) \cdot A_r(^{153}\text{Eu}) = 0,4782 \cdot 150,9 + 0,5200 \cdot 152,9 = 151,9$$

$$A_r(\text{Eu}) = 151,9$$

Добиениот резултат е логичен, бидејќи релативната атомска маса на природните елементи е, всушност, просечна вредност од релативните атомски маси на изотопите на тој елемент. Според тоа, нејзината вредност ќе биде меѓу вредностите за релативните атомски маси на изотопите, односно не може да биде ниту поголема од најголемата, ниту помала од најмалата релативна атомска маса на некој од изотопите, а ќе биде најблиска до релативната атомска маса на изотопот што е најзастапен во изотопската смеса.



**Пример 3.2.** Атомската маса на природниот магнезиум изнесува 24,31 u. Во природата е застапен со три изотопи:  $^{24}\text{Mg}$  (атомска маса 23,99 u и  $x = 78,99 \%$ );  $^{26}\text{Mg}$  (атомска маса = 25,98 u и  $x = 11,01 \%$ ) и  $^{25}\text{Mg}$  (атомска маса 24,99 u). Колку изнесува молскиот удел на  $^{25}\text{Mg}$  во изотопската смеса?

Дадено е:

$$m(\text{Mg}) = 24,31 \text{ u}$$

$$m(^{24}\text{Mg}) = 23,99 \text{ u}$$

$$x(^{24}\text{Mg}) = 78,99 \% = 0,7899$$

$$m(^{26}\text{Mg}) = 25,98 \text{ u}$$

$$x(^{26}\text{Mg}) = 11,01 \% = 0,1101$$

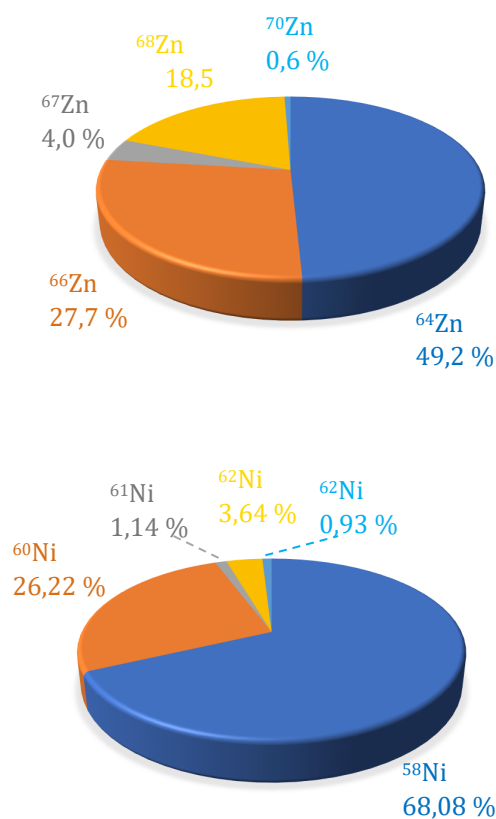
$$m(^{25}\text{Mg}) = 24,99 \text{ u}$$

Се бара:

$$x(^{25}\text{Mg}) = ?$$

Најголем број стабилни изотопи има калајот, **10**.

Најголем број изотопи, стабилни и радиоактивни (нестабилни), имаат ксенон и цезиум, **36**.



Сл. 3.2. Застапеност на стабилните изотопи на никел и цинк во природата.

**Решение:**

Во задачата се дадени атомските маси на трите изотопи на магнезиумот и на изотопската смеса, т. е. на природниот магнезиум. Просечната атомска маса на изотопската смеса може да ја пресметаме како збир од производите на атомската маса на секој од изотопите и неговиот количествен удел:

$$24,31 \text{ u} = 23,99 \text{ u} \cdot 0,7899 + 25,98 \text{ u} \cdot 0,1101 + 24,99 \text{ u} \cdot x(^{25}\text{Mg})$$

Всушност, ако секоја од дадените атомски маси ја поделиме со атомската единица за маса (u), ќе ги добиеме соодветните релативни атомски маси, односно релативната атомска маса на природниот магнезиум ќе ја изразиме применувајќи ја равенката (4):

$$A_r(\text{Mg}) = A_r(^{24}\text{Mg}) \cdot x(^{24}\text{Mg}) + A_r(^{26}\text{Mg}) \cdot x(^{26}\text{Mg}) + A_r(^{25}\text{Mg}) \cdot x(^{25}\text{Mg})$$

Вредностите на сите величини во оваа равенка се познати, освен  $x(^{25}\text{Mg})$ .

$$24,31 = 23,99 \cdot 0,7899 + 25,98 \cdot 0,1101 + 24,99 \cdot x(^{25}\text{Mg})$$

$$24,31 = 18,95 + 2,86 + 24,99 \cdot x(^{25}\text{Mg})$$

$$2,5 = 24,99 \cdot x(^{25}\text{Mg})$$

$$x(^{25}\text{Mg}) = 2,5/24,99 = 0,1000$$

$$x(^{25}\text{Mg}) = 0,100 = 10 \%$$



**Пример 3.3.** Релативната атомска маса на природниот хлор изнесува 35,453. Хлорот се состои од два изотопи:  $^{35}\text{Cl}$ , со  $A_r = 34,969$  и  $^{37}\text{Cl}$  со  $A_r = 36,966$ . Да се пресметаат количествените удели на изотопите во смесата.

Дадено е:

$$A_r(\text{Cl}) = 35,453$$

$$A_r(^{35}\text{Cl}) = 34,969$$

$$A_r(^{37}\text{Cl}) = 36,966$$

Се бара:

$$x(^{35}\text{Cl}) = ?$$

$$x(^{37}\text{Cl}) = ?$$

**Решение:**

Во задачата се бараат количествените (молските) удели на двата изотопи. Тоа значи дека во равенката (4) има две непознати. Затоа, неопходно е да се состави уште една равенка со две непознати и потоа да се реши систем од две равенки со две непознати. Втората равенка со две непознати лесно ќе ја составиме знаејќи дека збирот од сите удели во една смеса мора да биде еднаков на 1, т. е. 100 %.

$$A_r(\text{Cl}) = x(^{35}\text{Cl}) \cdot A_r(^{35}\text{Cl}) + x(^{37}\text{Cl}) \cdot A_r(^{37}\text{Cl})$$

$$x(^{35}\text{Cl}) + x(^{37}\text{Cl}) = 1$$

Од втората равенка,  $x(^{35}\text{Cl})$  може да го изразиме како:  $x(^{35}\text{Cl}) = 1 - x(^{37}\text{Cl})$  и да го замениме во првата равенка:

$$A_r(\text{Cl}) = [1 - x(^{37}\text{Cl})] \cdot A_r(^{35}\text{Cl}) + x(^{37}\text{Cl}) \cdot A_r(^{37}\text{Cl})$$

$$35,453 = [1 - x(^{37}\text{Cl})] \cdot 34,969 + x(^{37}\text{Cl}) \cdot 36,966$$

$$35,453 = 34,969 - x(^{37}\text{Cl}) \cdot 34,969 + x(^{37}\text{Cl}) \cdot 36,966$$

$$0,484 = 1,997 \cdot x(^{37}\text{Cl})$$

$$x(^{37}\text{Cl}) = 0,484/1,997 = 0,2424$$

$$x(^{35}\text{Cl}) = 1 - x(^{37}\text{Cl}) = 1 - 0,2424 = 0,7576$$

$$x(^{37}\text{Cl}) = 0,2424 = 24,24 \% \quad x(^{35}\text{Cl}) = 0,7576 = 75,76 \%$$

За молекулите, односно формулните единици, со помош на атомската единица за маса, може да се дефинира **релативната молекулска (формулска) маса**:

$$M_r = \frac{m_f}{u} \quad (6)$$

За која било супстанца, без оглед на тоа дали се состои од атоми или јони, релативната молекулска (формулска) маса се пресметува едноставно како збир од релативните атомски маси на атомите и/или јоните што влегуваат во составот на таа супстанца:

$$M_r = \sum_i A_{r,i} \quad (7)$$



**Пример 3.4.** Пресметај ја релативната молекулска маса на железно(III) сулфат хексахидрат.

**Решение:** Хемиската формула на железно(III) сулфат хексахидрат е  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

$$M_r[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}] = 2 \cdot A_r(\text{Fe}) + 3 \cdot A_r(\text{S}) + 18 \cdot A_r(\text{O}) + 12 \cdot A_r(\text{H})$$

$$M_r[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}] = 2 \cdot 55,84 + 3 \cdot 32,06 + 18 \cdot 16,00 + 12 \cdot 1,01 = 507,97$$

или

$$M_r[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}] = 2 \cdot A_r(\text{Fe}) + 3 \cdot A_r(\text{S}) + 12 \cdot A_r(\text{O}) + 6 \cdot M_r(\text{H}_2\text{O})$$

$$M_r[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}] = 2 \cdot 55,84 + 3 \cdot 32,06 + 12 \cdot 16,00 + 6 \cdot 18,02 = 507,97$$

При определувањето на релативната молекулска маса, понекојпат е поедноставно формулата на соединението да ја напишеме така што секој елемент да се сретне само еднаш. Ова се препорачува кај органските соединенија. Така, наместо да ја определуваме моларната маса на оцетната киселина според формулата  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , поедноставна е пресметката ако формулата ја напишеме  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ .

Кажавме дека супстанците се изградени од честички. Величината што е во врска со бројот на честички (градбени единици) е најважната величина во хемијата, а се нарекува **количество супстанца ( $n$ )**. Оваа величина зазема централно место во хемијата, меѓу другото, и поради тоа што може да се поврзе со голем број други величини преку различни формули. Единицата во која се изразува количеството супстанца е мол. **Еден мол е количество супстанца во кое се содржат ист број единици, колку што се содржат во 0,012 kg (12 g) од изотопот на јаглерод  $^{12}\text{C}$ .**

Бројот на единици ( $N$ ) во 1 mol од која било супстанца е секогаш еднаков и тој изнесува  $6,022 \cdot 10^{23}$ . Ако го знаеме бројот на единици во 1 mol супстанца (моларен број на единици), тогаш бројот на единици во кое било друго количество супстанца ќе биде производ од количеството супстанца и моларниот број единици.

$$N(\text{B}) = n(\text{B}) \cdot N_A \quad (8)$$

Моларниот број на единици се нарекува **Авогадрова константа,  $N_A$**  и има вредност од  $6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ . Авогадровата константа претставува количник меѓу бројот на единици на супстанцата и нејзиното количество. Тоа може да го изразиме со следнава формула:

$$N_A = \frac{N(\text{X})}{n(\text{X})} \quad (9)$$

$N(\text{X})$  – број на единици

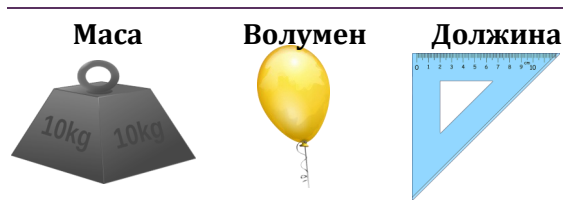
$N_A$  – Авогадрова константа –  $6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

$n(\text{X})$  – количество супстанца – [mol]

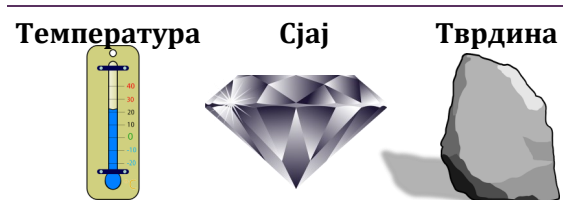
X – ознака за супстанца

Авогадровата константа е универзална, што значи дека важи за која било супстанца, т. е. за која било дефинирана единица. Величините што зависат од количеството супстанца, односно од бројот на единици се нарекуваат **екстензивни величини**. Такви величини се, на пример, масата и волуменот. Величините, пак, што не зависат од количеството супстанца се нарекуваат **интензивни величини**. Такви се, на пример, температурата, густината, температурата на топење, температурата на вриење и др.

Екстензивни величини



Интензивни величини



Меѓутоа, екстензивните величини може да ги претвориме во интензивни ако величината ја поделиме со количеството супстанца. Притоа се добиваат т.н. **моларни величини**. Очигледно, Авогадровата константа е моларна величина, бидејќи изразува моларен број на единици. Други поважни моларни величини за хемијата се **моларната маса** и **моларниот волумен**. **Моларната маса ( $M$ ) претставува маса на количество супстанца од еден мол.**

$$M(X) = \frac{m(X)}{n(X)} \quad (10)$$

$$m(X) = n(X) \cdot M(X) \quad (11)$$

SI-единица за моларната маса е kg/mol, но многу почесто се користи единицата g/mol. Ако моларната маса на некоја супстанца се изрази во единицата g/mol, нејзината *бројна вредност* е еднаква со релативната атомска (или молекулска) маса на таа супстанца (тоа се различни величини, исти се само нивните бројни вредности).

$$M(X) = A_r(X) \cdot \text{g/mol} \quad (12)$$

$$M(X) = M_r(X) \cdot \text{g/mol} \quad (13)$$

Друга важна моларна величина е моларниот волумен. **Моларниот волумен претставува волумен што го зафаќа еден мол супстанца.**

$$V_m = \frac{V(X)}{n(X)} \quad (14)$$



$$V(X) = n(X) \cdot V_m \quad (15)$$

$V(X)$  – волумен на супстанцата [ $\text{m}^3$ ,  $\text{dm}^3$ ]

$V_m$  – моларен волумен [ $\text{m}^3/\text{mol}$ , почесто  $\text{dm}^3/\text{mol}$ ]

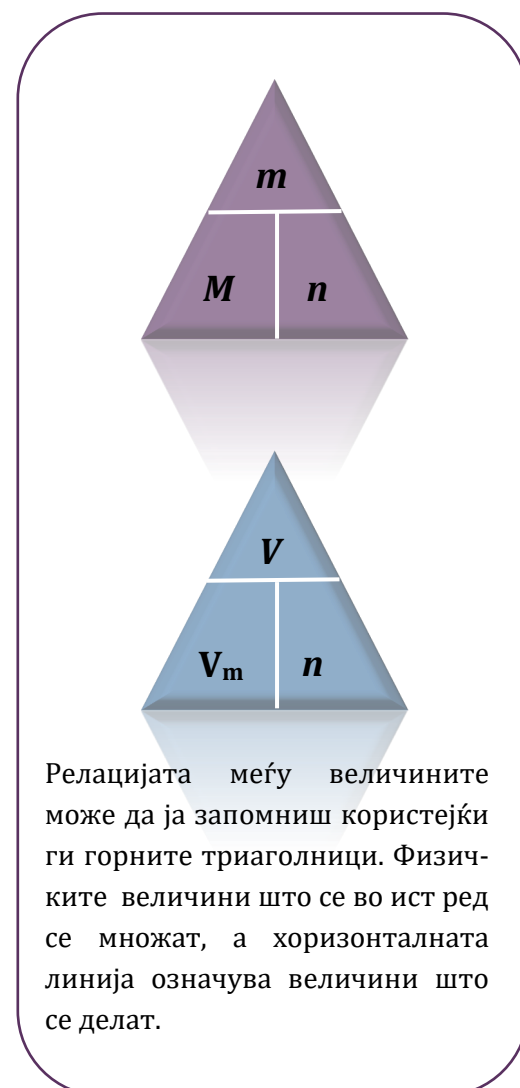
Ако станува збор за еден мол од гасовита супстанца и ако таа се наоѓа при т.н. стандардни услови (температура од  $0^\circ\text{C}$  и атмосферски притисок,  $101325\text{ Pa}$ ), тогаш вредноста за моларниот волумен е позната и таа изнесува  $V_m = 22,4\text{ dm}^3/\text{mol}$  (оваа вредност за моларниот волумен се однесува **само** за гасовити супстанци што се наоѓаат при стандардни услови!!). Оттука следува дека исти количества од различни гасови при исти услови (температура и притисок) ќе зафаќаат исти волумени.

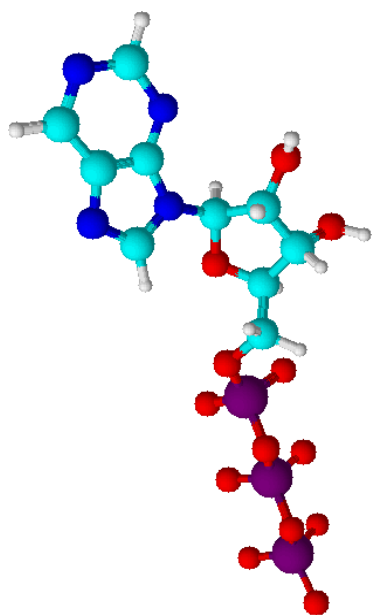
Од равенките за моларните величини може да се изведат равенки што го дефинираат количеството супстанца:

$$n(X) = \frac{N}{N_A} \quad (16) \quad n(X) = \frac{m(X)}{M(X)} \quad (17) \quad n(X) = \frac{V(X)}{V_m} \quad (18)$$

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. Овие равенки се основни равенки во хемиското сметање.

Да разгледаме неколку примери со задачи за овие моларни и нивната меѓусебна врска.





Сл. 3.3. Приказ на структурата на АТФ со топчиња и стапчиња.

**Пример 3.5.** Аденозин трифосфат (АТФ),  $C_{10}H_{16}N_5O_{13}P_3$ , е најважна молекула за складирање хемиска енергија во организмот. Колкав број молекули АТФ и колкав број атоми фосфор се содржат во 3,7 mol АТФ?

Дадено е:

$$n(C_{10}H_{16}N_5O_{13}P_3) = 3,7 \text{ mol}$$

Се бара:

$$N(C_{10}H_{16}N_5O_{13}P_3) = ?$$

$$N(P) = ?$$

**Решение:** Бројот на единки и количеството супстанца се меѓусебно поврзани со Авогадровата константа, што значи дека треба да ја примениме равенката (8).

$$N(C_{10}H_{16}N_5O_{13}P_3) = n(C_{10}H_{16}N_5O_{13}P_3) \cdot N_A$$

$$N(C_{10}H_{16}N_5O_{13}P_3) = 3,7 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 22,2814 \cdot 10^{23} \approx 2,23 \cdot 10^{24}$$

Формулата на соединението покажува дека во една молекула АТФ се содржат 3 атома фосфор. Според тоа, бројот на атоми фосфор ќе биде трипати поголем од бројот на молекули АТФ.

$$N(P) = 3 \cdot N(C_{10}H_{16}N_5O_{13}P_3) = 3 \cdot 2,23 \cdot 10^{24} = 6,69 \cdot 10^{24}$$

$$N(C_{10}H_{16}N_5O_{13}P_3) = 2,23 \cdot 10^{24} \quad N(P) = 6,69 \cdot 10^{24}$$

**Пример 3.6.** Ибупрофен е супстанца што дејствува како антипиретик (ја снижува телесната температура) и како аналгетик (ја смирува болката). Колкаво количество ибупрофен, изразено во милимолови, претставуваат  $1,8 \cdot 10^{20}$  молекули од оваа супстанца?

Дадено е:

$$N(\text{ибупрофен}) = 1,8 \cdot 10^{20}$$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Се бара:

$$n(\text{ибупрофен})/\text{mmol} = ?$$

**Решение:**

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

Пресметаното количество, изразено во молови, според барањето во задачата, треба да го претвориме во милимолови:

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

$$n(\text{ибупрофен}) \approx 0,3 \text{ mmol}$$

**Пример 3.7.** Колку изнесува моларната маса на диазепам ако се знае дека во 15,86 g се содржат 0,0557 mol диазепам?

Дадено е:

$$m(\text{дiazepam}) = 15,86 \text{ g}$$

$$n(\text{дiazepam}) = 0,0557 \text{ mol}$$

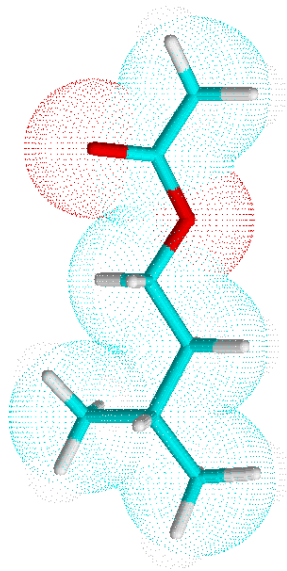
Се бара:

$$M(\text{дiazepam}) = ?$$

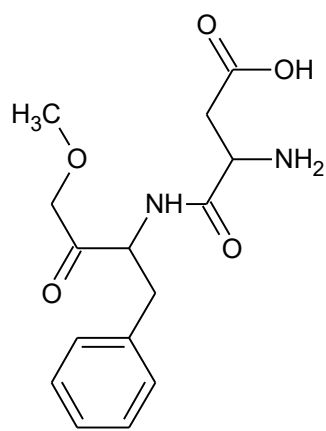
**Решение:** Задачата се решава со директна примена на равенката (10).

$$M(\text{дiazepam}) = \frac{m(\text{дiazepam})}{n(\text{дiazepam})} = \frac{15,86 \text{ g}}{0,0557 \text{ mol}} = 284,74 \text{ g/mol}$$

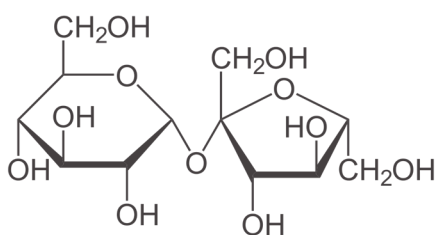
$$M(\text{дiazepam}) = 284,74 \text{ g/mol}$$



Сл. 3.4. Приказ на структурата на изопентил ацетат.



Аспартам



Сахароза

Сл. 3.5. Структурни формули на аспартам и сахароза.



**Пример 3.8.** Изопентил ацетат ( $C_7H_{14}O_2$ ) претставува естер што се среќава во бананите, а на кој се должи нивниот карактеристичен мирис. Особено интересно е тоа што оваа супстанца ја излучуваат и пчелите при нивниот увод, со што ги привлекуваат другите пчели да се вклучат во нападот. При еден увод од пчела се излучува  $1 \mu g$  изопентил ацетат. а) Колкаво количество, изразено во  $nmol$  и  $\mu mol$ , се содржи во оваа маса? б) Колкав број молекули изопентил ацетат се содржат во  $1 \mu g$  изопентил ацетат?

Дадено е:

$$m(C_7H_{14}O_2) = 1 \mu g = 1 \cdot 10^{-6} g$$

Се бара:

а)  $n(C_7H_{14}O_2)/nmol, \mu mol = ?$

б)  $N(C_7H_{14}O_2) = ?$

**Решение:** а) Најпрво ќе ја пресметаме моларната маса на изопентил ацетат, а потоа, според равенката (17), ќе го пресметаме соодветното количество.

$$M_r(C_7H_{14}O_2) = 7 \cdot A_r(C) + 14 \cdot A_r(H) + 2 \cdot A_r(O) = 7 \cdot 12,01 + 14 \cdot 1,01 + 2 \cdot 16 = 130,18$$

$$M(C_7H_{14}O_2) = 130,18 g/mol$$

$$n(C_7H_{14}O_2) = \frac{m(C_7H_{14}O_2)}{M(C_7H_{14}O_2)} = \frac{1 \cdot 10^{-6} g}{130,18 g/mol} = 0,00769 \cdot 10^{-6} mol = 7,7 \cdot 10^{-9} mol$$

$$n(C_7H_{14}O_2) = 7,7 \cdot 10^{-9} mol = 7,7 nmol = 7,7 \cdot 10^{-3} \mu mol$$

б) Бројот на молекули  $C_7H_{14}O_2$  ќе го пресметаме според равенката (8).

$$N(C_7H_{14}O_2) = n(C_7H_{14}O_2) \cdot N_A$$

$$N(C_7H_{14}O_2) = 7,7 \cdot 10^{-9} mol \cdot 6,022 \cdot 10^{23} mol^{-1} = 46,37 \cdot 10^{14} \approx 4,6 \cdot 10^{15}$$

$$N(C_7H_{14}O_2) = 4,6 \cdot 10^{15}$$

Овој дел од задачата може да се реши и така што ќе се изедначат равенките (16) и (17). Вака е добро да постапуваме бидејќи на тој начин сите бројни вредности се внесуваат во еден израз, па се прави помала грешка при заокружувањето на броевите.

$$\frac{N(C_7H_{14}O_2)}{N_A} = \frac{m(C_7H_{14}O_2)}{M(C_7H_{14}O_2)} \Rightarrow N(C_7H_{14}O_2) = \frac{m(C_7H_{14}O_2) \cdot N_A}{M(C_7H_{14}O_2)}$$

$$N(C_7H_{14}O_2) = \frac{1 \cdot 10^{-6} g \cdot 6,022 \cdot 10^{23} mol^{-1}}{130,18 g \cdot mol^{-1}} = 0,04626 \cdot 10^{17} \approx 4,6 \cdot 10^{15}$$



**Пример 3.9.** Аспартам ( $C_{14}H_{18}N_2O_5$ ) е вештачки засладувач, кој, кога ќе се раствори во вода, е посладок за 160 пати од сахарозата (обичен шеќер). а) Колку изнесува масата на  $1,56 mol$  аспартам? б) Колку изнесува масата на  $1 \cdot 10^9$  молекули аспартам изразена во пикограми?

Дадено е:

а)  $n(C_{14}H_{18}N_2O_5) = 1,56 mol$

б)  $N(C_{14}H_{18}N_2O_5) = 1 \cdot 10^9$

Се бара:

а)  $m(C_{14}H_{18}N_2O_5) = ?$

б)  $m(C_{14}H_{18}N_2O_5)/pg = ?$

**Решение:** а) Најпрво ќе ја најдеме моларната маса на аспартам, а потоа масата ќе ја пресметаме применувајќи на равенката (11).

$$M(C_{14}H_{18}N_2O_5) = (14 \cdot 12,01 + 18 \cdot 1,01 + 2 \cdot 14,01 + 5 \cdot 16,00) g/mol = 294,30 g/mol$$

$$m(C_{14}H_{18}N_2O_5) = n(C_{14}H_{18}N_2O_5) \cdot M(C_{14}H_{18}N_2O_5) = 1,56 mol \cdot 294,30 g/mol = 459,108 g$$

$$m(C_{14}H_{18}N_2O_5) = 459,108 g$$

б) Оваа задача може да се реши на два начина. Еден од начините е да се реши во два чекора, така што од податокот за бројот на молекули аспартам ќе се пресмета количеството аспартам, а потоа, знаејќи ја моларната маса, ќе се пресмета масата. Другиот начин е директно да се изрази масата, така што количеството аспартам ќе се изрази како однос од бројот на единици и Авогадровата константа.

$$m(\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_5) = n(\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_5) \cdot M(\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_5)$$

$$m(\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_5) = \frac{N(\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_5) \cdot M(\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_5)}{N_A}$$

$$m(\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_5) = \frac{1 \cdot 10^9 \cdot 294,30 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 48,89 \cdot 10^{-14} \text{ g} \approx 4,9 \cdot 10^{-13} \text{ g}$$

$$m(\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_5) = 4,9 \cdot 10^{-13} \text{ g} = 4,9 \cdot 10^{-13} \cdot 10^{12} \text{ pg} = 0,49 \text{ pg}$$

$$m(\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_5) = 0,49 \text{ pg}$$



**Пример 3.10.** Во процесот на ферментација на глюкоза, при правење вино, се ослободиле 88,4 g јаглерод диоксид. Колкав волумен би зафаќала оваа маса  $\text{CO}_2$  при стандардни услови?

Дадено е:

$$m(\text{CO}_2) = 88,4 \text{ g}$$

$$V_m = 22,4 \text{ dm}^3/\text{mol}$$

Се бара:

$$V(\text{CO}_2)_{\text{с.у.}} = ?$$

**Решение:** За да го пресметаме волуменот на јаглерод диоксид при стандардни услови, треба да ја примениме равенката (15), т. е.

$$V(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot V_m$$

Количеството  $\text{CO}_2$  може да го изразиме како однос меѓу масата и неговата моларна маса. Оттука:

$$V(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2) \cdot V_m}{M(\text{CO}_2)} = \frac{88,4 \text{ g} \cdot 22,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}}{44,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 44,99 \text{ dm}^3 \approx 45 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{CO}_2) = 45 \text{ dm}^3$$



**Пример 3.11.** Колкав број атоми се содржат во парче кобалт во форма на квадар со димензии:  $a = 3 \text{ cm}$ ;  $b = 1 \text{ cm}$ ;  $c = 0,5 \text{ cm}$ ? Густината на кобалтот изнесува  $8,9 \text{ g/cm}^3$ .

Дадено е:

$$a = 3 \text{ cm}$$

$$b = 1 \text{ cm}$$

$$c = 0,5 \text{ cm}$$

$$\rho(\text{Co}) = 8,9 \text{ g/cm}^3$$

Се бара:

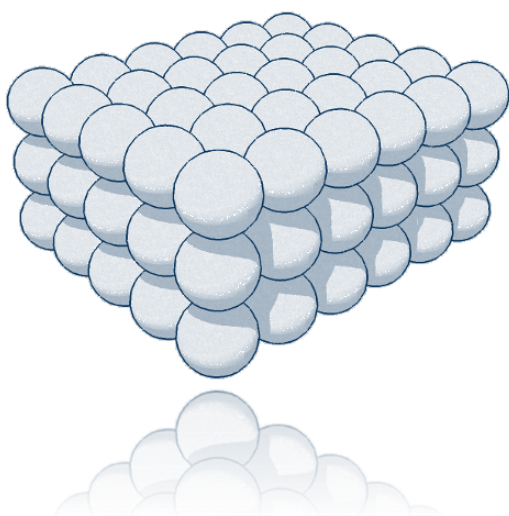
$$N(\text{Co}) = ?$$

**Решение:** За да го најдеме бројот на атоми кобалт, потребно е да се знае количеството на кобалт што се содржи во парчето. Количеството не е дадено, но знаеме дека тоа може да се пресмета како количник од масата и моларната маса на кобалтот. Не ја знаеме ниту масата, но имаме податоци за густината и за димензиите на парчето кобалт од кои може да се пресмета волуменот на парчето. Од овие податоци може да се пресмета масата на кобалтот. Значи, редоследот на применетите чекори ќе биде:

волумен  $\rightarrow$  маса  $\rightarrow$  количество  $\rightarrow$  број на единици

Но, сите овие чекори може да ги внесеме во следниов израз:

$$N(\text{Co}) = n(\text{Co}) \cdot N_A = \frac{m(\text{Co}) \cdot N_A}{M(\text{Co})} = \frac{\rho(\text{Co}) \cdot V(\text{Co}) \cdot N_A}{M(\text{Co})}$$



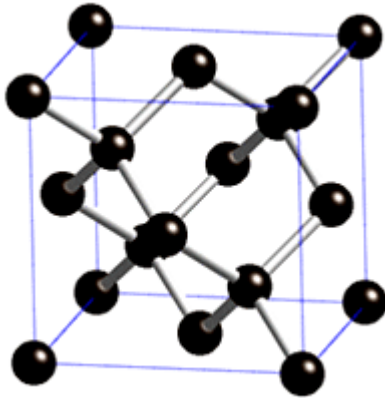
Сл. 3.6. Шематски приказ на квадар изграден од атоми.



$$V(\text{Co}) = 3 \text{ cm} \cdot 1 \text{ cm} \cdot 0,5 \text{ cm} = 1,5 \text{ cm}^3$$

$$N(\text{Co}) = \frac{8,9 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot 0,5 \text{ cm}^3 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}}{58,93 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,4547 \cdot 10^{23} \approx 4,5 \cdot 10^{22}$$

$$N(\text{Co}) = 4,5 \cdot 10^{22}$$



Сл. 3.7. Елементарна ќелија на дијамант.

**Пример 3.12.** Дијамантот (една од алотропските модификации на јаглерод) кристализира во кубична кристална решетка со страна 356,7 pm. Елементарната ќелија на дијамантот содржи 8 јаглеродни атоми. Колку изнесува густината на дијамантот изразена во g/cm<sup>3</sup>?

Дадено е:

$$a = 356,7 \text{ pm}$$

$$N(\text{C}) = 8$$

Се бара:

$$\rho(\text{дијамант}) = ?$$

**Решение:** Густината претставува однос меѓу масата на определена супстанца и волуменот што соодветствува на таа маса. Во задачата не се дадени експлицитно ниту масата, ниту волуменот, но очигледно волуменот може да го пресметаме врз основа на податокот за должината на страната на елементарната ќелија што е кубична, т. е. претставува коцка. За да ја пресметаме масата, освен моларната маса на јаглеродот, потребно е да го знаеме и количеството. Количеството, пак, може да го пресметаме според податокот за бројот на јаглеродни атоми во елементарната ќелија и Авогадровата константа.

$$\rho(\text{дијамант}) = \frac{m(\text{дијамант})}{V(\text{дијамант})} = \frac{n(\text{C}) \cdot M(\text{C})}{V(\text{дијамант})} = \frac{N(\text{C}) \cdot M(\text{C})}{N_A \cdot V(\text{дијамант})}$$

$$V(\text{дијамант}) = a^3$$

Во задачата се бара густината да биде изразена во единицата g/cm<sup>3</sup>. Затоа, волуменот на дијамантот треба да го изразиме во cm<sup>3</sup>, а должината на страната на елементарната ќелија треба од пикометри да ја претвориме во центиметри.

$$a = 356,7 \text{ pm} = 356,7 \cdot 10^{-12} \text{ m} = 3,567 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 3,567 \cdot 10^{-10} \cdot 10^2 \text{ cm} = 3,567 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$$

$$V(\text{дијамант}) = a^3 = (3,567 \cdot 10^{-8} \text{ cm})^3 = 3,567^3 \cdot (10^{-8})^3 \text{ cm}^3 = 45,385 \cdot 10^{-24} \text{ cm}^3$$

$$\rho(\text{дијамант}) = \frac{N(\text{C}) \cdot M(\text{C})}{N_A \cdot V(\text{дијамант})} = \frac{8 \cdot 12,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \cdot 4,54 \cdot 10^{-23} \text{ cm}^3} \approx 3,51 \text{ g/cm}^3$$

Квантитативниот состав на смесите или, воопшто, на системите што се состојат од повеќе компоненти многу често се изразува со т.н. **удели**. Генерално, може да кажеме дека **уделите покажуваат со колкав квантитативен дел учествува една компонента во целиот систем.**

количествен удел	броен удел	масен удел	волуменски удел
однос (количник) меѓу количеството на компонентата X и вкупното количество на сите компоненти во системот	однос меѓу бројот на единици на компонентата X и вкупниот број на единици од сите компоненти во системот	однос меѓу масата на компонентата X и вкупната маса од сите компоненти во системот	однос меѓу волуменот на компонентата X и збирот од волумените на сите компоненти во системот
$x(X) = \frac{n(X)}{\sum n_i}$	$x(X) = \frac{N(X)}{\sum N_i}$	$w(X) = \frac{m(X)}{\sum m_i}$	$\varphi(X) = \frac{V(X)}{\sum V_i}$

Уделите може да бидат количествени (молски), масени и волуменски: Со количествениот удел веќе се запознаваме кога стана збор за релативна атомска маса на природен изотоп.

Множител на уделот	Ознака	Читање
100	%	проценти
1.000	‰	промили
10 <sup>6</sup>	ppm	делови на милион (parts per million)
10 <sup>9</sup>	ppb	делови на милијарда (parts per billion)
10 <sup>12</sup>	ppt	делови на билион (parts per trillion)



Сл. 3.8. Од месинг се изработуваат различни предмети.

Без оглед на тоа за каков тип удел станува збор (количествен, масен или волуменски), уделите секогаш се броеви помали од единица, бидејќи тие се делови од целото. Но, затоа, пак, збирот на сите удели е еднаков на 1. Уделите, исто како и односите, се бездимензионални величини, меѓутоа многу често тие се изразуваат во проценти. Процентот е стоти дел од целото ( $1\% = 1/100$ ). Поради тоа, кога уделот го изразуваме во проценти, бројната вредност треба да ја помножиме со 100 %. Кога уделите се изразуваат во проценти, збирот на сите удели во системот е еднаков на 100 %. Освен во проценти, уделите може да се изразат во промили, кои претставуваат илјадити делови од целото ( $1\text{‰} = 1/1.000$ ), во ppm (parts per million), кои претставуваат милионити дел од целото ( $1\text{ ppm} = 1/10^6$ ) и во ppb (parts per billion), кои претставуваат милијардите дел од целото ( $1\text{ ppb} = 1/10^9$ ).

Да разгледаме неколку примери на задачи во врска со удели:



**Пример 3.13.** Легурата на бакар и цинк се нарекува месинг. Едно парче месинг, со маса од 250 g, содржи 175 g бакар. Колку изнесуваат масените и количествените (молски) удели на бакарот и цинкот во месингот изразени во проценти?

Дадено е:

$$m(\text{месинг}) = 250\text{ g}$$

$$m(\text{Cu; смеса}) = 175\text{ g}$$

Се бара:

$$w(\text{Cu; смеса}) = ?$$

$$w(\text{Zn; смеса}) = ?$$

$$x(\text{Cu; смеса}) = ?$$

$$x(\text{Zn; смеса}) = ?$$

Решение:

$$w(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{m(\text{месинг})} = \frac{175\text{ g}}{250\text{ g}} = 0,7 = 70\%$$

Масениот удел на цинк може да се пресмета на истиот начин, но бидејќи збирот на уделите на компонентите во целината мора да биде еднаков на 100 %, веднаш може да заклучиме дека масениот удел на цинкот е  $100\% - 70\% = 30\%$ .

$$w(\text{Cu; смеса}) = 70\% \quad w(\text{Zn; смеса}) = 30\%$$

За да ги пресметаме количествените удели на бакарот и цинкот, нивните маси најпрво треба да ги претвориме во количества.

$$n(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{M(\text{Cu})} = \frac{175\text{ g}}{63,55\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2,75\text{ mol}$$

Масата на цинк во месингот ќе ја пресметаме како разлика од масата на месингот и масата на бакарот:

$$m(\text{Zn}) = m(\text{месинг}) - m(\text{Cu}) = 250\text{ g} - 175\text{ g} = 75\text{ g}$$

$$n(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})} = \frac{75\text{ g}}{65,39\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1,15\text{ mol}$$

$$x(\text{Cu}) = \frac{n(\text{Cu})}{n(\text{Cu}) + n(\text{Zn})} = \frac{2,75\text{ mol}}{2,75\text{ mol} + 1,15\text{ mol}} = 0,705 = 70,5\%$$

$$x(\text{Zn}) = 100\% - 70,5\% = 29,5\%$$

$$x(\text{Cu; смеса}) = 70,5\% \quad x(\text{Zn; смеса}) = 29,5\%$$



**Пример 3.14.** Масениот удел на сулфурот во различните видови јаглен е многу важен показател за загадувањето на животната средина што го предизвикува согорувањето на јагленот. Имено, при согорувањето на сулфурот, во состав на јагленот, се добиваат сулфурни оксиди што се штетни за околината и што во контакт со водната пара во воздухот образуваат кисели дождови. Врз основа на следниве податоци определи кој од следниве јаглени најмалку би имал негативно влијание врз животната средина:

1. Во маса од 378 g од јаглен А се содржат 11,3 g сулфур.
2. Во маса од 495 g од јаглен В се содржат  $3,57 \cdot 10^{23}$  атома сулфур.
3. Во маса од 675 g од јаглен С се содржат 0,64 mol сулфур.

Дадено е:  
 $m(\text{јаглен A}) = 378 \text{ g}$   
 $m(\text{јаглен B}) = 495 \text{ g}$   
 $m(\text{јаглен C}) = 675 \text{ g}$   
 $m(\text{S; јаглен A}) = 11,3 \text{ g}$   
 $N(\text{S; јаглен B}) = 3,57 \cdot 10^{23}$   
 $n(\text{S; јаглен C}) = 0,64 \text{ mol}$

Се бара:  
 $w(\text{S; јаглен A}) = ?$   
 $w(\text{S; јаглен B}) = ?$   
 $w(\text{S; јаглен C}) = ?$

**Решение:** Треба да се пресмета масениот удел на сулфур во секој од трите вида јаглен и да се споредат добиените резултати.

$$w(\text{S; јаглен A}) = \frac{m(\text{S})}{m(\text{јаглен A})} = \frac{11,3 \text{ g}}{378 \text{ g}} = 0,0299 = 2,99 \%$$

$$m(\text{S; јаглен B}) = \frac{N(\text{S}) \cdot M(\text{S})}{N_A} = \frac{3,57 \cdot 10^{23} \cdot 32,06 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 19 \text{ g}$$

$$w(\text{S; јаглен B}) = \frac{m(\text{S})}{m(\text{јаглен B})} = \frac{19 \text{ g}}{495 \text{ g}} = 0,0384 = 3,84 \%$$

$$m(\text{S; јаглен C}) = n(\text{S}) \cdot M(\text{S}) = 0,64 \text{ mol} \cdot 32,06 \text{ g/mol} = 20,52 \text{ g}$$

$$w(\text{S; јаглен C}) = \frac{m(\text{S})}{m(\text{јаглен C})} = \frac{20,52 \text{ g}}{675 \text{ g}} = 0,0304 = 3,04 \%$$

**Одговор:** Масениот удел на сулфур во јагленот А е најмал (2,99 %), што значи дека тој помалку би ја загадувал животната средина во споредба со другите два. Највисока е содржината на сулфур во јагленот В (3,84 %), што значи дека при неговото согорување би се ослободило поголемо количество штетни сулфурни оксиди.



**Пример 3.15.** Волуменскиот удел на ацетон во една смеса со етанол изнесува 35 %. Колку изнесува волуменот на ацетон во 200 g од оваа смеса ако густината на смесата изнесува 0,7858 g/cm<sup>3</sup>?

Дадено е:  
 $\varphi(\text{ацетон}) = 35 \%$   
 $m(\text{смеса}) = 200 \text{ g}$   
 $\rho(\text{смеса}) = 0,7858 \text{ g/cm}^3$

Се бара:  
 $V(\text{ацетон}) = ?$

**Решение:**

Од изразот

$$\varphi(X) = \frac{V(X)}{\sum_i V_i}$$

волуменот на ацетон ќе го пресметаме како производ од волуменскиот удел на ацетонот и волуменот на смесата. За таа цел, најпрво треба да се „ослободиме“ од процентите. За да изразиме некоја бројна вредност во проценти, таа вредност треба да ја помножиме со 100 %, додека, пак, кога вредноста е изразена во проценти, треба да поделиме со 100 за да ја добиеме само бројната вредност. Така,  $\varphi(\text{ацетон}) = 35 \% = 0,35$ . Волуменот на смесата од ацетон и етанол не е познат, но се знае нејзината маса и густината, па од нив може да се пресмета волуменот.

$$\rho(\text{смеса}) = \frac{m(\text{смеса})}{V(\text{смеса})} \Rightarrow V(\text{смеса}) = \frac{m(\text{смеса})}{\rho(\text{смеса})} = \frac{200 \text{ g}}{0,7858 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}} = 254,52 \text{ cm}^3$$

$$V(\text{ацетон}) = \varphi(\text{ацетон}) \cdot V(\text{смеса}) = 0,35 \cdot 254,52 \text{ cm}^3 = 89,08 \text{ cm}^3$$

$$\mathbf{V(\text{ацетон}) = 89,08 \text{ cm}^3}$$

Ацетонот, покрај тоа што влегува во составот на отстранувачите на лак за нокти, претставува растворувач што се користи во многу различни индустриски гранки (фармација, средства за убавина и др.).

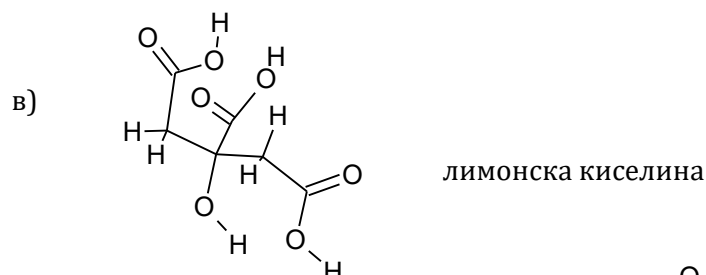
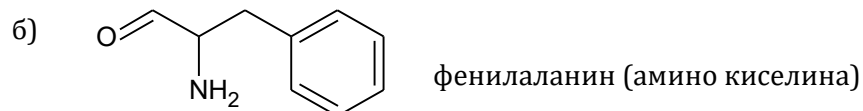
### Задачи:

- Стронциумот има четири изотопи со следните релативни атомски маси: 83,9134 u (0,56 %), 85,9094 u (9,86 %), 86,9089 u (7,00 %) и 87,9056 (82,58 %). Пресметај ја просечната релативна атомска маса на стронциумот.
- Просечната релативна атомска маса се добива со пресметки засновани врз прецизни експерименти. Како што експериментите стануваат поточни и прецизни, така се ревидираат вредностите во Периодниот систем. Еден извор на податоци од 1964 година известил дека елементот калиум се состои од 93,10 % калиум-39, кој има атомска маса 38,963714 u, 0,0118 % калиум-40 со атомска маса 39,964008 u и 6,88 % калиум-41, кој има атомска маса 40,961835 u. Користејќи ги овие податоци, пресметај ја просечната релативна атомска маса на калиумот. Заокружи го одговорот на прва децимала и спореди го со вредноста во Периодниот систем? Дали се добива иста вредност?
- Среброто што се среќава во природата се состои од два изотопи. Едниот изотоп има релативна атомска маса 106,90509 u и застапеност 51,84 %. Која е релативната атомската маса на вториот изотоп?
- Бромот во природата се среќава во два изотопи,  $^{79}\text{Br}$  и  $^{81}\text{Br}$ . Нивните релативни атомски се 78,9183 u и 80,9163 u за  $^{79}\text{Br}$  и  $^{81}\text{Br}$ , соодветно. Определи ги количествените удели на двата изотопи.
- Силициумот има три стабилни изотопи во природата, силициум-28, силициум-29 и силициум-30. Нивните релативни атомски маси се 27,9769 u, 28,9765 u и 29,9738 u, соодветно. Застапеноста на последниот изотоп е 3,1 %. Определи ги количествените удели на останатите два изотопи.
- Хромот ( $A_r = 51,9961$  u) има четири изотопи. Нивните релативни атомски маси се 49,94605 u, 51,94051 u, 52,94065 u и 53,9388 u. Застапеноста на првите два изотопи (вкупно) е 87,87 %, а последниот изотоп има застапеност од 2,365 %. Колкава е застапеноста на третиот изотоп. Определи ги и уделите на првите два изотопи.
- Колкаво е количеството на  $5,64 \cdot 10^{24}$  молекули холестерол ( $\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}$ )?
- Под претпоставка дека човечкото тело просечно содржи  $6 \cdot 10^{23}$  клетки:
  - колку мола клетки се содржат во човечкото тело?
  - колку мола клетки се содржат во сите луѓе на планетата ако бројот на луѓе на Земјата изнесува  $6 \cdot 10^9$ ?
- Во крвната плазма на здрав возрасен човек се содржат 0,142 mol натриумови јони. Колкав број натриумови јони претставува ова количество?
- Преодните метали, кои се наоѓаат во центарот на периодниот систем, имаат многу есенцијални примени како дел од значајни соединенија. Пресметај ја моларната маса на следните соединенија на преодните метали:

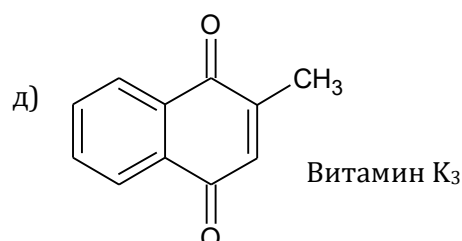
а)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ , б)  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ , в)  $\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$ , г)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{BrCl}]\text{S}$

- Определи ја моларната маса на следните органски соединенија:

а) ЕДТА (етилен диаминтетраоцетна киселина),  $[\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H})_2]_2$



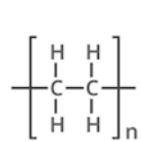
г) NADP,  $\text{C}_{21}\text{H}_{29}\text{N}_7\text{O}_{17}\text{P}_3$



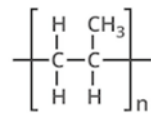


Сл. 3.9. На најголем број од пластичните продукти се среќаваат ознаки како овие дадени погоре. Различните броеви означуваат различен вид пластика, односно различни мономери од кои е добиена пластиката.

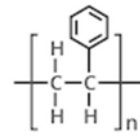
12. Мономерните единици кај некои пластики што честопати се употребуваат се следниве:



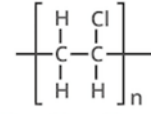
полиетен



полипропен



полистирен



поливинил хлорид

Пресметај ги моларните маси на овие мономери.

13. Минималната дневна потреба од аминокиселината леуцин,  $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{NO}_2$ , изнесува 1,1 g. Колкаво е потребното количество од оваа киселина изразено во милимолови?

14. Кофеинот,  $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$ , претставува супстанца што се користи како аналгетик (средство за смирување на болките). Колку изнесува масата на  $1,25 \cdot 10^{20}$  молекули кофеин?

15. Во крвта на жена со маса од 55 kg просечно се содржат  $7,5 \cdot 10^{-3}$  mol хемоглобин.

а) Колкав број молекули хемоглобин претставува ова количество?

б) Колкава маса хемоглобин претставува ова количество ако се знае дека релативната молекулска маса на хемоглобинот изнесува 64.456.

16. Една молекула на антибиотикот познат како пеницилин Г има маса  $5,342 \cdot 10^{-21}$  g. Колкава е моларната маса на пеницилин Г?

17. Ако се претпостави дека човечкото тело се состои од 70 % вода, колкав број молекули вода би се содржеле во човечко тело со маса од 65 kg?

18. Дијамантот е облик на чист јаглерод. Колку мола дијамант има во 1,25 каратен дијамант (1 карат = 0,200 g)? Колку атоми јаглерод има?

19. Дадените податоци подреди ги според растењето на масата: 5,06 mol  $\text{SF}_4$ ,  $8,7 \cdot 10^{21}$  молекули  $\text{Cl}_2\text{O}_7$ , 1,17 g  $\text{CH}_4$ , и  $4,17 \cdot 10^{22}$  атоми аргон.

20. Секоја доза на лек за настинка содржи 1.000 mg аналгетик ацетаминофен (со формула  $\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}$ ).

а) Колку мола ацетаминофен има во секоја доза?

б) Колкава е масата (во грамови) на 15,0 mol ацетаминофен?

21. Спанаќот, зелката и брокулата се одличен извор на витамин К ( $M = 450,7$  g/mol), кој е потребен при згругчувањето на крвта. Препорачаната дневна доза е 120  $\mu\text{g}$ . Колкав број молекули од витамин К претставува оваа маса?

22. Молекулската формула на ацетилсалицилна киселина (аспирин), еден од најчестите лекови против болки, е  $\text{HC}_9\text{H}_7\text{O}_4$ . Колку мола ацетилсалицилна киселина има во таблета со маса 0,5 g? Колку молекули од киселината има во таблетата?

23. Сулфурот постои (на различни услови) како  $\text{S}_8$ ,  $\text{S}_6$ ,  $\text{S}_4$ ,  $\text{S}_2$  и S. Колкав е бројот на молекули во 2,3 mol на секоја од супстанците? Колкава е масата во секој од примерите?

24. Апче за грло содржи ментол што има формула  $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}$ .

а) Колку мола (во  $\mu\text{mol}$ ) ментол има во 5 mg?

б) Пресметај ја масата на 1,56 mol ментол.

25. Полудрагиот камен танзанит за првпат бил откриен во Танзанија во 1967 година. Како и други драги камења, тој содржи нечистотии што му ги даваат специфичните карактеристики, но најголем удел во составот има  $\text{Ca}_2\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}(\text{OH})$ . Најголемиот камен танзанит најден досега содржел 0,555 mol  $\text{Ca}_2\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}(\text{OH})$ . Пресметај ја масата на  $\text{Ca}_2\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}(\text{OH})$  во каменот.

26. Молекулата на витамин А има формула  $\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}$ , а молекулата на витамин А<sub>2</sub> има формула  $\text{C}_{20}\text{H}_{28}\text{O}$ . Определи колкава маса од витамин А<sub>2</sub> содржи ист број молекули како 1,0 g витамин А.

27. Детскиот сируп парацетамол содржи 50 mg парацетамол во 5 mL сируп. Формулата на парацетамолот е  $\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2$ . Пресметај го бројот на молекули парацетамол во 10 mL од сирупот.

28. Некои минерални води се препорачува да се пијат поради помалата содржина на соли (јони) во нив. При анализа на една минерална вода, утврдено е дека во 1 L вода се содржат  $3,6 \cdot 10^{21}$  калциумови јони, 2 mmol натриумови јони и  $1,05 \cdot 10^{21}$  магнезиумови јони. Анализата на ист волумен вода од водовод покажала дека таа содржи 150 mg, 3,5 mg и 30 mg,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ , соодветно. Која од водите е подобра за пиење?
29. Радиусот на еден атом кислород е 1,21 Å. Колкава должина (во километри) може да се постигне ако 2,5 mol кислородни атоми се наредат еден до друг?
30. Релативно ниска количина на флуоридните јони е токсична.  $6,34 \cdot 10^{21}$  флуоридни јони на 70 kg телесна маса може да предизвика смрт. Но, за да се спречи расипувањето на забите, флуоридните јони се додаваат на водата за пиење во концентрација 1 mg на литар вода. Колку литри флуорирана вода треба некој да испие во еден ден за да го достигне токсичното ниво?
31. Најмалата маса што може да ја измери една осетлива вага е 1 mg. Дали оваа вага може да измери  $2 \cdot 10^{15}$  атоми на олово?
32. Од 200 mg  $\text{CO}_2$  се отстранети  $10^{21}$  молекули од гасот. Колкаво количество  $\text{CO}_2$  преостанало?
33. Пресметај го волуменот (во mL) што го зафаќа една молекула етанол ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) ако густината на алкохолот е  $0,789 \text{ g/cm}^3$ .
34. Елементот X гради две соединенија,  $\text{X}_2\text{Y}_3$  и  $\text{XY}_2$ , притоа 0,15 mol од  $\text{X}_2\text{Y}_3$  има маса 22,47 g, а 0,15 mol од  $\text{XY}_2$  има маса 12,44 g. Определи ја релативната атомска маса на X и Y.
35. Волуменот што го зафаќа атом на бакар во кристал, во кој количеството на бакар е 1 mol, е  $0,0118 \text{ nm}^3$ . Ако густината на кристалот на бакар е  $8,95 \text{ g/cm}^3$ , колку изнесува експерименталната вредност на Авогадровиот број?
36. Густината на вода на  $0^\circ\text{C}$  изнесува  $0,9998 \text{ g/cm}^3$ . Густината на мраз на истата температура изнесува  $0,917 \text{ g/cm}^3$ . Определи ја разликата во бројот на молекули во течната вода и мразот на  $0^\circ\text{C}$  ако волуменот на двете супстанции е  $1 \text{ cm}^3$ .
37. Некои инсекти се способни да издржат многу ниски температури бидејќи во нивната телесна течност има поголеми количества глицерол,  $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ , кој ја снижува температурата на мрзнење на растворите. Ако во 150 грама телесна течност има 28 грама глицерол, определи го масениот удел на глицеролот.
38. Анализирани е смеса што содржи  $\text{Mg}_2(\text{PO}_4)_3$  и  $\text{NiPO}_4$ . Утврдено е дека 20 g од смесата содржи 35,5 %  $\text{Mg}_2(\text{PO}_4)_3$ . Определи ја масата на компонентите на смесата.
39. Смртоносна доза на калиум цијанид внесен преку уста е 1,6 mg/kg. Пресметај ја смртоносна доза за човек со тежина од 80 kg.
40. Крвта се состои од 45 % крвни елементи и 55 % крвна плазма. Колкава е масата на крвната плазма во  $0,05 \text{ dm}^3$  крв што има густина  $2,35 \text{ g/cm}^3$ ?
41. Претпостави дека просечната маса на крвните зрнца е  $2 \cdot 10^{-8} \text{ g}$ , а 20 % од масата отпаѓа на хемоглобинот (протеин со моларна маса 68.000 g/mol). Колку молекули хемоглобин се присутни во едно црвено крвно зрнце?
42. Определи го бројот на атоми на  $^{54}\text{Fe}$  во мал кристал на железото со должина на страната од 25 nm. Густината на железото е  $7,784 \text{ g/cm}^3$ , а застапеноста на  $^{54}\text{Fe}$  во природата е 5,85 %.
43. Апче со маса 325 g ги содржи следниве компоненти: 12,5 mg Капторил, лек за висок крвен притисок, 22 mg  $\text{Mg}^{2+}$  и 0,27 mg  $\text{Ca}^{2+}$ . Пресметај го уделот на компонентите (во ppm).
44. Густината на црвените крвни зрнца изнесува околу  $1,093 \text{ g/cm}^3$ . Колкава е масата на црвени крвни зрнца со волумен од  $5,67 \text{ cm}^3$ ?
45. Масата на водата во океаните е околу  $1,8 \cdot 10^{21} \text{ kg}$ . Ако океанот содржи 1,076 % јони на натриум, колкава е масата на натриумовите јони во океанот? Колкав е уделот на натриумовите јони (во ppm)?
46. Оловото е токсичен метал што има особено големо влијание врз децата, бидејќи кај нив се задржува поголемо количество од внесеното олово во споредба со возрасните. Содржината на олово од 0,250 ppm кај децата се смета дека предизвикува заостанување во когнитивниот развој. Колку мола олово во 1,00 g детска крв одговара на содржина од 0,250 ppm?

47. Главна компонента во минералот берил претставува силикат на берилиумот со формула  $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ . Минералите честопати содржат различни примеси. Ако е познато дека густината на берилот се движи во рамките од 2,63 до 2,9 g/cm<sup>3</sup>, а уделот на силикатот ( $\text{SiO}_3$ ) во минералот е меѓу 55 и 65 %, пресметај ја најмалата маса на  $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$  во примерок со волумен 1 dm<sup>3</sup>.

48. Во една чаша вино (250 mL) се содржат, просечно, 23 g етанол ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ). Пресметај го масениот удел на етанолот во чаша вино ако густината на виното е 1,08 g/cm<sup>3</sup>.

49. Амалгамските пломби порано се употребувале во стоматологијата. Половина од составот (50 %) била течна жива, а остатокот биле сребро, калај и бакар. Пресметај ги масените удели на компонентите и масата на легурата ако таа, покрај жива, содржи и 5 g сребро,  $2 \times 10^{22}$  атоми калај и 0125 mol бакар.

50. Главните состојки на прашокот за печење се сода бикарбона,  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_2$ , и скроб. Кесичките со прашок за печење содржат 10 грама од смесата. Ако масените удели на  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_2$  и скробот се 25 % и 5 %, соодветно, а 40 % од составот отпаѓа на некои дополнителни полнителни, пресметај го бројот на единици на сода бикарбона и  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_2$  во прашокот за печење.

51. Етикетата на еден чипс е прикажана на Слика 3.10. а) Пресметај го уделот на супстанциите што се застапени во едно пакување чипс, б) Ако дневната потребна доза на витамин С, кај возрасен човек, е 90 mg, колкав процент од дневните потреби на овој витамин се задоволуваат со две пакетчиња чипс?

52. Густината на азотна киселина со масен удел на киселината 35 % е 1,62 g/cm<sup>3</sup>. Колкав волумен од киселината треба да се земе за да се добие примерок од 50 g чиста киселина?

53. Каталитичките конвертори се сложени во изведбата. Катализаторот се нанесува на сложен супстрат составен од носач во облик на саќе врз кој се нанесува метален слој. Овој метален слој е од легура на железо, хром (20-30 %) и алуминиум (4-7,5 %). Определи го најмалиот број атоми на металите во легура со маса 2 g.

54. Деутериумот е изотоп на водородот со масен број 2 (<sup>2</sup>H, 2,0140 u). Во природата, застапеноста на овој изотоп е 0,015 %. Деутериумот честопати се користи во хемиски проучувања на супстанциите (механизми на реакции, присуство на некои функционални групи, во инфрацрвената спектроскопија итн.). Ако сметаме дека замената на водород во некое соединение со деутериум е 100 %, колкава маса водород гас ќе треба да се обработи за да се добијат  $3,04 \cdot 10^{22}$  атоми на деутериум (<sup>2</sup>H)?

55. Сулфатна сол на некој метал кристализира со определен број молекули вода. Утврдено е дека кристалохидратот содржи 51,22 % вода. Пресметај го бројот на молекули кристална вода во 2 g од соединението.

56. Некоје соединение во гасна фаза може да постои како мономер и димер. На 140 °C помеѓу овие два облици постои рамнотежа, при што во системот има 45 % од мономерот чија моларна маса е 46 g/mol. Пресметај ја разликата на масите и бројот на единици во 350 cm<sup>3</sup> смеса на 140 °C ако нејзината густина изнесува 1,54 g/cm<sup>3</sup>.

57. Елементарната ќелија на никелот е кубична, со должина на страната  $a = 3,52 \cdot 10^{-10}$  m. Густината на никелот изнесува 8,91 g cm<sup>-3</sup>. Да се пресмета релативната атомска маса на никелот ако се знае дека во елементарната ќелија има четири атоми никел.

58. Елементарниот паладиум кристализира во странично центрирана коцка со должина на страната  $a = 3,89 \cdot 10^{-10}$  m. Колкава е густината на паладиумот ако во составот на елементарната ќелија влегуваат четири атоми паладиум?

59. Бакарот кристализира во кубична кристална решетка со страна  $a = 361$  pm. Густината на бакарот изнесува 8,93 g cm<sup>-3</sup>. Колку изнесува бројот на атоми бакар во елементарната ќелија?

60. Со електронски микроскоп е утврдено дека еден крвен вирус има форма на правилен цилиндар со должина од 300 nm и дијаметар од 15 nm. Измерена е и густината на вирусот и таа изнесува 1,37 g/cm<sup>3</sup>. Колку изнесува релативната молекулска маса на вирусот?

61. Главни причинители на киселите дождови се азотните оксиди и сулфур диоксидот чие присуство во атмосферата е зголемено во индустриските зони, како и поради издувните гасови од автомобилите. Колку молови претставуваат 89,2 L SO<sub>2</sub> мерен при стандардни услови?

Нутритивни вредности	
1 порција	150 g
Големина на порција	1 пакетче
Количина по порција	150
<b>Вкупни масти</b>	<b>9 g</b>
Заситени масти	1,5 g
Транс масти	0 g
<b>Холестерол</b>	<b>0 g</b>
<b>Натриум</b>	<b>150 mg</b>
<b>Вкупни јаглехидрати</b>	<b>15 g</b>
Прехранбени влакна	1 g
<b>Протеини</b>	<b>2 g</b>
Витамин D	0 g
Калциум	0 g
Железо	0,6 mg
Калиум	300 mg
Витамин C	12,5 mg

Сл. 3.10. Етикета – состав на чипс.

62. Фреонот ( $C_2Cl_2F_2$ ) се користи како средство за ладење во разладните уреди. Оваа супстанца е, исто така, и една од супстанците што ја разоруваат озонската обвивка на атмосферата. Колкав број молекули фреон се содржат во волумен од  $1,53 \text{ m}^3$  мерен при стандардни услови?

63. Во лабораторија се добиени неколку гасови при стандардни услови. Собрани се хлор, азот и амонијак, чии количества изнесувале  $1 \text{ mol}$ ,  $2 \text{ mol}$  и  $3 \text{ mol}$ . Кој од гасовите има најголем волумен? А, кој има најголема маса?

64. Јаглерод монооксидот претставува крвен отров бидејќи се сврзува со железото од хемоглобинот и на тој начин го спречува транспортот на кислород до клетките. Смртоносната доза на јаглерод монооксид изнесува  $2,38 \cdot 10^{-4} \text{ g}$  на еден литар крв.

а) Колку молекули јаглерод монооксид се содржат во смртоносната доза?

б) Колкав волумен јаглерод диоксид, мерен при стандардни услови, претставува смртоносната доза?

65. Максимално дозволената маса амонијак во  $100 \text{ грама}$  воздух изнесува  $2,8 \cdot 10^{-3} \text{ g}$ . Колкав волумен амонијак, мерен при стандардни услови, претставува оваа маса?

66. Сулфуроводородот претставува многу силен крвен отров. Колкава е масата на  $1 \text{ m}^3$  сулфуроводород мерен при стандардни услови?

67. При испитување некој гас било утврдено дека  $1,32 \text{ g}$  од гасот при стандардни услови има волумен  $672 \text{ cm}^3$ . Пресметај ја моларната маса на гасот.

68. Молскиот удел на кислородот во воздухот е  $21 \%$ . Просечната моларна маса на воздухот е  $29 \text{ g/mol}$ . Пресметај го: а) бројот молекули кислород и б) волуменот на кислородот во  $1 \text{ m}^3$  воздух (при стандардни услови).

69. За изведување еден експеримент се потребни  $2,5 \text{ dm}^3$  јаглерод диоксид. Гасот бил синтетизиран при изведување реакција меѓу мермер и хлороводородна киселина. Притоа било измерено дека масата на добиениот гас е  $5,5 \text{ g}$ . Дали е добиено доволно јаглерод диоксид за изведување на експериментот ако претпоставиме дека тој се наоѓа во стандардни услови?

70. Во хемиските експерименти, инертна атмосфера честопати се обезбедува со пропуштање гасовит азот низ реакциониот систем. При изведување некоја реакција во сад со волумен  $500 \text{ cm}^3$ , садот бил наполнет со  $150 \text{ cm}^3$  реакциона смеса, а над течноста бил исполнет со азот. Колку молекули азот има во садот (под претпоставка дека условите се блиску до стандардните)?

71. За испитување на гасовите емитувани од една фабрика, собиран е примерок од испуштениот гас во текот на  $5$  минути. Добиеениот волумен гас бил  $5,5 \text{ dm}^3$ . Утврдено е дека главните загадувачки супстанции во гасната смеса се  $SO_2$  и  $NO_2$ . Волуменските удели на овие гасови биле  $20 \%$  сулфур диоксид и  $17,5 \%$  азот диоксид. Ако смесата се наоѓа во стандардни услови, колкава маса од овие оксиди се емитувала во атмосферата во текот на еден ден?

72. Два гаса, X и Y, при стандардни услови имаат ист волумен. При нивна анализа било утврдено дека масата на гасот X е  $4 \text{ g}$ , а неговата моларна маса  $80 \text{ g/mol}$ . Определи ја моларната маса на гасот Y ако неговата маса била  $3,5 \text{ g}$ .

*Производството и продажбата на супстанции што ја уништуваат озонската обвивка во земјите членки на Европската агенција за животна средина значително се намалило од 1989 година. Но, и покрај тоа, поради долгиот живот на загадувачките супстанции во атмосфера-рата, обновата на озонската обвивка може да не биде целосна ниту по 2050 година.*

*- Европска агенција за животна средина*

73. \*Во некои земји, дезинфекцијата на водата за пиење се врши со озонирање (спроведување озон во вода). Добивањето на озонот честопати се прави со пропуштање струја со висок напон низ чист и сув воздух. Ефикасноста на овој процес е мала и само околу  $5 \%$  од кислородот се претвора во озон. Пресметај колкав волумен воздух ( $\text{m}^3$ ) при стандардни услови е потребен за добивање  $500 \text{ g}$  озон (количествениот удел на кислородот во воздухот е  $21 \%$ ).

74. \*Една легура на бизмут, олово и калај има ниска температура на топење (малку повисока од  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Односот на бројот на атоми на бизмут, олово и калај е  $10 : 6 : 5$ , соодветно. Колкава маса од легурата содржи вкупно еден мол од елементите?

Обиди се!



# 4 ГАСНИ ЗАКОНИ

Состојбата на секој гас е определена со неговото количество –  $n$ ; неговиот волумен –  $V$ , притисокот –  $P$  и температурата –  $T$  на која се наоѓа. Условите при кои  $P = 101325 \text{ Pa}$ ,  $T = 273,15 \text{ K}$  и  $V = 0,0224 \text{ m}^3$  се нарекуваат **стандардни услови** и се бележат со  $P_0, T_0, V_0$ .

Наједноставен приод за разгледување на состојбата на гасовите е со концептот за „**идеален гас**“. Под идеален гас се подразбира таков гас (кој реално не постои) кај кој големината на честичките и интеракциите меѓу нив се занемарливо мали. При високи температури и ниски притисоци, голем број од реалните гасови се приближуваат до идеални. Промените на состојбата на некои идеални гасови се покоруваат на т.н. **гасни закони**, со кои се претставува меѓусебната зависност на две величини со кои се определува состојбата на гасот при константна вредност на другите две.

**1. Бојл-Мариотов (Boyl-Maiotte) закон:** За константно количество гас при константна температура, производот од притисокот и волуменот е константен.

$$P \cdot V = k \quad (n = \text{const}; T = \text{const.}) \quad (1)$$

или

$$P_0 \cdot V_0 = P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = \dots \quad (2)$$

**2. Геј-Лисаков (Gay-Lussac) закон:** При константен волумен, притисокот на определено количество гас е правопрпорционален со температурата, т. е. количникот од притисокот и температурата е константен.

$$P = k \cdot T \quad (n = \text{const}; V = \text{const.}) \quad (3)$$

или

$$\frac{P_0}{T_0} = \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \dots = k \quad (4)$$

**3. Шарлов (Charles) закон:** При константен притисок, волуменот на определено количество гас е правопрпорционален со температурата, т. е. количникот од волуменот и температурата е константен.

$$V = k \cdot T \quad (n = \text{const}; P = \text{const.}) \quad (5)$$

или

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \dots = k \quad (6)$$

**4. Авогардров (Avogadro) закон:** При иста температура и притисок, исти волумени од различни гасови содржат ист број молекули (честички). Ако количеството на гасот е еден мол, тогаш бројот на неговите молекули е  $6,022 \cdot 10^{23}$ . Тоа значи дека **при исти услови, еден мол од кој било гас ќе зафаќа ист волумен**. При стандардни услови, тој волумен изнесува  $22,4 \text{ dm}^3$ . Односот на волуменот на гасот и неговото количество се нарекува **моларен волумен**.

$$V = k \cdot n \quad (T = \text{const}; P = \text{const.}) \quad (7)$$

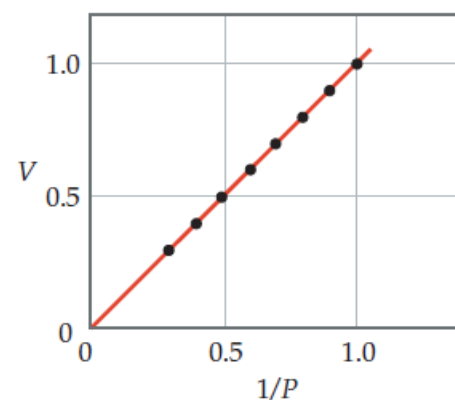
или

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} = \dots = k \quad (8)$$

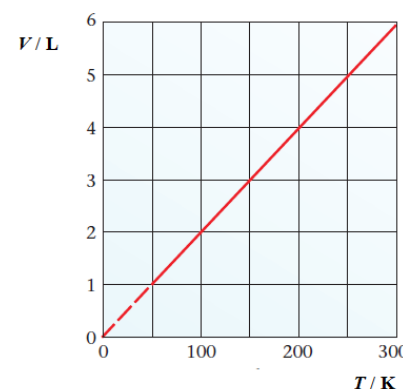
$$V_m = \frac{V}{n} \quad (9)$$

При стандардни услови, моларниот волумен на кој било **гас** изнесува  $22,4 \text{ dm}^3/\text{mol}$ .

Во сите равенки што се однесуваат на гасните закони се работи со **термодинамичка температура** (која се изразува во келвини)!



Сл. 4.1. Зависност на волуменот и притисокот.



Сл. 4.2. Зависност на волуменот и температурата.



22,4 L

1 mol

4,00 g



22,4 L

1 mol

28,00 g



22,4 L

1 mol

16,00 g

Да разгледаме неколку задачи во кои се применуваат овие гасни

**Пример 4.1.** За стерилизација на биолошки и медицински прибор се користи автоклав (контејнер што се загрева под зголемен притисок). Ако во автоклавот има водена пара на  $100\text{ }^\circ\text{C}$  и притисок од  $1\text{ atm}$ , а потоа таа се загрее на  $150\text{ }^\circ\text{C}$ , колкав ќе биде притисокот во автоклавот изразен во паскали?

Дадено е: Се бара:

$$T_1 = 100\text{ }^\circ\text{C}$$

$$P_2 = ?$$

$$T_2 = 150\text{ }^\circ\text{C}$$

$$P_1 = 1\text{ atm}$$

**Решение:**

Во оваа задача се бара да се најде промената на притисокот со промена на температурата. Очигледно, за да ја решиме оваа задача, треба да го примениме Геј-Лисаковиот закон (равенка 4), бидејќи и волуменот на автоклавот, како и количеството водена пара се константни. Но, најпрво треба да направиме претворба на единиците. Како што кажавме претходно, во равенките за гасни закони секогаш се работи со термодинамичка температура, па затоа дадената температура мора да ја изразиме во келвини. Покрај тоа, бидејќи се бара резултатот да се изрази во паскали, притисокот  $P_1$  мора да го претвориме од atm во Pa.

$$T_1 = 100\text{ }^\circ\text{C} = (100 + 273)\text{ K} = 373\text{ K}$$

$$P_1 = 1\text{ atm} = 101325\text{ Pa}$$

$$T_2 = 150\text{ }^\circ\text{C} = (150 + 273)\text{ K} = 423\text{ K}$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 \cdot T_2}{T_1} = \frac{101325\text{ Pa} \cdot 423\text{ K}}{373\text{ K}} = 114907,44\text{ Pa}$$

$$P_2 = 114907\text{ Pa}$$

Во САД, температурата честопати се изразува во степени фаренхајти ( $^\circ\text{F}$ ). Оваа скала е направена така што 32 степени одговара на температурата на мрзнење на водата, а 212 на температурата на нејзиното вриење. Релациите со Целзиусовата и Келвиновата скала се следниве:

$$T(^{\circ}\text{F}) = 9/5 \cdot T(^{\circ}\text{C}) + 32$$

$$T(^{\circ}\text{F}) = (T(\text{K}) - 273,15) \cdot 9/5 + 32$$

Внимавај:  $1\text{ }^\circ\text{F} \neq 1\text{ }^\circ\text{C}$

**Пример 4.2.** Волумен од  $2,58\text{ L}$  гас, земен за анализа на  $15\text{ }^\circ\text{C}$ , е пренесен во просторија загреана на  $38\text{ }^\circ\text{C}$ . Колкав волумен ќе зафаќа гасот на оваа температура?

Дадено е:

$$T_1 = 15\text{ }^\circ\text{C} = (15 + 273)\text{ K} = 288\text{ K}$$

$$T_2 = 38\text{ }^\circ\text{C} = (38 + 273)\text{ K} = 311\text{ K}$$

$$V_1 = 2,58\text{ L}$$

Се бара:

$$V_2 = ?$$

**Решение:**

Во оваа задача треба да се најде промената на волуменот со промена на температурата при константен притисок и количество гас, што значи дека треба да го примениме Шарловиот закон (равенка 6).

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 \cdot T_2}{T_1} = \frac{2,58\text{ L} \cdot 311\text{ K}}{288\text{ K}} = 2,79\text{ L}$$

$$V_2 = 2,79\text{ L}$$

**Пример 4.3.** Во болничко возило се пренесува пациент до најблиската болница. Притоа тој треба на секоја минута да вдишува  $175\text{ mL}$  кислород при атмосферски притисок од  $100\text{ kPa}$  и температура од  $20\text{ }^\circ\text{C}$ . Во возилото има боца со кислород од  $2\text{ L}$ , под притисок од  $10^6\text{ Pa}$ , на иста температура. а) За колку време е доволно ова количество кислород? б) Ако возилото се движи со просечна брзина од  $60\text{ km/h}$ , колку мора да биде оддалечена најблиската болница за да биде доволна една боца кислород за пациентот?

Дадено е:

$$T_1 = 20\text{ }^\circ\text{C} = (20 + 273)\text{ K} = 293\text{ K}$$

$$P_1 = 10^6\text{ Pa} = 10^6 \cdot 10^{-3}\text{ kPa} = 10^3\text{ kPa}$$

$$P_2 = 100\text{ kPa} = 10^2\text{ kPa}$$

$$V_1 = 2\text{ L}$$

$$V(\text{вдиш.}) = 175\text{ mL/min} = 0,175\text{ L/min}$$

$$v = 60\text{ km/h}$$

Се бара:

$$\text{а) } t = ?$$

$$\text{б) } s = ?$$

**Решение:**

Боцата со кислород е под висок притисок, а кога ќе се отвори со цел пациентот да вдишува кислород, притисокот се намалува. Притоа температурата не се менува, што значи дека ќе дојде до промена на волуменот според Бојл-Мариотовиот закон (равенка 2).

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{P_1 \cdot V_1}{P_2} = \frac{10^3 \text{ kPa} \cdot 2 \text{ L}}{10^2 \text{ kPa}} = 20 \text{ L}$$

Значи, со намалување на притисокот, волуменот на кислородот ќе се зголеми на 20 L. Меѓутоа, вкупниот волумен кислород што ќе го вдиши пациентот нема да биде 20 L, бидејќи дел од кислородот го исполнил волуменот на боцата (2 L). Според тоа, вкупниот волумен кислородот што ќе го вдиши пациентот ќе изнесува  $20 \text{ L} - 2 \text{ L} = 18 \text{ L}$ .

Знаејќи дека за една минута пациентот вдишува 0,175 L кислород, времето за кое ќе ги вдиши овие 18 L ќе изнесува:

$$\frac{18 \text{ L}}{0,175 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}} = 102,86 \text{ min} \approx 103 \text{ min}$$

$$t = 103 \text{ min}$$

б) Просечната брзина на движење на возилото е  $60 \text{ km/h} = 60 \text{ km}/60 \text{ min} = 1 \text{ km}/\text{min}$ . Според тоа, патот,  $s$ , што треба да го измине возилото за 103 min ќе изнесува:

$$s = v \cdot t = 1 \frac{\text{km}}{\text{min}} \cdot 103 \text{ min} = 103 \text{ km}$$

$$\text{б) } s = 103 \text{ km}$$



Сл. 4.3. Илустрација на медицинска боца за кислород.

**Пример 4.4.** На температура од  $25^\circ\text{C}$  и притисок од  $1 \text{ atm}$ ,  $0,5 \text{ mol}$  кислород зафаќаат волумен од  $12,2 \text{ dm}^3$ . Колкав волумен ќе зафаќаат  $0,33 \text{ mol}$  озон при иста температура и ист притисок?

Дадено е:

$$n_1(\text{O}_2) = 0,5 \text{ mol}$$

$$V_1(\text{O}_2) = 12,2 \text{ dm}^3$$

$$n_2(\text{O}_3) = 0,33 \text{ mol}$$

Се бара:

$$V(\text{O}_3) = ?$$

**Решение:**

Во оваа задача треба да се најде волуменот на определено количество гас според познато количество и волумен на друг гас, кога двата гаса се наоѓаат на иста температурата и ист притисок. Ова значи дека треба да го примениме Авогадровиот закон (равенка 8).

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 \cdot n_2}{n_1} = \frac{12,2 \text{ L} \cdot 0,33 \text{ mol}}{0,5 \text{ mol}} = 8,1 \text{ L}$$

$$V_2 = 8,1 \text{ L}$$

Првите три гасни закони може да се искombинираат во следнава форма:

$$\frac{P_0 \cdot V_0}{n_0 \cdot T_0} = \frac{P_1 \cdot V_1}{n_1 \cdot T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{n_2 \cdot T_2} = k \quad (10)$$

Да го разгледаме ова во следниов пример:

**Пример 4.5.** Еден стаклен сад со волумен од  $200 \text{ cm}^3$  е наполнет со хелиум на температура од  $27^\circ\text{C}$  и атмосферски притисок. Садот, преку чеп, е поврзан со друг евакуиран стаклен сад со волумен од  $1,8 \text{ dm}^3$ . Колку ќе изнесува притисокот на гасот ако се отвори чепот, а температурата се намали на  $15^\circ\text{C}$ ?

Дадено е:

$$V_1(\text{He}) = 200 \text{ cm}^3 = 0,2 \text{ dm}^3$$

$$P_1(\text{He}) = 101325 \text{ Pa}$$

$$T_1(\text{He}) = 27^\circ\text{C} = 300 \text{ K}$$

$$V_2(\text{He}) = (0,2 + 1,8) \text{ dm}^3 = 2 \text{ dm}^3$$

$$T_2(\text{He}) = 15^\circ\text{C} = 288 \text{ K}$$

Се бара:

$$P_2(\text{He}) = ?$$

### Решение:

На почетокот, во едниот стаклен сад има извесно количество хелиум при определени услови ( $V_1, P_1, T_1$ ). Кога ќе се отвори чепот, истото количество хелиум ќе го заземе целиот волумен што му е на располагање, односно вкупниот волумен од двата сада. Истовремено, се намалува и температурата на садот, што значи дека се менуваат условите при кои првично се наоѓал хелиумот. Поради тоа што се смениле волуменот и температурата на гасот, мора да се смени и неговиот притисок. Затоа, ќе ја примениме равенката (10).

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 \cdot V_1 \cdot T_2}{T_1 \cdot V_2}$$

$$P_2 = \frac{101325 \text{ Pa} \cdot 0,2 \text{ dm}^3 \cdot 288 \text{ K}}{300 \text{ K} \cdot 2,0 \text{ dm}^3} = 9737,2 \text{ Pa} = 9,74 \text{ kPa}$$

$$P_2 = 9,74 \text{ kPa}$$

Ако во изразот (10) се вклучи и количеството од гасот, се добива следнава равенка:

$$\frac{P_0 \cdot V_0}{n_0 \cdot T_0} = \frac{P_1 \cdot V_1}{n_1 \cdot T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{n_2 \cdot T_2} = k \quad (11)$$

$$\frac{P \cdot V}{n \cdot T} = k \quad (12)$$

$$R = 8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$= 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Бидејќи  $P_0, T_0, V_0$  се константи, за општ случај, изразот може да се напише како:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad (13)$$

$$V = \frac{nRT}{P}$$

$$n = \frac{PV}{RT}$$

$$T = \frac{PV}{nR}$$

Оваа равенка е позната како **равенка за состојбата на идеален гас** или како **Клапејронова равенка**. Во горната равенка,  $R$  е т.н. **универзална гасна константа**. За еден мол од гасот, при стандардни услови, нејзината вредност изнесува:

$$R = \frac{P_0 \cdot V_0}{n \cdot T_0} = \frac{101325 \text{ Pa} \cdot 0,0224 \text{ m}^3}{1 \text{ mol} \cdot 273 \text{ K}} = 8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

Оваа бројна вредност за гасната константа одговара на соодветните единици, затоа кога се употребува таа, притисокот мора да биде изразен во паскали, а температурата во келвини!

Клапејроновата равенка е многу важна равенка, бидејќи со едноставна замена на количеството гасовита супстанца, како  $m/M$ , може да се најде масата на гасот (ако знаеме за кој гас станува збор), како и моларната маса на непознат гас. Покрај тоа, количеството гас може да го изразиме и како  $N/N_A$  и да го пресметаме бројот на честички од гасот.

Единици

P	→	Pa
V	→	m <sup>3</sup>
T	→	K

$$P \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \Rightarrow M = \frac{m \cdot R \cdot T}{P \cdot V} \quad (14)$$

$$P \cdot V = \frac{N}{N_A} \cdot R \cdot T \Rightarrow N = \frac{P \cdot V \cdot N_A}{R \cdot T} \quad (15)$$

Да разгледаме неколку примери:



**Пример 4.6.** Метанот,  $\text{CH}_4$ , е стакленички гас што во мали количини го има во атмосферата. Во природата потекнува, главно, од микроорганизми што анаеробно ги претвораат органските соединенија во метан (метаногенеза), а кои се широко распространети во водните екосистеми, и од преживари. Во сад со волумен од  $0,5 \text{ m}^3$  собран е метан на притисок од  $2 \cdot 10^2 \text{ kPa}$  и температура од  $300 \text{ K}$ . Пресметај ги: а) масата на метан и б) бројот на молекули на метан.

**Решение:**

Дадено е:

$V(\text{CH}_4) = 0,5 \text{ m}^3$

$P(\text{CH}_4) = 2 \cdot 10^2 \text{ kPa} = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

$T = 300 \text{ K}$

$R = 8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

Се бара:

$m(\text{CH}_4) = ?$

$N(\text{CH}_4) = ?$

Задачата може да се реши со примена на Клапејроновата равенка (13) на два начина: или со директна примена на равенките 14 и 15, или, пак, така што од Клапејроновата равенка ќе се пресмета  $n$ , а потоа од  $n$  ќе се пресметаат масата и бројот на молекули на метан. Задачата под а) ќе ја решиме на овој начин, а под б) со директна примена на равенката 14.

$$\text{а) } P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \frac{2 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0,5 \text{ m}^3}{8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 300 \text{ K}} = 40,09 \text{ mol}$$

$M_r(\text{CH}_4) = 16,04$

$m(\text{CH}_4) = n(\text{CH}_4) \cdot M(\text{CH}_4) = 40,09 \text{ mol} \cdot 16,04 \text{ g/mol} = 643,04 \text{ g} \approx 0,64 \text{ kg}$

$$\text{б) } N = \frac{P \cdot V \cdot N_A}{R \cdot T} = \frac{2 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0,5 \text{ m}^3 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}}{8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 300 \text{ K}} = 241,43 \cdot 10^{23} \approx 2,41 \cdot 10^{25}$$

$N = 2,41 \cdot 10^{25}$

$m = 0,64 \text{ kg}$



**Пример 4.7.** Во сад со волумен од 11,2 L се собрани 13 g од некој непознат гас при стандардни услови. Колку изнесува моларната маса на непознатиот гас?

Дадено е:

$V(\text{гас}) = 11,2 \text{ L} = 11,2 \text{ dm}^3 = 11,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 1,12 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$

$m(\text{гас}) = 13 \text{ g}$

Се бара:

$M(\text{гас}) = ?$

**Решение:**

$T = 273 \text{ K}$

$P = 101325 \text{ Pa}$

$R = 8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$M = \frac{m \cdot R \cdot T}{P \cdot V} = \frac{13 \text{ g} \cdot 8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 273 \text{ K}}{101325 \text{ Pa} \cdot 1,12 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3} = 26 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$M = 26 \text{ g/mol}$

Од равенката за состојбата на идеалните гасови, со преуредување, може да се изведе и израз за густината на гасот при определени услови:

$$P \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \Rightarrow M = \frac{m \cdot R \cdot T}{P \cdot V} \text{ бидејќи } \rho = \frac{m}{V} \Rightarrow P \cdot M = \rho \cdot R \cdot T$$

$$\rho = \frac{P \cdot M}{R \cdot T} \quad (16)$$

Честопати, густината на некој гас ја изразуваме во однос на некој друг гас, односно ги споредуваме нивните густини. Најчесто, оваа споредба ја правиме во однос на воздухот, сметајќи дека неговата просечна моларна маса е 29 g/mol. Односот на густината на некој гас и густината на некој друг референтен гас на иста температура и притисок се нарекува **релативна густина на гасот** и се бележи со  $D$ , која, како и сите други релативни величини, е бездимензионална величина. Всушност, при исти услови (температура и притисок), односот на густините на два гаса е еднаков со односот на нивните моларни маси.

$$D = \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{M_{r,1}}{M_{r,2}} \quad (17)$$



Сл. 4.4. Кога сублимира сув мраз (цврст јаглерод диоксид), гасовитиот  $\text{CO}_2$  се движи надолу, бидејќи има поголема густина (е „потешок“) од воздухот.

Да ги разгледаме следните примери:



**Пример 4.8.** Просечната моларна маса на атмосферата на површината на Титан (најголемиот сателит на Сатурн) изнесува 28,6 g/mol. Температурата на површината изнесува 95 K, а притисокот 1,6 atm. Пресметај ја густината на атмосферата на Титан, изразена во g/L, под претпоставка дека се однесува како идеален гас.

Дадено е:

$$M(\text{атмосф.}) = 28,6 \text{ g/mol}$$

$$T = 95 \text{ K}$$

$$P = 1,6 \text{ atm} = 1,6 \text{ atm} \cdot 101325 \text{ Pa/atm} = 162120 \text{ Pa}$$

$$R = 8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Се бара:

$$\rho(\text{атмосф.}) = ?$$

Решение:

$$\rho = \frac{P \cdot M}{R \cdot T} = \frac{162120 \text{ Pa} \cdot 28,6 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 95 \text{ K}} = 5870,42 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$\rho = 5870,42 \text{ g/m}^3 = 5870,42 \text{ g}/10^3 \text{ dm}^3 = 5,87 \text{ g/dm}^3 = 5,87 \text{ g/L}$$

$$\rho = 5,87 \text{ g/L}$$

Табела 4.1. Густина на некои гасови при стандарден притисок и температура 288 K.

Гас	M (g/mol)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )
азот	28	1.19
кислород	32	1.36
воздух	28,6	1.22
метан	16	0.42
водород	2	0.08
хелиум	4	0.18
јаглерод диоксид	44	1.61



**Пример 4.9.** Пресметај ја моларната маса на еден гас чија густина, на 25 °C и притисок од 763 mm Hg изнесува 1,64 g/L.

Дадено е:

$$\rho (\text{гас}) = 1,64 \text{ g/L} = 1,64 \text{ g}/10^{-3} \text{ m}^3 = 1,64 \cdot 10^3 \text{ g/m}^3$$

$$T = 25 \text{ }^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$$

$$P = 763 \text{ mm Hg} = 101724,69 \text{ Pa} \approx 101725 \text{ Pa}$$

$$R = 8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Се бара:

$$M(\text{гас}) = ?$$

Решение:

Од изразот:

$$\rho = \frac{P \cdot M}{R \cdot T} \Rightarrow M = \frac{\rho \cdot R \cdot T}{P} = \frac{1,64 \cdot 10^3 \text{ g} \cdot \text{m}^3 \cdot 8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K}}{101725 \text{ Pa}}$$

$$M = 39,94 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$



**Пример 4.10.** Колку изнесува релативната густина на хлорот, во однос на воздухот, при исти услови? Просечната релативна моларна маса на воздухот изнесува 29 g/mol.

Дадено е:

$$\langle M_r \rangle (\text{воздух}) = 29 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Cl}_2) = 70,91 \text{ g/mol}$$

Се бара:

$$D(\text{Cl}_2; \text{воздух}) = ?$$

Решение:

$$D(\text{Cl}_2; \text{воздух}) = \frac{\rho(\text{Cl}_2)}{\rho(\text{воздух})} = \frac{M(\text{Cl}_2)}{M(\text{воздух})}$$

$$D(\text{Cl}_2; \text{воздух}) = \frac{70,91 \text{ g/mol}}{29 \text{ g/mol}} = 2,45$$

$$D(\text{Cl}_2; \text{воздух}) = 2,45$$



**Пример 4.11.** Колку изнесува моларната маса на непознат гас ако се знае дека релативната густина на овој гас, во однос на водородот, изнесува 30,71?

Дадено е:  $D(\text{гас}; \text{H}_2) = 30,71$   
 $M(\text{H}_2) = 2,02 \text{ g/mol}$

Се бара:  $M(\text{гас}) = ?$

**Решение:**

$$D(\text{гас}; \text{H}_2) = \frac{M(\text{гас})}{M(\text{H}_2)} \Rightarrow M(\text{гас}) = D(\text{гас}; \text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2)$$

$$M(\text{гас}) = 2,02 \text{ g/mol} \cdot 30,71 = 62,03 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{гас}) = 62,03 \text{ g/mol}$$

## Гасни смеси

Гасовите може да се мешаат меѓу себе во секаков сооднос и затоа во најголем број случаи се среќаваат како гасни смеси. Кога станува збор за смеса од гасови, важи **Далтоновиот (Dalton) закон**, кој се однесува на притисокот на гасната смеса и гласи: **Притисокот на гасна смеса е еднаков на збирот на парцијалните (поединечни) притисоци на секој гас во смесата. Парцијален притисок е притисок што би го имал гасот кога самиот би го исполнувал истиот волумен што го зафаќа смесата** (во смесата, секој од гасовите го зафаќа целиот волумен што му е на располагање, т. е. волуменот на гасната смеса!).

$$P = P_A + P_B + P_C + \dots \quad (18)$$

или

$$P = \sum_i P_i \quad (19)$$

Врската меѓу парцијалниот притисок на еден од учесниците во гасната смеса (на пример, компонентата А) и вкупниот притисок на гасната смеса може да се изведе ако се направи однос помеѓу Клапејроновата равенка за компонентата А и за гасната смеса:

$$\frac{P(A) \cdot V}{P \cdot V} = \frac{n(A)}{\sum n_i} \cdot \frac{R \cdot T}{R \cdot T} \quad (20)$$

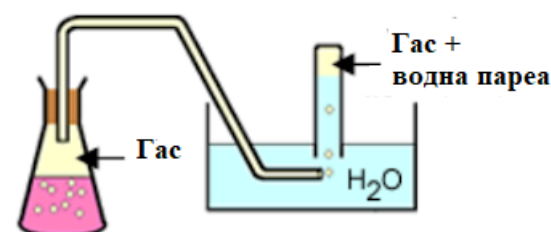
Односот меѓу количеството на еден од гасовите во гасната смеса и збирот од количествата на сите учесници претставува количествен (молски) удел на соодветниот учесник.

$$\frac{n(A)}{\sum n_i} = x(A) \Rightarrow \frac{P(A)}{P} = x(A) \Rightarrow P(A) = x(A) \cdot P \quad (21)$$

Волумените на гасовите се пропорционални со нивното количество, па врската меѓу парцијалниот притисок на гасот и вкупниот притисок може да се изрази и преку волуменскиот удел:

$$P(A) = \varphi(A) \cdot P \quad (22)$$

Секогаш кога некој гас се собира над вода, се добива смеса што се состои од гасот и водена пареа. Парцијалниот притисок на водената пареа, кој уште се нарекува и парен притисок на водата, секогаш треба да се земе предвид кога станува збор за гасна смеса во која е присутна и водена пареа. Парниот притисок на водата зависи од температурата, а вредностите за парниот притисок на водата при различни температури се дадени во Табела 3.



Сл. 4.5. Собирање гас над вода.

Водената пара, во различни количества, е присутна и во воздухот, кој, како што е познато, е смеса од гасови. Од количеството водена пара во воздухот зависи влажноста на воздухот, а таа, пак, зависи од температурата на воздухот и од атмосферскиот притисок. Всушност, за дадена температура на воздухот постои максимално можно количество водена пара во воздухот, односно максимално можен парен притисок на водената пара. Односот меѓу измерениот парен притисок на водата во воздухот, во даден момент и при дадена температура, и максималниот парен притисок на водата за таа температура (воздух заситен со водена пара) се нарекува **релативна влажност на воздухот**. Релативната влажност, најчесто, се изразува во проценти.



Сл. 4.6. Мерач на релативната влажност на воздухот.

$$\text{релативна влажност} = \frac{P(\text{H}_2\text{O})_{\text{опред.}}}{P(\text{H}_2\text{O})_{\text{макс.}}} \quad (23)$$

Имајќи ја предвид равенката (21), наместо преку парцијален притисок, релативната влажност може да се изрази и преку волуменскиот удел на водената пара во воздухот.

$$\text{релативна влажност} = \frac{\varphi(\text{H}_2\text{O})_{\text{опред.}}}{\varphi(\text{H}_2\text{O})_{\text{макс.}}} \quad (24)$$

Да разгледаме неколку примери во врска со гасни смеси.



**Пример 4.12.** При длабоко вдишување, белите дробови на некој човек зафаќаат волумен од 4 литри воздух, кој содржи водена пара,  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$  и  $\text{CO}_2$  на температура од  $37^\circ\text{C}$  и притисок од  $10^5$  Pa. Парцијалните притисоци на компонентите во алвеоларниот воздух, при овие услови, се:  $P(\text{H}_2\text{O}) = 6,18 \cdot 10^3$  Pa,  $P(\text{N}_2) = 7,48 \cdot 10^4$  Pa,  $P(\text{O}_2) = 1,37 \cdot 10^4$  Pa. Колку изнесува:

- а) парцијалниот притисок на  $\text{CO}_2$ ?  
 б) вкупната маса кислород во белите дробови?

Дадено е:

$$V(\text{воздух}) = 4 \text{ L} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$T = 37^\circ\text{C} = 310 \text{ K}$$

$$P = 10^5 \text{ Pa}$$

$$P(\text{H}_2\text{O}) = 6,18 \cdot 10^3 \text{ Pa} = 0,618 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

$$P(\text{N}_2) = 7,48 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

$$P(\text{O}_2) = 1,37 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

Се бара:

а)  $P(\text{CO}_2) = ?$

б)  $m(\text{O}_2) = ?$

**Решение:**

Според Далтоновиот закон, вкупниот притисок е збир од парцијалните притисоци на компонентите во гасната смеса. Во овој случај:

$$P = P(\text{H}_2\text{O}) + P(\text{N}_2) + P(\text{O}_2) + P(\text{CO}_2)$$

Оттука,  $P(\text{CO}_2)$  ќе го најдеме како разлика меѓу вкупниот притисок и збирот од парцијалните притисоци на останатите компоненти.

$$P(\text{CO}_2) = P - [P(\text{H}_2\text{O}) + P(\text{N}_2) + P(\text{O}_2)] = 10^5 \text{ Pa} - (0,618 + 7,48 + 1,37) \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

$$P(\text{CO}_2) = 10 \cdot 10^4 \text{ Pa} - 9,468 \cdot 10^4 \text{ Pa} = (10 - 9,468) \cdot 10^4 \text{ Pa} = 0,532 \cdot 10^4 \text{ Pa} =$$

$$5,32 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

$$P(\text{CO}_2) = 5,32 \cdot 10^3 \text{ Pa} = 5,32 \text{ kPa}$$

б) Масата на кислород ќе ја најдеме од Клапејроновата равенка, но така што во неа ќе се внесе парцијалниот притисок на кислородот.

$$P \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \Rightarrow m = \frac{P \cdot V \cdot M}{R \cdot T}$$

$$m(\text{O}_2) = \frac{P(\text{O}_2) \cdot V \cdot M(\text{O}_2)}{R \cdot T} = \frac{1,37 \cdot 10^4 \text{ Pa} \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 310 \text{ K}} = 0,68 \text{ g}$$

$$m(\text{O}_2) = 0,68 \text{ g}$$





**Пример 4.14.** Испитувањата покажале дека за растот на некои видови растенија е потребна смеса од гасови во која  $x(\text{O}_2) = 18\%$ . Ако гасната смеса зафаќа волумен од 121 L, на 295 K на притисок од 745 mm Hg, колкав број молекули кислород има во гасната смеса?

Дадено е:

$$V(\text{гасна смеса}) = 121 \text{ L} = 0,121 \text{ m}^3$$

$$T = 295 \text{ K}$$

$$P = 745 \text{ mm Hg} = 99325,16 \text{ Pa}$$

$$x(\text{O}_2) = 18\% = 0,18$$

Се бара:

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

**Решение:**

За да го определиме бројот на молекули на кислород, најпрво треба да го пресметаме парцијалниот притисок на кислородот во смесата според равенката (21)

$$P(\text{O}_2) = x(\text{O}_2) \cdot P = 0,18 \cdot 99325,16 \text{ Pa} = 17878,53 \text{ Pa}$$

За да го најдеме бројот на кислородни молекули, ќе ја примениме Клапејроновата равенка, во која  $n(\text{O}_2)$  ќе го изразиме како  $N(\text{O}_2)/N_A$ .

$$N(\text{O}_2) = \frac{P(\text{O}_2) \cdot V(\text{O}_2) \cdot N_A}{R \cdot T} = \frac{17878,53 \text{ Pa} \cdot 0,121 \text{ m}^3 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}}{8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 295 \text{ K}} = 5,317 \cdot 10^{23}$$

$$N(\text{O}_2) = 5,317 \cdot 10^{23}$$



**Пример 4.15.** Кислородот добиен при една хемиска реакција е собран над вода при температура од 22 °C и притисок од 754 mm Hg. Вкупниот волумен на собраниот гас изнесува 0,650 L. Колку изнесува масата на сувиот кислород ако се знае дека парниот притисок на водата на 22 °C изнесува 21 mm Hg?

Дадено е:

$$V(\text{собран гас}) = 0,650 \text{ L} = 6,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$T = 22 \text{ °C} = 295 \text{ K}$$

$$P = 754 \text{ mm Hg} = 100525,06 \text{ Pa}$$

$$P(\text{H}_2\text{O}) = 21 \text{ mm Hg} = 2799,77 \text{ Pa}$$

Се бара:

$$m(\text{O}_2) = ?$$

**Решение:**

При собирање гас над вода секогаш се добива смеса од гасот што се собира и водената пара. Затоа, за да ја пресметаме масата на сувиот кислород, најпрво треба да го пресметаме неговиот парцијален притисок според Далтоновиот закон.

$$P = P(\text{O}_2) + P(\text{H}_2\text{O}) \Rightarrow P(\text{O}_2) = P - P(\text{H}_2\text{O})$$

$$P(\text{O}_2) = 100525,06 \text{ Pa} - 2799,77 \text{ Pa} = 97725,29 \text{ Pa}$$

Масата на кислородот ќе ја најдеме според Клапејроновата равенка, во која  $n(\text{O}_2)$  ќе го изразиме како  $m(\text{O}_2)/M(\text{O}_2)$ .

$$m(\text{O}_2) = \frac{P(\text{O}_2) \cdot V(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2)}{R \cdot T} = \frac{97725,29 \text{ Pa} \cdot 6,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 295 \text{ K}}$$

$$= 8287,78 \cdot 10^{-4} \text{ g} = 0,83 \text{ g}$$

$$m(\text{O}_2) = 0,83 \text{ g}$$



**4.16.** Релативната влажност на воздухот при температура од 10 °C и атмосферски притисок од 98 kPa изнесува 80 %. При овие услови, парниот притисок на водата во воздух заситен со водена пара изнесува 1,228 kPa. Пресметај го волуменскиот удел на водената пара во воздухот при овие услови.

Дадено е:

$$T = 10\text{ }^{\circ}\text{C} = 283\text{ K}$$

$$P = 98\text{ kPa}$$

$$P(\text{H}_2\text{O})_{\text{макс.}} = 1,228\text{ kPa}$$

Се бара:

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

**Решение:**

Волуменскиот удел на водената пара во воздухот ќе го пресметаме врз основа на Далтоновиот закон за врската меѓу парцијалниот притисок на еден гас и вкупниот притисок на гасната смеса, т. е.  $P(\text{H}_2\text{O}) = \varphi(\text{H}_2\text{O}) \cdot P$ . За оваа цел, најпрво мора да го најдеме парцијалниот притисок на водената пара при дадените услови, користејќи ги податоците за релативната влажност на воздухот и парниот притисок на водата во воздух заситен со водена пара.

$$\text{релативна влажност} = \frac{P(\text{H}_2\text{O})}{P(\text{H}_2\text{O})_{\text{макс.}}}$$

$$0,8 = \frac{P(\text{H}_2\text{O})}{1,228\text{ kPa}} \Rightarrow P(\text{H}_2\text{O}) = 0,8 \cdot 1,228\text{ kPa} = 0,9824\text{ kPa}$$

$$P(\text{H}_2\text{O}) = \varphi(\text{H}_2\text{O}) \cdot P \Rightarrow \varphi(\text{H}_2\text{O}) = \frac{P(\text{H}_2\text{O})}{P} = \frac{0,9824\text{ kPa}}{98\text{ kPa}} = 0,01 = 1\%$$

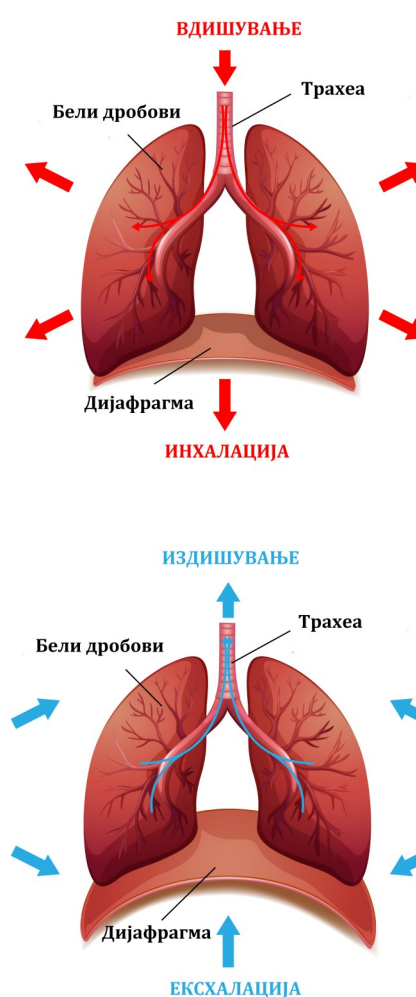
$$\varphi(\text{H}_2\text{O}) = 1\%$$

### Задачи:

1. Затворена боца за нуркање има волумен од  $8 \text{ dm}^3$  и притисок од  $140 \text{ atm}$  при температура од  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ . Колкав е притисокот на гасот во боцата на  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ ?
2. Примерок од етан ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) со волумен  $4,17 \text{ L}$  се наоѓа на температура од  $725 \text{ }^\circ\text{C}$ . Гасот потоа е изладен до  $175 \text{ }^\circ\text{C}$  на константен притисок. Колкав е волуменот на гасот по ладењето?
3. Идеален гас се наоѓа во сад со волумен  $500 \text{ cm}^3$  под притисок од  $1,5 \text{ atm}$ . Гасот потоа е компримиран до притисок од  $90,5 \text{ kPa}$ . Пресметај го волуменот на гасот во садот по компресијата.
4. Претпостави дека притисокот во автомобилска гума е  $2,3 \text{ atm}$  при температура од  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Колкава ќе биде температурата во гумата (во Pa) ако по возење од  $50 \text{ km}$ , притисокот на гумата се зголемил на  $2,5 \text{ atm}$ ?
5. Како анестетик при операциите се користи гасот именуван како халотан, кој има хемиска формула  $\text{C}_2\text{HBrClF}_3$ . Овој гас е сместен во сад со волумен  $500 \text{ mL}$  и има притисок од  $233 \text{ kPa}$ , при температура од  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Колку ќе изнесува притисокот на гасот ако тој се загрее на температура од  $37 \text{ }^\circ\text{C}$  (телесна температура)?
6. Кислородот се продава во челични боци со волумен од  $49 \text{ L}$  на притисок од  $15.000 \text{ kPa}$ . Колкав би бил волуменот на гасот на притисок од  $100 \text{ kPa}$  ако температурата останала непроменета?
7. За да влезе воздух во белите дробови, дијафрагмата и другите мускули мора да се контрахираат, со што се зголемува волуменот на белите дробови. Ова го намалува притисокот на воздухот во белите дробови и во нив влегува воздух. Кога дијафрагмата и другите мускули ќе се релаксираат, волуменот на белите дробови се намалува и воздухот излегува од белите дробови. Ако вкупниот волумен на белите дробови во мирување е  $6,00 \text{ L}$ , а почетниот притисок е  $759 \text{ mm Hg}$ , колкава е вредноста на притисокот (во паскали) кога волуменот ќе се зголеми на  $6,02 \text{ L}$ ?
8. Пресметај го волуменот на идеален гас при температура на сув мраз ( $-78,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ), течен азот ( $-195,8 \text{ }^\circ\text{C}$ ) и течен хелиум ( $-268,9 \text{ }^\circ\text{C}$ ) ако на  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  зафаќа волумен од  $5,00 \text{ L}$ .
9. Примерок од амонијак што се наоѓа на температура од  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  и притисок од  $1,8 \text{ bar}$  е загреван сè додека не достигне притисок од  $2,5 \text{ atm}$ . Која е новата температура на амонијакот?
10. Балон што се користи во метеоролошки мерења е наполнет со гас до волумен од  $15 \text{ L}$  во ден кога температурата била  $19 \text{ }^\circ\text{C}$ . Ако не дошло до губење на гасот, кој ќе биде волуменот на балонот по негово качување на висина каде што температурата е  $8 \text{ }^\circ\text{C}$ ?
11. Шприц за гас содржи  $20,0 \text{ mL CO}_2$  при температура од  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Притисокот на гасот во шприцот е  $1,0 \text{ atm}$ . Колкав ќе биде притисокот на гасот во шприцот на  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  ако гасот се притисне до волумен од  $10 \text{ mL}$ ?
12. Гасот метан е компресиран од  $20,0 \text{ L}$  на  $2,5 \text{ L}$  на константна температура. Конечниот притисок е  $12,2 \text{ atm}$ . Кој е почетниот притисок (во kPa) на метанот?
13. Балон што содржи  $1,50 \text{ L}$  воздух на  $100 \text{ kPa}$  е однесен под вода до длабочина на која неговиот притисок е  $3,04 \text{ bar}$ . Пресметај го новиот волумен на балонот. Претпостави дека температурата останала константна.
14. Во обичните автомобилски мотори, смеса од бензин и воздух се компримира во цилиндер од притисок  $1,0 \text{ atm}$  на  $9,5 \text{ atm}$ . Ако волуменот на гасната смеса пред компресијата е  $410 \text{ mL}$ , колкав е волуменот кога смесата е целосно компримирана?
15. Топка за кошарка е наполнета со воздух во гаража при температура од  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  до притисок  $55 \text{ kPa}$ . Топката е користена на игралиште каде температурата била  $-7 \text{ }^\circ\text{C}$ . Колкав бил притисокот на гасот во топката на игралиштето?
16. Гума на точак за планинско возење е надувана до притисок од  $2 \text{ bar}$  на температура од  $22 \text{ }^\circ\text{C}$ . По неколкучасовно возење, притисокот на воздухот во гумата бил  $2,2 \text{ bar}$ . Колку изнесува температурата (во степени целзиусови) на воздухот во гумата?
17. Примерок од гас со волумен  $3,0 \text{ L}$  е собран во високите слоеви на атмосферата при притисок од  $6,48 \text{ kPa}$ . Гасот потоа е компримиран во сад со волумен  $150 \text{ mL}$  на истата температура. Колку изнесува притисок на гасот во садот по компресијата?



Сл. 4.7. Автомобилска гума.

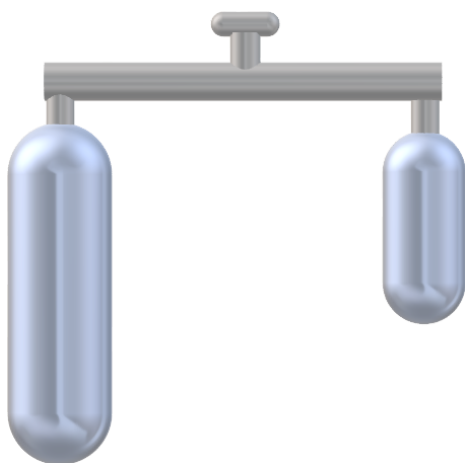


Сл. 4.8. Механизам на процесот на вдишување и издишување.



Сл. 4.9. Метеоролошки балон е балон што се користи за да се однесат инструменти во атмосферата со цел да се соберат метеоролошки податоци.

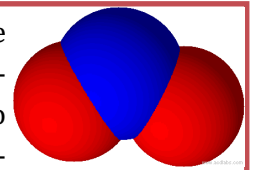
18. Затворен сад содржи метан на температура од  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Садот потоа е изладен со сув мраз ( $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), при што притисокот на метанот бил  $478,5\text{ mm Hg}$ . Колкав бил притисокот (во kPa) на гасот на почетокот?
19. Гасовит неон е затворен во сад со волумен  $3,15\text{ dm}^3$ , температурата на гасот е  $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а неговиот притисок  $95\text{ kPa}$ . Колкав ќе биде волуменот на гасот ако неговиот притисок се зголеми на  $172\text{ 500 Pa}$ ?
20. За изведување некој експеримент биле потребни  $4,83\text{ L}$  сулфур диоксид при  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  и притисок од  $1,5\text{ bar}$ . Кој ќе биде волуменот на гасот на  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  ако не се променил притисокот?
21. Уред за мерење на притисокот работи на принципот на компресирање познат волумен на гас при константна температура. Ако  $315\text{ cm}^3$  гас се компресира до волумен од  $45,7\text{ cm}^3$  под притисок од  $251\text{ kPa}$ , кој бил првичниот притисок на гасот?
22. Метеоролошки балон има волумен од  $1,3\text{ dm}^3$  при  $101\text{ kPa}$  и при температура од  $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
  - (а) Ако балонот се крене на висина каде што температурата е  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а притисокот  $23,5\text{ kPa}$ , колкав ќе биде неговиот волумен?
  - (б) Кога балонот се крева на висина од  $10\text{ km}$ , температурата е  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а неговиот волумен е  $2,9\text{ dm}^3$ . Колкав е притисокот во балонот при овие услови?
23. Примерок од некој гас зафаќа волумен од  $363\text{ mL}$  при стандардни услови. Колкав е притисокот (во kPa) на гасот ако тој се загрее на  $819\text{ }^{\circ}\text{C}$  и ако при овие услови неговиот волумен е  $235\text{ mL}$ ?
24. Примерок од фреон-12 ( $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ ) зафаќа волумен од  $25,5\text{ L}$  при  $298\text{ K}$  и  $153,3\text{ kPa}$  притисок. Определи го неговиот волумен при стандардни услови.
25. При ферментирањето на гликозата (производство на вино) се создал гас што имал волумен од  $0,78\text{ L}$  при  $20,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  и притисок од  $1\text{ bar}$ . За колку треба да се промени температурата на гасот со цел неговиот волумен да биде  $0,63\text{ L}$  и притисокот  $1,3\text{ atm}$ ?
26. При едно вдишување, просечно, се вдишуваат  $300\text{ mL}$  воздух при притисок од  $1,0\text{ atm}$  и температура од  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Пресметај колкав волумен воздух вдишуваме на планински врв каде што притисокот е  $676\text{ mm Hg}$ , а температурата  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
27. При температура од  $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ , определено количество гасовит азот има волумен од  $150\text{ mL}$  и притисок од  $100\text{ kPa}$ . До која температура треба да се загрее гасот со цел неговиот волумен да се зголеми на  $200\text{ mL}$ , а притисокот да се намали на  $90\text{ kPa}$ ?
28. Еден мол на некој гас при  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  и притисок од  $760\text{ mm Hg}$  зафаќа волумен од  $22,41\text{ L}$ . Колкав е неговиот притисок при  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  ако волуменот изнесува  $31,2\text{ dm}^3$ ?
29. Бактериска култура изолирана од отпадоци создава  $30,0\text{ mL}$  метан при  $23\text{ }^{\circ}\text{C}$  и притисок од  $1\text{ bar}$ . Колкав е волуменот на метанот при стандардни температура и притисок?
30. Сад со волумен од  $28,0\text{ L}$  е наполнет со гасовит хлор што се наоѓа на температура од  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  и притисок од  $4,65\text{ atm}$ . Содржината на садот потоа е префрлена (без загуби) во евакуиран сад со волумен од  $55,0\text{ L}$  што се наоѓал во ладна соба во која температурата била  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Колкав е притисокот (во паскали) на хлорот во садот по префрлањето?
31. Примерок од воздух е на температура од  $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ако притисокот е константен, до која температура треба да се олади воздухот со цел: а) неговиот волумен да се намали за  $25\%$ , б) волуменот да се намали на  $25\%$  од појдовната вредност?
32. Цилиндар со волумен од  $10\text{ L}$  содржи  $10\text{ g N}_2$  при температура од  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Притисокот на гасот изнесувал  $1,17\text{ atm}$ . Колкаво количество азот треба да се додаде во цилиндарот за да се зголеми неговиот притисок на  $2\text{ atm}$ ?
33. Балон што содржи  $600\text{ L}$  азот е ослободен во близината на екваторот при притисок од  $1,01\text{ atm}$  и температура од  $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ . По извесно време се спушта на северната хемисфера каде што притисокот е  $950\text{ mm Hg}$ , а температурата  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ако една половина од количеството хелиум истекла при патувањето на балонот, колкав е волуменот на балонот (во  $\text{dm}^3$ ) по спуштањето?
34. Цилиндрична боца со волумен од  $640\text{ cm}^3$  содржи  $5\text{ g}$  кислород при температура од  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  и притисок од  $2\text{ bar}$ . Садот се поврзува со друг сад со волумен  $250\text{ cm}^3$ . Притоа гасот се распоредил низ двата сада, а неговата температура се намалила на  $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Пресметај го притисокот на гасот (занемарувајќи го волуменот на делот на поврзување) во новиот систем.



Сл. 4.10. Цилиндрични садови поврзани со чеп.

35. Во затворен сад со волумен од 1 L има определено количество  $\text{CO}_2$ . Температурата во садот е  $55\text{ }^\circ\text{C}$ , а притисокот  $77\text{ kPa}$ . Пресметај колкаво количество (во  $\text{mmol}$ ) јаглерод диоксид има во садот.
36. Во сад со волумен од 1 L е затворен азот диоксид. Масата на гасот е  $500\text{ mg}$ . Колкав е притисокот на гасот ако тој се наоѓа на температура од  $20\text{ }^\circ\text{C}$ ?
37. Хипербарна комора има волумен од 200 L. Колку мола кислород се потребни за да се наполни комората при собна температура ( $23\text{ }^\circ\text{C}$ ) и притисок од  $3\text{ atm}$ ? Колку грама кислород се потребни?
38. Пропанот се втечнува на умерен притисок, поради што може голема количина пропан да се собере во садови. а) Пресметај го количеството пропан гас во сад со волумен  $55\text{ L}$  што се наоѓа на притисок од  $2\text{ atm}$  и температурата од  $27\text{ }^\circ\text{C}$ . б) Пресметај го количеството течен пропан што може да се складира во истиот сад ако густината на течноста е  $0,59\text{ g/mL}$ .
39. За дезинфекција на водите честопати се користи хлор ( $\text{Cl}_2$ ). Примерок од гасовит хлор се наоѓа во сад со волумен од  $9,22\text{ L}$  при притисок од  $5,5\text{ bar}$  и температура од  $24\text{ }^\circ\text{C}$ . Колкаво е количеството и бројот на молекули хлор присутни во садот?
40. Етилен оксидот се добива со реакција што се изведува во затворен цилиндричен сад. Садот со волумен од  $10\text{ L}$  има сигурносен вентил, кој се отвора ако притисокот достигне  $2,5\text{ atm}$ . Ако во садот се добиени  $3,78 \cdot 10^{23}$  молекули од гасот, а температурата е  $270\text{ }^\circ\text{C}$ , дали ќе се отвори вентилот?
41. Артериската крв содржи  $0,25\text{ mg}$  кислород на милилитар. Колкав притисок има кислородот во еден литар артериска крв при нормална телесна температура од  $37\text{ }^\circ\text{C}$ ?
42. Некој цилиндар за спреј што содржи аеросол има волумен од  $456\text{ mL}$  и содржи  $3,28\text{ g}$  пропан гас ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) како гориво. а) Ако садот се наоѓа на температура од  $23\text{ }^\circ\text{C}$ , колкав е притисокот во садот? б) Колкав волумен би зафаќал пропанот при стандардни услови?
43. Во издувните гасови на една фабрика има висока содржина на  $\text{NO}_2$ . Колкава маса  $\text{NO}_2$  има во  $1,5\text{ dm}^3$  издувни гасови? Притисокот на  $\text{NO}_2$  е  $75,8\text{ kPa}$ , а температурата на издувните гасови е  $50\text{ }^\circ\text{C}$ .
44. Гасовитиот хлор е жолтозелен гас. Максималното дозволено количество од овој гас е  $0,005\text{ mol Cl}_2$  во просторија со температура  $20\text{ }^\circ\text{C}$  и притисок на хлорот од  $7,5 \cdot 10^{-4}\text{ mm Hg}$ . Колкав треба да биде минималниот волумен на просторијата со цел количеството хлор да биде во рамките на дозволеното?
45. Бромометан ( $\text{CH}_3\text{Br}$ ) се користел како фунгицид, но поради неговата улога во уништувањето на озонската обвивка, неговата употреба е забранета. Колку молекули бромометан има во една боца со волумен од  $2\text{ L}$  ако притисокот на гасот е  $2\text{ bar}$ , а температурата  $15\text{ }^\circ\text{C}$ ?
46. Сулфур хексафлуорид ( $\text{SF}_6$ ) е стабилна супстанца што се користи како гас-изолатор во електрични уреди. Колкава маса  $\text{SF}_6$  има во некој уред ако неговиот волумен е  $50\text{ cm}^3$ , а притисокот на гасот е  $155,0\text{ kPa}$  при температура од  $25\text{ }^\circ\text{C}$ ?
47. Цилиндрична боца со волумен од  $1,5\text{ dm}^3$  треба да се наполни со водород. Водородот во боцата има притисок од  $14\text{ atm}$ , а температурата изнесува  $28\text{ }^\circ\text{C}$ . Колкава е густината на водородот во цилиндарот?
48. Блицот е сијалица што создава силна интензивна светлина. Тој е наполнет со ксенон. На која температура  $1,80\text{ g}$  хелиум во сијалица со волумен од  $0,325\text{ L}$  има притисок од  $105,0\text{ kPa}$ ?
49. Хлор трифлуорид ( $\text{ClF}_3$ ) е безбоен отровен гас што е многу реактивен. Во цилиндар со волумен  $201\text{ mL}$ ,  $\text{ClF}_3$  се наоѓа на притисок од  $699\text{ mm Hg}$  и температура од  $45\text{ }^\circ\text{C}$ . Определи го бројот на молекули од гасот.
50. Максималниот безбеден притисок што може да го издржи некој сад со волумен од  $4,00\text{ dm}^3$  е  $3,50\text{ atm}$ . Ако садот содржи  $0,410\text{ mol}$  од некој гас, која е максималната температура (во  $^\circ\text{C}$ ) на кој може да се загрее тој во садот?
51. Во некои метеоролошки испитувања се користат балони наполнети со хелиум. Волуменот на овие балони е  $220\text{ dm}^3$ , а притисокот на хелиумот на  $25\text{ }^\circ\text{C}$  е  $0,992\text{ atm}$ . Ако балоните се полнат со хелиум што е во боца со волумен од  $1,2\text{ m}^3$  во која притисокот на хелиумот е  $10\text{ bar}$  при температура од  $25\text{ }^\circ\text{C}$ , колку балони може да се наполнат со оваа боца?
52. Во затворен сад со волумен од  $500\text{ mL}$  има  $5,75 \cdot 10^{22}$  молекули  $\text{CO}_2$ . Температурата во садот е  $55\text{ }^\circ\text{C}$ . Пресметај го притисокот на јаглерод диоксид во садот.

Азот диоксид,  $\text{NO}_2$ , е загадувачка супстанца што главно потекнува од согоравањето на фосилните горива. Зголемени концентрации на овој гас во атмосферата го иритираат респираторниот систем, а долготрајна изложеност може да доведе до појава на некои респираторни болести (особено астма). Согласно европските регулативи, просечната застапеност на  $\text{NO}_2$  во воздухот на годишно ниво не треба да надминува  $40\text{ mg/m}^3$ .



53. Непознат гас е ставен во сад со волумен од 1,5 L и се наоѓа на притисок од 556 mm Hg при температура од 35 °C. Притоа утврдено е дека неговата маса е 4,3 g. Која е моларната маса на гасот?
54. Кој примерок содржи повеќе молекули вода, 15,0 L водена пара при 123 °C и притисок од 100 kPa или коцка мраз со маса 10,5 g при -5 °C?
55. Примерок од 2,30 g од некоја бела супстанца бил испарен во сад со волумен од 345 cm<sup>3</sup>. Ако пареите имаат притисок од 131,323 kPa при температура од 148 °C, која е молекулската маса на цврстата супстанца?
56. Ако претпоставиме дека центарот на Сонцето се состои од гасови со просечна моларна маса од 2 g/mol, определи ја температурата на Сонцето. Притоа, густината и притисокот се 1,41 g/mL и 334 · 10<sup>3</sup> atm, соодветно.
57. Во лабораторија е најдена стара боца што содржела некој непознат гас. За жал, етикетата на боцата била оштетена и не можело да се види кој гас го содржи садот. При проучување на гасот било утврдено дека 0,005 g од гасот зафаќа волумен од 4,13 mL при температура од 23 °C и притисок од 99,325 kPa. Со проучување на гасот било утврдено дека се состои само од јаглерод и водород. Идентификувај го гасот.
58. Некој хемичар се подготвува да изведе реакција на висок притисок за која му се потребни 36,0 mol водород. Хемичарот полни челичен сад со волумен од 12,3 L со водород. Температурата на која се наоѓа водородот е 25 °C. До кој притисок (во atm) мора да се компримира водородот со цел во боцата да има доволно водород за изведување на реакцијата?
59. Кога загадувањето на воздухот е високо, содржината на озон во него може да достигне 0,60 ppm (т. е. 0,60 mol озон на милион мола воздух). Колку молекули озон се присутни во еден литар загаден воздух ако надворешниот притисок е 100 kPa, а температурата е 25 °C?
60. Пластично шише од 2 dm<sup>3</sup> може да издржи притисок од 5 atm. Чист етил алкохол ( $\rho = 0,789 \text{ g/cm}^3$ ) со волумен од 35 mL е сипан во пластичното шише при собна температура. Садот потоа е загреан на 80 °C, при што целиот алкохол испарил. Дали шишето ќе го издржи притисокот или ќе експлодира?
61. Етилен оксид се добива при реакција на етилен со кислород при температура од 270-290 °C и притисок од 8-20 atm. За да се спречи опасно зголемување на притисокот во садот во кој се изведува реакцијата, се поставува сигурносен вентил што се отвора кога притисокот ќе достигне вредност од 25 atm. Ако сад со волумен од 1,5 m<sup>3</sup> содржи 780 mol гас, на која температура притисокот ќе достигне вредност од 25 atm?
62. Главна составна компонента на меѓусвездениот простор е водород, кој се наоѓа на температура од 100 K, а неговата густина е 1 атом/cm<sup>3</sup>. Колкав е притисокот на водородот во kPa?
63. Никел карбонил, Ni(CO)<sub>4</sub>, е една од најтоксичните познати супстанции. Максималното дозволено количество во лабораторија во текот на еден ден (8 работни часа) е 1 ppm (количествен удел). Ако претпоставиме дека температурата во лабораторијата е 20 °C, а притисокот е 100 kPa, колкава маса никел карбонил (во µg) е дозволена во лабораторија со површина од 50 m<sup>2</sup> и висина од 3 m?
64. Балоните наполнети со хелиум се креваат нагоре во атмосферата поради тоа што хелиумот има помала густина од воздухот. а) Пресметај ја густината на воздухот ако просечната моларна маса на воздухот е 29,0 g/mol, температурата е 25 °C, а притисокот е 770 mm Hg. б) Колкава ќе биде густината на хелиумот на иста температура и притисок? в) Пресметај ја густината на јаглерод диоксид во истиот балон, дали тој ќе лебди во воздухот?
65. Некој хемичар испарил течно соединение и ја определил неговата густина. Ако густината на пареите на 90 °C и притисок од 753 mm Hg е 1,585 g/dm<sup>3</sup>, која е молекулската маса на соединението?
66. Бутадиенот (C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>) се користи за добивање пластики. Поради тоа што е многу запалив, честопати се транспортира во изолирани садови на температура од околу 2 °C. Колкава е густината (во g/dm<sup>3</sup>) на бутадиенот ако неговиот притисок е 1 atm?
67. Некој спортски новинар смета дека патот што го поминува топката летно време е подолг од тој во есен. Неговата идеја е дека топката полесно патува кога воздухот има помала густина. а) Пресметај ја густината на сувиот воздух во јули кога температурата е 35 °C и притисокот е 1 atm. б) Пресметај ја густината на воздухот во октомври ако температурата изнесува 12 °C, а притисокот е 1 atm ( $M = 29,0 \text{ g/mol}$ ). Дали е точна претпоставката?

#### Добриот и лошиот озон

Озонот во стратосферата ја сочинува озонската обвивка на Земјата што ја заштитува од штетното зрачење на Сонцето.

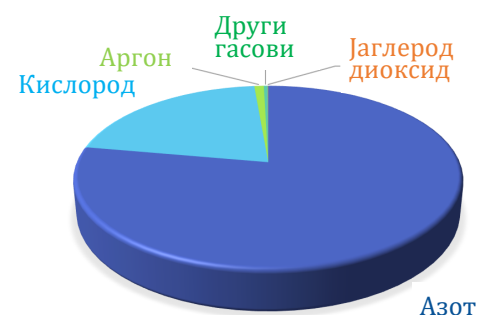
Но, озонот се среќава и во тропосферата (ниските слоеви на атмосферата) каде што тој е резултат на различни реакции што се одвиваат во овој дел од атмосферата на Земјата. Озонот во овој дел од атмосферата е загадувачка супстанца што ги иритира очите и респираторниот систем.

68. Сулфуроводородот се смета за многу токсичен гас и крвен отров. Ако се знае дека просечната релативна молекулска маса на воздухот изнесува 29, колку изнесува релативната густина на сулфуроводородот во однос на воздухот?
69. Релативната густина во однос на азотот на едно соединение изградено од азот и водород изнесува 1,143. Колку изнесува релативната молекулска маса на ова соединение?
70. Релативната густина на пареите на сулфурот при 440 °C, мерена во однос на CO<sub>2</sub>, изнесува 5,81. Да се пресмета од колку атоми е составена молекулата на сулфурот при тие услови.
71. Во метален цилиндар со волумен од 500 cm<sup>3</sup> при температура од 28 °C има 5 · 10<sup>22</sup> молекули метан. Во цилиндарот се внесени 2 g јаглерод диоксид. Пресметај ги парцијалните притисоци (во kPa) на гасовите во садот, како и вкупниот притисок.
72. Во затворен сад со волумен од 30,0 dm<sup>3</sup> се наоѓа смеса од азот и кислород при температура од 27° C. Количеството на азотот е двапати поголемо од количеството на кислородот во садот, а масата на азотот е 1,40 g. Пресметај ги парцијалните притисоци на кислород и азот, како и вкупниот притисок во садот.
73. Смеса од јаглеводороди (гасови) е составена од по 3,15 g од CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> и C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, а се наоѓа во сад со волумен од 2,00 L при температура од 64 °C. Пресметај ги парцијалните притисоци на јаглеводородите во смесата, како и вкупниот притисок.
74. Во метален цилиндар со волумен од 1,5 dm<sup>3</sup> при температура од 20 °C се наоѓа смеса од N<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>. Пресметај го вкупниот број молекули азот и водород во смесата ако парцијалниот притисок на N<sub>2</sub> е 70,5 kPa, а молскиот удел на водород 42 %.
75. Колкава е масата на кислород во просторија со димензии 4 x 5 x 3 m ако притисокот во просторијата е 1 atm, а температурата 18 °C (види Табела 2)?
76. Хемичар анализира издувни гасови од фабрика во која се согорува кокс. Тој собира смеса што содржи CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O во челична боца со волумен од 21 L под притисок од 113,3 kPa при 45 °C. (а) Колкаво количество (вкупно) од гасовите собрал? (б) Пресметај ги парцијалните притисоци на гасовите ако е познато дека количеството на SO<sub>2</sub> во смесата е 0,315 mol, а количеството на вода е 0,40 mol.
77. Атмосферата на планетата Венера содржи најмногу јаглерод диоксид и азот. Температурата на површината на планетата е 730 K, а вкупниот притисок на атмосферата 93 bar. Парцијалниот притисок на CO<sub>2</sub> е 89 bar. Ако научниците сакаат да соберат 5,5 mol од гасот на површината на планетата, колкав волумен од гасот би требало да соберат? Колкав број молекули азот ќе има во собраниот волумен?
78. Флуоресцентните сијалици содржат неон и пари од жива. Ако сијалица со волумен од 820 mL содржи 3.250 mg неон и 50 mg живини пари, колкав е вкупниот притисок во сијалицата на 320 K?
79. Кај некои автомобили, цилиндарот на автомобилскиот мотор има волумен од 0,4 L. Ако цилиндарот е полн со воздух што се наоѓа на температура од 1.500 °C на притисок од 69 bar, колку молекули кислород има во цилиндарот? (Користи ги податоците од Табела 2.)
80. Природниот гас е смеса од гасовити јаглеводороди и други гасови што се присутни во мали количества. Застапеноста на гасовите варира во зависност од изворот на гасот. Во сад со волумен од 21 m<sup>3</sup> е собран природен гас што содржи 11,8 kg метан (CH<sub>4</sub>), 2,3 kg етан (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>), 1,1 kg пропан (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) и непознато количество од други гасови.
- а) Ако вкупниот притисок во садот е 1,00 atm при 21 °C, колкаво количество од другите гасови (освен метан, етан и пропан) има во садот? б) Колкав е количинскиот удел на метанот во садот?
81. Во метален цилиндар со волумен од 1,2 dm<sup>3</sup> при температура од 20 °C се наоѓа смеса од Cl<sub>2</sub> и HCl. Вкупниот притисок во садот е 775,5 mm Hg. Пресметај го бројот на молекули хлор ако парцијалниот притисок на HCl е 73,5 kPa.
82. Гасна смеса што се користи во некои ласери содржи HCl, H<sub>2</sub> и Ne со молски удели 5,0 %, 1,0 % и 94 %, соодветно. Ако смесата се продава во цилиндрични садови со волумен од 45 L и под притисок од 210 100 Pa при температура од 18 °C, колку се парцијалните притисоци на гасовите во смесата?

Табела 4.2. Просечен состав на земјината атмосфера.

Компонента	Волуменски удел (%)
N <sub>2</sub>	78,08
O <sub>2</sub>	20,95
Ar	0,93
CO <sub>2</sub> *	0,036
Ne	0,002
He	0,0005
Kr	0,001
Xe	0,00009
H <sub>2</sub>	0,00005
H <sub>2</sub> O*	0-4
CH <sub>4</sub> *	0,0002

\*Уделот на компонентите означени со ѕвездички може да варира (особено на водената пара).



Табела 4.3. Парцијален притисок на водена пареа на различни температури.

$T/^{\circ}\text{C}$	$P/\text{mm Hg}$
0	4,6
5	6,5
10	9,2
15	12,8
16	13,6
17	14,5
18	15,5
19	16,5
20	17,5
21	18,7
22	19,8
23	21,1
24	22,4
25	23,8
26	25,2
27	26,7
28	28,4
29	30,0
30	31,8

83. Волуменот на белите дробови во просек е 5,5 L. Ако воздухот содржи 21 % кислород, колку молекули кислород има во белите дробови при притисок од 1,1 atm и телесна температура (37 °C)?
84. Моторот на порше 928 S4 има цилиндар со волумен од 618 cm<sup>3</sup>. Цилиндарот е полн со воздух при 75 °C и притисок од 1,00 atm. Колку мола азот има во цилиндарот (користи ја Табела 2)?
85. Во Табела 2 се дадени уделите на трите главни компоненти на сув воздух што се азот, кислород и аргон. Пресметај ја масата на еден мол воздух (земајќи ги предвид само овие три компоненти). Пресметај ја густината на воздухот на СУ.
86. Некоје соединение во гасна фаза постои како мономер (B) и димер (B<sub>2</sub>). Моларната маса на мономерот е 48 g/mol. Во некој експеримент, 72 g од мономерот биле ставени во сад со волумен од 33,6 L и биле загревани до 273 °C. Пресметај го притисокот во садот ако на овие услови, 50 % (маса) од мономерот преминале во димер.
87. Смеса од циклопропан и кислород може да се користи како анестетик. Ако парцијалните притисоци на циклопропанот и кислородот се 0,2 и 0,7 atm, пресметај го односот на бројот на молекули на циклопропан и кислород во смесата.
88. За определување на чистотата на NaNO<sub>2</sub>, тој е загреван со вишок на NH<sub>4</sub>Cl, при што азотот што се ослободува е собран над вода. Волуменот на собраниот гас е 567 cm<sup>3</sup> при притисок од 8 bar, а температурата во садот од 22 °C. Колкав волумен би зафаќал сувиот азот при стандардни услови? (Табела 3)
89. Примерок од водород е собран над вода при 24 °C и притисок од 735 mm Hg. Волуменот на гасот е 235 mL. Пресметај го волуменот на водородот при стандардни услови. (Табела 3)
90. Кислород е собран над вода при 18 °C. Волуменот на гасот е 1,16 L. Во последователен експеримент е утврдено дека масата на кислородот била 1,46 g. Колку мора да изнесувал притисокот (вкупниот притисок) на гасот собран над вода? (Табела 3)
91. Два сада што се на иста температура (20 °C) се одвоени со подвижен чеп. Кога чепот е затворен, гасовите се одвоени во одделните садови, а притоа се запазени следниве услови:

	Сад А	Сад Б
Гас	Ne	CO
V	2,50 L	2,00 L
P	1,09 atm	0,773 atm

Ако претпоставиме дека температурата не се менува, определи го конечниот притисок во системот по отворање на чепот (игнорирај го волуменот на делот каде што се наоѓа чепот).

Обиди се!

92. \*Мензура што содржела 39,5 cm<sup>3</sup> хелиум при температура од 25 °C и 106 kPa била превртена и ставена во ладен етанол. Како што се собирал гасот, етанолот навлегол во мензурата. Ако во мензурата навлегле 7,7 cm<sup>3</sup> етанол, која била конечната температура на хелиумот?

93. \*Некоје семејство живее во куќа со внатрешен волумен од 150 m<sup>3</sup>. Во студено утро, температурата на воздухот внатре е 10 °C, но до попладнето сонцето го загрева воздухот во куќата до 18 °C. Притисокот во куќата е ист како тој надвор. Ако претпоставиме дека притисокот не се променил во текот на денот, колку m<sup>3</sup> воздух мора да излезе од куќата поради загревањето на воздухот?



94. \*Воздухот што навлегува во градите, влегува во мали вреќички наречени алвеоли. Од алвеолите, кислородот дифундира во крвта. Просечниот радиус на алвеолите е 0,0050 cm, а воздухот во нив содржи 14 % кислород. Под претпоставка дека притисокот во алвеолите е 1 atm, а температурата 37 °C, пресметај го бројот на кислородни молекули во една алвеола.
95. \*Чиста и сува колба е наполнета со воздух при 27 °C, а потоа е затворена. Релативната влажност на воздухот во колбата изнесува 38 %. Колбата потоа е изладена на 5 °C. Колку грама вода ќе кондензираат во колбата? (Користи ги податоците од Табела 3.)

# 5 ОКСИДАЦИСКО-РЕДУКЦИСКИ РЕАКЦИИ

Најголем број од хемиските реакции може да се одвиваат со размена на јони (јонски реакции), со размена на протони (протолитички реакции) и со размена на електрони. Реакциите што се одвиваат со размена на електрони се нарекуваат **оксидациско-редукциски реакции** или **редокс реакции**. При овие реакции, една честичка испушта електрони, а друга честичка ги прима тие електрони. Процесот на испуштање електрони се нарекува **оксидација**, а процесот на примање електрони се нарекува **редукција**. Овие два процеса се одвиваат симултано, па затоа зборуваме, всушност, за **полуреакција на оксидација** и **полуреакција на редукција**. На пример:

Полуреакција на оксидација:  $\text{Cu(s)} \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$

Полуреакција на редукција:  $\text{Ag}^{+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Ag(s)}$

Честичката што се оксидира се нарекува **редукциско средство (редуктор)**, а честичката што се редуцира се нарекува **оксидациско средство (оксиданс)**.

Вкупната редокс реакција е збир од полуреакциите на оксидација и редукција. Секако, како и при израмнувањето на равенките на сите други видови реакции, и за редокс реакциите мора да се води сметка количеството на секој од елементите да биде еднакво на обете страни од равенката на реакцијата, бидејќи во текот на реакцијата, атомите ниту се создаваат, ниту се уништуваат. Но, за редокс реакциите има дополнителни барања. Имено, бројот на разменети електрони, исто така, мора да биде израмнет, бидејќи и електроните во текот на хемиските реакции ниту се создаваат, ниту се уништуваат, туку едноставно само се разменуваат. Значи, мора да се има предвид дека вкупниот број оддадени електрони треба да биде еднаков со вкупниот број примени електрони. Затоа, вкупната редокс реакција, составена од погоре претставените полуреакции на оксидација и редукција, ќе ја запишеме на следниов начин:

Полуреакција на оксидација:  $\text{Cu(s)} \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$

Полуреакција на редукција:  $2\text{Ag}^{+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow 2\text{Ag(s)}$

Вкупна редокс реакција:  $\text{Cu(s)} + 2\text{Ag}^{+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Ag}$

За да се определи дали една реакција е редокс реакција и за да може потоа да се израмни, потребно е да се определат **оксидациски броеви** (оксидациска состојба и оксидациски степен) на елементите што учествуваат во реакцијата. Зголемувањето на оксидацискиот број на некој елемент соодветствува на оксидација, а намалувањето на редукција. Затоа, најпрво треба да се потсетиме како да ги определуваме оксидациските броеви на елементите во формулите на соединенијата и јоните.

**Оксидациски број е бројот што им се припишува на атомите на елементите во една молекула, јон или формулна единка. Оксидацискиот број се запишува со арапска цифра со предзнак + или - над симболот на елементот.**

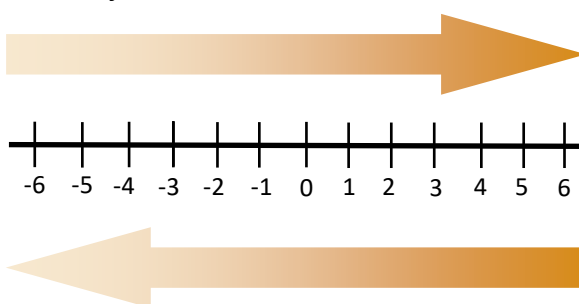
Атомите на некои елементи имаат постојани вредности на оксидациските броеви и нив треба да ги знаеме. Атомите, пак, на други елементи имаат различни вредности на оксидацискиот број во различни соединенија. Вредностите на оксидациските броеви на атомите на тие елементи се определуваат со примена на едноставни правила и постапки што се дадени подолу:

- Оксидацискиот број на атомите на елементите во елементарните супстанции (на пример: Fe, P<sub>4</sub>, Cl<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, Cu, Na, H<sub>2</sub> и др.) секогаш е нула.
- Оксидациските броеви на моноатомските јони се еднакви со релативниот полнеж на јонот (на пример, оксидацискиот број на Mg<sup>2+</sup> јонот е +2, на O<sup>2-</sup> јонот е -2, итн.).

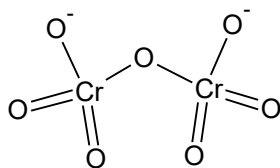
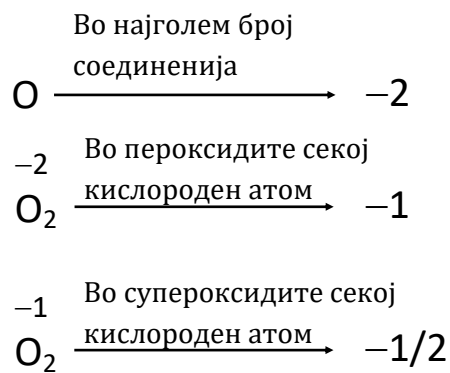


Сл. 5.1. Енергијата што се добива од батериите е резултат на редокс реакциите што се одвиваат во нив.

При оксидација, оксидацискиот број се зголемува



При редукција, оксидацискиот број се намалува



Сл. 5.2. Дихроматен јон,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

- Атомите на елементите од 1 група, т. е. IA група (алкалните метали), во соединенијата, секогаш имаат оксидациски број +1, а оние од 2 група, т. е. IIA, +2.
- Атомите на флуор, во сите свои соединенија, имаат оксидациски број -1.
- Оксидацискиот број на атомите на кислород во соединенијата речиси секогаш е -2 (исклучок се пероксидите, супероксидите, како и соединението со флуор  $\text{F}_2\text{O}$ , за кои ќе учиш подоцна).
- Оксидацискиот број на водородните атоми во соединенијата речиси секогаш е +1 (со исклучок во хидридите, т. е. неговите соединенија со алкалните и земноалкалните метали, каде што е -1).
- Збирот на оксидациските броеви на сите атоми во една молекула или во формулна единка секогаш е нула, а збирот на оксидациските броеви на атомите во полиатомски јон е еднаков на релативниот полнеж на јонот.

Да разгледаме неколку примери за определување на оксидациските броеви на атомите на елементите во молекули и јони.



**Пример 5.1.** Колку изнесуваат оксидациските броеви на елементите во: а)  $\text{NiSO}_4$  и б) во дихроматниот јон?

**Решение:**

а) Оксидацискиот број на кислородот во киселините изнесува -2. Знаејќи дека полнежот на сулфатниот јон изнесува  $2-$ , оксидацискиот број на атомот на сулфурот во сулфатниот анјон ќе го определиме на следниов начин:

$$1 \cdot x + 4(-2) = -2 \Rightarrow x = -2 - (-8) = +6$$

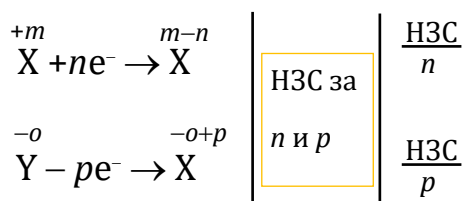
Оксидацискиот број на атомот на никелот ќе го пресметаме на следниов начин:

$$x + 1 \cdot (+6) + 4 \cdot (-2) = 0 \Rightarrow x = +2$$

б) Најпрво треба да ја напишеме формулата на дихроматниот јон. Таа е  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ . Релативниот полнеж на дихроматниот јон е  $2-$ . Тоа значи дека збирот на оксидациските броеви на хромот и на кислородот помножени со своите индекси во формулата на јонот треба да изнесува -2. Значи,

$$2 \cdot (x) + 7 \cdot (-2) = -2 \Rightarrow x = +6$$

При израмнувањето на равенките на редокс реакциите ползуваме т.н. **електронска шема**. За таа цел, оксидациско-редукциската реакција ја разгледуваме преку полуреакцијата на оксидација и полуреакцијата на редукција, за кои може да се напишат соодветни равенки. Притоа, при израмнувањето на редокс реакциите се применуваат следниве чекори:



Илустрација за начинот на добивање електронска шема

- ♦ Се определуваат оксидациските броеви на елементите;
- ♦ Се утврдува кои честички претрпеле редокс промени;
- ♦ Се запишуваат равенките на полуреакциите на оксидација и на редукција;
- ♦ Се определува најмал заеднички содржател од бројот на испуштени и примени електрони;
- ♦ Се наоѓаат погодни коефициенти, кои се добиваат кога определениот НЗС ќе се подели со бројот на примени, т. е. оддадени електрони.
- ♦ Добиените коефициенти се ставаат како стехиометриски коефициент пред оксидираните, т. е. редуцираните единки, т. е. оние единки што претрпеле редокс промена;
- ♦ Се израмнуваат другите видови атоми, а како последни водородот и кислородот, т. е. водата (доколку ги има во равенката);
- ♦ Се проверува дали бројот на атоми и вкупниот полнеж е израмнет, т. е. еднаков на обете страни на равенката.

При израмнување на редокс реакциите може да напишеме полуреакции што ги земаат предвид само промените на оксидациските броеви на атомите или едноатомските јони што учествуваат во редокс реакцијата. Вака најчесто постапуваме кога равенката е запишана во т.н. молекулска форма. Овој начин е поедноставен и затоа најчесто се користи токму тој.

Покрај овој начин, може да се примени и начинот на израмнување со кој се запишуваат полуреакциите на оксидација и редукција, кои се однесуваат на вистинските честички што претрпуваат промена. Начините на израмнување различни видови оксидациско-редукциски равенки ќе ги разгледаме низ следниве примери.

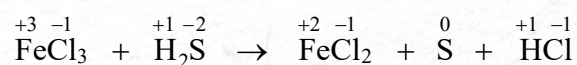


**Пример 5.2.** Да се израмни следнава равенка:

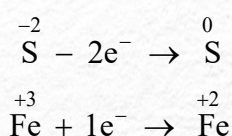


**Решение:**

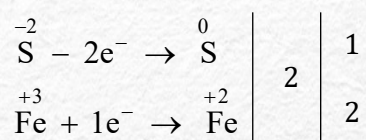
Ги определуваме оксидациските броеви на атомите на сите учесници во реакцијата:



Оксидацискиот број на атомот на сулфурот се зголемува, а тоа значи дека се оксидира, т. е. испушта електрони, а оксидацискиот број на атомот на железото се намалува, што значи дека железото се редуцира, т. е. прима електрони. Составуваме електронска шема:



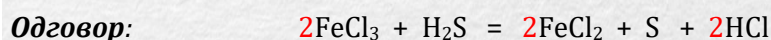
Бидејќи бројот на оддадени и примени електрони не е еднаков, наоѓаме НЗС, кој за 2 и 1 изнесува 2.



Значи, пред  $\text{FeCl}_3$  и пред  $\text{FeCl}_2$  треба да ставиме стехиометриски коефициент 2, а пред  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{S}$ , коефициент 1 (единицата, вообичаено, не се пишува).

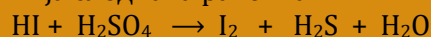


На левата страна од равенката се ставени стехиометриските коефициенти што следуваат од електронската шема и тие не смее да се менуваат. Но, бројот на хлорни атоми на левата страна е 6, на водородни е 2, а на десната има вкупно 5 хлорни и 1 водороден атом. Стехиометрискиот коефициент пред  $\text{FeCl}_2$  не смееме да го менуваме, бидејќи го добивме од електронската шема. Значи, стехиометрискиот коефициент може да го менуваме само пред  $\text{HCl}$ . Лесно може да видиме дека равенката ќе ја израмниме ако ставиме стехиометриски коефициент 2 пред  $\text{HCl}$ .



Сега да разгледаме некои поспецифични примери.

**Пример 5.3.** Израмни ја следнава равенка:



**Решение:**

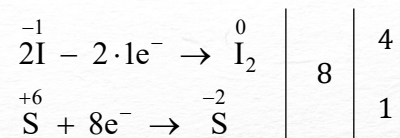
Ги определуваме оксидациските броеви на атомите на учесниците во реакцијата.



Составуваме електронска шема, но мора да водиме сметка дека јодот, чии атоми го менуваат оксидацискиот број, на десната страна е застапен со два атома, а на левата со еден. Затоа, при составувањето на електронската шема мора да напишеме 2 и пред атомот на јод со оксидациски број  $-1$ , односно мора да се направи **претходно израмнување**. Ова се прави за да се добие „вкупниот“ оксидациски број на атомите што во редокс процесот го менуваат оксидацискиот број. Тој се добива како производ од оксидацискиот број на соодветниот атом и неговиот индекс во формулата, односно неговиот оксидациски број и коефициентот пред него.



Сл. 5.3. Водниот раствор на железо (III) хлорид е жолт, додека, пак, растворот на железо(II) хлорид е зеленкаст.



Ги ставаме коефициентите што ги добивме од шемата, но коефициентот пред HI треба да го помножиме со 2.



На крајот, ги израмнуваме водородните и кислородните атоми.

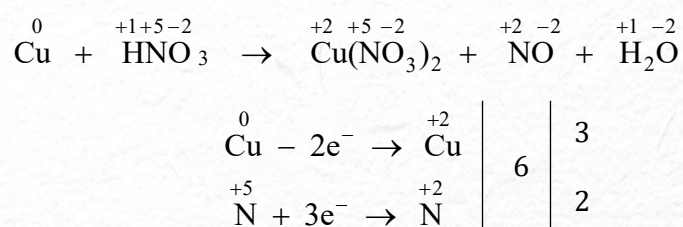


**Пример 5.4.** Израмни ја следнава равенка:



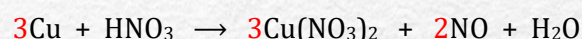
**Решение:**

Ги определуваме оксидациските броеви на атомите на сите учесници и составуваме електронска шема.

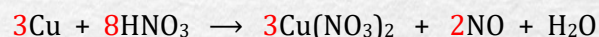


Сл. 5.4. Корозијата на железото е резултат на редокс реакциите што се одвиваат на неговата површина.

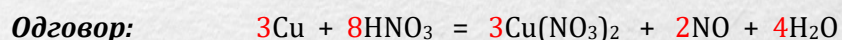
Оваа равенка е специфична затоа што, како што може да забележиме, атомот на азотот од азотната киселина го променил оксидацискиот број од +5 во +2 во азот моноксид, но не го променил во бакар(II) нитрат. Значи, дел од нитратните јони од азотната киселина не претрпеле редокс промена, а дел се редуцирале до NO. Но, како што кажавме претходно, стехиометриските коефициенти што се добиваат од шемата се однесуваат само на реактантите што претрпеле целосна оксидација, т. е. редукција и на продуктите што се резултат од тој процес. Затоа, при израмнувањето на овие видови равенки, од двете страни на равенката се пишува добиениот коефициент пред формулата или симболот на елементот што целосно се оксидира, т. е. се редуцира. Во овој случај, тоа е бројот 3 пред Cu и пред Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Се запишува и коефициентот за другиот елемент што се добива од електронската шема, но само пред формулата на соединението каде што оксидацискиот број на атомот на елементот е променет (во конкретниот случај, пред NO), а не и пред тој што не претрпува целосна редокс промена.



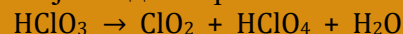
Сега, на десната страна на равенката ставивме коефициенти од шемата што понатаму не смее да се менуваат, така што бројот на азотни атоми изнесува 8. Според тоа, пред азотната киселина на левата страна треба да го ставиме бројот 8.



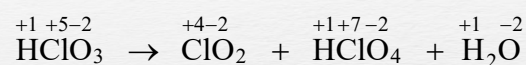
Останува уште да се израмнат водородните и кислородните атоми. На левата страна имаме 8 водородни атоми, па затоа на десната страна треба пред водата да ставиме коефициент 4, со што равенката е целосно израмнета.



**Пример 5.5.** Израмни ја следнава равенка:

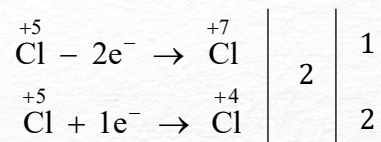


**Решение:** Најпрво ќе ги определиме оксидациските броеви на атомите на елементите на учесниците во реакцијата:

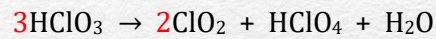


Иако на левата страна од равенката на реакцијата има само еден реактант, и во овој случај станува збор за редокс реакција, бидејќи хлорот со оксидациски број (+5) делумно преминува во хлор со оксидациски број (+7), а делумно во хлор со оксидациски број (+4). Значи, тој истовремено и се оксидира и се

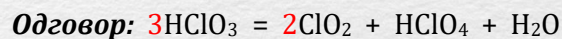
редуцира, т. е. хлорната киселина истовремено е и оксидант и редуктор. Овие реакции се нарекуваат **реакции на диспропорционирање**. Да видиме како треба да постапиме при израмнувањето на равенките на реакциите на диспропорционирање. Ќе ја составиме електронската шема:



Кај равенките на реакциите на диспропорционирање, стехиометриските коефициенти што ќе се добијат од шемата се ставаат пред продуктите добиени како резултат на редокс процесот (во овој случај, 1 пред  $\text{HClO}_4$  и 2 пред  $\text{ClO}_2$ ). Пред реактантот, пак, кој се диспропорционира се става коефициент што е збир од двата добиени коефициенти (во овој случај, 3), бидејќи, како што кажавме, тој и се оксидира и се редуцира. Значи,



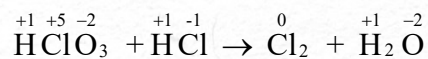
Со проверка на другите атоми (водород и кислород) може да заклучиме дека оваа равенка е израмнета.



**Пример 5.6.** Израмни ја следнава равенка:  $\text{HClO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

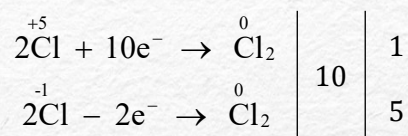
**Решение:**

Оксидациските броеви на атомите на елементите на учесниците во реакцијата се следниве:

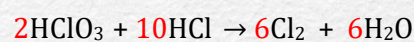


Како што може да се забележи, во формулите на реактантите има два хлорни атома во различни оксидациски броеви – во хлоратниот анјон, оксидацискиот број на хлорот е +5, а во хлоридниот анјон е -1. Меѓутоа, продукти на реакцијата се елементарен хлор и вода. Ова значи дека хлоратниот анјон ( $\text{Cl} +5$ ) се редуцира до елементарен хлор, а хлоридниот анјон ( $\text{Cl} -1$ ) се оксидира до елементарен хлор, односно при оксидацијата и редукцијата на реактантите се образува само еден продукт. Ова е „спротивен“ вид реакција од реакцијата на диспропорционирање и се нарекува **реакција на компропорционирање**.

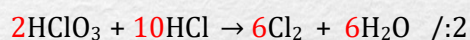
Електронската шема за оваа реакција е следнава:



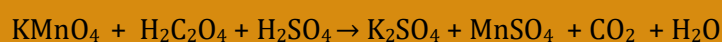
Ако го запазиме правилото за множење на добиените коефициенти од шемата со коефициентите од претходното израмнување, ќе ја добиеме следнава равенка:



Очигледно, сите коефициенти во равенката може да се поделат со 2, со што ќе се добијат најмалите можни целобројни коефициенти во израмнетата равенка.

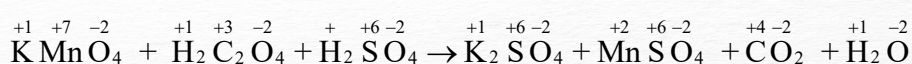


**Пример 5.7.** Израмни ја следнава равенка:

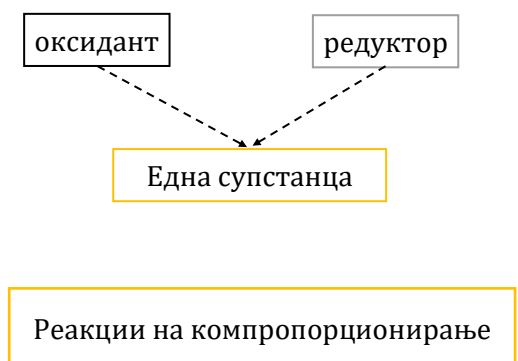
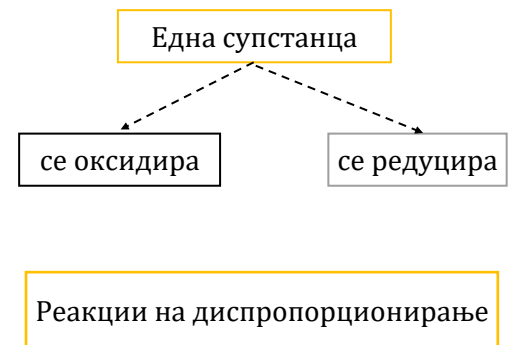


**Решение:**

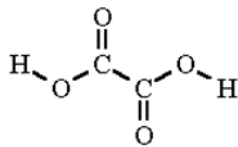
Оксидациските броеви на атомите на елементите се следниве:



Оксидацискиот број на атомот на јаглерод во оксалната киселина ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) изнесува +3. Тука уште еднаш ќе нагласиме дека оксидацискиот број има формален карактер, а не суштинско физичко значење и не треба да се поистоветува со валентноста, која претставува број на ковалентни врски што ги образува атомот на еден елемент.



Така, на пример, јаглеродот во сите свои соединенија е четривалентен, но во различни органски соединенија, атомите на јаглерод добиваат различни оксидациони броеви во зависност од тоа со кои атоми е сврзан и колку врски образува со соодветниот атом. Врските меѓу самите јаглеродни атоми (единечни, двојни, тројни) не придонесуваат со вредноста на оксидациониот број на соодветниот јаглероден атом. Јаглеродниот атом добива оксидациони број  $m-1$  од секој водороден атом сврзан за него. На пример, во метанот, јаглеродниот атом добива оксидациони број  $-4$  (бидејќи се сврзува со 4 водородни атоми, секој со оксидациони број  $+1$ ), но секој јаглероден атом во етанот добива оксидациони број  $-3$ , бидејќи двата јаглеродни атоми се сврзани меѓу себе и секој од нив со три водородни атоми. Кога јаглеродниот атом се сврзува со атоми на елементи со поголема електронегативност од неговата, секоја една врска со таквиот атом придонесува со вредност на оксидациониот број на јаглеродот од  $+1$ . На пример, во метанолот ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ), јаглеродниот атом добива оксидациони број  $-2$  ( $-3$  од трите водородни атоми и  $+1$  од единечната врска со кислородот), додека, пак, во метаналот ( $\text{H}_2\text{C}=\text{O}$ ), јаглеродниот атом добива оксидациони број  $0$  (сврзан е со два водорода и образува две врски со кислород). Овде треба да се нагласат две важни последици од ваквите правила:

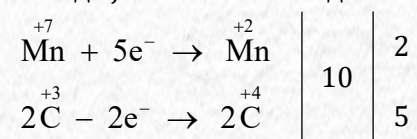


Сл. 5.5. Структурна формула на оксална киселина.

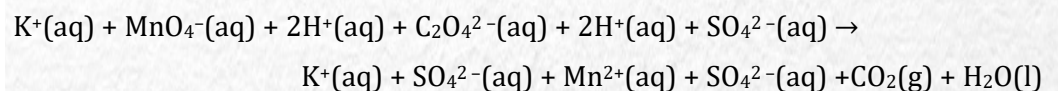
1. Различни јаглеродни атоми во една молекула на органското соединеније може да имаат различни вредности за оксидационите броеви. На пример, во етинот ( $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CCH}_3$ ), секој од терминалните јаглеродни атоми добива оксидациони број  $-3$ , додека, пак, двата јаглеродни атоми сврзани со тројна врска добиваат оксидациони број  $0$ . Во етанолот ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ), јаглеродниот атом од метил групата добива оксидациони број  $-3$ , а јаглеродниот атом за кој е сврзана хидроксилната група добива оксидациони број  $-1$ .

2. Оксидационите броеви на јаглерод може да се движат во граници од  $-4$  до  $+4$ . Во конкретниот пример, во оксалната киселина (Слика 5.5.), секој од двата јаглеродни атома добива оксидациони број  $+3$ .

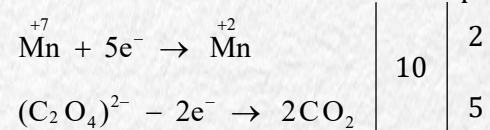
Имајќи го ова предвид, може да ја составиме следнава електронска шема:



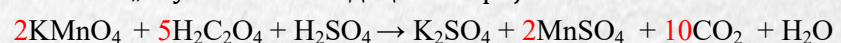
Меѓутоа, постои и друг приод при израмнување на оваа равенка, ако имаме предвид дека реакцијата се одвива во воден раствор и дека, освен јаглерод диоксидот и водата, сите други учесници се дисоцирани на јони. Затоа, може да ја напишеме следнава неизрамнета полна јонска равенка:



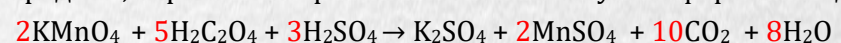
За израмнување равенки дадени во јонска форма ќе стане збор понатаму, но овде ќе кажеме само дека при оваа реакција, оксалатниот анјон испушта два електрони и преминува во две неутрални молекули  $\text{CO}_2$ . Оттука, може да ја составиме и следнава електронска шема:



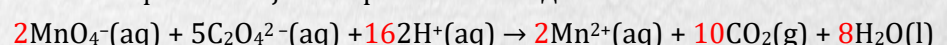
Како што може да се види со оваа електронска шема, ги добивме истите коефициенти како и со шемата во која користевме формални оксидациони броеви. Коефициентот  $2$  ќе го ставиме пред единките што содржат манган и на левата и на десната страна во равенката, коефициентот  $5$  пред оксалната киселина (т. е. оксалатниот анјон), а пред јаглерод диоксидот, коефициентот  $10$  за да се запази „вкупниот“ оксидациони број.

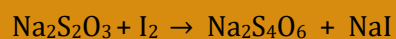


Во следниот чекор ќе ги израмниме сулфатните групи. На десната страна (во продуктите) има вкупно три сулфатни групи, што значи пред сулфурната киселина треба да се стави коефициент  $3$ . На крајот се израмнува водата бидејќи ги водородните и кислородните атоми. Притоа, кислородните атоми од сулфатните групи не треба да се земат предвид бидејќи се веќе израмнети, како и оние од оксалната киселина, т. е. јаглерод диоксидот, кои се веќе израмнети со стехиометриските коефициенти добиени од електронската шема. Според тоа, израмнетата равенка во т.н. молекулска форма е следнава:

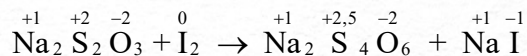


Израмнетата ефективна јонска равенка е следнава:

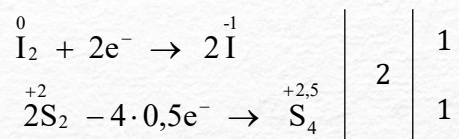


**Пример 5.8.** Израмни ја следнава равенка:

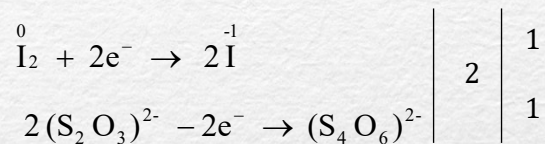
**Решение:** Оксидациските броеви на учесниците во равенката се следниве:



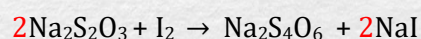
Може да се забележи дека на секој атом сулфур во тетратионатот може да му се припише оксидациски број +2,5. Ова е дозволено бидејќи, како што кажавме, оксидациските броеви имаат формален карактер и може да имаат дробни, т. е. децимални вредности. Имајќи го ова предвид и применувајќи претходно израмнување, ќе ја добиеме следнава електронска шема:



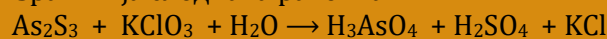
Слично на претходниот пример, ако се има предвид дека реакцијата се одвива во раствор (во овој случај водата не учествува во реакцијата, не е ниту реактант, ниту продукт, туку само медиум), во него се присутни тиосулфатни анјони со полнеж 2- што се сврзуваат меѓу себе испуштајќи два електрони, при што преминуваат во тетратионатен анјон, исто така со полнеж 2-. Според тоа, може да се состави следнава електронска шема:



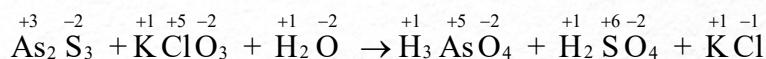
Израмнетата равенка е следнава:



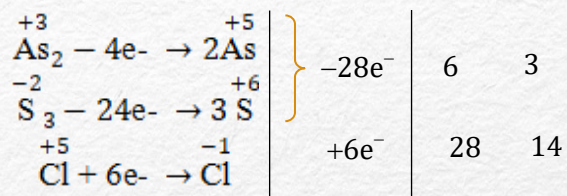
Децимални вредности за оксидациските броеви се дозволени.

**Пример 5.9.** Израмни ја следнава равенка:

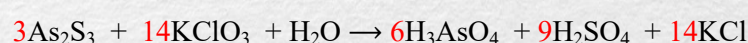
**Решение:** Ќе ги определиме оксидациските броеви на атомите на елементите на учесниците во реакцијата:



Како што може да се забележи, во овој случај атомите на три елементи го менуваат оксидацискиот број: арсенот од +3 до +5, сулфурот од -2 до +6 и хлорот од +5 до -1. Тоа значи дека арсенот и сулфурот се оксидираат, а хлорот се редуцира, т. е. хлоратниот анјон преминува во хлориден анјон. Во случај кога повеќе од два елементи го менуваат оксидацискиот број, електронската шема се составува на следниов начин: (1) се запишуваат последователно полуреакциите на оксидација на елементите што се оксидираат и се собираат сите испуштени електрони, т. е. се добива нивниот вкупен број; (2) се запишуваат полуреакциите на редукција и се собираат сите примени електрони; (3) од вкупниот број испуштени, т. е. примени електрони се наоѓа НЗС; (4) се наоѓаат соодветните коефициенти. Електронската шема за оваа равенка е следнава:



Како и во претходните примери, добиените коефициенти од електронската шема треба да се помножат со коефициентите што се однесуваат на бројот на атоми, кои произлегуваат од формулните единици што учествуваат во редокс процесите. Значи, во равенката треба да се стават следниве коефициенти, кои произлегуваат од електронската шема:





На крајот треба да се стави стехиометриски коефициент и пред водата, а со тоа истовремено ќе се провери точноста на израмнувањето. Во продуктите на реакцијата има вкупно 36 водородни атоми, што значи дека пред водата треба да се стави коефициент 18. Вкупниот број кислородни атоми што потекнуваат од продуктите изнесува вкупно 60 ( $6 \cdot 4 + 9 \cdot 4$ ), а со коефициентот 18 пред водата, истиот број кислородни атоми ќе биде присутен и кај реактантите ( $14 \cdot 3 + 18$ ). Според тоа, равенката на ваков начин е израмнета.

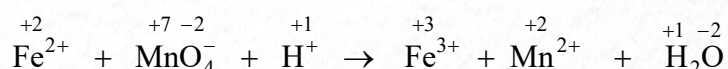


**Пример 5.10.** Израмни ја следнава равенка:

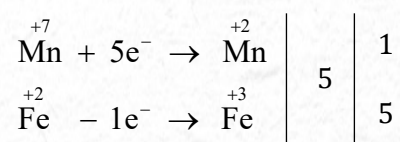


**Решение:**

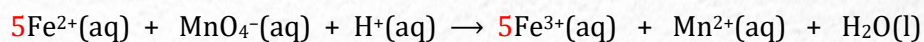
Ги определуваме оксидациските броеви на атомите на сите учесници во реакцијата.



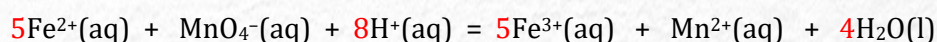
Потоа составуваме електронска шема:



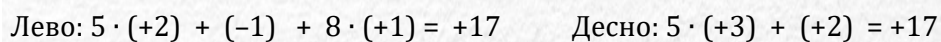
Иако, навидум, железните јони од двете страни на равенката се израмнети, добиениот коефициент од шемата мора да се стави од двете страни на равенката.



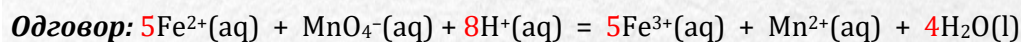
Сега може да се израмнат кислородните и водородните атоми. Лево имаме 4 кислородни атоми (во  $\text{MnO}_4^{-}$ ), па затоа десно пред водата ќе ставиме 4, а според тоа, пред  $\text{H}^{+}$  мора да ставиме 8.



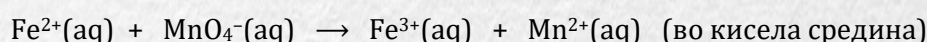
Тоа што е неопходно да се знае кога се израмнуваат јонски редокс реакции е дека вкупниот полнеж на реактантите мора да биде еднаков со вкупниот полнеж на продуктите на реакцијата, бидејќи во равенката се претставени само јоните што учествуваат во реакцијата, а не и нивните спротивно наелектризирани јони. Доколку би биле напишани и спротивно наелектризираните јони, збирот на полнежите би изнесувал 0. Да го провериме вкупниот полнеж на левата и на десната страна од равенката на реакцијата.



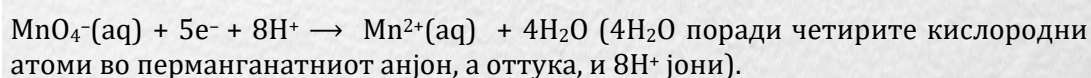
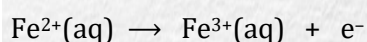
Ова е сигурен показател дека равенката е точно израмнета. Ако не ставевме 5 пред железните јони, вкупниот полнеж лево и десно во равенката на реакцијата нема да биде еднаков!



Честопати, во оксидациско-редукциските равенки, дадени во јонска форма, се запишани само реактантите што претрпуваат редокс промена и кажано е во каква средина се одвива реакцијата (кисела или базна). Во таков случај, мора да ги запишеме вистинските полуреакции на оксидација и редукција за јоните што учествуваат во реакцијата, а потоа да додадеме  $\text{H}^{+}$ , односно  $\text{OH}^{-}$  јони според тоа во каква средина се одвива реакцијата, а на крајот, секако, доколку е потребно, се допишува и вода. Да го разгледаме ова во примерот на оваа реакција:



Ќе ја составиме следнава електронска шема:



Манганот може да постои во оксидациски состојби од **+2** до **+7**. Најчести оксидациски состојби се **+2**, **+4** и **+7**. Но, и останатите состојби може лесно да се постигнат.

Чекори во израмнувањето на јонски равенки во **кисела** средина

1. Напиши ги полуреакциите

2. Израмни ги елементите кои не се О или Н

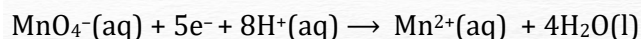
3. Израмни ги кислородите со додавање на  $\text{H}_2\text{O}$

4. Израмни ги водородите со додавање на  $\text{H}^{+}$

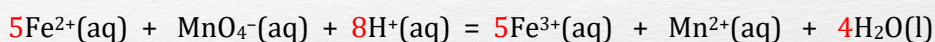
5. Изедначи го бројот на разменети електрони

6. Собери ги полуреакциите

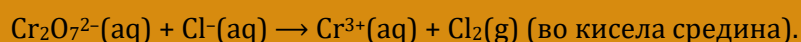
Равенката на полуреакцијата на оксидација треба да ја помножиме со 5 за да се израмни бројот на разменети електрони:



Со собирање на двете равенства, при што се поништува бројот на разменети електрони, се добива израмнетата равенка на реакција.

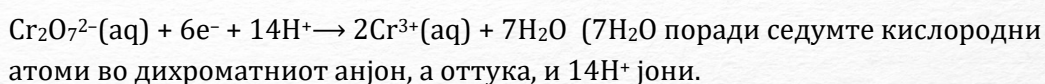
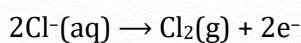


**Пример 5.11.** Израмни ја следнава равенка:

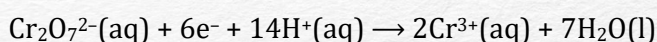
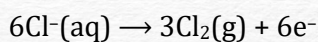


**Решение:** Во оваа реакција, дихроматниот анјон се редуцира до  $\text{Cr}^{3+}$  јон, а хлоридниот анјон се оксидира до елементарен хлор.

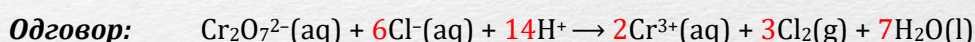
Полуреакциите на оксидација и редукција се следниве:



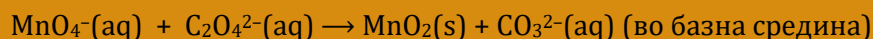
Равенката на полуреакцијата на оксидација треба да се помножи со 3 за да се изедначи бројот на разменети електрони.



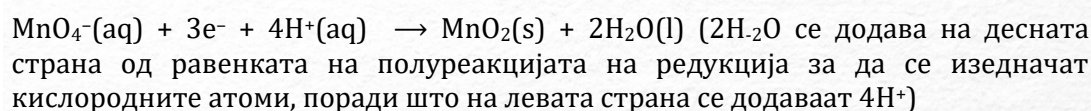
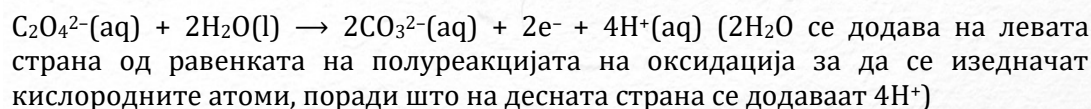
Со собирање на двете равенки се добива израмнетата равенка на реакцијата:



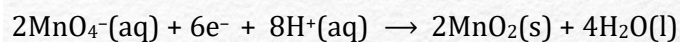
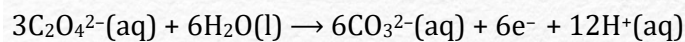
**5.12.** Израмни ја следнава равенка:



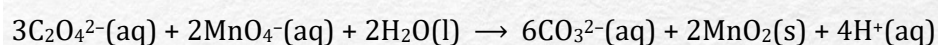
**Решение:** Во базна средина, перманганатниот анјон се редуцира до  $\text{MnO}_2$ , а оксалатниот анјон се оксидира до карбонатен анјон. Полуреакциите на оксидација и редукција се следниве:



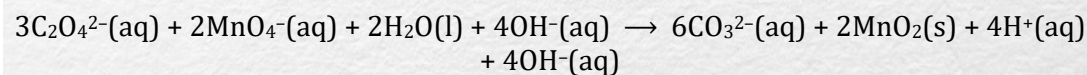
Со цел да се изедначи бројот на разменети електрони, равенката на полуреакцијата на оксидација се множи со 3, а онаа на полуреакцијата на редукција со 2.



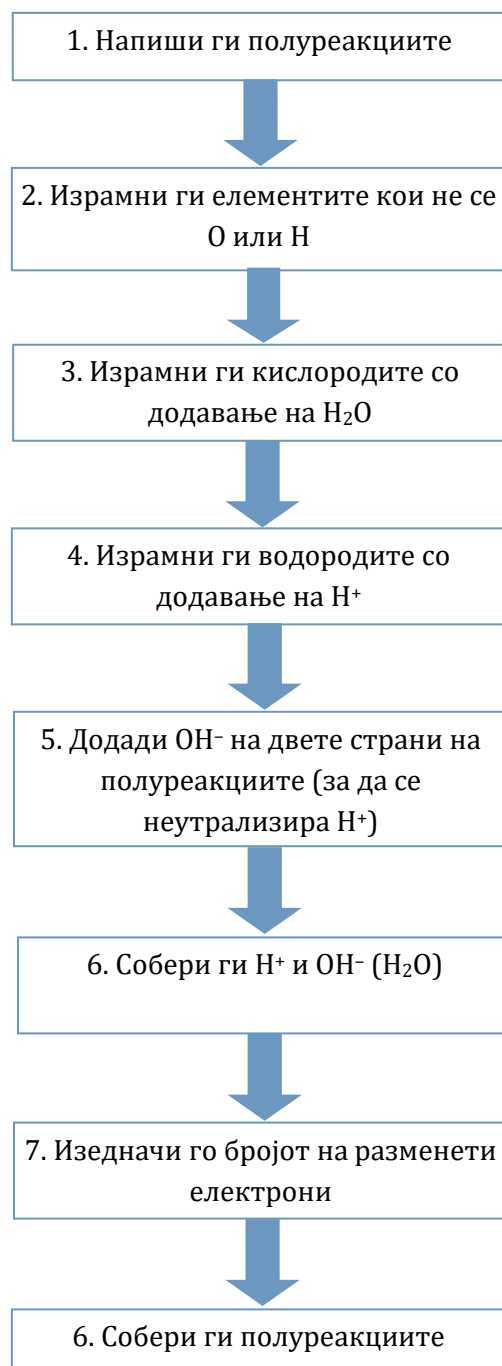
Со собирање на двете равенки се добива:



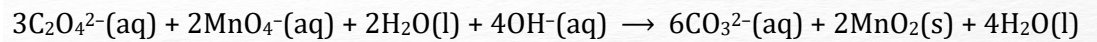
За да се покаже дека реакцијата се одвива во базна средина и за да се определи бројот на  $\text{OH}^{-}$  групи, во обете страни на равенката ќе внесеме  $4\text{OH}^{-}$ , поради тоа што на десната страна има  $4\text{H}^{+}$ .



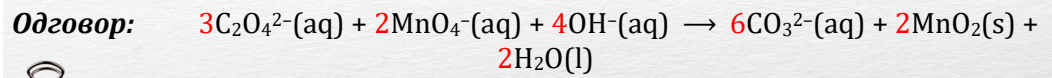
Чекори во израмнувањето на јонски равенки во **базна** средина



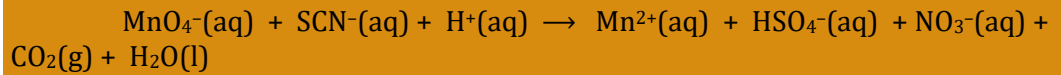
Може да сметаме дека  $4\text{H}^+(\text{aq}) + 4\text{OH}^-(\text{aq}) = 4\text{H}_2\text{O}$ , па равенката може да се напише како:



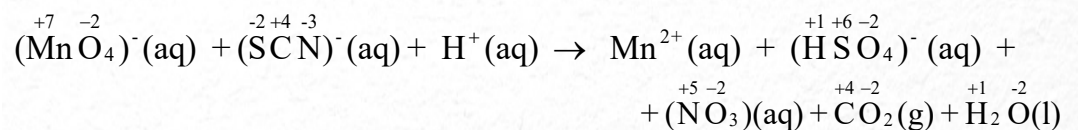
Со одземање на бројот на молекули вода од левата и десната страна на равенството се добива целосно израмнетата равенка.



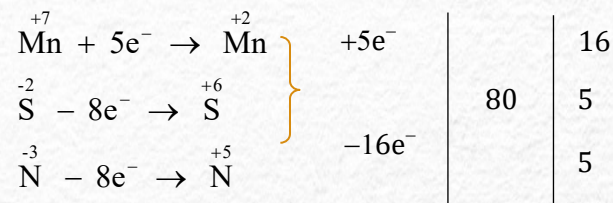
**Пример 5.13.** Израмни ја следнава равенка:



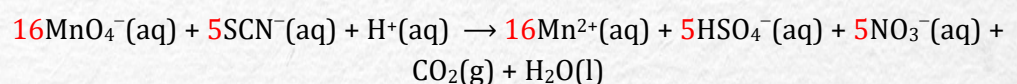
**Решение:** Најпрво ќе ги определиме оксидациските броеви на атомите на елементите на учесниците во реакцијата.



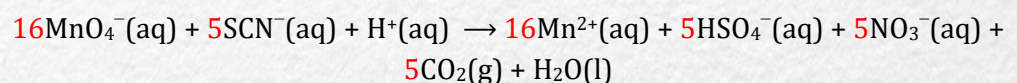
Како што може да се забележи, оксидацискиот број го менуваат три елемента. Манганот го менува оксидацискиот број од +7 до +2, што значи дека се редуцира, а сулфурот и азотот се оксидираат. Во овој случај, поедноставен начин за израмнување на равенката е да се состави електронска шема според промената на оксидациските броеви. Притоа, како што видовме во примерот 5.9., најпрво се собираат вкупниот број испуштени електрони од сулфурот и азотот, а потоа се бара НЗС од бројот на примени и испуштени електрони, според кој се определуваат и соодветните коефициенти од шемата. Се составува следнава шема:



На обете страни од равенката пред манганот ќе ставиме коефициент 16, а пред  $\text{SCN}^-$  ќе ставиме коефициент 5, како и пред хидрогенсулфатниот и нитратниот анјон.

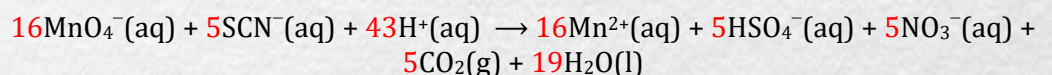


За да го израмниме бројот на јаглеродни атоми пред  $\text{CO}_2$ , ќе ставиме коефициент 5.



Бројот на кислородни атоми од левата страна на равенката изнесува 64 ( $16 \cdot 4$ ), што значи дека пред водата на десната страна од равенката треба да се стави коефициент 19. Вкупниот број водородни атоми на десната страна од равенката е 43, па затоа пред  $\text{H}^+$  на левата страна ќе ставиме коефициент 43. Со тоа, равенката на реакцијата е израмнета.

**Одговор:**

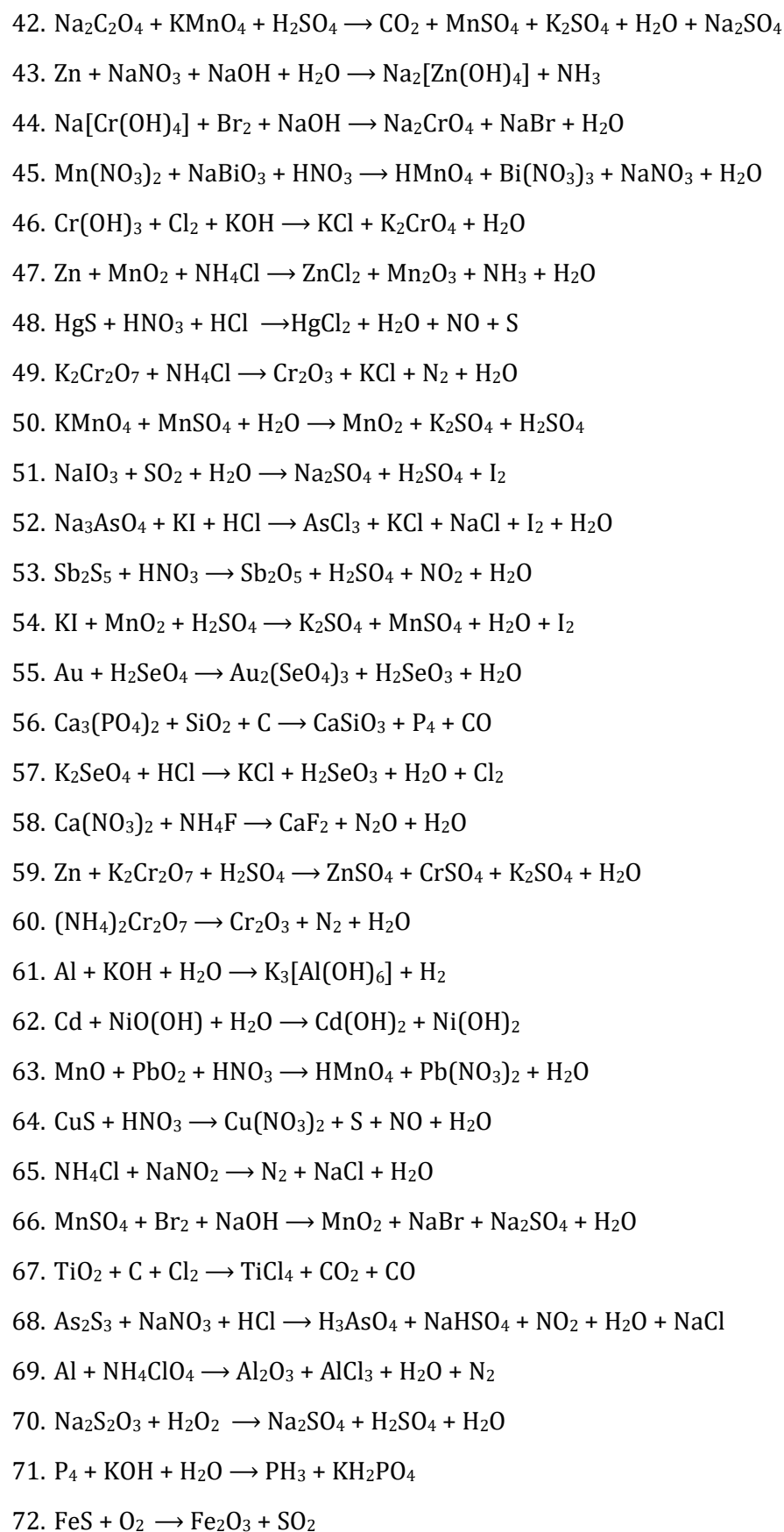


### Задачи:

Израмни ги равенките со користење електронска шема:

1.  $\text{Sn} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{SnO}_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
2.  $\text{HClO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$
3.  $\text{Ru} + \text{KNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{RuO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
4.  $\text{B} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{BO}_3 + \text{NO}_2$
5.  $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{C} \rightarrow \text{P} + \text{CO}$
6.  $\text{Ag} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$
7.  $\text{CeO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CeCl}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$
8.  $\text{I}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HIO}_3 + \text{HCl}$
9.  $\text{KBrO}_3 + \text{HBr} + \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O}$
10.  $\text{As} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
11.  $\text{Fe} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
12.  $\text{KIO}_4 + \text{KI} + \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$
13.  $\text{AsH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{AsO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
14.  $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$
15.  $\text{CuSO}_4 + \text{KI} \rightarrow \text{CuI} + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4$
16.  $\text{CdS} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cd}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$
17.  $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KMnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{KOH}$
18.  $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
19.  $\text{PbO}_2 + \text{HI} \rightarrow \text{PbI}_2 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$
20.  $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
21.  $\text{SO}_2 + \text{HNO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}$
22.  $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$
23.  $\text{CdS} + \text{HCl} + \text{I}_2 \rightarrow \text{CdCl}_2 + \text{HI} + \text{S}$
24.  $\text{Hg} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
25.  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{KNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
26.  $\text{MnO}_2 + \text{KOH} + \text{KClO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
27.  $\text{KI} + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{NO} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
28.  $\text{FeCl}_3 + \text{KI} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{I}_2 + \text{KCl}$
29.  $\text{HCl} + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{KCl} + \text{MnCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$
30.  $\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$
31.  $\text{PbS} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$
32.  $\text{KCl} + \text{HNO}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
33.  $\text{As}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{NO}$
34.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} + \text{S} \rightarrow \text{SO}_2 + \text{KOH} + \text{Cr}_2\text{O}_3$
35.  $\text{NaCl} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$
36.  $\text{FeSO}_4 + \text{HIO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$
37.  $\text{NaHSO}_4 + \text{Al} + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$
38.  $\text{KI} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{I}_2 + \text{NO} + \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
39.  $\text{As}_4\text{O}_6 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{NO}_2$
40.  $\text{NaNO}_3 + \text{NaOH} + \text{Al} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaAlO}_2 + \text{NH}_3$
41.  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{KNO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{CO}_2 + \text{KNO}_2$

Слика 5.6. Најчестите оксидациски состојби (во некои случаи и единствени) на некои елементи од Периодниот систем.

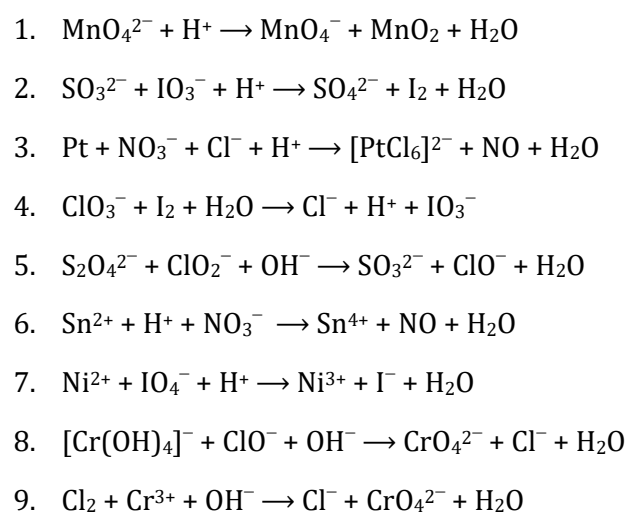


Во **кисела средина**, перманганатниот јон ( $\text{MnO}_4^-$ ) се редуцира, при што манганот добива оксидациски број **+2**.

Во **неутрална средина**, перманганатниот јон се редуцира, при што манганот добива оксидациски број **+4**.

Во **базна средина**, перманганатниот јон се редуцира до манган со оксидациска состојба **+6**.

Израмни ги следниве јонски равенки со користење електронска шема:



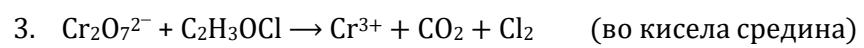
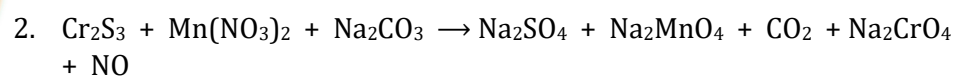
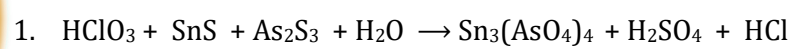
10.  $\text{VO}_4^{3-} + \text{Fe}^{2+} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{VO}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$
11.  $\text{MnO}_4^{2-} + \text{I}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{IO}_3^- + \text{OH}^-$
12.  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{HNO}_2 + \text{H}^+ \rightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$
13.  $\text{CrO}_2^- + \text{ClO}^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{CrO}_4^{2-} + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$
14.  $\text{SO}_3^{2-} + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$
15.  $\text{Zn} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cr}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$
16.  $\text{CrO}_4^{2-} + \text{HSnO}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CrO}_2^- + \text{OH}^- + \text{HSnO}_3^-$
17.  $\text{HAsO}_3^{2-} + \text{BrO}_3^- \rightarrow \text{Br}^- + \text{AsO}_4^{3-} + \text{H}^+$
18.  $\text{N}_2\text{O}_4 + \text{Br}^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{NO}_2^- + \text{BrO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$
19.  $\text{NO}_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{NO}_3^- + \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$
20.  $\text{BiO}_3^- + \text{Mn}^{2+} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Bi}^{3+} + \text{MnO}_4^- + \text{H}_2\text{O}$
21.  $\text{VO}^{2+} + \text{MnO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{VO}_2^+ + \text{Mn}^{2+} + \text{H}^+$
22.  $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
23.  $\text{Ag} + \text{CN}^- + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{Ag}(\text{CN})_2]^- + \text{OH}^-$
24.  $\text{Mn}^{2+} + \text{S}_2\text{O}_8^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_4^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}^+$
25.  $\text{HClO}_2 + \text{Cr}^{3+} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HClO} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$
26.  $\text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{ClO}_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{ClO}_2)_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

Израмни ги следниве јонски равенки што се одвиваат во кисела или базна средина:

1.  $\text{MnO}_2 + \text{HNO}_2 \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{NO}_3^-$  (во кисела средина)
2.  $\text{Se} + \text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Cr} + \text{SeO}_3^{2-}$  (во базна средина)
3.  $\text{ClO}_3^- + \text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$  (во кисела средина)
4.  $\text{Zn} + \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cr}(\text{OH})_3$  (во базна средина)
5.  $\text{MnO}_4^- + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + \text{Mn}^{2+}$  (во кисела средина)
6.  $\text{As} + \text{ClO}_3^- \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{HClO}$  (во кисела средина)
7.  $\text{Cr}(\text{OH})_4^- + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{CrO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$  (во базна средина)
8.  $\text{Hg}_2^{2+} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Hg} + \text{S}_8$  (во кисела средина)
9.  $\text{BrO}_3^- + \text{N}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{Br}^- + \text{N}_2$  (во кисела средина)
10.  $\text{S} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{N}_2\text{O}$  (во кисела средина)
11.  $\text{MnO}_4^- + \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{HCOOH} + \text{Mn}^{2+}$  (во кисела средина)
12.  $\text{NO}_2^- + \text{Al} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{AlO}_2^-$  (во базна средина)
13.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{ClO}_2 \rightarrow \text{ClO}_2^- + \text{O}_2$  (во базна средина)
14.  $\text{MnO}_4^- + \text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{CrO}_4^{2-}$  (во базна средина)
15.  $\text{Ag}^+ + \text{AsH}_3 \rightarrow \text{Ag} + \text{H}_3\text{AsO}_3$  (во кисела средина)
16.  $\text{Tl}_2\text{O}_3 + \text{NH}_2\text{OH} \rightarrow \text{TlOH} + \text{N}_2$  (во базна средина)
17.  $\text{Sb}_2\text{O}_3 + \text{NO}_3^- \rightarrow \text{Sb}_2\text{O}_5 + \text{N}_2\text{O}_4$  (во кисела средина)
18.  $\text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{Zn} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{AsH}_3 + \text{Zn}(\text{NO}_3)_2$  (во кисела средина)
19.  $\text{CrO}_4^{2-} + \text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{SO}_4^{2-}$  (во кисела средина)
20.  $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{CrO}_4^{2-}$  (во базна средина)
21.  $\text{CN}^- + \text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} \rightarrow \text{CNO}^- + \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$  (во базна средина)
22.  $\text{Ag}_2\text{S} + \text{CN}^- + \text{O}_2 \rightarrow \text{Ag}(\text{CN})_2^- + \text{S}_8 + \text{OH}^-$  (во базна средина)

Обиди се!

Израмни ги со електронска шема следниве равенки:



# 6 ПРЕСМЕТУВАЊЕ ВРЗ ОСНОВА НА ХЕМИСКА ФОРМУЛА

Еден од најосновните поими во хемијата е поимот хемиска формула. Хемиската формула е симболичен запис за хемиските соединенија и некои елементарни супстанции. Постојат различни видови формули, но секоја формула во себе содржи **квалитативни и квантитативни податоци**. Освен овие податоци, некои формули даваат и други дополнителни податоци, како на пример, податоци за структурата на молекулите од кои е изградено едно соединение (структурни и стереоформули) или, пак, податоци за неспарените (осамените) електронски парови на некои од атомите во молекулата (луисовски формули) итн.

Хемиските симболи од кои се состои хемиската формула ни даваат податоци за хемискиот состав на соединението. На пример, формулата  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  покажува дека амониум сулфатот е изграден од елементите азот, водород, сулфур и кислород (од елементите, не од елементарните супстанции!). Квантитативните податоци, пак, се содржат во **индексите** во формулата. Тие даваат квантитативни податоци како за супстанцата (во макроскопска смисла на зборот), така и за квантитативниот состав на градбените единици на супстанцата. Кога станува збор за молекулите како градбени единици, хемиската формула означува **една молекула на некое соединение или на некоја елементарна супстанца**. Во таков случај, индексите во формулата го даваат **бројот на атоми од секој елемент во состав на молекулата**. На пример, од хемиската формула на дифосфорна (пирофосфорна) киселина,  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ , може да се заклучи дека една молекула пирофосфорна киселина содржи 4 атоми водород, 2 атома фосфор и 7 атоми кислород. Вакво е значењето на индексот и кога станува збор за молекули на елементарна супстанца. На пример, формулата  $\text{S}_8$  означува една молекула сулфур, а индексот 8 означува дека таа е изградена од 8 атоми сулфур.

За јонските соединенија, наместо за молекули, зборуваме за **формулни единици**. На пример, хемиската формула  $\text{BaF}_2$  означува една формулна единица на соединението калциум флуорид. **Индексите во формулната единица го даваат односот на количествата на јоните од кои е изградено соединението**, т. е.

$$n(\text{Ba}^{2+}) : n(\text{F}^-) = 1 : 2$$

Меѓутоа, без оглед на тоа дали супстанцата е изградена од молекули или од јони, кога со хемиската формула означуваме супстанца, тогаш **односот на индексите во формулата го дава односот на количествата на елементите во соединението**. На пример, формулата на аминокиселината аланин е  $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2$ . Односот на количествата на елементите во ова соединение е:

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{N}) : n(\text{O}) = 3 : 7 : 1 : 2$$

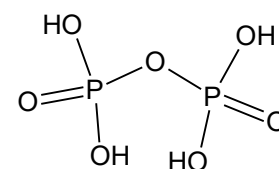
За јонски соединенија изградени од полиатомски групации, хемиската формула дава податоци како за односот на количествата на јоните, така и за односот на количествата на елементите од кои е изградено соединението. На пример, односот на количествата на јоните во  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  е:

$$n(\text{Fe}^{3+}) : n(\text{SO}_4^{2-}) = 2 : 3$$

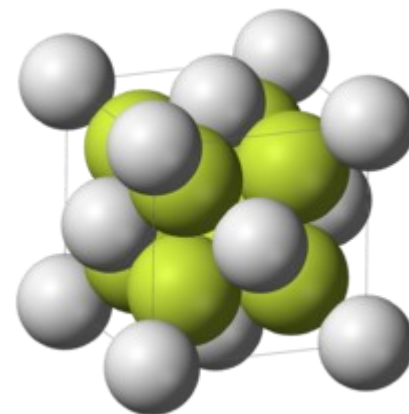
додека, пак, односот на количествата на елементите е:

$$n(\text{Fe}) : n(\text{S}) : n(\text{O}) = 2 : 3 : 12$$

Кога индексите во хемиската формула се запишани со најмалиот целоброен однос на количествата на елементите, тогаш станува збор за т.н. **емпириска (најпроста) формула**. Јонските соединенија се запишуваат само со емпириска формула, додека, пак, за ковалентни соединенија, освен емпириски формули, се користат и т.н. **молекулски или вистински формули**. Индексите во молекулските формули го покажуваат точниот број атоми во молекулата на соединението.



Сл. 6.1. Структурна формула на дифосфорна (пирофосфорна) киселина.

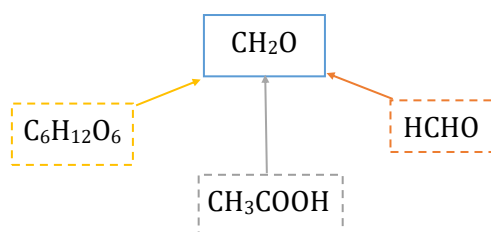


Сл. 6.2. Елементарна ќелија на бариум флуорид.



Всушност, индексите во молекулската формула се целоброен производ од индексите во емпириската формула. Оттука, ако ја знаеме молекулската формула на едно соединение, лесно може да ја напишеме и неговата емпириска формула. Од друга страна, пак, ако ги знаеме релативната молекулска маса на соединението и неговата емпириска формула, тогаш може да ја најдеме неговата молекулска формула, знаејќи дека релативната молекулска маса што одговара на емпириската формула се содржи цел број пати во релативната молекулска маса на молекулската формула. Да ги разгледаме следниве примери.

Различни соединенија може да имаат иста емпириска формула. На пример:



**Пример 6.1.** Молекулската формула на глюкозата е  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ . Која е емпириската формула на глюкозата?

**Решение:** Во емпириската формула, индексите се запишуваат со нивниот најмал целоброен однос. Тоа значи дека за да ја претвориме молекулската формула во емпириска формула, потребно е индексите да ги поделиме со најголемиот заеднички делител. За молекулската формула на глюкоза,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , најголем заеднички делител е бројот 6. Според тоа, емпириската формула на глюкозата е  $\text{CH}_2\text{O}$ .

**Одговор:** Емпириската формула на глюкоза е  $\text{CH}_2\text{O}$ .

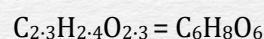
**Пример 6.2.** Емпириската формула на витамин С е  $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$ , а неговата релативна молекулска маса изнесува 176,12. Која е молекулската (вистинската) формула на витамин С?

**Решение:** Релативната молекулска маса на емпириската формула се содржи цел број пати во релативната молекулска маса на молекулската формула. За да најдеме колку изнесува тој број, потребно е да ги поделиме релативните молекулски маси на молекулската и емпириската формула.

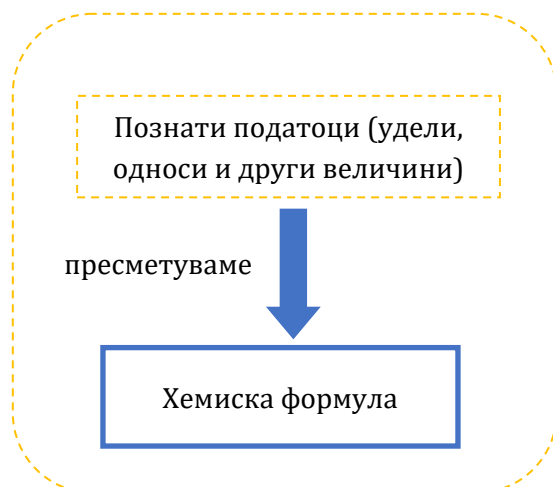
$$M_r(\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3) = 88,06$$

$$\frac{M_r(\text{молекулска})}{M_r(\text{емпириска})} = \frac{176,12}{88,06} = 2$$

Значи, емпириската формула се содржи 2 пати во молекулската, па според тоа, молекулската формула ќе ја добиеме ако сите индекси во емпириската формула ги помножимо со 2.



**Одговор:** Вистинската формула на витамин С е  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ .



Пресметувањата врз основа на хемиска формула може, главно, да се поделат на две групи:

1. Врз основа на позната хемиска формула може да се пресметуваат:

- ◆ количествени удели на елементите во соединението;
- ◆ масени и молски односи меѓу елементите во соединението;
- ◆ бројни и количествени удели на елементите во соединенијата;
- ◆ масени удели на елементите во соединенијата;
- ◆ како и пресметување количества, маси итн. на еден од елементите, кога е позната масата на соединението, и обратно.

Сите овие пресметки се темелат врз **односи меѓу количествата**, што значи дека за овие пресметки доволно е да се знае само емпириската формула. Притоа, освен различните изрази за количество супстанца, честопати, се користат и изразите за количествен (молски) и масен удел.

2. Вториот тип задачи е обратен од првиот. Така, врз основа на познати податоци за масите на елементите и масените удели, може да се најде емпириската и молекулската формула на соединението.

Најпрво, преку повеќе примери, ќе ги разгледаме задачите од првиот тип.



**Пример 6.3.** Азот диоксидот е отровен гас што честопати може да се најде и во фотохемискиот смог. Колку изнесува односот на масите на елементите во азот диоксид?

Дадено е:

Емпирирска формула:  $\text{NO}_2$

Се бара:

$m(\text{N}) : m(\text{O})$

**Решение:** Односот на индексите во формулата е однос на количествата на елементите во соединението. Оттука, односот на масите на елементите може да се најде ако масата на секој елемент се изрази како производ од количеството и моларната маса на секој елемент.

$$m(\text{N}) : m(\text{O}) = \frac{n(\text{N}) \cdot M(\text{N})}{n(\text{O}) \cdot M(\text{O})} = \frac{1 \text{ mol} \cdot 14 \text{ g/mol}}{2 \text{ mol} \cdot 16 \text{ g/mol}} = \frac{14}{32} = \frac{7}{16} = 0,4375$$

**Одговор:** Односот на масите на азот и кислород во азот диоксид е 7 : 16, т. е. 0,4375.

$$m(\text{N}) : m(\text{O}) = 7 : 16 = 0,4375$$



**Пример 6.4.** Амониум сулфатот се употребува како вештачко ѓубриво. Колку изнесуваат бројните и количествените (молските) удели на елементите во амониум сулфат?

Дадено е:

Формула  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Се бара:

$x(\text{N}) = ?; x(\text{H}) = ?; x(\text{S}) = ?; x(\text{O}) = ?$

**Решение:** Бројниот удел се пресметува според следнава равенка:

$$x(\text{X}) = \frac{N(\text{X})}{\sum_i N_i}$$

Бројот на атоми од секој елемент во формулната единица е даден во самата хемиска формула:

$N(\text{N}) = 2; N(\text{H}) = 2 \cdot 4 = 8; N(\text{S}) = 1; N(\text{O}) = 4$ . Според тоа,

$$x(\text{N}) = \frac{2}{2 + 8 + 1 + 4} = \frac{2}{15} \approx 0,13 = 13 \%$$

$$x(\text{H}) = \frac{8}{15} \approx 0,53 = 53 \%$$

$$x(\text{S}) = \frac{1}{15} \approx 0,07 = 7 \%$$

$$x(\text{O}) = \frac{4}{15} = 0,27 = 27 \%$$

Бројните удели и количествените удели имаат ист симбол, бидејќи од броен удел може да се помине во количествен ако бројот на атоми од елементот, како и вкупниот број атоми во формулната единица, се подели со Авогадровата константа. Очигледно, бројните удели и количествените удели имаат исти вредности.

Збирот на сите удели (без оглед на тоа за каков вид удел станува збор) на поодделните компоненти во една целина мора да биде еднаков на 1, т. е. на 100 %.

**Одговор:**  $x(\text{N}) = 13 \%; x(\text{H}) = 53 \%; x(\text{S}) = 7 \%; x(\text{O}) = 27 \%$ .



**Пример 6.5.** Пеницилинот е првиот антибиотик што бил откриен од Александар Флеминг во 1928 година од еден вид мувла. Оттогаш се синтетизирани голем број пеницилински и други видови антибиотици. Еден таков антибиотик е пеницилин F, со формула  $\text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{N}_2\text{SO}_4$ . Колку изнесуваат масените удели на елементите во пеницилин F?

Дадено е:

Формула  $\text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{N}_2\text{SO}_4$

Се бара:

$w(\text{C}; \text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{N}_2\text{SO}_4) = ?;$

$w(\text{H}; \text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{N}_2\text{SO}_4) = ?;$

$w(\text{N}; \text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{N}_2\text{SO}_4) = ?;$

$w(\text{S}; \text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{N}_2\text{SO}_4) = ?;$

$w(\text{O}; \text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{N}_2\text{SO}_4) = ?$

Броен  
(количински) удел

$$x(\text{X}) = \frac{N(\text{X})}{\sum_i N_i}$$

Збирот на сите удели (од ист вид) на компонентите на една целина е еднаков на 1 (или 100 %).

**Решение:** Масениот удел се пресметува според следнава величинска равенка:

Масен удел

$$w(X) = \frac{m(X)}{\sum_i m_i}$$

$$w(X) = \frac{m(X)}{\sum_i m_i}$$

Кога станува збор за масен удел на елемент во соединение, збирот од масите на сите елементи, всушност, е масата на соединението. Според тоа, за масениот удел на елемент во соединение може да напишеме:

Масите на елементот и на соединението може да ги изразиме како производ

$$w(\text{елемент; соединение}) = \frac{m(\text{елемент})}{m(\text{соединение})}$$

од количеството и моларната маса.

$$w(\text{елемент; соединение}) = \frac{n(\text{елемент})}{n(\text{соединение})} \cdot \frac{M(\text{елемент})}{M(\text{соединение})}$$

Количествениот однос меѓу елементот и соединението што го содржи тој елемент е еднаков на индексот на елементот во даденото соединение ( $i$ ). Единиците за моларната маса ќе се скратат, а бројните вредности соодветствуваат на релативната атомска маса на елементот и релативната молекулска маса на соединението. Оттука, може да изведеме една општа величинска равенка за пресметување масен удел на елемент во соединение:

Сега оваа равенка може да ја примениме за пресметување на масените удели на елементите во пеницилинот.



Сл. 6.3. Мувла од која се изолира пеницилин.

$$w(\text{елемент; соединение}) = \frac{i \cdot A_r(\text{елемент})}{M(\text{соединение})}$$

$$w(\text{C}; \text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{N}_2\text{SO}_4) = \frac{14 \cdot 12,01}{312,38} = 0,5382 = 53,82 \%$$

$$w(\text{H}; \text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{N}_2\text{SO}_4) = \frac{20 \cdot 1,01}{312,38} = 0,06466 = 6,466 \%$$

$$w(\text{N}; \text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{N}_2\text{SO}_4) = \frac{2 \cdot 14,01}{312,38} = 0,08969 = 8,969 \%$$

$$w(\text{S}; \text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{N}_2\text{SO}_4) = \frac{1 \cdot 32,06}{312,38} = 0,1026 = 10,26 \%$$

$$w(\text{O}; \text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{N}_2\text{SO}_4) = \frac{4 \cdot 16,00}{312,38} = 0,2049 = 20,49 \%$$

**Одговор:**  $w(\text{C}; \text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{N}_2\text{SO}_4) = 53,82 \%$ ;  $w(\text{H}; \text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{N}_2\text{SO}_4) = 6,466 \%$ ;  
 $w(\text{N}; \text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{N}_2\text{SO}_4) = 8,969 \%$ ;  $w(\text{S}; \text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{N}_2\text{SO}_4) = 10,26 \%$ ;  
 $w(\text{O}; \text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{N}_2\text{SO}_4) = 20,49 \%$



**Пример 6.6.** Оксалната киселина е органска киселина што се среќава во составот на многу растенија, а особено ја има во спанакот. Многу често се среќава во вид на кристалохидрат, со следнава формула:  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Колку изнесува масениот удел на водата и колку изнесуваат масените удели на секој од елементите во оксалната киселина?

**Дадено е:**  
 Формула  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

**Се бара:**  
 $w(\text{H}_2\text{O}; \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = ?$ ;  
 $w(\text{H}; \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = ?$ ;  
 $w(\text{C}; \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = ?$ ;  
 $w(\text{O}; \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = ?$

**Решение:** Кога се бара масен удел на вода во некој кристалохидрат, водата се смета за посебна единка. Притоа, во пресметувањата се вклучува нејзината релативна молекулска маса. Се разбира, кога се бараат масените удели на секој поодделен елемент во соединението, за масените удели на водород и кислород мора да се земат предвид водородните и кислородните атоми од водата.

$$w(\text{H}_2\text{O}; \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{2 \cdot 18,02}{126,07} = 0,2859 = 28,59 \%$$

$$w(\text{H}; \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{6 \cdot 1,01}{126,07} = 0,0481 = 4,81 \%$$

$$w(\text{C}; \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{2 \cdot 12,01}{126,07} = 0,1905 = 19,05 \%$$

$$w(\text{O}; \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{6 \cdot 16,00}{126,07} = 0,7618 = 76,18 \%$$

**Одговор:**  $w(\text{H}_2\text{O}; \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 28,69 \%$ ;  $w(\text{H}; \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 4,81 \%$ ;  
 $w(\text{C}; \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 19,05 \%$ ;  $w(\text{O}; \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 76,18 \%$

**Пример 6.7.** Витаминот  $\text{B}_{12}$ , цијанокобаламин, е од суштинско значење за човечката исхрана. Овој витамин се наоѓа во животинските ткива, но не и во повисоките растенија. Иако нутритивните потреби за витаминот се прилично ниски, луѓето што не јадат храна од животинско потекло може да развијат анемија. Масениот удел на кобалт во цијанокобаламин што се содржи во витаминските додатоци изнесува 4,34 %. Ако се знае дека во една молекула цијанокобаламин се содржи еден атом кобалт, колку изнесува моларната маса на цијанокобаламин ( $\text{B}_{12}$ )?

**Дадено е:**  
 $w(\text{Co}; \text{B}_{12}) = 4,34 \% = 0,0434$

**Се бара:**  
 $M(\text{B}_{12})$

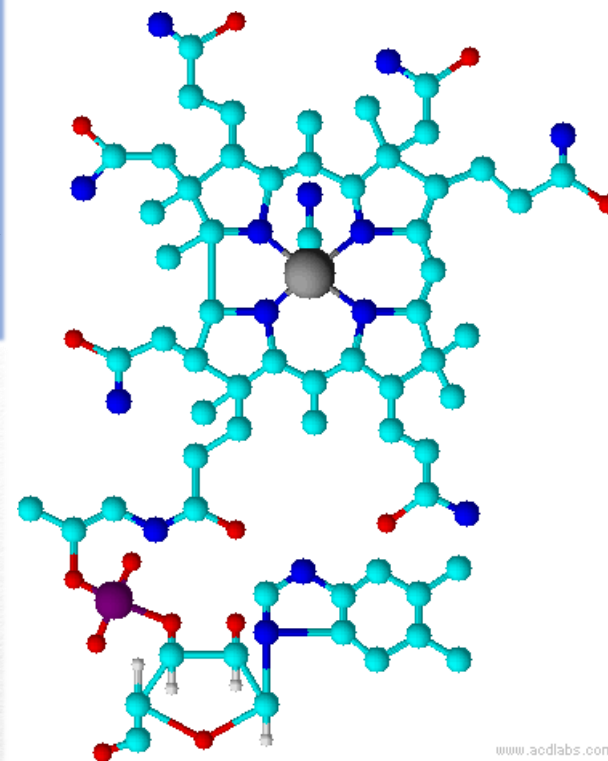
**Решение:** Бидејќи во една молекула  $\text{B}_{12}$  има еден атом кобалт, неговиот индекс во формулата е 1, т. е. односот на количествата на кобалт и  $\text{B}_{12}$  е 1 : 1. Оттука, користејќи го изразот за масен удел на елемент во соединение, ќе ја пресметаме моларната маса на  $\text{B}_{12}$ .

$$w(\text{Co}; \text{B}_{12}) = \frac{i(\text{Co}) \cdot A_r(\text{Co})}{M_r(\text{B}_{12})} \Rightarrow M_r(\text{B}_{12}) = \frac{i(\text{Co}) \cdot A_r(\text{Co})}{w(\text{Co}; \text{B}_{12})}$$

$$M_r(\text{B}_{12}) = \frac{1 \cdot 58,93}{0,0434} = 1357,83$$

$$M(\text{B}_{12}) = 1357,83 \text{ g/mol}$$

**Одговор:** Моларната маса на  $\text{B}_{12}$  изнесува 1357,83 g/mol.



Сл. 6.4. Приказ на структурата на витаминот  $\text{B}_{12}$  со топчиња и стапчиња.

**Пример 6.8.** Масениот удел на флуор во едно соединение со формула  $\text{XF}_3$  изнесува 65 %. Колку изнесува релативната атомска маса на елементот X? Кој елемент е означен со X?

**Дадено е:**  
 $w(\text{F}; \text{XF}_3) = 65 \% = 0,65$

**Се бара:**  
 $A_r(\text{X}) = ?$

**Решение:** Релативната атомска маса на X може да ја пресметаме користејќи го изразот за неговиот масен удел во соединението. Масениот удел на X во  $\text{XF}_3$  е:

$$w(\text{X}; \text{XF}_3) = 1 - w(\text{F}; \text{XF}_3) = 1 - 0,65 = 0,35$$

Но, за да може од изразот за масен удел на X во  $\text{XF}_3$  да ја пресметаме релативната атомска маса на X, потребно е претходно да ја најдеме релативната молекулска маса на соединението. Таа може да ја пресметаме од податокот за масениот удел на флуорот.

$$w(\text{F}; \text{XF}_3) = \frac{i(\text{F}) \cdot A_r(\text{F})}{M_r(\text{XF}_3)} \Rightarrow M_r(\text{XF}_3) = \frac{i(\text{F}) \cdot A_r(\text{F})}{w(\text{F}; \text{XF}_3)}$$

$$M_r(\text{XF}_3) = \frac{3 \cdot 19}{0,65} = 87,69$$

Оваа вредност ќе ја замениме во изразот за масен удел на X во  $\text{XF}_3$ .

$$w(X;XF_3) = \frac{i(X) \cdot A_r(X)}{M_r(XF_3)} \Rightarrow A_r(X) = \frac{w(X;XF_3) \cdot M_r(XF_3)}{i(X)}$$

$$A_r(X) = \frac{0,35 \cdot 87,69}{1} = 30,6915$$

Оваа релативна атомска маса е најблиска по вредност со релативната атомска маса на фосфор (30,97). Соединението е  $PF_3$ .

**Одговор:** Релативната атомска маса на X е 30,69, што значи дека елементот е фосфор, а формулата на соединението е  $PF_3$ .



Сл. 6.5. Коски на стапалото.

Во човечкото стапало има 26 коски.

**Пример 6.9.** Масениот удел на калциум фосфат во коските на возрасен човек изнесува 58 %. Колкава маса фосфор содржат коските на возрасен човек ако просечно нивната маса изнесува 11 килограми?

*Дадено е:*  
 $w[(Ca_3(PO_4)_2; \text{коски})] = 58 \% = 0,58$   
 $m(\text{коски}) = 11 \text{ kg}$

*Се бара:*  
 $m(P) = ?$

**Решение:** Според формулата на калциум фосфат, односот на количествата на фосфор и калциум фосфат е:

$$\frac{n(P)}{n[Ca_3(PO_4)_2]} = \frac{2}{1}$$

Количествата може да се изразат како количник од масата и моларната маса, па оттаму масата на фосфор да се пресмета врз основа на масата на калциум фосфат што се содржи во коските. Масата на калциум фосфат во коските не ја знаеме (внимавај, масата од 11 kg е маса на коските, а не на калциум фосфат!), но имаме податоци за масениот удел на калциум фосфат во коските и за масата на коските. Оттука,

$$m[Ca_3(PO_4)_2; \text{коски}] = w[(Ca_3(PO_4)_2; \text{коски})] \cdot m(\text{коски}) = 0,58 \cdot 11 \text{ kg} = 6,38 \text{ kg} = 6380 \text{ g}$$

Односот на количествата на фосфор и калциум фосфат е:

$$n(P) = 2 \cdot n[Ca_3(PO_4)_2]$$

$$\frac{m(P)}{M(P)} = \frac{2 \cdot m[Ca_3(PO_4)_2]}{M[Ca_3(PO_4)_2]} \Rightarrow m(P) = \frac{2 \cdot m[Ca_3(PO_4)_2] \cdot M(P)}{M[Ca_3(PO_4)_2]}$$

$$m(P) = \frac{2 \cdot 6380 \text{ g} \cdot 30,97 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{310,18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1274,02 \text{ g} \approx 1,3 \text{ kg}$$

**Одговор:** Масата на фосфор во 11 kg коски изнесува 1,3 kg.

**Пример 6.10.** Една од постапките што се применува за добивање метали од руди е со редукција на стопена руда со електролиза. Со ваква постапка може да се добие алуминиумот од боксит (кој се состои од неколку соединенија на алуминиум и железо), во кој едно од соединенијата на алуминиум е  $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ . Ако е анализиран примерок на боксит со маса 12 kg во кој уделот на  $Al_2Si_2O_5(OH)_4$  е 27 %, колкава маса алуминиум би можело да се добие при електролиза на ова соединение?

*Дадено е:*  
 $m(\text{боксит}) = 12 \text{ kg} = 12\,000 \text{ g}$   
 $w(Al_2Si_2O_5(OH)_4) = 27 \% = 0,27$

*Се бара:*  
 $m(Al) = ?$

Во првиот чекор од решавањето треба да се најде масата на чистото соединение:

$$w(Al_2Si_2O_5(OH)_4) = \frac{m(Al_2Si_2O_5(OH)_4)}{m(\text{боксит})}$$

$$m(Al_2Si_2O_5(OH)_4) = w(Al_2Si_2O_5(OH)_4) \cdot m(\text{боксит}) = 0,27 \cdot 12 \text{ kg} = 3,24 \text{ kg} = 3240 \text{ g}$$

За да ја најдеме масата на алуминиум, мора да поставиме однос на количества, елемент : соединение

$$\frac{n(\text{Al})}{n(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4)} = \frac{2}{1}$$

$$n(\text{Al}) = 2 \cdot n(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4)$$

Оттука може да го пресметаме количеството на Al или може во горната формула да замениме дека количеството е однос на масата и моларната маса:

$$\frac{m(\text{Al})}{M(\text{Al})} = 2 \cdot \frac{m(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4)}{M(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4)}$$

$$m(\text{Al}) = 2 \cdot \frac{m(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4)}{M(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4)} \cdot M(\text{Al}) = 2 \cdot \frac{3240 \text{ g} \cdot 26,98 \text{ g/mol}}{258,16 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 677,22 \text{ g}$$

$$m(\text{Al}) = 677,22 \text{ g}$$

**Одговор:** Масата на алуминиум што може да се добие од 12 kg боксит изнесува 677,22 g.

Вториот тип задачи е обратен од првиот. Така, врз основа на познати податоци за масите на елементите и масените удели, може да се најдат емпириската и молекулската формула на соединението. Всушност, определувањето на емпириската и вистинската формула на соединението се состои во определување на индексите во формулата на соединението. Како што кажавме претходно, индексите во емпириската формула се најмали целобројни вредности од односите на количествата на елементите во соединението. Затоа, потребно е да се пресметаат количествата на сите елементи, а потоа да се најде нивниот однос. На пример, за соединение со општа формула  $A_xB_y$ , индексите  $x$  и  $y$  се пресметуваат како

$$n(A) : n(B) = x : y$$

Да разгледаме неколку примери за овој тип задачи.



**Пример 6.11.** Во проба со маса од 30,00 g од една бела кристална супстанца што се користи за пречистување на водата се содржат 4,731 g алуминиум, 8,436 g сулфур и 16,83 g кислород. Која е емпириската формула на ова соединение?

Дадено е:  
 $m(\text{соед.}) = 30 \text{ g}$   
 $m(\text{Al}) = 4,731 \text{ g}$   
 $m(\text{S}) = 8,436 \text{ g}$   
 $m(\text{O}) = 16,83 \text{ g}$

Се бара:  
 $\text{Al}_x\text{S}_y\text{O}_z$

**Решение:** Најпрво треба да ги определиме количествата на секој од елементите во составот на соединението.

$$n(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{M(\text{Al})} = \frac{4,731 \text{ g}}{26,98 \text{ g/mol}} = 0,1753 \text{ mol}$$

$$n(\text{S}) = \frac{m(\text{S})}{M(\text{S})} = \frac{8,436 \text{ g}}{32,07 \text{ g/mol}} = 0,2630 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})} = \frac{16,84 \text{ g}}{16,00 \text{ g/mol}} = 1,052 \text{ mol}$$

Во следниот чекор треба да поставиме однос на количествата на елементите во соединението.

$$x : y : z = 0,1753 \text{ mol} : 0,2630 \text{ mol} : 1,052 \text{ mol}$$

За да ги добиеме најмалите целобројни односи на количествата, сите количества ќе ги поделиме со најмалото количество (така ќе добиеме индекс 1, барем за еден од елементите).

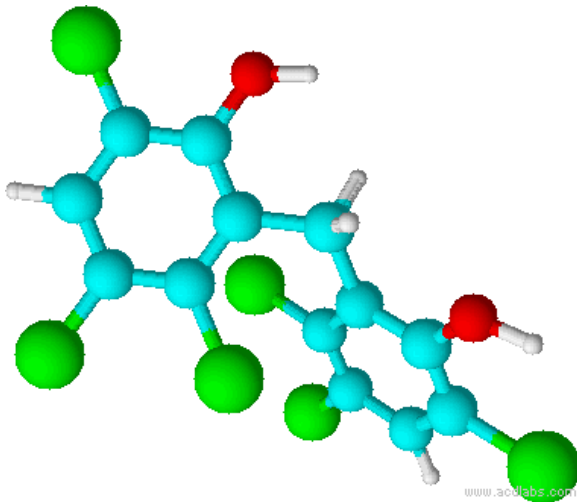
$$x : y : z = \frac{0,1753 \text{ mol}}{0,1753 \text{ mol}} : \frac{0,2630 \text{ mol}}{0,1753 \text{ mol}} : \frac{1,052 \text{ mol}}{0,1753 \text{ mol}} = 1 : 1,5 : 6$$

Бидејќи индексите во емпириската формула имаат целобројни вредности, потребно е добиените вредности за односите на количествата, во овој случај, да ги помножимо со 2.

$$x : y : z = 2 : 3 : 12$$

Значи, емпириската формула на соединението е  $\text{Al}_2\text{S}_3\text{O}_{12}$ . Очигледно станува збор за алуминиум сулфат,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , кој се користи како коагулант при третманот на отпадните води.

**Одговор:** Емпириската формула на соединението е  $\text{Al}_2\text{S}_3\text{O}_{12}$ , т. е.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ .



Сл. 6.6. Структурен модел (со топчиња и стапчиња) на хексахлорофен.

**Пример 6.12.** Хексахлорофен е соединение што порано се употребувало во средствата за дезинфекција. Во составот на ова соединение влегуваат јаглерод, водород, хлор и кислород. Определи ја емпириската формула на соединението ако е познато дека масениот удел на јаглеродот изнесува 38,34 %, а во 10,0 грама од примерокот има  $8,88 \cdot 10^{22}$  атоми водород и 5,23 g хлор.

Дадено е:

$$w(\text{C}) = 38,34 \% = 0,3834$$

$$m(\text{C}_a\text{H}_b\text{Cl}_c\text{O}_d) = 10 \text{ g}$$

$$N(\text{H}) = 8,88 \cdot 10^{22}$$

$$m(\text{Cl}) = 5,23 \text{ g}$$

Се бара:

Емпириската формула,  $\text{C}_a\text{H}_b\text{Cl}_c\text{O}_d$

**Решение:** Од податоците дадени за елементите треба да ги најдеме нивните количества, но мора да ги определиме и нивните маси за да ја најдеме масата на кислородот (за кој немаме никакви податоци), а оттаму и неговото количество. За секој елемент, врз основа на податоците, ги наоѓаме овие величини:

Јаглерод

$$w(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{m(\text{C}_a\text{H}_b\text{Cl}_c\text{O}_d)}$$

$$m(\text{C}) = w(\text{C}) \cdot m(\text{C}_a\text{H}_b\text{Cl}_c\text{O}_d) = 0,3834 \cdot 10 \text{ g} = 3,834 \text{ g}$$

$$n(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} = \frac{3,834 \text{ g}}{12 \text{ g/mol}} = 0,3195 \text{ mol}$$

Водород

$$n(\text{H}) = \frac{N(\text{H})}{N_A} = \frac{8,88 \cdot 10^{22}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 0,147 \text{ mol}$$

$$m(\text{H}) = n(\text{H}) \cdot M(\text{H}) = 0,147 \text{ mol} \cdot 1 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,147 \text{ g}$$

Хлор

$$n(\text{Cl}) = \frac{m(\text{Cl})}{M(\text{Cl})} = \frac{5,23 \text{ g}}{35,5 \text{ g/mol}} = 0,147 \text{ mol}$$

Кислород

Масата на кислородот ќе ја најдеме од разликата меѓу масата на соединението и збирот од масите на останатите елементи:

$$m(\text{O}) = m(\text{C}_a\text{H}_b\text{Cl}_c\text{O}_d) - (m(\text{C}) + m(\text{H}) + m(\text{Cl})) = 10 \text{ g} - (3,834 \text{ g} + 0,147 \text{ g} + 5,23 \text{ g}) = 10 \text{ g} - 9,211 \text{ g} = 0,789 \text{ g}$$

$$n(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})} = \frac{0,789 \text{ g}}{16 \text{ g/mol}} = 0,049 \text{ mol}$$

Откако ги најдовме количествата, може да поставиме количествен однос:

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{Cl}) : n(\text{O}) = a : b : c : d$$

$$0,3195 \text{ mol} : 0,147 \text{ mol} : 0,147 \text{ mol} : 0,049 \text{ mol} = a : b : c : d$$

Количествата ги делиме со најмалата вредност, 0,049 mol:

$$\frac{0,3195 \text{ mol}}{0,049 \text{ mol}} : \frac{0,147 \text{ mol}}{0,049 \text{ mol}} : \frac{0,147 \text{ mol}}{0,049 \text{ mol}} : \frac{0,049 \text{ mol}}{0,049 \text{ mol}} = a : b : c : d$$

$$6,52 : 3 : 3 : 1 = a : b : c : d$$

За да добиеме цели броеви, потребно е вредностите од левата страна да ги помножимо со 2.

$$13 : 6 : 6 : 2 = a : b : c : d$$

Според тоа, добиените најмали целобројни вредности за индексите се:  $a = 13$ ,  $b = 6$ ,  $c = 6$  и  $d = 2$ , а формулата на соединението е  $\text{C}_{13}\text{H}_6\text{Cl}_6\text{O}_2$ .

**Одговор:** Емпириската формула на хексахлорофен е  $\text{C}_{13}\text{H}_6\text{Cl}_6\text{O}_2$ .

**Пример 6.13.** Масените удели на елементите во ванилин (супстанцата што е одговорна за вкусот на зачинот ванила) изнесуваат:  $w(\text{C}) = 63,25\%$ ;  $w(\text{H}) = 5,26\%$ ;  $w(\text{O}) = 31,6\%$ . Определи ја емпириската формула на ванилин.

Дадено е:

$$w(\text{C}) = 63,25\%$$

$$w(\text{H}) = 5,26\%$$

$$w(\text{O}) = 31,6\%$$

Се бара:

Емпириската формула,  $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$

**Решение:** За да ја определиме емпириската формула на ванилин, потребно е да ги најдеме количествата на сите елементи, а потоа да го определиме нивниот најмал целоброен сооднос. Количествата може да ги најдеме врз основа на нивните маси, бидејќи имаме податоци за масениот удел на секој од елементите, изразен во проценти. Во ваков случај, може да сметаме дека масата на супстанцата е 100 g (на пр.  $63,25 \text{ g}/100 \text{ g} = 0,6325 = 63,25\%$ ), па според тоа, бројните вредности за масените удели на секој од елементите ќе бидат еднакви на бројните вредности на нивните маси.

$$m(\text{C}) = w(\text{C}) \cdot m(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z) = 0,6325 \cdot 100 \text{ g} = 63,25 \text{ g}$$

$$m(\text{H}) = w(\text{H}) \cdot m(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z) = 0,0526 \cdot 100 \text{ g} = 5,26 \text{ g}$$

$$m(\text{O}) = w(\text{O}) \cdot m(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z) = 0,316 \cdot 100 \text{ g} = 31,6 \text{ g}$$

Количествата на секој од елементите се:

$$n(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} = \frac{63,25 \text{ g}}{12,01 \text{ g/mol}} = 5,266 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}) = \frac{m(\text{H})}{M(\text{H})} = \frac{5,26 \text{ g}}{1,01 \text{ g/mol}} = 5,208 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})} = \frac{31,6 \text{ g}}{16,00 \text{ g/mol}} = 1,975 \text{ mol}$$

$$x : y : z = n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 5,266 \text{ mol} : 5,208 \text{ mol} : 1,975 \text{ mol}$$

Ќе ги поделиме сите количества со најмалата вредност за количеството, 1,975 mol.

$$x : y : z = 2,66 : 2,64 : 1$$

Целобројни вредности за индексите ќе се добијат ако ги помножимо со 3.

$$x : y : z \approx 8 : 8 : 3$$

**Одговор:** Емпириската формула на ванилин е  $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3$ .



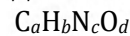
Сл. 6.7. Стапчиња ванила.





**Пример 6.14.** За боене на тексас-платното се користи индиго, соединение со темносина боја. Во составот на индигото влегуваат елементите јаглерод, водород, азот и кислород. Масените удели на елементите во соединението (по истиот редослед) се: 73,27 %, 3,84 %, 10,68 % и 12,21 %. Определи ја емпириската формула на индигото.

Дадено е:



$$w(C) = 73,27 \% = 0,7327$$

$$w(H) = 3,84 \% = 0,0384$$

$$w(N) = 10,68 \% = 0,1068$$

$$w(O) = 12,21 \% = 0,1221$$

Се бара:

Емпириската формула

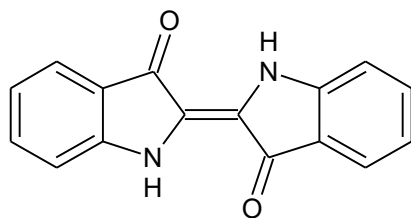
**Решение:** Оваа задача е од ист тип како претходна и се решава на истиот начин. Сметаме дека масата на соединението е 100 g, па бројните вредности на масените удели соодветствуваат на бројните вредности на нивните маси. Според тоа, количествата на елементите се:

$$n(C) = \frac{m(C)}{M(C)} = \frac{73,27 \text{ g}}{12 \text{ g/mol}} = 6,106 \text{ mol}$$

$$n(H) = \frac{m(H)}{M(H)} = \frac{3,84 \text{ g}}{1 \text{ g/mol}} = 3,84 \text{ mol}$$

$$n(N) = \frac{m(N)}{M(N)} = \frac{10,68 \text{ g}}{14 \text{ g/mol}} = 0,763 \text{ mol}$$

$$n(O) = \frac{m(O)}{M(O)} = \frac{12,21 \text{ g}}{16,00 \text{ g/mol}} = 0,763 \text{ mol}$$



Сл. 6.8. Структурна формула на индиго.

Количествата ќе ги искористиме за да напишеме количински однос од кој ќе ги најдеме најмалите коефициенти во формулата на соединението:

$$n(C) : n(H) : n(N) : n(O) = a : b : c : d$$

$$6,106 \text{ mol} : 3,84 \text{ mol} : 0,763 \text{ mol} : 0,763 \text{ mol} = a : b : c : d$$

Количествата (од левата страна на изразот) ги делиме со најмалата вредност, во овој случај 0,763 mol:

$$\frac{6,106 \text{ mol}}{0,763 \text{ mol}} : \frac{3,84 \text{ mol}}{0,763 \text{ mol}} : \frac{0,763 \text{ mol}}{0,763 \text{ mol}} : \frac{0,763 \text{ mol}}{0,763 \text{ mol}} = a : b : c : d$$

$$8,003 : 5,033 : 1 : 1 = a : b : c : d$$

Вредностите блиски до цели броеви ги заокружуваме:

$$8 : 5 : 1 : 1 = a : b : c : d$$

Од тука следува дека

$$a = 8, b = 5, c = 1 \text{ и } d = 1$$

Односно, емпириската формула на соединението е  $C_8H_5NO$ .

**Одговор:** Емпириската формула на индиго е  $C_8H_5NO$ .

$$\frac{M_r(\text{вистинска})}{M_r(\text{најпроста})} = \text{цел број}$$

Во следните примери ќе го разгледаме определувањето на молекулска (вистинска) формула на соединенијата. За определување на вистинската формула на соединението, неопходно е да ја знаеме релативната молекулска маса на соединението, бидејќи, како што видовме, молекулската формула е целоброен производ од емпириската формула. Односно,

$$\frac{M_r(\text{вистинска})}{M_r(\text{најпроста})} = \text{цел број}$$

Задачите во кои се бара вистинската формула на некое соединение може да се решат на два начина. Еден од начините е да се определи емпириската формула, а потоа да се определи колку пати се содржи во вистинската формула. Другиот начин се применува кога ги знаеме масените удели на елементите во соединението и неговата релативна молекулска маса. Во таков случај, индексот на секој елемент во соединението може да се определи врз основа на формулата за масен удел на елемент во соединение:

$$w(\text{ел. во соед.}) = \frac{i(\text{ел.}) \cdot A_r(\text{ел.})}{M_r(\text{соед.})} \Rightarrow i(\text{ел.}) = \frac{w(\text{ел. во соед.}) \cdot M_r(\text{соед.})}{A_r(\text{ел.})}$$

Определувањето молекулска формула ќе го разгледаме во следниве примери.



**Пример 6.15.** Првиот керамички материјал за кој било утврдено дека покажува суперспроводливост на температура повисока од 77 K (температура на вриење на течен азот) е изграден од итриум, бариум, бакар и кислород. Масените удели на елементите се:  $w(\text{Y}) = 13,34 \%$ ;  $w(\text{Ba}) = 41,22 \%$ ;  $w(\text{Cu}) = 28,60 \%$  и остатокот е кислород. Определи ја вистинската формула на ова соединение ако неговата моларна маса изнесува 666,19 g/mol.

Дадено е:

$$w(\text{Y}) = 13,34 \% = 0,1334$$

$$w(\text{Ba}) = 41,22 \% = 0,4122$$

$$w(\text{Cu}) = 28,60 \% = 0,2860$$

$$M(\text{Y}_a\text{Ba}_b\text{Cu}_c\text{O}_d) = 666,19 \text{ g/mol}$$

Се бара:

Вистинската формула на  $\text{Y}_a\text{Ba}_b\text{Cu}_c\text{O}_d$

**Решение:** Во оваа задача наједноставно е да го примениме вториот начин на пресметување, бидејќи имаме податоци за масените удели на елементите во соединението. Пред да ја примениме формулата за наоѓање на индексите, во формулата да го најдеме уделот на кислородот, имајќи предвид дека збирот на масените удели мора да биде 1:

$$w(\text{Y}) + w(\text{Ba}) + w(\text{Cu}) + w(\text{O}) = 1$$

$$w(\text{O}) = 1 - w(\text{Y}) - w(\text{Ba}) - w(\text{Cu}) = 1 - 0,1334 - 0,4122 - 0,2860 = 0,1684$$

За да ги добиеме индексите во формулата, ја применуваме равенката:

$$i(\text{ел.}) = \frac{w(\text{ел. во соед.}) \cdot M_r(\text{соед.})}{A_r(\text{ел.})}$$

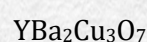
за секој од елементите.

$$a = \frac{w(\text{Y}) \cdot M_r(\text{Y}_a\text{Ba}_b\text{Cu}_c\text{O}_d)}{A_r(\text{Y})} = \frac{0,1334 \cdot 666,19}{88,9} = 0,99 \approx 1$$

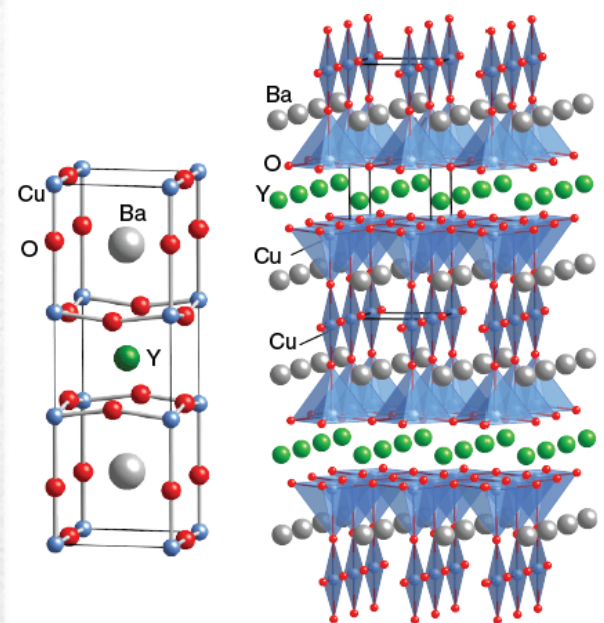
$$b = \frac{w(\text{Ba}) \cdot M_r(\text{Y}_a\text{Ba}_b\text{Cu}_c\text{O}_d)}{A_r(\text{Ba})} = \frac{0,4122 \cdot 666,19}{137,31} = 2$$

$$c = \frac{w(\text{Cu}) \cdot M_r(\text{Y}_a\text{Ba}_b\text{Cu}_c\text{O}_d)}{A_r(\text{Cu})} = \frac{0,2860 \cdot 666,19}{63,5} = 3$$

$$d = \frac{w(\text{O}) \cdot M_r(\text{Y}_a\text{Ba}_b\text{Cu}_c\text{O}_d)}{A_r(\text{O})} = \frac{0,1684 \cdot 666,19}{16} = 7,01 \approx 7$$



**Одговор:** Вистинската формула на првиот високотемпературен суперспроводник е  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ .



Сл. 6.9.  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  (Y123, YBCO) е суперспроводник со перовскитна структура.



**Пример 6.16.** Масата на едно органско соединение, кое се состои од јаглерод и водород, изнесува 4,30 g. При согорување на ова соединение се добиваат 13,20 g CO<sub>2</sub>. Густината на пареите на ова соединение, во однос на водородот, изнесува 43. Да се определи вистинската формула на соединението.

Дадено е:

$$m(C_xH_y) = 4,30 \text{ g}$$

$$m(CO_2) = 13,20 \text{ g}$$

$$D(C_xH_y, H_2) = 43$$

Се бара:

Вистинската формула, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>

**Решение:** За да ја определиме вистинската формула на соединението, мора најпрво да ја најдеме неговата релативна молекулска маса, при што ќе го искористиме податокот за неговата релативна густина.

$$D(C_xH_y, H_2) = \frac{M_r(C_xH_y)}{M_r(H_2)} \Rightarrow M_r(C_xH_y) = D(C_xH_y, H_2) \cdot M_r(H_2)$$

$$M_r(C_xH_y) = 43 \cdot 2,02 = 86,86$$

Од податокот за масата на CO<sub>2</sub>, добиен при согорување на супстанцата, може да ја пресметаме масата на јаглерод во соединението.

$$n(C) = n(CO_2)$$

$$\frac{m(C)}{M(C)} = \frac{m(CO_2)}{M(CO_2)} \Rightarrow m(C) = \frac{m(CO_2) \cdot M(C)}{M(CO_2)}$$

$$m(C) = \frac{13,20 \text{ g} \cdot 12,01 \text{ g/mol}}{44,01 \text{ g/mol}} = 3,602 \text{ g}$$

Масата на водород ќе ја најдеме како разлика од масата на соединението и масата на јаглерод.

$$m(H) = m(C_xH_y) - m(C) = 4,30 \text{ g} - 3,602 \text{ g} = 0,698 \text{ g}$$

Знаејќи ги масите на елементите, ќе ги определиме нивните количества, а потоа и односот на количествата, со што ќе ја најдеме емпириската формула.

$$n(C) = \frac{m(C)}{M(C)} = \frac{3,602 \text{ g}}{12,01 \text{ g/mol}} = 0,299 \text{ mol}$$

$$n(H) = \frac{m(H)}{M(H)} = \frac{0,698 \text{ g}}{1,01 \text{ g/mol}} = 0,691 \text{ mol}$$

$$n(C) : n(H) = 0,299 \text{ mol} : 0,691 \text{ mol} / : 0,299 \text{ mol}$$

$$n(C) : n(H) = 1 : 2,3 / \cdot 3$$

$$n(C) : n(H) = 3 : 7$$

Значи, емпириската формула е C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>, а нејзината релативна молекулска маса M<sub>r</sub>(C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>) = 43,09. Односот на релативните молекулски маси на вистинската и емпириската формула е:

$$\frac{M_r(\text{вистинска})}{M_r(\text{емпириска})} = \frac{86,86}{43,09} \approx 2$$

Вистинската формула е: C<sub>2·3</sub>H<sub>2·7</sub> = C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>. Очигледно станува збор за алканот хексан.

**Одговор:** Вистинската формула на соединението е C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>.



**Пример 6.17.** Едно соединение составено од јаглерод, водород и сулфур, кога гори во вишок кислород, образува CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O и SO<sub>2</sub>. Примерок од соединението со маса 1,3020 g било согорено и притоа биле добиени 2,7224 g CO<sub>2</sub> и 1,87 · 10<sup>22</sup> молекули вода. Определи ја вистинската формула на соединението ако неговата моларна маса е 84,14 g/mol.

Дадено е:

$$m(\text{C}_x\text{H}_y\text{S}_z) = 1,3020 \text{ g}$$

$$m(\text{CO}_2) = 2,7224 \text{ g}$$

$$N(\text{H}_2\text{O}) = 1,87 \cdot 10^{22}$$

$$M(\text{C}_x\text{H}_y\text{S}_z) = 84,14 \text{ g/mol}$$

Се бара:

Вистинската формула,  $\text{C}_x\text{H}_y\text{S}_z$

**Решение:** За да се определи формула на соединението од податоци добиени од неговото согорување во вишок кислород, масите на елементите во соединението ги наоѓаме од масите на продуктите (освен кислород) на согорувањето. Така, при согорување на органските соединенија, целиот јаглерод преминува во  $\text{CO}_2$ , а целиот водород во  $\text{H}_2\text{O}$ . Од овие две соединенија ја наоѓаме масата на јаглерод и водород во почетното соединението. Пресметките повторно се засноваат врз молски односи:

$\text{CO}_2 \longrightarrow$  од него го определуваме С

$$\frac{n(\text{C})}{n(\text{CO}_2)} = \frac{1}{1}$$

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2)$$

На местото на количествата заменуваме  $m/M$ :

$$\frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)}$$

Оттука, масата на јаглерод е:

$$m(\text{C}) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)} \cdot M(\text{C}) = \frac{2,7224 \text{ g}}{44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 12 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,7425 \text{ g}$$

Уделот на јаглеродот во соединението е:

$$w(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{m(\text{C}_x\text{H}_y\text{S}_z)} = \frac{0,7425 \text{ g}}{1,3020 \text{ g}} = 0,5703$$

$\text{H}_2\text{O} \longrightarrow$  од него го определуваме Н

За водата ни е даден бројот на молекули вода, од кој го наоѓаме количеството:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{N(\text{H}_2\text{O})}{N_A} = \frac{1,87 \cdot 10^{22}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 0,031 \text{ mol}$$

За да го најдеме водородот, поставуваме количински однос:

$$\frac{n(\text{H})}{n(\text{H}_2\text{O})} = \frac{2}{1}$$

$$n(\text{H}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 0,031 \text{ mol} = 0,062 \text{ mol}$$

$$m(\text{H}) = n(\text{H}) \cdot M(\text{H}) = 0,062 \text{ mol} \cdot 1 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,062 \text{ g}$$

Масениот удел на водород е:

$$w(\text{H}) = \frac{m(\text{H})}{m(\text{C}_x\text{H}_y\text{S}_z)} = \frac{0,062 \text{ g}}{1,3020 \text{ g}} = 0,0476$$

Сулфурот го определуваме користејќи ги уделите на јаглерод и водород:

$$w(\text{C}) + w(\text{H}) + w(\text{S}) = 1$$

$$w(\text{S}) = 1 - w(\text{C}) - w(\text{H}) = 1 - 0,5703 - 0,0476 = 0,3821$$

Сега може да ја примениме формулата за наоѓање на индексите во формулата преку масените удели:

$$x = \frac{w(\text{C}) \cdot M(\text{C}_x\text{H}_y\text{S}_z)}{M(\text{C})} = \frac{0,5703 \cdot 84,14 \text{ g/mol}}{12 \text{ g/mol}} = 3,999 \approx 4$$

$$y = \frac{w(\text{H}) \cdot M(\text{C}_x\text{H}_y\text{S}_z)}{M(\text{H})} = \frac{0,0476 \cdot 84,14 \text{ g/mol}}{1 \text{ g/mol}} = 4$$

Внимавај!!!

При согорување, реакциите (најчесто) се изведуваат во вишок кислород, затоа кислородот од соединението не може да се определи од образуваните  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .

$$z = \frac{w(S) \cdot M(C_xH_yS_z)}{M(S)} = \frac{0,3821 \cdot 84,14 \text{ g/mol}}{32 \text{ g/mol}} = 1$$



**Одговор:** Молекулската формула на соединението е  $C_4H_4S$ .

**Пример 6.18.** За третирање stomachни проблеми, честопати, се користи лекарство што содржи едно органско соединение на бизмут, составено од јаглерод, водород, кислород и бизмут. При анализирање 3,755 g од соединението, бизмутот бил претворен во  $Bi_2O_3$ , чија маса била 2,416 g. Јаглеродот и водородот биле определени при согорување 2,784 g од соединението, при што биле формирани 1,206 dm<sup>3</sup> јаглерод диоксид (мерен при стандардни услови) и 0,346 g вода. Определи ја вистинската формула на соединението ако неговата моларна маса е 362,093 g/mol.

Дадено е:

$$\begin{aligned} m(Bi_aC_bH_cO_d)_1 &= 3,755 \text{ g} \\ m(Bi_2O_3) &= 2,416 \text{ g} \\ m(Bi_aC_bH_cO_d)_2 &= 2,784 \text{ g} \\ V(CO_2) &= 1,206 \text{ dm}^3 \\ m(H_2O) &= 0,346 \text{ g} \\ M(Bi_aC_bH_cO_d) &= 362,093 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

Се бара:

Вистинската формула

**Решение:** Според условот на задачата за определување на податоците за елементите, направени се два експерименти. Ова е значајно при определувањето на масените удели на елементите и треба да внимаваме која маса ја користиме при пресметките. Ќе започнеме со определување на уделот на бизмут, тргнувајќи од  $Bi_2O_3$ :

$$\frac{n(Bi)}{n(Bi_2O_3)} = \frac{2}{1}$$

$$n(Bi) = 2 \cdot n(Bi_2O_3)$$

$$\frac{m(Bi)}{M(Bi)} = 2 \cdot \frac{m(Bi_2O_3)}{M(Bi_2O_3)}$$

$$m(Bi) = 2 \cdot \frac{m(Bi_2O_3)}{M(Bi_2O_3)} \cdot M(Bi) = 2 \cdot \frac{2,416 \text{ g}}{466 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 209 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 2,167 \text{ g}$$

$$w(Bi) = \frac{m(Bi)}{m(Bi_aC_bH_cO_d)_1} = \frac{2,167 \text{ g}}{3,755 \text{ g}} = 0,5771$$

Од вториот експеримент може да ги определиме масите на јаглерод и водород:

$$n(CO_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{1,206 \text{ dm}^3}{22,4 \text{ dm}^3/\text{mol}} = 0,054 \text{ mol}$$

$$\frac{n(C)}{n(CO_2)} = \frac{1}{1}$$

$$n(C) = n(CO_2) = 0,054 \text{ mol}$$

$$m(C) = n(C) \cdot M(C) = 0,054 \text{ mol} \cdot 12 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,648 \text{ g}$$

$$w(C) = \frac{m(C)}{m(Bi_aC_bH_cO_d)_2} = \frac{0,648 \text{ g}}{2,784 \text{ g}} = 0,2327$$

$$\frac{n(H)}{n(H_2O)} = \frac{2}{1}$$

$$n(H) = 2 \cdot n(H_2O)$$

$$\frac{m(H)}{M(H)} = 2 \cdot \frac{m(H_2O)}{M(H_2O)}$$

$$m(H) = 2 \cdot \frac{m(H_2O)}{M(H_2O)} \cdot M(H) = 2 \cdot \frac{0,346 \text{ g}}{18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 1 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,038 \text{ g}$$

Внимавај!!

Во задачите во кои некое соединение се испитува во два (или повеќе) експерименти, најчесто масата на соединението во различни експерименти е различна.

$$w(\text{H}) = \frac{m(\text{H})}{m(\text{Bi}_a\text{C}_b\text{H}_c\text{O}_d)_2} = \frac{0,038 \text{ g}}{2,784 \text{ g}} = 0,0136$$

Со помош на определените удели го наоѓаме уделот на кислородот:

$$w(\text{Bi}) + w(\text{C}) + w(\text{H}) + w(\text{O}) = 1$$

$$w(\text{O}) = 1 - (w(\text{Bi}) + w(\text{C}) + w(\text{H})) = 1 - 0,5771 - 0,2327 - 0,0136 = 0,1766$$

На крајот ги определуваме индексите на елементите во соединението:

$$a = \frac{w(\text{Bi}) \cdot M(\text{Bi}_a\text{C}_b\text{H}_c\text{O}_d)}{M(\text{Bi})} = \frac{0,5771 \cdot 362,093 \text{ g/mol}}{209 \text{ g/mol}} = 0,999 \approx 1$$

$$b = \frac{w(\text{C}) \cdot M(\text{Bi}_a\text{C}_b\text{H}_c\text{O}_d)}{M(\text{C})} = \frac{0,2327 \cdot 362,093 \text{ g/mol}}{12 \text{ g/mol}} = 7,02 \approx 7$$

$$c = \frac{w(\text{H}) \cdot M(\text{Bi}_a\text{C}_b\text{H}_c\text{O}_d)}{M(\text{H})} = \frac{0,0136 \cdot 362,093 \text{ g/mol}}{1 \text{ g/mol}} = 4,92 \approx 5$$

$$d = \frac{w(\text{O}) \cdot M(\text{Bi}_a\text{C}_b\text{H}_c\text{O}_d)}{M(\text{O})} = \frac{0,1766 \cdot 362,093 \text{ g/mol}}{16 \text{ g/mol}} = 3,99 \approx 4$$

Молекулската формула на соединението е  $\text{BiC}_7\text{H}_5\text{O}_4$ .

**Одговор:** Молекулската формула на соединението е  $\text{BiC}_7\text{H}_5\text{O}_4$ .



**Пример 6.19.** Масените удели на елементите во едно органско соединение, на кое се должи мирисот на рибата, се:  $w(\text{C}) = 71,22 \%$ ;  $w(\text{H}) = 14,94 \%$ ;  $w(\text{N}) = 13,84 \%$ . Парите од испарувањето на 250 mg од соединението, собрани во сад со волумен од 150 mL на 150 °C, покажале притисок од 435 mm Hg. Определи ја молекулската формула на ова соединение.

Дадено е:

$$w(\text{C}) = 71,22 \% = 0,7122$$

$$w(\text{H}) = 14,94 \% = 0,1494$$

$$w(\text{N}) = 13,84 \% = 0,1384$$

$$m(\text{соед.}) = 250 \text{ mg} = 0,25 \text{ g}$$

$$V = 150 \text{ mL} = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$T = 150 \text{ }^\circ\text{C} = 423 \text{ K}$$

$$P = 435 \text{ mm Hg} = 57995 \text{ Pa}$$

Се бара:

Вистинската формула,  $\text{C}_x\text{H}_y\text{N}_z$



Сл. 6.10. Јато морски риби.

**Решение:** За да се реши оваа задача, потребно е најпрво да се пресмета релативната молекулска маса на соединението. Релативната молекулска маса (т. е. моларната маса изразена во g/mol) ќе ја пресметаме од податоците за параметрите на состојбата на парите на супстанцата, користејќи ја Клапејроновата равенка.

$$P \cdot V = \frac{m \cdot R \cdot T}{M} \Rightarrow M = \frac{m \cdot R \cdot T}{P \cdot V}$$

$$M(\text{соед.}) = \frac{0,25 \text{ g} \cdot 8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 423 \text{ K}}{57995 \text{ Pa} \cdot 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3} = 101,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Индексите во формулата ќе ги најдеме од податоците за масениот удел и пресметаната моларна маса.

$$i(\text{C}) = \frac{w(\text{C}) \cdot M_r(\text{соед.})}{A_r(\text{C})} = \frac{0,7122 \cdot 101,1}{12,01} = 6$$

$$i(\text{H}) = \frac{w(\text{H}) \cdot M_r(\text{соед.})}{A_r(\text{H})} = \frac{0,1494 \cdot 101,1}{1,01} = 15$$

$$i(\text{N}) = \frac{w(\text{N}) \cdot M_r(\text{соед.})}{A_r(\text{N})} = \frac{0,1384 \cdot 101,1}{14,01} = 1$$

Молекулската формула на соединението е  $\text{C}_6\text{H}_{15}\text{N}$  (хексамин,  $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{NH}_2$ ).

**Одговор:** Молекулската формула на соединението е  $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{NH}_2$ .



**Пример 6.20.** Повеќето преодни метали со јаглерод монооксид образуваат многу отровни комплексни соединенија што се нарекуваат метални карбонили. Некои од нив може да се претстават со општа формула  $M(CO)_x$ . Проба со маса од 0,500 g од гасовит карбонил на никел е собрана во сад со волумен од 0,100 L на температура од 30 °C и притисок од 552 mm Hg. Која е вистинската формула на овој карбонил на никелот?

Никел карбонил е најтоксичното соединение на никел. Тој е класифициран како карциногено соединение и со него треба да се ракува многу внимателно.

Дадено е:

$$M[M_x(CO)_y] = 0,5 \text{ g}$$

$$V = 0,1 \text{ L} = 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$T = 30 \text{ }^\circ\text{C} = 303 \text{ K}$$

$$P = 552 \text{ mm Hg} = 73594 \text{ Pa}$$

Се бара:

Вистинската формула на  $M(CO)_x$

**Решение:** Слично како во претходната задача, најпрво ќе ја пресметаме моларната маса (изразена во g/mol) на карбонилот, користејќи ја Клапејроновата равенка.

$$M = \frac{m \cdot R \cdot T}{P \cdot V}$$

$$M(\text{карбонил}) = \frac{0,5 \text{ g} \cdot 8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 303 \text{ K}}{73594 \text{ Pa} \cdot 10^{-4} \text{ m}^3} = 171,15 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

За да ја најдеме вистинската формула на овој карбонил, потребно е да определиме колку молекули CO се сврзани за никелот. Тоа може лесно да го најдеме од изразот за пресметување релативна молекулска маса:

$$M_r[\text{Ni}(\text{CO})_x] = A_r(\text{Ni}) + x \cdot M_r(\text{CO})$$

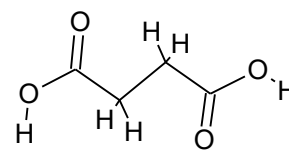
$$171,15 = 58,69 + x \cdot 28,01$$

$$x = \frac{171,15 - 58,69}{28,01} = 4$$

**Одговор:** Молекулската формула на карбонилот е  $\text{Ni}(\text{CO})_4$ .

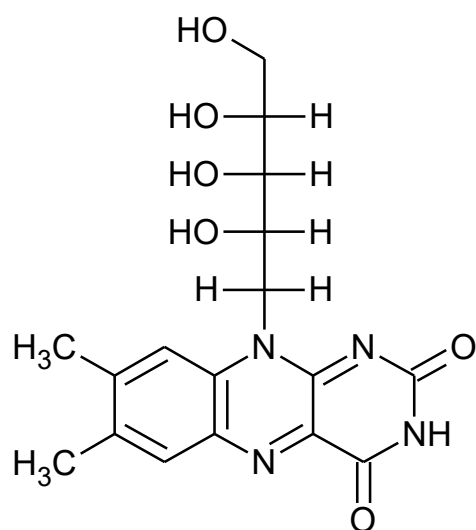
### Задачи:

1. Определи ја молекулската формула на соединенијата со:
  - а) емпириска формула  $\text{CH}_2$ , моларна маса 84 g/mol,
  - б) емпириска формула  $\text{NH}_2\text{Cl}$ , моларна маса 51,5 g/mol,
  - в) емпириска формула  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ , моларна маса 88 g/mol.
2. Килибарната киселина (Слика 11) е значајна биолошка супстанца. Определи ги молекулската и емпириската формула на киселината.
3. При труење со јаглерод моноксид се образува карбонил на железото со емпириска формула  $\text{Fe}(\text{CO})$ . Која е молекулската формула на овој карбонил ако се знае дека релативната молекулска маса на образуваниот карбонил е 504.
4. Емпириската формула на едно многу запаливо органско соединение е  $\text{CHF}$ . На температура од 20 °C, два грама од соединението со волумен 1 L имаат притисок 50,75 kPa. Определи ја вистинската формула на ова соединение.
5. Трите алотропски модификации на фосфор имаат релативни молекулски маси 62,0, 31,0 и 124,0. Определи ги молекулските формули на алотропските модификации.
6. Во есенцијални аминокиселини спаѓаат глутамин и фенилаланин, со формули  $\text{NH}_2\text{CO}(\text{CH}_2)_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$  и  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ , соодветно. Пресметај ги масените удели на елементите во овие аминокиселини.
7. Активната состојка во некои антиперспиранти е  $\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl}$ . Кој елемент има поголем масен удел, алуминиум или хлор?
8. Пресметај ги масените удели на:
  - а) јаглерод во ацетилен ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ), гас што се користи за заварување,
  - б) водород во амониум сулфат, супстанца што се користи како ѓубриво,
  - в) хлор во фреон-12 ( $\text{CCl}_2\text{F}_2$ ), фреон што се користел во уредите за ладење,
  - г) водород и хидрогенфосфатните групи во  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , сол што се додава во прехранбени продукти.
9. Адреналинот е хормон што го излучуваат надбубрежните жлезди. Неговото количество во крвта се зголемува при стресни ситуации (на пример, при полагање испит!). Молекулската формула на адреналинот е:  $\text{C}_9\text{H}_{13}\text{O}_3\text{N}$ . Колку изнесуваат масените удели на секој од елементите во адреналинот?
10. Ацетилсалицилната киселина, позната под името аспирин, може да се претстави со следнава формула  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CO}_2\text{H})(\text{CO}_2\text{CH}_3)$ . Определи ги количествените удели на елементите во аспиринот.
11. Определи кое од следниве вештачки ѓубрива содржи најголем процент (масен удел) азот: уреа ( $\text{CON}_2\text{H}_4$ ), амониум нитрат, амониум сулфат?
12. Аденозинтрифосфат (АТФ) е основен извор на енергија за клетките во живите организми. Молекулската формула на АТФ е:  $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{N}_5\text{O}_{13}\text{P}_3$ . Колкав е количествениот (молскиот удел) на елементите во АТФ?
13. Масениот удел на магнезиумот во хлорофилот изнесува 2,72 %. Ако се знае дека количествениот однос на магнезиум и хлорофил е 1 : 1, колкава е релативната молекулска маса на хлорофилот?
14. Кај некои растенија, во корените се наоѓа ензим нитрогеназа што содржи молибден. Колкава е моларната маса на ензимот ако е познато дека тој содржи два атома на молибден и неговиот масен удел е 0,0872 %?
15. Соединението  $\text{XCl}_3$  содржи 70,3 % хлор. Определи ја моларната маса на соединението. Кој може да биде елементот X?
16. Металот M образува оксид што има емпириска формула  $\text{M}_2\text{O}_3$ . Овој оксид содржи 52,9 % од металот. Пресметај ја релативната атомска маса на металот. Кој е тој метал?
17. Колкав е бројот на атоми азот и кислород во  $7,63 \cdot 10^{23}$  молекули  $\text{N}_2\text{O}$ ?
18. Естрадиолот ( $\text{C}_{18}\text{H}_{24}\text{O}_2$ ) претставува женски полов хормон. Колкав број молекули естрадиол и колкав број јаглеродни атоми се содржат во 7,5 mol од ова соединение?
19. Таблета од мултивитамин содржи 10 mg ванадиум во облик на натриум метаванадат,  $\text{NaVO}_3$ . Колку микрограми  $\text{NaVO}_3$  содржи секоја таблета?
20. Молекулската формула на витаминот E ( $\alpha$ -токоферол) е  $\text{C}_{29}\text{H}_{50}\text{O}_2$ . Во колкава маса од витаминот E бројот на водородни атоми е  $6 \cdot 10^{23}$ ?



Сл. 11. Структурна формула на сукцинска киселина.





Сл. 6.12. Структурна формула на витаминот В<sub>2</sub>.

21. Препорачаната дневна доза од витаминот В<sub>2</sub> (рибофлавин), C<sub>17</sub>H<sub>20</sub>N<sub>4</sub>O<sub>6</sub>, изнесува 1,70 mg. Колкава маса азот се содржи во дневната доза од овој витамин?
22. Провитаминот А (β-каротен), кој најмногу го има во морковите, во организмот се трансформира во витамин А. Формулата на β-каротен е C<sub>40</sub>H<sub>56</sub>. Колкав број јаглеродни атоми се содржат во 536 g β-каротен?
23. За крлежите е познато дека предизвикуваат Лајмска болест. Присуството на ДЕЕТ (диетилтолуамид) во инсектицидите го штити корисникот од крлежи. Формулата на ДЕЕТ е C<sub>12</sub>H<sub>17</sub>NO. Колку грама јаглерод може да се добијат од 127 g ДЕЕТ?
24. Хемиската формула на машкиот полов хормон тестостерон е C<sub>19</sub>H<sub>28</sub>O<sub>2</sub>. Еден примерок од тестостерон содржи 3,88 · 10<sup>21</sup> атоми водород.
  - а) Колкав број молекули тестостерон содржи овој примерок?
  - б) Колку изнесува бројот на јаглеродни атоми во примерокот?
  - в) Колку изнесува масата на примерокот изразена во милиграми?
25. Рударска компанија ископува два минерали на бакар, халкопирит (CuFeS<sub>2</sub>) и халкоцит (Cu<sub>2</sub>S). Од кој од овие минерали се добила поголема маса на бакар при анализа на 1 000 kg минерал?
26. За да се зголеми октанскиот број на бензините, т. е. за да се намали детонацијата при нивното согорување, во нив се додава тетраетилолово, Pb(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>. Меѓутоа, со употребата на овој антидетонатор се зголемува концентрацијата на олово во воздухот, кое, како што е познато, е отровно. Во колкава маса тетраетилолово се содржат 207 mg Pb?
27. При прочистување на водите честопати се користат соли на алуминиум со цел да се добие Al(OH)<sub>3</sub>. Пресметај ја масата на алуминиум хидроксид што може да се добие ако во водата има 7,63 · 10<sup>24</sup> OH<sup>-</sup> јони.
28. Колхицинот, C<sub>22</sub>H<sub>25</sub>NO<sub>6</sub>, е супстанца што се среќава во природните суровини, а која уште во древниот Египет се користела во медицината. Иако причините за нејзиното биолошко дејство не се целосно разјаснети, таа сè уште понекогаш се користи за лекување воспаление на коските.
  - а) Колку јаглеродни атоми се содржат во 326 грама колхицин?
  - б) Колкава е масата на 3,2 · 10<sup>22</sup> молекули колхицин?
29. Карактеристичниот мирис и вкус на лукот е резултат на присуството на алицин. Неговата формула е C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>2</sub>S. Во колку грама алицин се содржат 25,0 mmol кислород?
30. Молекулската формула на тироксинот, хормонот што го излучува тироидната жлезда, е C<sub>15</sub>H<sub>11</sub>I<sub>4</sub>NO<sub>4</sub>. Возрасните луѓе во еден ден просечно внесуваат 250 mg јодни атоми. Колкава маса тироксин ќе се синтетизира во организмот од оваа маса јод?
31. Димеркаптол (HSCH<sub>2</sub>CHSHCH<sub>2</sub>OH) е комплексирачко средство развиено за време на Втората светска војна како противотров (антидот) на бојните гасови што содржат арсен. Денес се користи при труење со тешки метали, при што тој се врзува (и го отстранува) со токсичниот елемент од телото.
  - а) Ако секоја молекула се врзува за еден атом на арсен, колку атоми арсен може да се отстранат со 250 mg димеркаптол?
  - б) Ако секоја молекула врзува еден атом на метал, пресметај го масениот удел на следните метали во комплексите со димеркаптол: жива, талиум и хром.
32. Бензенот (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) содржи 0,9226 g јаглерод на грам бензен, а остатокот од масата е водород. Во Табела 1 е дадена содржината на јаглерод на грам супстанца од некои ароматични јаглеводороди:
  - а) За бензенот пресметај ја масата на водород што се наоѓа во примерок во кој масата на јаглерод е 1 g.
  - б) За јаглеводородите наведени во Табела 1, пресметај ја масата на водород што се сврзува со еден грам јаглерод.
  - в) Определи ги емпириските формули на јаглеводородите во табелата.
  - г) Определи ги масените удели на водород во јаглеводородите.
33. Сулфатот на магнезиум кристализира од водни раствори како хептахидрат, MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O. Примерок од оваа сол со маса 7,834 g е загреван до константна маса, при што целата кристална вода е отстранета од примерокот. Колкава маса безводна сол ќе се добие? Колкав е масениот удел на водата во примерокот?

Табела 6.1. Маса на јаглерод на 1 g супстанца.

Ароматичен јаглеводород	m(C) на 1 g јаглеводород
Ксилен	0,9051
Бифенил	0,9346
Мезитилен	0,8994
Толуен	0,9125

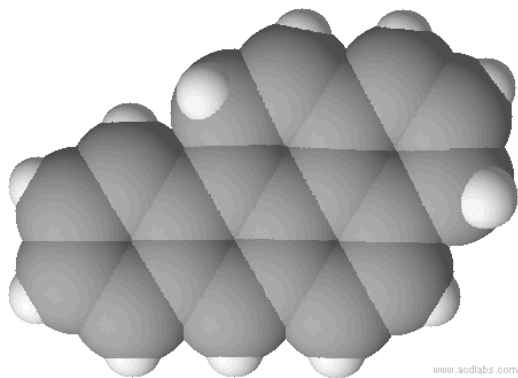
34. Содржината на арсенот во еден инсектицид е искажана како 28 %  $As_2O_5$ . Колку проценти арсен содржи инсектицидот?
35. Некои новосинтетизирани контрацептивни пилули содржат 3,5 % етинил естрадиол,  $C_{20}H_{24}O_2$ . Колкава маса јаглерод се содржи во 100 mg од една ваква пилула?
36. Препорачаната дневна доза калциум изразена како број на атоми на калциум е  $1,807 \cdot 10^{22}$ . Во фармацевтските суплементи, калциумот може да се сретне како калциум цитрат,  $Ca_3(C_6H_5O_7)_2$ , или калциум лактат,  $Ca(C_3H_5O_3)_2$ . Колкава маса калциум цитрат, односно калциум лактат мора да се внесе во организмот за да се задоволи потребното дневно количество калциум.
37. Во една таблета од 500 mg од лекот верапимил ( $C_{27}H_{38}O_4N_2$ ), кој се користи за лекување аритмија, хипертензија и ангина пекторис, се содржат 120,0 mg чист верапамил (остатокот од таблетата содржи други супстанции). Колкав е масениот удел на азотот во една таблета верапамил?
38. Анализирани се два примерока на цврсти супстанции што содржат соединенија на натриум. Добиени се следниве податоци. Првиот примерок содржи  $Na_3PO_4$  и неговиот масен удел е 87,5 %. Вториот примерок содржи  $Na_2S$ , чиј масен удел изнесува 97 %. Определи колкава маса натриум (вкупно) може да се добие ако се земат по 550 g од секој примерок.
39. Колкава треба да биде масата на  $NaCl$  за бројот на хлоридните јони во натриум хлоридот да биде ист со бројот на хлоридните јони во 365 g  $FeCl_3$ ?
40. Волфрамот е многу густ метал ( $19,3 \text{ g/cm}^3$ ) со екстремно високи температури на топење и вриење ( $3370 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $5900 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Кога мало количество волфрам ќе се додаде на челикот, се добива легура многу потврда и поцврста од обичниот челик. Две значајни соединенија на волфрам се  $FeWO_4$  и  $CaWO_4$ . Колку грама  $CaWO_4$  содржат иста маса волфрам, колку што има во 569 g  $FeWO_4$ ?
41. Анализирана е смеса што содржи  $MgSO_4$  и  $Fe_2(SO_4)_3$ . Утврдено е дека 35 g од смесата содржи 42,7 %  $Fe_2(SO_4)_3$ . Пресметај го бројот на  $SO_4^{2-}$  групи во смесата.
42. Магнезиумот, кој се користи за правење некои автомобилски делови и делови на вселенски возила, се добива со електролиза на магнезиум хлорид, кој, пак, се добива од магнезиум хидроксид. Има два извора на магнезиум хидроксид:
- Магнезиумовите јони се таложат од морската вода во вид на магнезиум хидроксид,  $Mg(OH)_2$ . Од секој kL морска вода се добиваат околу 3,0 kg магнезиум хидроксид. Колку килограми магнезиум може да се добијат од магнезиум хидроксид добиен од  $1 \cdot 10^5$  kL морска вода?
  - Во природата, магнезиум хидроксидот се среќава како минерал бруцит. Просечната содржина на бруцит ( $Mg(OH)_2$ ) во рудата е 29 %. Која е најмалата маса на руда потребна за да се добијат 34,78 kg магнезиум?
43. Барутот претставува смеса на калиум нитрат, сулфур (10 %) и јаглерод (јаглен, 15 %). Пресметај го масениот удел на нитратните јони во 10 g барут.
44. Една гасна смеса, составена од  $C_2H_4F_4$  и  $CHClF_2$  (гасови што се користеле во системите за ладење), се наоѓа на температура од  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  во сад со волумен од 12 L. Вкупниот притисок на смесата изнесувал 100 kPa, а во садот имало 5 g од  $CHClF_2$ . Определи го вкупниот број на атоми флуор во садот.
45. Значаен природен извор на бор се минералите кернит ( $Na_2B_4O_6(OH)_2 \cdot 3H_2O$ ) и боракс ( $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ ). Колкава дополнителна маса (тргнувајќи од иста маса на минералите) од минералот треба да се обработи за да се добие килограм бор ако наместо боракс се обработи кернит?
46. Минералот сподумен има емпирирска формула  $LiAlSi_2O_6$ . Познато е дека застапеноста на литиум-6 во природата е 7,40 % (количествен удел). Колку атоми на литиум-6 има во примерок сподумен со маса 518 g?
47. Морската вода може да послужи како евтин извор на натриум и магнезиум хлорид. Врз основа на податоците во Табела 2, пресметај колкава маса од овие соли може да се добие од 1 тон морска вода.
48. Безводен натриум сулфат апсорбира водна пареа и се трансформира во декахидрат. Колку би се зголемила масата на 24,05 g натриум сулфат ако целосно се претвори во декахидрат?
49. Едно соединение, кое претставува еден од главните загадувачи на воздухот и причинител на кисели дождови, се состои од 50 % сулфур и 50 % кислород. Која е емпирирската формула на овој загадувач?

Табела 6.2.. Главни конституенти на морската вода.

Јони	g/kg морска вода
$Cl^-$	19,162
$Na^+$	10,679
$Mg^{2+}$	1,278
$SO_4^{2-}$	2,680
$Ca^{2+}$	0,4096
$K^+$	0,3953
$Br^-$	0,0663
$Sr^{2+}$	0,0079
$F^-$	0,0013



Сл. 6.13. Зрна кафе. Содржината на кофеин во зрната кафе е околу 10 mg на 1 g зрна кафе (но може да варира зависно од видот на зрната кафе).



Сл. 6.14. Структурата на бензо[а]пирен, прикажана со модел со калоти.

50. Определи ги емпириската и молекулската формула на секоја од следниве супстанции:
- Кофеин, стимуланс што го има во кафето, кој содржи 49,5 % C, 5,15 % H, 28,9 % N и 16,5 % O и има моларна маса од 195 g/mol,
  - Натриум глутамат, подобрувач на вкусот, кој се содржи во некои прехранбени продукти. Тој содржи 35,51 % C, 4,77 % H, 37,85 % O, 8,29 % N и 13,60 % Na, со моларна маса од 169 g/mol.
51. Утврдено било дека едно соединение со моларна маса од 56 g/mol е едно од компонентите на фотохемискиот смог. Соединението се состои од 42,9 % јаглерод и 57,1 % кислород. Определи ја вистинската формула на соединението.
52. Полимерите се макромолекулски соединенија што се состојат од мономерни единици, кои се повторуваат голем број пати. Затоа, честопати, тие се претставуваат со емпириски формули. Определи ја емпириската формула на тефлонот ако се знае дека масениот удел на јаглерод е 24,0 %, а на флуор 76,0 %.
53. Една сол на цинкот се додава во забните пломби. При проучување на соединението, утврдено е дека 50,0 mg од соединението содржи 16,58 mg кислород, 8,02 mg фосфор и 25,40 mg цинк. Определи ја емпириската формула на соединението.
54. Една супстанца, која се користи за неутрализација на киселините при стомачни болки, го има следниов состав во масени проценти: 27,36 % Na; 1,20 % H; 14,29 % C; 57,14 % O. Определи ја:
- Емпириската формула на супстанцата (која истовремено е и вистинска формула),
  - Нејзината моларна маса.
55. Еден од најраширените карциногени (канцерозни агенси) е бензо[а]пирен, чија моларна маса изнесува 252,30 g/mol. Ова соединение се наоѓа во правот од јаглен, чадот од цигари, па дури и во месото испечено на јаглен. Анализата на ова соединение покажала дека масените удели на елементите во овој јаглеводород изнесуваат: 95,21 % C и 4,79 % H. Која е молекулската формула на бензо[а]пирен?
56. При дејство на некои бактерии врз месо и риби, се образува едно отровно соединение со многу непријатен мирис, наречено кадаверин. Масените удели на елементите во ова соединение изнесуваат:  $w(C) = 58,77\%$ ;  $w(H) = 13,81\%$ ;  $w(N) = 27,40\%$ . Моларната маса на ова соединение изнесува 102,2 g/mol. Определи ја молекулската формула на соединението.
57. Масените удели на елементите (елементарниот состав) на една супстанца што се употребува во производството на барбирути (седативи, апчиња за спиење) се:  $w(C) = 34,6\%$ ;  $w(H) = 3,9\%$ ; и  $w(O) = 61,5\%$ . Определи ја емпириската формула на ова соединение.
58. Металокерамики се синтетички супстанции што содржат и метални и керамички компоненти. Едно вакво соединение, кое содржи силициум и молибден, се користи во деловите на моторите на вселенските летала. Анализирани е примерок од ова соединение и утврдено е дека содржи 14,212 g молибден и 8,321 g силициум. Која е неговата емпириска формула?
59. Никелот реагира со сулфур и се образува сулфид. Ако 2,986 g никел реагираат со доволно сулфур, за да се образува 5,433 g сулфид на никелот, која е емпириската формула на добиениот сулфид?
60. Линданот е пестицид што е забранет за употреба. Тој содржи 24,78 % јаглерод, 2,08 % водород и 73,14 % хлор, со моларна маса 290,83 g/mol. Определи ја молекулската формула на линданот.
61. Во некој хидрат, масените удели на елементите се: 20,3 % бакар, 8,95 % силициум, 36,3 % флуор и 34,5 % вода. Определи ја емпириската формула на хидратот.
62. Примерок со маса 13,4 g од некоја непозната течност е испарен на 85,0 °C и 100,0 kPa. Парите имаат волумен 4,32 L. Течноста е составена од јаглерод, водород и кислород, со масен удел 52,1 %, 13,2 % и 34,7 %. Определи ја молекулската формула на соединението.
63. Едно соединение, кое се користи како хербицид, е составено од магнезиум, хлор и кислород, со масени удели 12,711 %, 37,083 % и 50,206 %, соодветно. Определи ја емпириската формула на хербицидот.

64. Аденинот е една од главните пуриински бази во организмот. Се состои од C, H, и N. Масените удели на јаглерод и азот се 44,78 % и 52,24 %, соодветно. Определи ја вистинската формула на аденинот ако неговата релативна молекулска маса е 134 g/mol.
65. Некој хидрат на алуминиум калиум сулфат (стипса) има формула  $KAl(SO_4)_2 \cdot xH_2O$ . Кога примерок од хидратот со маса 5,459 g се загрева до целосно отстранување на водата, останува  $KAl(SO_4)_2$  со маса 2,972 g. Определи ги x и масениот удел на водата во стипсата.
66. Масениот удел на азот во едно негово соединение со водород изнесува 87,5 %. Релативната густина на ова соединение, во однос на азотот, изнесува 1,143. Која е вистинската формула на соединението?
67. Најзначаен минерал на хромот е хромитот. Овој минерал се состои од железо, хром и кислород. Анализирани примерок од минералот со маса 33,6 g, а притоа е утврдено дека тој содржи  $1,808 \cdot 10^{23}$  атоми хром и 150,1 mmol железо. Определи ја емпириската формула на хромитот.
68. Тимололот претставува лекарство што се користи како бета-блокатор. Во неговиот состав влегуваат јаглерод, водород, азот, кислород и сулфур. Масените удели на компонентите се 49,4 % C, 7,64 % H, 17,7 % N, 15,2 % O и 10,1 % S. Масата на 0,01 mol тимолол е 3,16 g. Определи ги емпириската и вистинската формула на тимололот.
69. Натриум глутаматот е засилувач на вкусот што може да предизвика главоболка и болки во градите. Во составот содржи C, H, O, N и Na. Определи ја емпириската формула на соединението ако се познати следниве информации. Масените удели на C, H и O се 35,51 %, 4,77 % и 37,85 %. Во десет грамови од соединението има  $3,56 \cdot 10^{22}$  атоми азот и 0,059 mol натриум.
70. Анализирани соединенија на калиум и бром,  $KBrO_x$ , и утврдено е дека содржи 52,92 % Br. Определи ја вредноста на x.
71. Анализирани соединенија на оловото што се користи како жолт пигмент, кое е составено од олово, хром и кислород. Утврдено е дека бројот на атоми кислород во една формулна единица е 4, а масениот удел на хромот е 16,09 %. Определи ја вистинската формула на пигментот ако неговата моларна маса е 323,2 g/mol.
72. Човечкото тело го исфрла азотот во вид на уреа. Во својот состав, таа содржи јаглерод, водород, азот и кислород. Притоа, во 15 g уреа има 3 g јаглерод и  $6,022 \cdot 10^{23}$  атоми водород. Една молекула уреа содржи два атома азот. Определи ја молекулската формула на уреата ако нејзината моларна маса изнесува 60 g/mol.
73. Цисплатинот е супстанца што се користи како лекарство. Во составот на цисплатинот влегуваат хлор, платина, азот и водород. При анализа на 10 g од соединението, утврдени се следниве податоци: масениот удел на хлор е 23,63 %, во оваа маса од соединението, масата на азот (N) е 0,933 g и бројот на атоми водород (H) е  $1,2 \cdot 10^{23}$ . Определи ја вистинската формула на соединението ако неговата моларна маса е 299,98 g/mol.
74. Ментол ( $M = 156,3$  g/mol) е супстанца што се користи во капките за нос и се карактеризира со интензивен мирис. Во составот на ментолот влегуваат јаглерод, водород и кислород. При согорување на 1,595 g ментол се создаваат  $2,29$  dm<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> (при с. у.) и 1,84 g вода. Определи ја вистинската формула на ментолот.
75. Лимонската киселина, главната компонента на лимонскиот сок, е составена од јаглерод, водород и кислород. Најдено е дека при согорување на 0,5 g лимонска киселина се добиваат 0,6871 g CO<sub>2</sub> и 0,1874 g H<sub>2</sub>O. Релативната молекулска маса на лимонската киселина изнесува 192. Врз основа на овие податоци, определи ја емпириската формула на ова соединение.
76. Карактеристичниот мирис на ананасот е резултат на присуството на соединението етил бутират. Ова соединение е изградено од јаглерод, водород и кислород. При согорување на 2,78 mg од соединението, добиени се  $8,65 \cdot 10^{19}$  молекули јаглерод диоксид и 2,58 mg вода. Определи ја емпириската формула на етил бутиратот.
77. Тестостеронот е хормон изграден од C, H и O. При согорување на 5,5 g од хормонот се добиваат 15,88 g CO<sub>2</sub> и 4,81 g H<sub>2</sub>O. Определи ја вистинската формула на соединението ако неговата моларна маса е 288,42 g/mol.
78. Тиминот е една од главните пиримидински бази во организмот. Таа се состои од јаглерод, водород, кислород и азот. При целосно согорување на 1,335 g од ова соединение, добиени се 2,331 g CO<sub>2</sub> и 0,572 g H<sub>2</sub>O. Пресметај ја вистинската формула на соединението ако е познато дека една молекула содржи два атома азот, а моларната маса на тиминот е 126 g/mol.



Сл. 6.15. Соединение на олово што се користи како жолт пигмент.

Од citrusните овошки, најголема содржина на лимонска киселина има во лимонот и во лиметата.

79. Хормонот норадреналин е поврзан со метаболитичката активност на човечкото тело при стрес. Како и многу биохемиски супстанции, и норадреналинот е изграден од јаглерод, водород, кислород и азот. При анализа на норадреналинот, утврдено е дека масениот удел на азотот во него е 8,28 %. При целосно согорување на 2,30 g од ова соединение, добиени се 2,44 dm<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> (при стандардни услови) и 1,347 g H<sub>2</sub>O. Определи ја емпириската формула на норадреналинот.

80. Пиролизата на соединение составено од олово, јаглерод, водород и кислород доведува до образување само олово(II) оксид, јаглерод диоксид и вода. При анализа на мал примерок, добиени се 8,638 g PbO, 1,135 g CO<sub>2</sub> и 0,232 g H<sub>2</sub>O. Определи ја емпириската формула на соединението.

Името какодил доаѓа од грчкиот јазик и означува „материја што лошо мириса“. Какодилот е течност што мириса на лук.

81. Какодилот е супстанца што се употребува како хербицид. Ова соединение е составено од јаглерод, водород и арсен. При анализа на 8 g од какодилот, утврдено е дека тој содржи 22,88 % јаглерод, а од добиениот раствор (на какодил), арсенот е исталожен во вид на As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, чија маса е 9,366 g. Определи ја емпириската формула на хербицидот.

82. Фероценот е супстанца што содржи јаглерод, водород и железо. Анализирани се 23 g фероцен со растворање во органски растворувач. Притоа, утврдено е дека соединението содржи  $7,45 \cdot 10^{23}$  атоми водород. Во истиот експеримент, железото е определено како FeS, чија маса е 10,87 g. Определи ја вистинската формула на фероценот ( $M = 186 \text{ g/mol}$ ).

83. Едно соединение на молибден, кое се користи како катализатор, содржи азот, водород, молибден и кислород. При анализа на 15 g од катализаторот, молибденот е определен како MoO<sub>3</sub> · H<sub>2</sub>O, чија маса е 12,393 g. Уделот на азот и водород (вкупно) е 18,36 %, а една молекула од соединението содржи два атома азот. Определи ја вистинската формула на соединението ако неговата моларна маса е 196 g/mol.

84. Како растворувач, честопати се користи едно ароматично органско соединение. Во составот на овој растворувач има само C, H и Cl. Кога целосно согоруваат 1,50 g од соединението, се образуваат 3,52 g јаглерод диоксид. Во друг експеримент, хлорот од 1,00 g од растворувачот е исталожен во вид на AgCl, чија маса била 1,27 g. Определи ја емпириската формула на соединението.

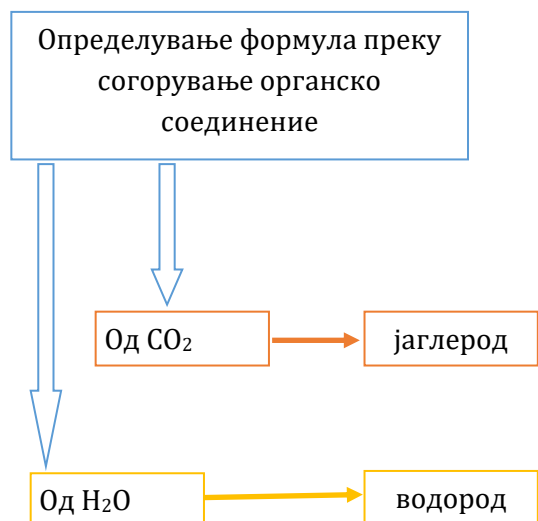
85. Серинот е есенцијална аминокиселина што содржи јаглерод, водород, кислород и азот. Во еден експеримент, при целосно согорување на 3,552 g серин се добиваат 4,462 g CO<sub>2</sub> и 2,65 dm<sup>3</sup> вода (при стандардни услови). Во втор експеримент биле анализирани 1,325 g од серинот, при што се добиле 1,517 g NCl<sub>3</sub>. Определи ја вистинската формула на серинот ако неговата моларна маса изнесува 105,09 g/mol.

86. Минералот самсонит е составен од сребро, манган, антимон и сулфур. Анализата на овој минерал покажала дека масениот удел на среброт во минералот е 46,80 %. При анализа на 10 грама од минералот, утврдено е дека бројот на атоми манган во него е  $6,532 \cdot 10^{21}$ . Во истата анализа, антимонот од примерокот бил исталожен како Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, а неговата маса била 3,683 g. Определи ја емпириската формула на минералот.

87. Анализирани е некој кристалохидрат на манганот, составен од манган и бром (и вода). При внимателно загревање на 5,000 g од кристалохидратот, отстранета е кристалната вода и добиен е остаток со маса 3,737 g. Овој остаток понатаму бил анализиран, а притоа манганот бил исталожен како MnS, чија маса била 1,510 g. Определи ја емпириската формула на кристалохидратот.

88. Органско соединение што содржи C, H, O и S е анализирано во два експерименти. Кога 9,330 mg од примерокот биле согорени во вишок кислород, се добиле 15,920 mg CO<sub>2</sub> и 5,698 mg H<sub>2</sub>O. Во вториот експеримент, 11,050 mg од примерокот реагирал со Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, при што се образувал талог од BaSO<sub>4</sub>, чија маса била 25,00 mg. Определи ја емпириската формула на соединението.

89. Сахаринот е главна состојка на многу вештачки засладувачи. Сахаринот се состои од јаглерод, водород, кислород, сулфур и азот. При согорување на 7,50 g сахарин се добиле 12,60 g CO<sub>2</sub>, 1,84 g H<sub>2</sub>O и 2,62 g SO<sub>2</sub>. Во некој друг експеримент, тргнувајќи од иста маса сахарин (7,50 g), најдено е дека сахаринот содржи 7,65 % N. Која е емпириската формула на сахаринот?



90. Едно соединение што содржи C, H, O и N е анализирано со согорување. Кога согорел примерок со маса 0,0123 g, се добиле 18,62 mg CO<sub>2</sub> и 7,62 mg H<sub>2</sub>O. Во втор експеримент, согорен е примерок со маса 0,0051 g, притоа CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O се апсорбирани и измерен е само волуменот на азотот. Притоа, собрани се 1,1 mL азот (N<sub>2</sub>) што се наоѓал на притисок 730 mmHg и температура 22 °C. Определи ја емпириската формула на соединението.
91. Примерок од ZnSO<sub>4</sub> · xH<sub>2</sub>O со маса 1,013 g бил растворен во вода и сулфатните јони биле исталожени како BaSO<sub>4</sub>. Масата на чистиот (и сув) BaSO<sub>4</sub> е 0,8223 g. Која е точната формула на кристалохидратот на цинк?
92. Тиофенот е течност што е составена од C, H и S. Примерок од тиофен со маса 7,96 mg бил согорен во кислород, при што се добиле 16,65 mg CO<sub>2</sub>. Друг примерок бил испитуван во низа реакции што го трансформирале целиот сулфур во бариум сулфат. Ако 4,31 mg тиофен доведува до образување на 12,70 mg сребро сулфид, определи ја емпириската формула на тиофенот. Моларната маса на ова соединение е 84 g/mol. Која е неговата молекулска формула?
93. При анализа на едно соединение на бор, утврдено било дека тоа е кристалохидрат составен од натриум, бор, кислород и вода (кристална). При внимателно загревање на 1,568 g, од кристалохидратот е отстранета кристалната вода, а остатокот имал маса од 0,828 g. Остатокот понатаму бил испитуван и утврдено било дека масениот удел на натриумот во него е 22,84 %, а борот бил определен како H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, чија маса била 1,017 g. Определи ја вистинската формула на кристалохидратот ако неговата моларна маса е 381,37 g/mol.
94. Големи количества адипинска киселина се синтетизираат за производство на синтетички платна. Адипинската киселина содржи само C, H и O. При согорување на 1,638 g адипинска киселина, добиени се 2,960 g CO<sub>2</sub>. Во адипинската киселина, односот на количества на водород и кислород е 5 : 2 ( $n(\text{H}) : n(\text{O}) = 5 : 2$ ). Определи ја вистинската формула на адипинската киселина ако нејзината моларна маса е 146,10 g/mol.

Адипинската киселина е една од најзначајните дикарбоскилни киселини со широка примена во индустријата.

Обиди се!

95.\* Емпириската формула на еден гасовит флуоројаглерод е CF<sub>2</sub>. На определена температура и притисок, волумен од 1 L содржи 8,93 g од флуоројаглеродот, додека, пак, при исти услови, во 1 L се содржи 1,70 g гасовит флуор (F<sub>2</sub>). Определи ја молекулската формула на флуоројаглеродот.

96.\* Смеса од јаглеводороди се состои од 60,0 % (масен удел) C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> и 40,0 % C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>. Кога 10,0 g од смесата ќе согори во вишок кислород, се добиваат 29,0 g CO<sub>2</sub> и 18,0 g H<sub>2</sub>O. Определи ја емпириската формула на непознатиот јаглеводород.

97.\* Кислородна киселина со формула H<sub>x</sub>E<sub>y</sub>O<sub>z</sub> има моларна маса 178 g/mol. Вкупниот број атоми во една единка е 13. Масениот удел на елементот E е 34,80 %, а неговиот молски удел е 15,38 %. Кој е елементот E и која е формулата на киселината?

98.\* Инсектицидот диелдрин содржи јаглерод, водород, кислород и хлор. Кога примерок со маса 1,51 g согорува во вишок кислород, се добиваат 2,094 g CO<sub>2</sub> и 0,286 g H<sub>2</sub>O. Соединението има моларна маса 381 g/mol и има двојно помалку атоми на хлор од јаглеродни атоми (50 % повеќе). Определи ја молекулската формула на диелдринот.

99.\* Примерок од оксид на ванадиумот со маса 4,589 g е загреван во струја на водород, при што се образувале вода и друг оксид на ванадиумот со маса 3,782 g. Вториот оксид понатаму бил загреван во струја од водород сè додека не останале 2,573 g ванадиум (метал) и вода. Определи ги:

- Емпириските формули на двата оксида,
- Вкупната маса на водата што се образувала при двете загревања.

## Обиди се!

100.\* Кога се загрева хидрат на бакар(II) сулфат, доаѓа до постепени промени во составот, а притоа продуктот што се образува зависи од температурата на загревање. Примерок од кристалохидратот  $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ , со маса 2,576 g, е загреван до 140 °C и потоа е оладен и изваган, па добиена е маса од 1,833 g. Добиениот продукт повторно е загреван сега до температура од 400 °C и, како во првиот случај, продуктот е изваган (по ладењето) и добиена е маса од 1,647 g. Експериментот е завршен со загревање на температура од 1000 °C. Овој продукт имал маса од 0,812 g.

- а) Под претпоставка дека целата кристална вода е отстранета со загревање на 400 °C, која е формулата на појдовниот кристалохидрат?
- б) Која е формулата на хидратот добиен со загревање на 140 °C?
- в) Остатокот добиен на крајот од експериментот е оксид на бакарот. Определи ги масените удели на елементите во оксидот, како и неговата емпириска формула.

## 7

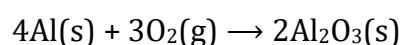
## ПРЕСМЕТУВАЊЕ ВРЗ ОСНОВА НА ХЕМИСКА РАВЕНКА

Хемиска реакција (хемиски процес, хемиска промена) е процес при кој една или повеќе супстанции се менуваат и се добиваат една или повеќе други супстанции, различни од почетните. За да се опише промената при одвивање на хемиската реакција се користат хемиски равенки. Хемиска равенка е скратен, симболичен запис за една хемиска реакција. Учесниците во реакцијата се запишуваат со нивните хемиски симболи и формули, при што реактантите се запишуваат на левата страна од равенството, а продуктите на десната. Понекогаш, со мали букви во заграда, се запишува и агрегатната состојба. Меѓу реактантите и продуктите, најчесто, се става знакот  $\rightarrow$ , а за реакциите што се повратни, знакот  $\rightleftharpoons$ .

Термините хемиска реакција, хемиски процес и хемиска промена се синоними.

Во текот на хемиските реакции се раскинуваат хемиските врски во градбените единки на реактантите, добиените честички се прегрупираат, при што се добиваат градбените единки на продуктите. Значи, во текот на реакцијата, вкупниот број честички од еден вид (атоми или јони на определен елемент) не се менува. Токму затоа, кога се запишува равенка на една хемиска реакција, освен што ќе се напишат формулите/симболите на учесниците во реакцијата, мора да се изедначи и бројот на атоми од секој елемент од продуктите со оној од реактантите. Израмнувањето на равенките се прави со пишување броеви пред хемиските формули/симболи на реактантите, односно продуктите. Овие броеви се нарекуваат **стехиометриски коефициенти**. Тие го покажуваат односот на количествата на учесниците во реакцијата. Овие коефициенти се пишуваат така што вкупниот број атоми од секој елемент од двете страни на равенката да биде еднаков.

Од хемиските равенки може да добиеме квалитативни и квантитативни податоци за еден хемиски процес. Квалитативните податоци ги извлекуваме од симболите и формулите запишани во равенката на реакцијата. На пример, ако е дадена равенката:



може да заклучиме дека при реакција на алуминиум со кислород се добива алуминиум оксид.

Квантитативните податоци, пак, се содржат во стехиометриските коефициенти. Со стехиометриските коефициенти се искажува односот на количествата на учесниците во реакцијата. Притоа, со стехиометриските коефициенти, најчесто, се запишува најмалиот целоброен однос. За примерот даден погоре може да напишеме:

$$n(\text{Al}) : n(\text{O}_2) : n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 4 : 3 : 2$$

или

$$\frac{n(\text{Al})}{n(\text{O}_2)} = \frac{4}{3}$$

Се разбира, станува збор за трансформирани количества од реактантите,

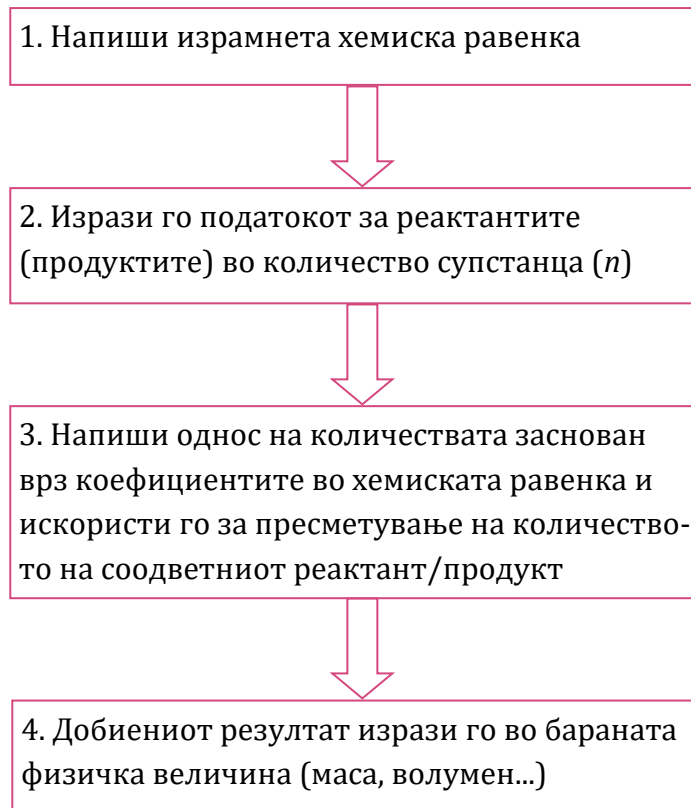
$$\frac{n(\text{Al})}{n(\text{Al}_2\text{O}_3)} = \frac{4}{2} = 2$$

$$\frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{Al}_2\text{O}_3)} = \frac{3}{2}$$

т. е. за количества супстанца добиени како резултат на таа трансформација за продуктите на реакцијата. Апсолутните вредности на количествата во системот може да бидат различни, но односите на количествата на супстанците што стапиле во реакција или се добиле при реакцијата секогаш ќе бидат еднакви на односите на стехиометриските коефициенти.



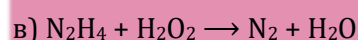
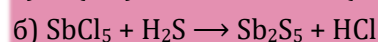
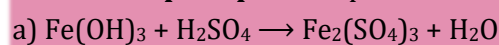
Во општ случај, постапката при решавање задачи во кои се вклучени хемиски равенки (стехиометриски задачи) се состои од следните четири чекори:



Првиот чекор при решавање задачи според хемиска равенка е да се состави точна равенка на реакцијата (доколку не е дадена) и точно да се израмни. Во петтата глава од оваа збирка веќе се запознавме со израмнувањето на оксидациско-редукциските равенки на хемиските реакции. Овде ќе дадеме само неколку примери за израмнување равенки што не се оксидо-редукциски и неколку примери за едноставни оксидо-редукциски равенки за кои не мора да се составува електронска шема.

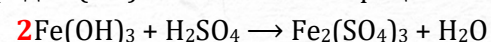


**Пример 7.1.** Израмни ги следните равенки:

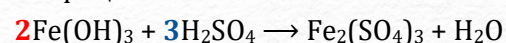


**Решение:**

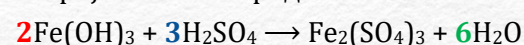
а) На левата страна од равенката има еден атом (всушност,  $\text{Fe}^{3+}$  јон), а на десната два. Затоа, пред  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  ќе ставиме коефициент 2:



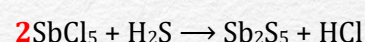
Потоа може да ги броиме целите  $\text{SO}_4^{2-}$  групи лево и десно и пред сулфурната киселина да ставиме коефициент 3:



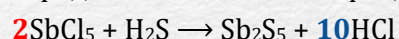
Останува да се израмнат уште водородот и кислородот, т. е. водата. На левата страна од равенката има 12 H и 18 O, а на десната 2 H и еден O во  $\text{H}_2\text{O}$  и 12 O во  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ . Според тоа, ако ставиме коефициент 6 пред водата, ќе се израмни и бројот на водородни и бројот на кислородни атоми.



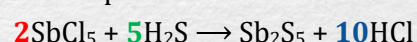
б) На левата страна од равенката има 1 Sb, а на десната два. Затоа, ќе ставиме коефициент 2 пред  $\text{SbCl}_5$ :



Со ставање коефициент 2 пред  $\text{SbCl}_5$ , на левата страна од равенката имаме 10 Cl, а на десната 1, па затоа пред HCl ќе ставиме коефициент 10.

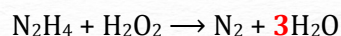


Останува да се израмнат уште S и H атомите, т. е.  $\text{H}_2\text{S}$ . Очигледно, ако се стави коефициент 5 пред  $\text{H}_2\text{S}$ , ќе се израмнат и S и H.

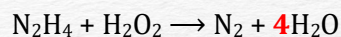


Водородот и кислородот честопати се рамнат последни.

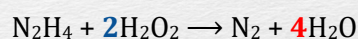
в) Од равенката гледаме дека бројот на атоми азот е израмнет, следен е водородот:



Ако ставиме 3 пред водата, не може да се израмни кислородот, затоа коефициентот ќе го зголемиме за 1, со цел да добиеме парен број, бидејќи лево има два атоми кислород.



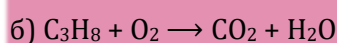
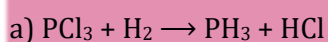
За да ги израмниме и водородот и кислородот, пред  $\text{H}_2\text{O}_2$  треба да се стави коефициент 2.



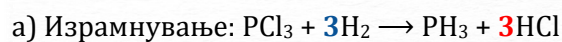
Кога се изведуваат пресметки врз основа на хемиска равенка, тргнувајќи од односи на количества, секогаш треба да се има предвид дека количествата се однесуваат на **чисти супстанции**. Да разгледаме неколку примери на задачи за пресметување врз основа на хемиска равенка, каде што имаме податоци за величини што директно може да се поврзат со количеството супстанца, а се однесуваат на чисти супстанции.



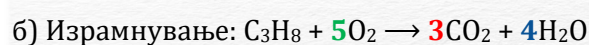
**Пример 7.2.** Израмни ги следните равенки на реакции и напиши го односот на количества меѓу реактантите:



**Решение:**



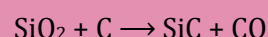
$$\frac{n(\text{PCl}_3)}{n(\text{H}_2)} = \frac{1}{3}$$



$$\frac{n(\text{C}_3\text{H}_8)}{n(\text{O}_2)} = \frac{1}{5}$$



**Пример 7.3.** Силициум карбид ( $\text{SiC}$ ) се користи како абразив (на пример, во хартијата за шмирглање). Ова соединение може да се добие со хемиска реакција претставена со следнава неизрамнета равенка:



Колкава маса јаглерод (во милиграми) е потребно за целосно да изреагираат 120 mg силициум диоксид?

Дадено е:

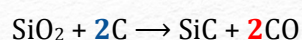
$$m(\text{SiO}_2) = 120 \text{ mg} = 0,1 \text{ g}$$

Се бара:

$$m(\text{C}) = ?$$

**Решение:**

**Чекор 1:** Ја израмнуваме равенката на реакцијата, која иако е редокс-реакција, може едноставно да ја израмниме без да составиме електронска шема.



**Чекор 2:**

$$n(\text{SiO}_2) = \frac{m(\text{SiO}_2)}{M(\text{SiO}_2)} = \frac{0,12 \text{ g}}{60,1 \text{ g/mol}} = 0,002 \text{ mol}$$

**Чекор 3:**

$$\frac{n(\text{C})}{n(\text{SiO}_2)} = \frac{2}{1}$$

$$n(\text{C}) = 2 \cdot n(\text{SiO}_2) = 2 \cdot 0,002 \text{ mol} = 0,004 \text{ mol}$$

**Чекор 4:**

$$m(\text{C}) = n(\text{C}) \cdot M(\text{C}) = 0,002 \text{ mol} \cdot 12 \text{ g/mol} = 0,024 \text{ g} = 24 \text{ mg}$$

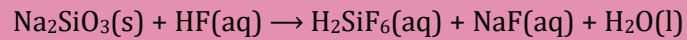
$$m(\text{C}) = 0,024 \text{ mg}$$

Силициум карбид е познат под името карборунд. Тоа е соединение што се карактеризира со голема тврдост.



Сл. 7.1. Флуороводородната киселина е токсична и корозивна.

**Пример 7.4.** Растворите на флуороводородна киселина не се чуваат во стаклени шишиња, бидејќи флуороводородната киселина реагира со силикатите присутни во стаклото. На пример, HF реагира со натриум метасиликат,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , според следнава неизрамнета равенка:



а) Колкава маса  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  ќе изреагира со 0,800 g HF и б) колкав број молекули вода ќе се добијат притоа?

Дадено е:

$$m(\text{HF}) = 0,800 \text{ g}$$

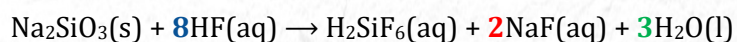
Се бара:

$$\text{а) } m(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = ?$$

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

**Решение:**

**Чекор 1:** Ја израмнуваме равенката на реакцијата:



**Чекор 2:**

$$n(\text{HF}) = \frac{m(\text{HF})}{M(\text{HF})} = \frac{0,800 \text{ g}}{20,01 \text{ g/mol}} = 0,04 \text{ mol}$$

**Чекор 3:** а)

$$\frac{n(\text{Na}_2\text{SiO}_3)}{n(\text{HF})} = \frac{1}{8}$$

$$n(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = \frac{1}{8} \cdot n(\text{HF}) = \frac{0,04 \text{ mol}}{8} = 0,005 \text{ mol}$$

**Чекор 4:**

$$m(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = n(\text{Na}_2\text{SiO}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = 0,005 \text{ mol} \cdot 122,06 \text{ g/mol} = 0,610 \text{ g}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = 0,610 \text{ g} = 610 \text{ mg}$$

Задачата може да се реши и со помалку чекори ако количествата супстанца се заменат со изрази во кои фигурираат бараните, т. е. дадените величини.

$$n(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = \frac{1}{8} \cdot n(\text{HF})$$

Бидејќи се бара маса на  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , а дадена е масата на HF, нивните количества ќе ги изразиме како  $m/M$ .

$$\frac{m(\text{Na}_2\text{SiO}_3)}{M(\text{Na}_2\text{SiO}_3)} = \frac{1}{8} \cdot \frac{m(\text{HF})}{M(\text{HF})} \Rightarrow m(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = \frac{1}{8} \cdot \frac{m(\text{HF}) \cdot M(\text{Na}_2\text{SiO}_3)}{M(\text{HF})}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = \frac{1}{8} \cdot \frac{0,800 \text{ g} \cdot 122,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{20,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,610 \text{ g} = 610 \text{ mg}$$

$$\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{HF})} = \frac{3}{8}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{3}{8} \cdot n(\text{HF})$$

б) Бидејќи се бара бројот на молекули вода, количеството вода ќе го изразиме како  $N/N_A$ , а количеството на HF веќе го пресметавме во задачата под а).

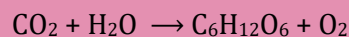
$$\frac{N(\text{H}_2\text{O})}{N_A} = \frac{3}{8} \cdot n(\text{HF}) \Rightarrow N(\text{H}_2\text{O}) = \frac{3}{8} \cdot n(\text{HF}) \cdot N_A$$

$$N(\text{H}_2\text{O}) = \frac{3}{8} \cdot 0,04 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 0,09 \cdot 10^{23} = 9 \cdot 10^{21}$$

$$N(\text{H}_2\text{O}) = 9 \cdot 10^{21}$$



**Пример 7.5.** Процесот на фотосинтеза може да се претстави со следнава неизрамнета равенка:



а) Колкава маса глукоза и б) колкав волумен кислород, мерен при стандардни услови, ќе се добијат од  $5 \cdot 10^{23}$  молекули  $\text{CO}_2$ ?

Дадено е:

$$N(\text{CO}_2) = 5 \cdot 10^{23}$$

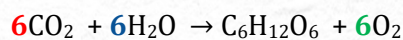
Се бара:

а)  $m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = ?$

б)  $V(\text{O}_2)_{\text{с.у.}} = ?$

**Решение:**

**Чекор 1:**



**Чекор 2:** а)

$$\frac{n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}{n(\text{CO}_2)} = \frac{1}{6}$$

$$n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{1}{6} \cdot n(\text{CO}_2)$$

$$\frac{m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}{M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)} = \frac{1}{6} \cdot \frac{N(\text{CO}_2)}{N_A}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{1}{6} \cdot \frac{5 \cdot 10^{23} \cdot 180,16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 24,93 \text{ g}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 24,93 \text{ g}$$

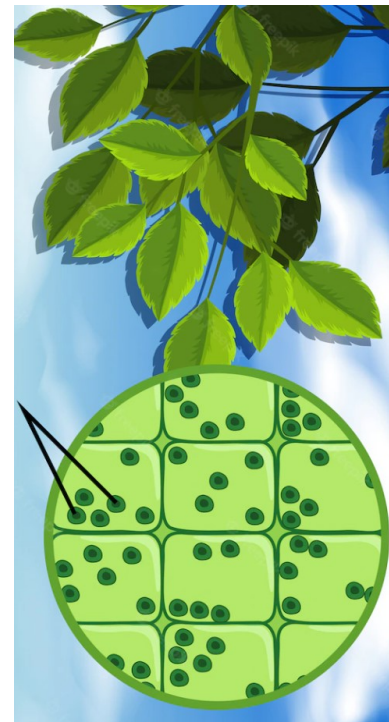
б)

$$n(\text{O}_2) = n(\text{CO}_2)$$

$$\frac{V(\text{O}_2)}{V_m} = \frac{N(\text{CO}_2)}{N_A}$$

$$V(\text{O}_2) = \frac{5 \cdot 10^{23} \cdot 22,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 18,60 \text{ dm}^3$$

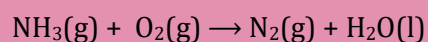
$$V(\text{O}_2) = 18,60 \text{ dm}^3$$



Сл. 7.2. Фотосинтезата се врши во хлоропластите на растаенијата.



**Пример 7.6.** Амонијакот реагира со кислород, при што се образуваат азот и вода:



Колкава маса амонијак треба да стапи во реакција со вишок кислород за да се образуваат  $850 \text{ cm}^3$  азот на температура од  $35 \text{ }^\circ\text{C}$  и притисок од  $90,5 \text{ kPa}$ ?

Дадено е:

$$V(\text{N}_2) = 850 \text{ cm}^3 = 850 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 8,50 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$T = 35 \text{ }^\circ\text{C} = 308 \text{ K}$$

$$P(\text{N}_2) = 90,5 \text{ kPa} = 90\,500 \text{ Pa}$$

Се бара:

$$m(\text{NH}_3) = ?$$

**Решение:**

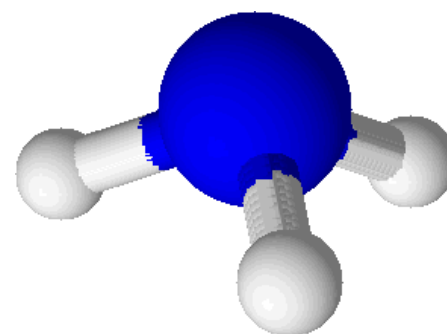


**Чекор 2:**

$$n(\text{N}_2) = \frac{P(\text{N}_2) \cdot V(\text{N}_2)}{R \cdot T} = \frac{90500 \text{ Pa} \cdot 8,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3}{8,314 \text{ Pa m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 308 \text{ K}} = 0,03 \text{ mol}$$

**Чекор 3:**

$$\frac{n(\text{NH}_3)}{n(\text{N}_2)} = \frac{4}{2} = 2$$



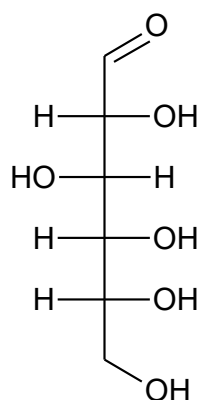
Сл. 7.3. Амонијак прикажан со модел со топчиња и стапчиња.

$$n(\text{NH}_3) = 2 \cdot n(\text{N}_2) = 2 \cdot 0,03 \text{ mol} = 0,06 \text{ mol}$$

**Чекор 4:**

$$m(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_3) \cdot M(\text{NH}_3) = 0,06 \text{ mol} \cdot 17 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 1,02 \text{ g}$$

$$m(\text{NH}_3) = 1,02 \text{ g}$$



Сл. 7.4. Структурна формула на D-глюкоза. Во метаболичките процеси се користи само D-глюкоза.

**Пример 7.7.** Кога се одмораат, мажите конзумираат 200 mL кислород за еден час, на 25 °C и 1,0 atm, за еден килограм телесна маса. Ако целиот конзумиран кислород се троши за добивање енергија со оксидација на глюкоза, колкава маса глюкоза ќе се потроши за три часа кај маж со телесна маса од 70 kg?

Дадено е:

$$V(\text{O}_2) = 200 \text{ mL}/1\text{kg } 1\text{h} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/1\text{kg } 1\text{h}$$

$$T = 25 \text{ }^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$$

$$P = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$$

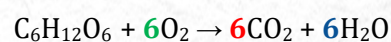
$$m(\text{маж}) = 70 \text{ kg}$$

Се бара:

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = ?$$

**Решение:**

**Чекор 1:** Најпрво ќе ја напишеме и ќе ја израмниме равенката на реакцијата за оксидација (согорување) на глюкозата, знаејќи дека при нејзиното согорување се добиваат јаглерод диоксид и вода.



**Чекор 2:** Масата на глюкоза што ќе се потроши ќе ја најдеме врз основа на потрошениот (конзумиран) кислород. За таа цел, од дадените податоци во задачата, количеството кислород ќе го пресметаме користејќи ја Клапејроновата равенка. Меѓутоа, во задачата се дадени податоци за волуменот на кислород потрошен за еден килограм телесна тежина во текот на еден час. Затоа, прво ќе го пресметаме вкупното количество потрошен кислород за телесна маса од 70 kg во текот на три часа, а потоа пресметаниот волумен ќе го замениме во Клапејроновата равенка.

$$V(\text{O}_2)_{\text{вкупно}} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/1\text{h } 1\text{kg} \cdot 70 \text{ kg} \cdot 3 \text{ h} = 420 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 = 4,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \frac{101325 \text{ Pa} \cdot 4,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3}{8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K}} = 171,77 \cdot 10^{-2} \text{ mol} = 1,72 \text{ mol}$$

**Чекор 3:** Според израмнетата равенка на реакцијата, односот на количествата на глюкоза и кислород е:

$$\frac{n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}{n(\text{O}_2)} = \frac{1}{6} \Rightarrow n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{1}{6} \cdot n(\text{O}_2) = \frac{1,72 \text{ mol}}{6} = 0,29 \text{ mol}$$

**Чекор 4:** Масата на глюкоза е:  $m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)$

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 0,29 \text{ mol} \cdot 180,16 \text{ g/mol} = 52,25 \text{ g}$$

Задачата може да се реши тргнувајќи директно од односот на количествата, со замена за количество супстанца со потребните изрази:

$$n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{1}{6} \cdot n(\text{O}_2)$$

$$\frac{m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}{M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)} = \frac{1}{6} \cdot \frac{P \cdot V(\text{O}_2)}{R \cdot T} \Rightarrow m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{1}{6} \cdot \frac{P \cdot V(\text{O}_2) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}{R \cdot T}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{1}{6} \cdot \frac{101325 \text{ Pa} \cdot 4,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \cdot 180,16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K}} = 52,25 \text{ g}$$

**Одговор:** Масата на глюкоза што ќе се потроши при нејзина оксидација кај човек од 70 kg, за време од 3 часа, изнесува 52,25 g.



**Пример 7.8.** Во стаклен сад со волумен од 35,0 L собран е сув водород на температура од 25 °C. Водородот е добиен при реакција на 38,9 g натриум хидрид со вода, при што се добива и натриум хидроксид. Колку изнесува притисокот во садот, изразен во kPa?

Дадено е:

$$V(\text{H}_2) = 35,0 \text{ L} = 3,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$$

$$T = 25 \text{ }^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$$

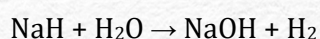
$$m(\text{NaH}) = 38,9 \text{ g}$$

Се бара:

$$P/\text{kPa} = ?$$

**Решение:** Притисокот во садот ќе го пресметаме според Клапејроновата равенка, но потребно е да го знаеме количеството ослободен водород. Тоа ќе го најдеме врз основа на дадените податоци за масата на изреагиран натриум хидрид.

**Чекор 1:** Најпрво ќе ја напишеме равенката на реакцијата и ќе провериме дали е израмнета:



**Чекор 2:**

$$n(\text{H}_2) = n(\text{NaH}) = \frac{m(\text{NaH})}{M(\text{NaH})} = \frac{38,9 \text{ g}}{24,00 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1,62 \text{ mol}$$

**Чекор 3:**

$$P(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2) \cdot V(\text{H}_2)}{R \cdot T} = \frac{1,62 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K}}{3,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3} =$$

$$= 114\,676 \text{ Pa} = 115 \text{ kPa}$$

$$P(\text{H}_2) = 115 \text{ kPa}$$

Како што кажавме, кога се изведуваат пресметки врз основа на хемиска равенка тргнувајќи од односи на количества, количествата се однесуваат на чисти супстанции. Меѓутоа, во многу случаи, во задачата не се дадени податоци за чисти супстанции. Во таков случај, најнапред, треба да стигнеме до податоци за величини што се однесуваат на чисти супстанции, а потоа да вршиме пресметувања базирани на односите на количествата. Да разгледаме неколку такви примери:



**Пример 7.9.** При реакција на цинк и сулфурна киселина се ослободува гасовит водород. На температура од 24 °C се собрани над вода 159 mL водород. Измерениот притисок изнесувал 738 mm Hg. Колкава маса цинк изреагирала?

Дадено е:

$$V(\text{H}_2) = 159 \text{ mL} = 1,59 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$T = 24 \text{ }^\circ\text{C} = 297 \text{ K}$$

$$P = 738 \text{ mmHg} = 98392 \text{ Pa}$$

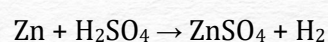
$$P(\text{H}_2\text{O}) = 22,38 \text{ mmHg} = 2983,75 \text{ Pa}$$

Се бара:

$$m(\text{Zn}) = ?$$

**Решение:**

**Чекор 1:**



**Чекор 2:**

$$n(\text{Zn}) = n(\text{H}_2)$$

Количеството водород ќе го најдеме од Клапејроновата равенка, но треба да имаме предвид дека водородот не е сув, туку е во смеса со водена пара. Затоа, според Далтоновиот закон, најпрво ќе го пресметаме парцијалниот притисок на водородот. Парниот притисок на водата на температура од 24 °C изнесува 22,4 mm Hg (Табела 3, Поглавје 4).

$$P(\text{H}_2\text{O}) = 22,38 \text{ mm Hg} = 2983,75 \text{ Pa}$$

Да се потсетиме: кога се собира гас под вода, добиениот гас, всушност, е смеса што содржи и водена пара.

$$P(\text{H}_2) = P_{\text{вк}} - P(\text{H}_2\text{O}) = 98392 \text{ Pa} - 2983,75 \text{ Pa} = 95408,25 \text{ Pa}$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \frac{95408,25 \text{ Pa} \cdot 1,59 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3}{8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 297 \text{ K}} = 61,43 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

**Чекор 3:**  $m(\text{Zn}) = n(\text{Zn}) \cdot M(\text{Zn}) = 61,43 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot 65,39 \text{ g/mol} = 0,402 \text{ g}$

$$m(\text{Zn}) = 0,402 \text{ g} = 402 \text{ mg}$$

**Пример 7.10.** Парче алуминиумска фолија со плоштина  $1,00 \text{ cm}^2$  и дебелина  $0,550 \text{ mm}$  целосно реагира со бром и образува алуминиум бромид. Густината на алуминиум изнесува  $2,699 \text{ g/cm}^3$ . Колкава маса алуминиум бромид ќе се образува?

Дадено е:

$$A(\text{Al}) = 1,00 \text{ cm}^2$$

$$l(\text{Al}) = 0,550 \text{ mm} = 5,5 \cdot 10^{-2} \text{ cm}$$

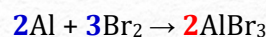
$$\rho(\text{Al}) = 2,699 \text{ g/cm}^3$$

Се бара:

$$m(\text{AlBr}_3) = ?$$

**Решение:**

**Чекор 1:** Ќе ја напишеме и ќе ја израмниме равенката на реакцијата:



**Чекор 2:** Масата на образуваниот  $\text{AlBr}_3$  ќе ја пресметаме врз основа на податоците за изреагираниот алуминиум. Масата на алуминиум не е експлицитно дадена, но таа лесно може да се пресмета од дадената густина и од податоците за димензиите на парчето алуминиум.

$$V(\text{Al}) = 1,00 \text{ cm}^2 \cdot 5,5 \cdot 10^{-2} \text{ cm} = 5,5 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^3$$

$$m(\text{Al}) = \rho(\text{Al}) \cdot V(\text{Al}) = 2,699 \text{ g/cm}^3 \cdot 5,5 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^3 = 14,84 \cdot 10^{-2} \text{ g} = 0,15 \text{ g}$$

$$n(\text{AlBr}_3) = n(\text{Al})$$

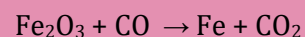
**Чекор 3:**

$$\frac{m(\text{AlBr}_3)}{M(\text{AlBr}_3)} = \frac{m(\text{Al})}{M(\text{Al})} \Rightarrow m(\text{AlBr}_3) = \frac{m(\text{Al}) \cdot M(\text{AlBr}_3)}{M(\text{Al})}$$

$$m(\text{AlBr}_3) = \frac{0,15 \text{ g} \cdot 266,69 \text{ g/mol}}{26,98 \text{ g/mol}} = 1,48 \text{ g}$$

$$m(\text{AlBr}_3) = 1,48 \text{ g}$$

**Пример 7.11.** Железото се добива од хематит,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , при реакција со  $\text{CO}$ , според следнава неизрамнета равенка:



Колку килограми железо ќе се добијат од  $56,875 \text{ kg}$  железна руда во која масениот удел на хематит е  $80 \%$ ?

Дадено е:

$$m(\text{руда}) = 56,875 \text{ kg}$$

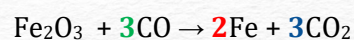
$$w(\text{Fe}_2\text{O}_3; \text{руда}) = 80 \%$$

Се бара:

$$m(\text{Fe}) = ?$$

**Решение:**

**Чекор 1:**



**Чекор 2:**

$$n(\text{Fe}) = 2 \cdot n(\text{Fe}_2\text{O}_3)$$

**Чекор 3:**

$$\frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} = \frac{2 \cdot m(\text{Fe}_2\text{O}_3)}{M(\text{Fe}_2\text{O}_3)}$$



Сл. 7.5. Минерал хематит.

Масата на  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  не ни е позната, но може да ја пресметаме од податоците за масата на железната руда и масениот удел на  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  во неа.

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = w(\text{Fe}_2\text{O}_3; \text{руда}) \cdot m(\text{руда}) = 0,8 \cdot 56,875 \text{ kg} = 45,5 \text{ kg}$$

**Чекор 4:**

$$m(\text{Fe}) = \frac{2 \cdot m(\text{Fe}_2\text{O}_3) \cdot M(\text{Fe})}{M(\text{Fe}_2\text{O}_3)} = \frac{2 \cdot 45,5 \text{ kg} \cdot 55,85 \text{ g/mol}}{159,69 \text{ g/mol}} = 31,83 \text{ kg}$$

$$m(\text{Fe}) = 31,83 \text{ kg}$$

**Пример 7.12.** Калциум хлорид хексахидрат се користи за топење мраз и снег. Колку килограми варовник, во кој масениот удел на калциум карбонат изнесува 90 %, се потребни за да се добијат 45,4 kg  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ?

Дадено е:

$$w(\text{CaCO}_3; \text{варовник}) = 90 \%$$

$$m(\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 45,4 \text{ kg}$$

Се бара:

$$m(\text{варовник}) = ?$$

Безводниот калциум хлорид е хигроскопен и деликвесцентен, па затоа се користи како средство за сушење (на пример, во ексикатори).

**Решение:**

Масата на варовникот ќе ја пресметаме од податокот за масениот удел на калциум карбонат во варовникот, но за таа цел, најпрво треба да ја пресметаме масата на калциум карбонат. Неа, пак, ќе ја пресметаме од податокот за масата на добиениот  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , според равенката на реакцијата.

**Чекор 1.**

Равенката на реакцијата е:  $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) + 5\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

**Чекор 2:**

$$n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$$

**Чекор 3:**

$$\frac{m(\text{CaCO}_3)}{M(\text{CaCO}_3)} = \frac{m(\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})} \Rightarrow m(\text{CaCO}_3) = \frac{m(\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{CaCO}_3)}{M(\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = \frac{45,4 \text{ kg} \cdot 100,09 \text{ g/mol}}{219,08 \text{ g/mol}} = 20,74 \text{ kg}$$

**Чекор 4:**

$$m(\text{варовник}) = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{w(\text{CaCO}_3; \text{варовник})} = \frac{20,74 \text{ kg}}{0,9} = 23,04 \text{ kg}$$

$$m(\text{варовник}) = 23,04 \text{ kg}$$

**Пример 7.13.** Смеса од  $\text{HCl}$  и  $\text{HBr}$ , со маса од 25 g, целосно реагира со 15,37 g  $\text{NaOH}$ . Колку изнесуваат масените удели на  $\text{HCl}$  и  $\text{HBr}$  во смесата?

Дадено е:

$$m(\text{HCl} + \text{HBr}) = 25 \text{ g}$$

$$m(\text{NaOH}) = 15,37 \text{ g}$$

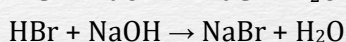
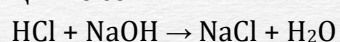
Се бара:

$$w(\text{HCl}; \text{смеса}) = ?$$

$$w(\text{HBr}; \text{смеса}) = ?$$

**Решение:** За да ги пресметаме масените удели на  $\text{HCl}$  и  $\text{HBr}$  во смесата, потребно е да ги знаеме нивните маси. Нив ќе ги пресметаме според масата на потрошениот натриум хидроксид во реакција со нив.

**Чекор 1:** Равенките на реакциите се:





Чекор 2:

$$n(\text{HCl}) = n(\text{NaOH})$$
$$n(\text{HBr}) = n(\text{NaOH})$$

Вкупното количество потрошен NaOH е збир од изреагираните количества на HCl и HBr.

$$n(\text{NaOH})_{\text{вкупно}} = n(\text{HCl}) + n(\text{HBr})$$

Чекор 3:

$$\frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} + \frac{m(\text{HBr})}{M(\text{HBr})}$$

Во оваа равенка има две непознати величини – масата на HCl и масата на HBr. Затоа, потребно е да составиме уште една равенка со овие две непознати и потоа да решиме систем од две равенки со две непознати. Втората равенка е:

$$m(\text{HCl}) + m(\text{HBr}) = 25 \text{ g}$$

Од оваа равенка ќе ја изразиме, на пример, масата на HCl како:

$$m(\text{HCl}) = 25 \text{ g} - m(\text{HBr})$$

и овој израз ќе го замениме во првата равенка.

$$\frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{25 \text{ g} - m(\text{HBr})}{M(\text{HCl})} + \frac{m(\text{HBr})}{M(\text{HBr})}$$

$$\frac{15,37 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = \frac{25 \text{ g} - m(\text{HBr})}{36,46 \text{ g/mol}} + \frac{m(\text{HBr})}{81,01 \text{ g/mol}}$$

$$0,38 \text{ g} = \frac{2025 \text{ g} - 81,01 \cdot m(\text{HBr}) + 36,46 \cdot m(\text{HBr})}{2953,62}$$

$$1122,38 \text{ g} = 2025 \text{ g} - 44,55 \cdot m(\text{HBr})$$

$$44,55 \cdot m(\text{HBr}) = 902,62 \text{ g}$$

$$m(\text{HBr}) = \frac{902,62 \text{ g}}{44,55} \approx 20 \text{ g}$$

$$m(\text{HCl}) = 25 \text{ g} - 20 \text{ g} = 5 \text{ g}$$

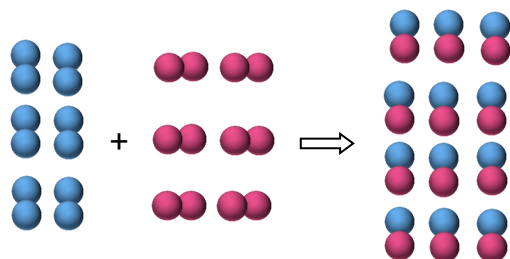
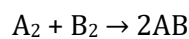
Чекор 4:

$$w(\text{HBr}) = \frac{20 \text{ g}}{25 \text{ g}} = 0,8 = 80 \%$$

$$w(\text{HCl}) = 100 \% - 80 \% = 20 \%$$

$$w(\text{HBr}) = 80 \% \quad w(\text{HCl}) = 20 \%$$

Илустрација на реакција во која реактантите се земени во стехиометриски однос.



### Лимитирачки реактант

При изведување хемиски реакции, реактантите реагираат во точно определени количествени односи дефинирани преку стехиометриските коефициенти. Ако при изведување на реакцијата, односот на количествата (односно измерените маси) одговара на односот на стехиометриските коефициенти, тогаш велиме дека реактантите се земени во **стехиометриски сооднос**. Во овој случај, на крајот од реакцијата не може да се детектираат неизреагираните реактанти, туку само продукти на реакцијата.

Но, во практиката, односот на количествата на реактантите честопати не одговара на односот на стехиометриските коефициенти, па тогаш велите дека реактантите се земени во **нестехиометриски сооднос**. Во ваков случај, реактантот што целосно ќе изреагира (ќе се потроши) се нарекува **лимитирачки реактант**. Лимитирачкиот реактант ни кажува до кога ќе се одвива реакцијата. Реакцијата се одвива сè додека не се потроши лимитирачкиот реактант, а потоа таа престанува. Другиот реактант (реактанти), кој е земен во поголемо количество од стехиометриското (како што се вели во „вишок“), нема целосно да изреагира. Од него, со лимитирачкиот реактант ќе изреагира само дел од почетното количество што одговара на стехиометријата на реакцијата, а другиот дел ќе остане неизреагиран. Тоа значи дека откако ќе се потроши лимитирачкиот реактант, во реакциониот систем ќе има продукти и неизреагиран реактант (реактанти).

При пресметувањата темелени врз хемиска равенка, предвид се зема трансформираното количество од реактантите (тоа што изреагирало), па затоа во задачите каде што имаме податоци (за количества, маси итн.) за два или повеќе реактанти, најпрво треба да провериме дали количествата на реактантите се земени во стехиометриски сооднос, а доколку не се, да определиме кој е лимитирачкиот реактант. **Определувањето на лимитирачкиот реактант не смее да се прави врз основа на споредба на почетните количества или почетните маси на реактантите, туку со споредба на стехиометриските количества за дадената реакција.** Директна споредба на почетните количества може да правиме само ако стехиометрскиот сооднос на количествата е 1 : 1. Откако ќе се определи лимитирачкиот реактант, пресметувањата продолжуваат користејќи го неговото количество.

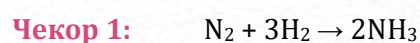
Овде ќе разгледаме неколку различни примери на задачи од хемиска равенка со лимитирачки реактант.



**Пример 7.14.** За добивање амонијак, земени се 5 mol N<sub>2</sub> и 9 mol H<sub>2</sub>. а) Колкаво количество амонијак ќе се добие? б) Колкаво е вкупното количество супстанци на крајот од реакцијата?

Дадено е:  $n_0(\text{N}_2) = 5 \text{ mol}$   
 $n_0(\text{H}_2) = 9 \text{ mol}$   
 Се бара:  $n(\text{NH}_3) = ?$   
 $n(\text{NH}_3) + n(\text{неизреагиран реактант})$

**Решение:**



Во задачата имаме податоци за количествата на двата реактанти, па затоа најпрво треба да определиме кој од нив е лимитирачки реактант. Ќе провериме колкаво количество H<sub>2</sub> е потребно за да изреагираат 5 mol N<sub>2</sub> и обратно, колкаво количество N<sub>2</sub> е потребно за да изреагираат 9 mol H<sub>2</sub>. Според стехиометријата на реакцијата:

$$\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{N}_2)} = \frac{3}{1} \Rightarrow n(\text{H}_2) = 3 \cdot n(\text{N}_2)$$

Количеството H<sub>2</sub>, потребно за да изреагира целото земено количество азот, е:

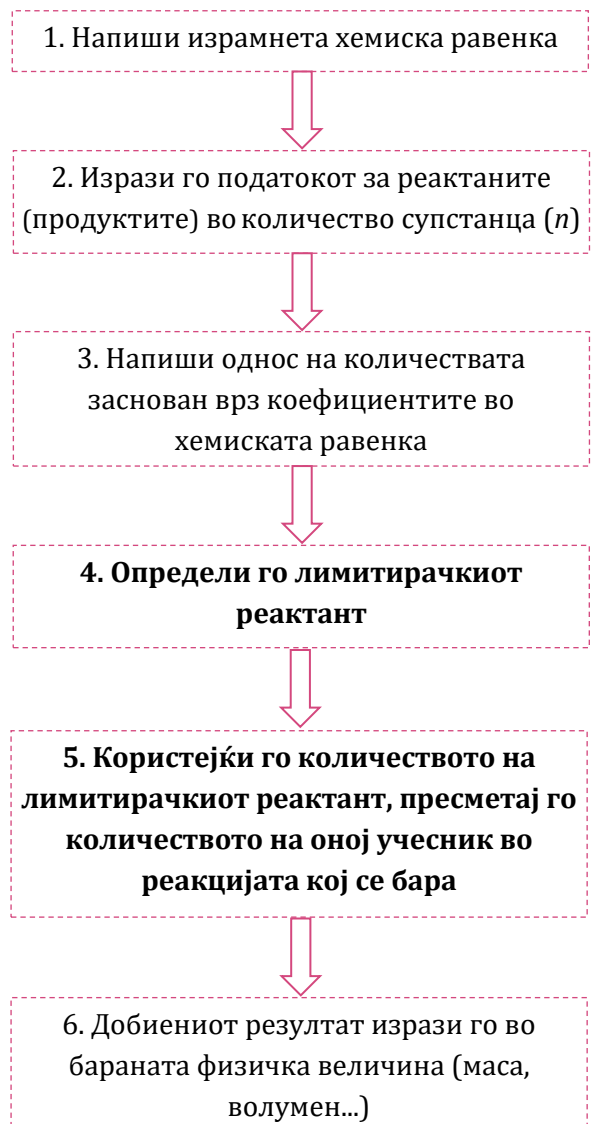
$$n(\text{H}_2)_{\text{потребно}} = 3 \cdot 5 \text{ mol} = 15 \text{ mol}$$

$$n(\text{N}_2) = \frac{1}{3} \cdot n(\text{H}_2)$$

Количеството N<sub>2</sub>, потребно да изреагира целото земено количество водород, е:

$$n(\text{N}_2)_{\text{потребно}} = \frac{1}{3} \cdot 9 \text{ mol} = 3 \text{ mol}$$

За да изреагира целото количество азот што е ставено во реакционата смеса, потребни се 15 mol H<sub>2</sub>, но во реакциониот систем има само 9 mol H<sub>2</sub>. Од друга страна, за да изреагира целото количество водород, потребни се 3 mol азот, а во



Кај задачите со лимитирачки реактант, добро е почетните количества, маси и сл. да се означуваат со  $n_0(X)$ ,  $m_0(X)$  итн.

реакциониот систем има 5 mol азот. Тоа значи дека азотот е земен во поголемо количество од стехиометриското, а лимитирачки реактант е водородот, бидејќи тој целосно ќе изреагира. Како што може да се забележи, иако почетното количество водород е поголемо од почетното количество азот, водородот е лимитирачки реактант, бидејќи според стехиометријата на реакцијата, неговото количество не е доволно за да изреагира целото количество азот присутно во реакциониот систем.

Неизреагираното количество азот изнесува:

$$n(\text{N}_2)_{\text{неизреагиран}} = 5 \text{ mol} - 3 \text{ mol} = 2 \text{ mol}$$

$$n(\text{N}_2)_{\text{неизреагиран}} = 2 \text{ mol}$$

Количеството образуван амонијак може да го пресметаме преку лимитирачкиот реактант (во овој случај водород) или преку **изреагираното (не почетното!)** количество од реактантот што е во вишок (во овој случај азот).

$$\frac{n(\text{NH}_3)}{n(\text{H}_2)} = \frac{2}{3} \Rightarrow n(\text{NH}_3) = \frac{2}{3} \cdot n(\text{H}_2) = \frac{2}{3} \cdot 9 \text{ mol} = 6 \text{ mol}$$

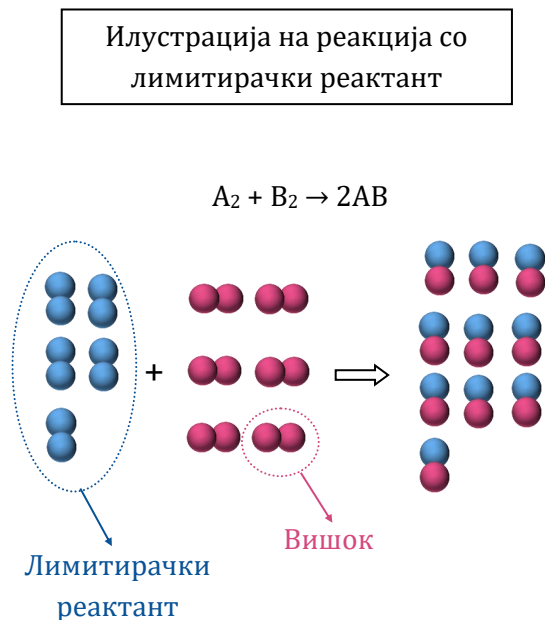
$$\frac{n(\text{NH}_3)}{n(\text{N}_2)} = \frac{2}{1} \Rightarrow n(\text{NH}_3) = 2 \cdot n(\text{N}_2) = 2 \cdot 3 \text{ mol} = 6 \text{ mol}$$

$$n(\text{NH}_3) = 6 \text{ mol}$$

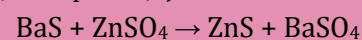
Вкупното количество супстанции на крајот од реакцијата изнесува:

$$n(\text{вкупно}) = n(\text{NH}_3) + n(\text{неизреагиран реактант}) = 6 \text{ mol} + 2 \text{ mol} = 8 \text{ mol}$$

$$n(\text{вкупно}) = 8 \text{ mol}$$



**Пример 7.15.** Литопон е бел пигмент што се користи во боите. Тој претставува смеса од бариум сулфат и цинк сулфид. Овој пигмент може да се добие при следната реакција:



Колкава маса од литопон (во килограми) може да се добие при реакција на 1,5 kg бариум сулфид со 1,3 kg цинк сулфат?

Дадено:

$$m_0(\text{BaS}) = 1,5 \text{ kg} = 1500 \text{ g}$$

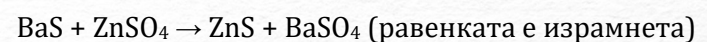
$$m_0(\text{ZnSO}_4) = 1,3 \text{ kg} = 1300 \text{ g}$$

Се бара:

$$m(\text{ZnS} + \text{BaSO}_4) = ?$$

Решение:

Чекор 1:



Чекор 2:

$$n_0(\text{BaS}) = \frac{m(\text{BaS})}{M(\text{BaS})} = \frac{1500 \text{ g}}{169,3 \text{ g/mol}} = 8,86 \text{ mol}$$

$$n_0(\text{ZnSO}_4) = \frac{m(\text{ZnSO}_4)}{M(\text{ZnSO}_4)} = \frac{1300 \text{ g}}{161,4 \text{ g/mol}} = 8,05 \text{ mol}$$

Чекор 3:

$$\frac{n(\text{BaS})}{n(\text{ZnSO}_4)} = \frac{1}{1}$$

Чекор 4:

Кога односот на количествата на реактантите е 1:1, лимитирачки реактант е оној што е во помало количество. Во овој случај, тоа е  $\text{ZnSO}_4$ .

**Чекор 5:** Пресметките продолжуваат користејќи го количеството на лимитирачкиот реактант.

$$\frac{n(\text{ZnS})}{n(\text{ZnSO}_4)} = \frac{1}{1}$$

$$n(\text{ZnS}) = n(\text{ZnSO}_4) = 8,05 \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{BaSO}_4)}{n(\text{ZnSO}_4)} = \frac{1}{1}$$

$$n(\text{BaSO}_4) = n(\text{ZnSO}_4) = 8,05 \text{ mol}$$

**Чекор 6:**

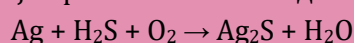
$$m(\text{ZnS}) = n(\text{ZnS}) \cdot M(\text{ZnS}) = 8,05 \text{ mol} \cdot 97,4 \text{ g/mol} = 784,07 \text{ g}$$

$$m(\text{BaSO}_4) = 8,05 \text{ mol} \cdot M(\text{BaSO}_4) = 8,05 \text{ mol} \cdot 233,3 \text{ g/mol} = 1878,07 \text{ g}$$

$$m(\text{литопон}) = m(\text{ZnS}) + m(\text{BaSO}_4) = 784,07 \text{ g} + 1878,07 \text{ g} = 2662,14 \text{ g} = 2,66 \text{ kg}$$

$$m(\text{литопон}) = 2,66 \text{ kg}$$

**Пример 7.16.** Среброто потемнува во присуство на  $\text{H}_2\text{S}$  и кислород затоа што се одвива реакција претставена со следнава неизрамнета равенка:



Колку грама  $\text{Ag}_2\text{S}$  ќе се добијат од смеса од 0,950 g Ag, 0,140 g  $\text{H}_2\text{S}$  и 0,0800 g  $\text{O}_2$ ?

Дадено е:

$$m_0(\text{Ag}) = 0,950 \text{ g}$$

$$m_0(\text{H}_2\text{S}) = 0,140 \text{ g}$$

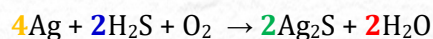
$$m_0(\text{O}_2) = 0,0800 \text{ g}$$

Се бара:

$$m(\text{Ag}_2\text{S}) = ?$$

**Решение:**

**Чекор 1:**



**Чекор 2:** Почетните маси ќе ги претвориме во количества.

$$n_0(\text{Ag}) = \frac{m(\text{Ag})}{M(\text{Ag})} = \frac{0,950 \text{ g}}{107,87 \text{ g/mol}} = 0,0088 \text{ mol} = 8,8 \text{ mmol}$$

$$n_0(\text{H}_2\text{S}) = \frac{m(\text{H}_2\text{S})}{M(\text{H}_2\text{S})} = \frac{0,140 \text{ g}}{34,08 \text{ g/mol}} = 0,0041 \text{ mol} = 4,1 \text{ mmol}$$

$$n_0(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)} = \frac{0,08 \text{ g}}{32,00 \text{ g/mol}} = 0,0025 \text{ mol} = 2,5 \text{ mmol}$$

**Чекор 3:** Сега треба да определиме кој од овие три реактанти е лимитирачки реактант според израмнетата равенка на реакцијата. Најпрво треба да пресметаме колкаво количество сребро е потребно за да изреагира целото количество  $\text{H}_2\text{S}$ .

$$n(\text{Ag}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{S}) = 2 \cdot 4,1 \text{ mmol} = 8,2 \text{ mmol}$$

За да изреагираат 4,1 mmol  $\text{H}_2\text{S}$ , потребни се 8,2 mmol Ag, а во реакционата смеса се присутни 8,8 mmol, што значи дека среброто не е лимитирачки реактант бидејќи е земено во поголемо количество од потребното (во вишок). Затоа, сега ќе ги споредиме количествата на  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{O}_2$  што ќе изреагираат меѓу себе според израмнетата равенка на реакцијата.

$$n(\text{H}_2\text{S}) = 2 \cdot n(\text{O}_2) = 2 \cdot 2,5 \text{ mmol} = 5 \text{ mmol}$$

или

$$n(\text{O}_2) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{H}_2\text{S}) = \frac{1}{2} \cdot 4,1 \text{ mmol} = 2,05 \text{ mmol}$$



Сл. 7.6. Сребро (горе) и сребро сулфид (долу).

Како што може да се забележи, во реакционата смеса има поголемо количество од потребното за да изреагира целото количество  $\text{H}_2\text{S}$  (почетно 2,5 mmol, потребно 2,05 mmol). Потребното количество  $\text{H}_2\text{S}$  за реакција со целото количество кислород е 5 mmol, а во реакционата смеса има само 4,1 mmol. Значи, лимитирачки реактант е  $\text{H}_2\text{S}$  и според неговото количество ќе ја пресметаме масата на образуваниот  $\text{Ag}_2\text{S}$ .

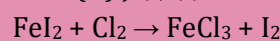
$$n(\text{Ag}_2\text{S}) = n(\text{H}_2\text{S}) = 0,0041 \text{ mol}$$

$$m(\text{Ag}_2\text{S}) = n(\text{Ag}_2\text{S}) \cdot M(\text{Ag}_2\text{S}) = 0,0041 \text{ mol} \cdot 247,8 \text{ g/mol} = 1,02 \text{ g}$$

$$m(\text{Ag}_2\text{S}) = 1,02 \text{ g}$$



**Пример 7.17.** Еден од начините да се добие јод е со спроведување гасовит хлор во раствор на железо(II) јодид:



Колкав број молекули јод може да се добијат ако во раствор што содржи 25 g  $\text{FeI}_2$  се спроведат  $1,8 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$  хлор при стандардни услови?

Дадено е:

$$m_0(\text{FeI}_2) = 25 \text{ g}$$

$$V_0(\text{Cl}_2) = 1,8 \cdot 10^3 \text{ cm}^3 = 1,8 \text{ dm}^3$$

Се бара:

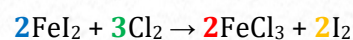
$$N(\text{I}_2) = ?$$



Сл. 7.7. Јод.

**Решение:**

**Чекор 1:**



**Чекор 2:**

$$n_0(\text{FeI}_2) = \frac{m(\text{FeI}_2)}{M(\text{FeI}_2)} = \frac{25 \text{ g}}{309,6 \text{ g/mol}} = 0,08 \text{ mol}$$

$$n_0(\text{Cl}_2) = \frac{V(\text{Cl}_2)}{V_m} = \frac{1,8 \text{ dm}^3}{22,4 \text{ dm}^3/\text{mol}} = 0,08 \text{ mol}$$

**Чекор 3:**

$$\frac{n(\text{FeI}_2)}{n(\text{Cl}_2)} = \frac{2}{3}$$

**Чекор 4:**

$$n(\text{FeI}_2) = \frac{2}{3} n(\text{Cl}_2)$$

Го заменуваме пресметаното количество хлор (0,08 mol):

$$n(\text{FeI}_2) = \frac{2}{3} \cdot 0,08 \text{ mol} = 0,05 \text{ mol}$$

Оттука може да заклучиме дека во системот има доволно количество  $\text{FeI}_2$  (0,08 mol) за да изреагира целото количество на хлорот за кое се потребни 0,05 mol.

Потребното количество хлор, за да изреагира целото количество  $\text{FeI}_2$ , е:

$$n(\text{Cl}_2) = \frac{3}{2} n(\text{FeI}_2) = \frac{3}{2} \cdot 0,08 \text{ mol} = 0,12 \text{ mol}$$

Но, во реакциониот систем има само 0,08 mol хлор, а потребни се 0,12 mol за да изреагира целото количество  $\text{FeI}_2$ . Оттука заклучуваме дека хлорот е лимитирачки реактант, а од железо(II) јодидот ќе остане вишок неизреагирано количество.

**Чекор 5:**

$$\frac{n(\text{I}_2)}{n(\text{Cl}_2)} = \frac{2}{3}$$

**Чекор 6:**

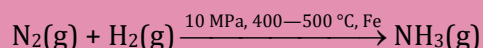
$$n(\text{I}_2) = \frac{2}{3} n(\text{Cl}_2) = \frac{2}{3} \cdot 0,08 \text{ mol} = 0,05 \text{ mol}$$

$$N(\text{I}_2) = n(\text{I}_2) \cdot N_A = 0,05 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 3,01 \cdot 10^{22}$$

$$N(\text{I}_2) = 3,01 \cdot 10^{22}$$



**Пример 7.18.** Хабер-Бошовиот процес е еден од главните начини на индустриско добивање амонијак. При овој процес, амонијакот се добива од азот и водород на високи притисоци и температура и во присуство на катализатор:



Колкав волумен чист амонијак (на температура од 400 °C и притисок од 10 MPa) може да се добие ако во реакциониот систем се внесени 10 kg азот и 0,5 m<sup>3</sup> водород (на температура од 20 °C и притисок од 2 MPa)?

Дадено:

$$m(\text{N}_2) = 10 \text{ kg} = 10\,000 \text{ g}$$

$$V(\text{H}_2) = 5 \text{ m}^3$$

$$T(\text{H}_2) = 20 \text{ }^\circ\text{C} = 293,15 \text{ K}$$

$$P(\text{H}_2) = 2 \text{ MPa} = 2 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

$$T(\text{NH}_3) = 400 \text{ }^\circ\text{C} = 673,15 \text{ K}$$

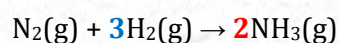
$$P(\text{NH}_3) = 10 \text{ MPa} = 10 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 10^7 \text{ Pa}$$

Се бара:

$$V(\text{NH}_3) = ?$$

**Решение:**

**Чекор 1:**



**Чекор 2:**

$$n(\text{N}_2) = \frac{m(\text{N}_2)}{M(\text{N}_2)} = \frac{10000 \text{ g}}{28 \text{ g/mol}} = 357,1 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{P(\text{H}_2) \cdot V(\text{H}_2)}{R \cdot T} = \frac{2 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot 0,5 \text{ m}^3}{8,314 \text{ Pa m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 293,15 \text{ K}} = 410,3 \text{ mol}$$

**Чекор 3:**

$$\frac{n(\text{N}_2)}{n(\text{H}_2)} = \frac{1}{3}$$

**Чекор 4:**

$$n(\text{N}_2) = \frac{1}{3} n(\text{H}_2)$$

Го заменуваме пресметаното количество водород (410,3 mol):

$$n(\text{N}_2) = \frac{1}{3} \cdot 410,3 \text{ mol} = 136,8 \text{ mol}$$

Оттука може да заклучиме дека во системот има доволно азот за да изреагира целото количество водород.

Ако го напишеме обратниот израз:

$$n(\text{H}_2) = 3 \cdot n(\text{N}_2) = 3 \cdot 136,8 \text{ mol} = 410,4 \text{ mol}$$

Но, во системот нема толку (410,4 mol) водород за да изреагира целиот азот.

Затоа заклучуваме дека водородот е лимитирачкиот реактант, а дел од количеството азот ќе остане неизреагирано.

**Чекор 5:**

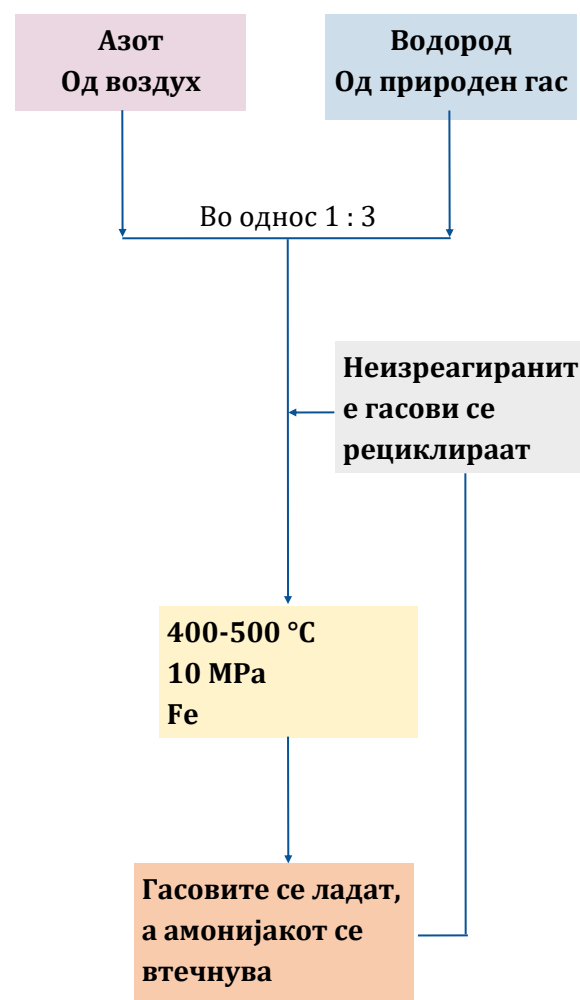
$$\frac{n(\text{NH}_3)}{n(\text{H}_2)} = \frac{2}{3}$$

$$n(\text{NH}_3) = \frac{2}{3} \cdot n(\text{H}_2) = \frac{2}{3} \cdot 410,3 \text{ mol} = 273,5 \text{ mol}$$

**Чекор 6:**

$$V(\text{NH}_3) = \frac{n(\text{NH}_3) \cdot R \cdot T}{P(\text{NH}_3)} = \frac{273,5 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ Pa m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 673,15 \text{ K}}{10^7 \text{ Pa}} = 0,15 \text{ m}^3$$

$$V(\text{NH}_3) = 0,15 \text{ m}^3$$



Сл. 7.8. Дијаграм на Хабер-Бошовиот процес.



**Пример 7.19.** Во сад со волумен од 300 mL, внесени се 120 mL NH<sub>3</sub> на 25 °C и притисок од 750 mmHg, а потоа се измешани со 165 mL O<sub>2</sub> на 50 °C и притисок од 635 mmHg. Амонијакот и кислородот реагираат меѓу себе според следнава неизрамнета равенка на реакција:



Колку ќе изнесува вкупниот притисок во садот на температура од 150 °C по завршувањето на реакцијата?

Дадено е:

$$V(\text{NH}_3) = 120 \text{ mL} = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$T(\text{NH}_3) = 25 \text{ }^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$$

$$P(\text{NH}_3) = 750 \text{ mm Hg} = 99992 \text{ Pa}$$

$$V(\text{O}_2) = 165 \text{ mL} = 1,65 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$T(\text{O}_2) = 50 \text{ }^\circ\text{C} = 323 \text{ K}$$

$$P(\text{O}_2) = 635 \text{ mm Hg} = 84660 \text{ Pa}$$

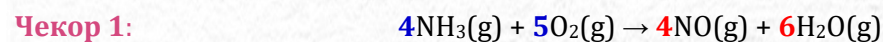
$$V = 300 \text{ mL} = 3,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$T = 150 \text{ }^\circ\text{C} = 423 \text{ K}$$

Се бара:

$$P_{\text{вкупен}} = ?$$

**Решение:** Во задачата се бара вкупниот притисок на крајот од реакцијата. Тој ќе се пресмета како збир од парцијалните притисоци на добиените продукти и од неизреагирано количество од некој од реактантите, доколку тие не се земени во стехиометриски сооднос. За да се пресметаат парцијалните притисоци, мора да се пресметаат количествата на добиените продукти и вишокот од количеството неизреагиран реактант, доколку го има.



**Чекор 2:** Во задачата се дадени податоци за двата реактанта, од кои може да се пресметаат почетните количества со примена на Клапејроновата равенка.

$$n_0(\text{NH}_3) = \frac{P(\text{NH}_3) \cdot V(\text{NH}_3)}{R \cdot T} = \frac{99992 \text{ Pa} \cdot 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3}{8,314 \text{ Pa m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 298 \text{ K}} = 48,43 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n_0(\text{O}_2) = \frac{P(\text{O}_2) \cdot V(\text{O}_2)}{R \cdot T} = \frac{84660 \text{ Pa} \cdot 1,65 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3}{8,314 \text{ Pa m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 323 \text{ K}} = 52,02 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

**Чекор 3:** Го определуваме лимитирачкиот реактант:

$$\frac{n(\text{NH}_3)}{n(\text{O}_2)} = \frac{4}{5}$$

$$n(\text{NH}_3) = \frac{4}{5} n(\text{O}_2) = \frac{4}{5} \cdot 52,02 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 41,62 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Очигледно амонијакот е земен во поголемо количество ( $48,43 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ ) од количеството што е потребно за да изреагира целото количество кислород ( $41,62 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ ), што значи дека лимитирачки реактант е кислородот. Неизреагираното количество амонијак изнесува:

$$n(\text{NH}_3)_{\text{вишок}} = 48,43 \cdot 10^{-4} \text{ mol} - 41,62 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 6,81 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

**Чекор 4:** Ги пресметуваме добиените количества продукти според количеството кислород, кој е лимитирачки реактант.

$$\frac{n(\text{NO})}{n(\text{O}_2)} = \frac{4}{5}$$

$$n(\text{NO}) = \frac{4}{5} n(\text{O}_2) = \frac{4}{5} \cdot 52,02 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 41,62 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{O}_2)} = \frac{6}{5}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{6}{5} n(\text{O}_2) = \frac{6}{5} \cdot 52,02 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 62,42 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

**Чекор 5:** Ги пресметуваме парцијалните притисоци на продуктите на реакцијата и на неизреагираниот амонијак во волуменот на реакциониот сад и на температура од 150 °C (423 K).

$$P(\text{NO}) = \frac{n(\text{NO}) \cdot R \cdot T}{V} = \frac{41,62 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ Pa m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 423 \text{ K}}{3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3} = 48790 \text{ Pa}$$

$$P(\text{H}_2\text{O}) = \frac{n(\text{H}_2\text{O}) \cdot R \cdot T}{V} = \frac{62,42 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ Pa m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 423 \text{ K}}{3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3} = 73173 \text{ Pa}$$

$$P(\text{NH}_3) = \frac{n(\text{NH}_3) \cdot R \cdot T}{V} = \frac{6,81 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ Pa m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 423 \text{ K}}{3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3} = 7983 \text{ Pa}$$

**Чекор 6:** Го пресметуваме вкупниот притисок според Далтоновиот закон.

$$P_{\text{вкупно}} = P(\text{NO}) + P(\text{H}_2\text{O}) + P(\text{NH}_3) = 48790 \text{ Pa} + 73173 \text{ Pa} + 7983 \text{ Pa} = 129946 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{вкупно}} = 129946 \text{ Pa}$$

## Теоретска/експериментална добивка и процентен принос

**Теоретската добивка** на продукт е максималното количество на продуктот што може да се добие во дадена реакција од определено количество на реактантите. Всушност, теоретска добивка е пресметано количество продукт што се добива кога целосно ќе изреагира лимитирачкиот реактант.

**Експерименталната добивка** е количеството на продуктот што се добива при експериментално изведување на реакцијата (во лабораторија, во индустрија). Во практиката, експерименталната добивка е значително помала од теоретски пресметаната за употребеното количество реактанти. Оваа разлика може да биде резултат на различни фактори, како што се: загуби на дел од продуктот при негово изолирање од конечната смеса, појава на споредни реакции или завршување на реакцијата пред целосно да се потроши лимитирачкиот реактант.

**Процентниот принос** (принос изразен во проценти) е количник од експерименталната и теоретската добивка изразен во проценти.

$$\text{процентен принос} = \frac{\text{експериментална добивка}}{\text{теоретска добивка}} \cdot 100\%$$

Кога се пресметува процентен принос, потребно е да се внимава експерименталната и теоретската добивка да се однесуваат на иста супстанца, како и на иста величина (количество, маса, волумен).



**Пример 7.20.** При реакција на 3,0 mol H<sub>2</sub> со 2,0 mol I<sub>2</sub> се добил 1,0 mol HI. Колку изнесува процентниот принос на реакцијата?

Дадено:

$$n_0(\text{H}_2) = 3,0 \text{ mol}$$

$$n_0(\text{I}_2) = 2,0 \text{ mol}$$

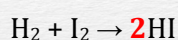
$$n(\text{HI})_{\text{експер.}} = 1,0 \text{ mol}$$

Се бара:

Процентен принос

**Решение:**

**Чекор 1:**



Приносот на една реакција може да се зголеми на неколку начини, на пример, со соодветен избор на реактантите, внимателен избор на методот на работа и инструментацијата, со употреба на катализатори, ако реакцијата е рамнотежна со менување на условите од кои зависи рамнотежата и др.



**Чекор 2:** Определуваме која супстанца е лимитирачки реактант.

$$n(\text{H}_2) = n(\text{I}_2)$$

Односот на количествата е 1 : 1, што значи дека реактантот што е во помало количество е лимитирачки реактант. Во овој случај, тоа е јодот.

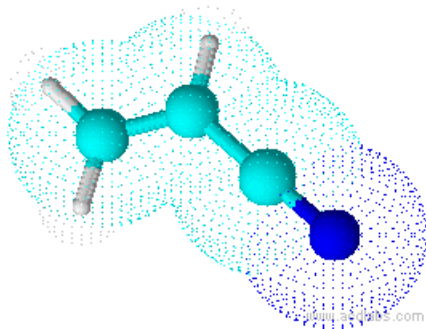
**Чекор 3:** Ја пресметуваме теоретската добивка на HI.

$$n(\text{HI}) = 2 \cdot n(\text{I}_2) = 2 \cdot 2 \text{ mol} = 4 \text{ mol}$$

**Чекор 4:** Го пресметуваме процентниот принос на реакцијата.

$$\text{процентен принос} = \frac{\text{експериментална добивка}}{\text{теоретска добивка}} \cdot 100 \% = \frac{1,0 \text{ mol}}{4,0 \text{ mol}} \cdot 100 \% = 25 \%$$

$$\text{процентен принос} = 25 \%$$



Сл. 7.9. Акрилонитрил прикажан со модел со топчиња и стапчиња.

**Пример 7.21.** Акрилонитрилот (винил цијанид) се користи при производство на синтетички влакна, пластики и материјали од гума.

Може да се добие со реакција претставена со следнава равенка:



При реакција на 200 g пропен со вишок од амонијак и кислород, добиени се 200 g акрилонитрил. Определи ги: а) теоретската добивка, б) експерименталната добивка и в) процентниот принос.

*Дадено:*

$$m(\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2) = 200 \text{ g}$$

$$m(\text{CH}_2=\text{CHCN}) = 200 \text{ g}$$

*Се бара:*

теоретска добивка

експериментална добивка

процентен принос

**Решение:**

а) За да ја определите теоретската добивка, потребно е да ја најдете масата на продуктот што би се образувала од почетната маса на пропен.

$$n(\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2) = \frac{m(\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2)}{M(\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2)} = \frac{200 \text{ g}}{42 \text{ g/mol}} = 4,76 \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2)}{n(\text{CH}_2=\text{CHCN})} = \frac{2}{2} = \frac{1}{1}$$

$$n(\text{CH}_2=\text{CHCN}) = n(\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2) = 4,76 \text{ mol}$$

$$m(\text{CH}_2=\text{CHCN}) = n(\text{CH}_2=\text{CHCN}) \cdot M(\text{CH}_2=\text{CHCN}) = 4,76 \text{ mol} \cdot 53 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 252,3 \text{ g}$$

Теоретската добивка на акрилонитрил е 252,3 g.

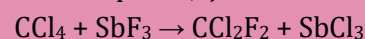
б) Експерименталната добивка е 200 g, колку што е добиено при изведување на реакцијата.

в)

$$\text{процентен принос} = \frac{\text{експериментална добивка}}{\text{теоретска добивка}} \cdot 100 \% = \frac{200 \text{ g}}{252,3 \text{ g}} \cdot 100 \%$$

$$\text{процентен принос} = 79,3 \%$$

**Пример 7.22.** Фреоните се супстанции за кои се смета дека ја разрушуваат озонската обвивка на Земјата. Фреон-12,  $\text{CCl}_2\text{F}_2$ , се употребува како средство за ладење во фрижидерите. Тој се добива според следнава неизрамнета равенка на реакцијата:



Во еден експеримент за добивање фреон-12 биле употребени 14,6 g  $\text{SbF}_3$  и вишок од  $\text{CCl}_4$ . Колкава маса фреон-12 би се добила при овој експеримент ако се знае дека процентниот принос на реакцијата е 58,2 %?

Дадено е:

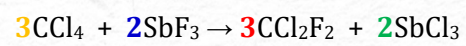
$$m(\text{SbF}_3) = 14,6 \text{ g}$$

Процентен принос = 58,2 %

Се бара:

Експериментална добивка

**Чекор 1:**



**Чекор 2:** Ја пресметуваме теоретската добивка.

$$\frac{n(\text{CCl}_2\text{F}_2)}{n(\text{SbF}_3)} = \frac{3}{2} \Rightarrow n(\text{CCl}_2\text{F}_2) = \frac{3}{2} \cdot n(\text{SbF}_3)$$

$$\frac{m(\text{CCl}_2\text{F}_2)}{M(\text{CCl}_2\text{F}_2)} = \frac{3}{2} \cdot \frac{m(\text{SbF}_3)}{M(\text{SbF}_3)} \Rightarrow m(\text{CCl}_2\text{F}_2) = \frac{3}{2} \cdot \frac{m(\text{SbF}_3) \cdot M(\text{CCl}_2\text{F}_2)}{M(\text{SbF}_3)}$$

$$m(\text{CCl}_2\text{F}_2) = \frac{3}{2} \cdot \frac{14,6 \text{ g} \cdot 120,91 \text{ g/mol}}{178,76 \text{ g/mol}} = 14,81 \text{ g}$$

**Чекор 3:** Ја пресметуваме експерименталната добивка, знаејќи го процентниот принос на реакцијата.

$$\text{процентен принос} = \frac{\text{експериментална добивка}}{\text{теоретска добивка}} \cdot 100\%$$

експериментална добивка = процентен принос · теоретска добивка

$$\text{експериментална добивка} = 0,582 \cdot 14,81 \text{ g} = 8,62 \text{ g}$$

**експериментална добивка = 8,62 g**

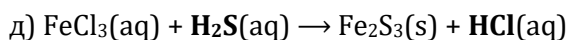
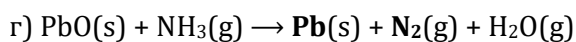
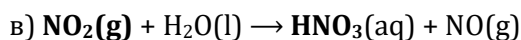
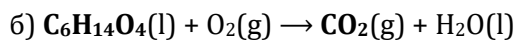
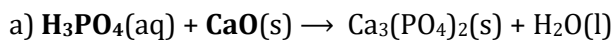
Поради штетното влијание на озонската обвивка, фреон-12 е забранет за употреба во ладилници и во другите системи за ладење.

**ВНИМАВАЈ!**

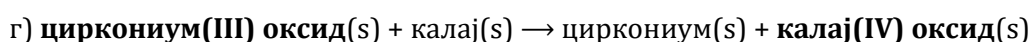
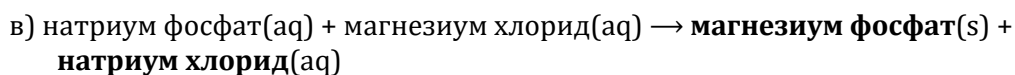
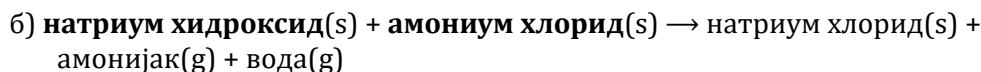
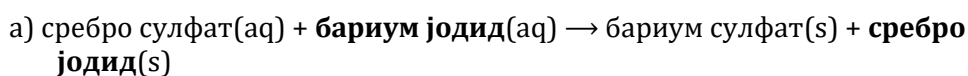
Равенките дадени во задачите најчесто не се израмнети. Израмни ги. Во оние случаи кога станува збор за оксидациско-редукциски реакции, користи електронска шема.

**Задачи:**

1. Израмни ги следните равенки и определи го количествениот однос меѓу учесниците во реакцијата што се запишани со задебелени букви:



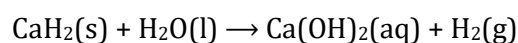
2. Напиши ги и израмни ги равенките дадени подолу. Потоа напиши го односот на количествата меѓу учесниците во реакцијата запишани со задебелени букви:



3. Колкава маса  $\text{KNO}_3$  мора да се разложи за да се образуваат 21,1 L кислород мерен при стандардни услови? ( $\text{KNO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{KNO}_2(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g})$ )

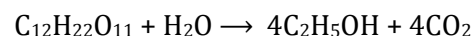
4. Колку железо(III) оксид ќе се образува при целосна оксидација на 200 g железо?

5. Калциум хидрид,  $\text{CaH}_2$ , реагира со вода, при што се образува водород:

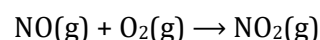


Оваа реакција се користи во различни уреди каде што е потребен водород. Пресметај колку грама  $\text{CaH}_2$  се потребни за да се добијат 64,5 L водород ако неговиот притисок е 814 mm Hg, а температурата е 32 °C.

6. Колкава маса етанол може да се добие при алкохолна ферментација на 171 g шеќер според равенката дадена подолу?



7. Една од реакциите одговорни за појавата на кафеав фотохемиски смог може да се претстави со следнава равенка:

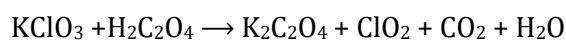


Пресметај го волуменот на  $\text{NO}_2$ , кој може да се добие од 15 g NO ако температурата во садот е 100 °C, а притисокот е 1,5 atm (по завршувањето на реакцијата).

8. Сребро сулфадиазин е крема со антимикробно дејство што се користи за лекување изгореници. Лекот се добива при реакција на сребро оксид и сулфадиазин. Колкава маса сребро оксид е потребна за да се добијат 225 g сребро сулфадиазин ( $\text{AgC}_{10}\text{H}_9\text{N}_4\text{SO}_2$ ) при реакција со сулфадиазин ( $\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{N}_4\text{SO}_2$ )?

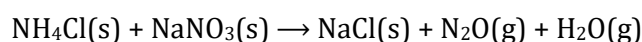
9. Примерок со маса 5,53 g од нечист варовник ( $\text{CaCO}_3$ ) е третиран со вишок хлороводородна киселина, при што се образувале 2,050 g  $\text{CO}_2$ . Ако претпоставиме дека во варовникот само  $\text{CaCO}_3$  доведува до образување  $\text{CO}_2$ , пресметај го уделот на калциум карбонат во варовникот.

10. Во индустриското производство, хлор диоксид (кој се користи за белење на брашното) може да се добие на два начина (израмни ги равенките со електронска шема):

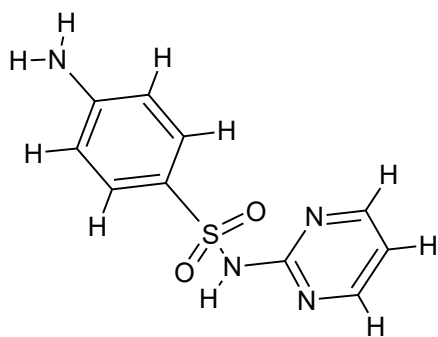


Со која од постапките ќе се добие поголема маса  $\text{ClO}_2$  ако се тргне од 10 g од солите?

11. При загревање смеса од амониум хлорид и натриум нитрат се образува диазот моноксид („смешлив гас“):



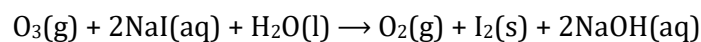
Колкава маса амониум хлорид и натриум нитрат треба да се измешаат за да се добијат 500 mL диазот моноксид ( $P = 90 \text{ kPa}$ ,  $T = 280 \text{ K}$ )?



Сл. 7.10. Структурна формула на сулфадиазин.

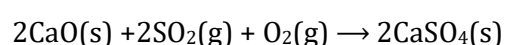
12. Зибниот емајл (глеѓ) се состои од хидроксиапатит,  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$ . Ова соединение под дејство на  $\text{SnF}_2$  се претвора во флуороапатит,  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ , кој е многу поотпорен кон расипување на забите. Продуктите на оваа реакција се и  $\text{SnO}$  и вода. Колкава маса хидроксиапатит може да се претвори во флуороапатит при реакција со 0,100 g  $\text{SnF}_2$ ?

13. За определување озон во воздухот се користи метод во кој примерок од воздух се пропушта низ затворен сад што содржи  $\text{NaI}$ , а притоа се одвива следнава реакција:



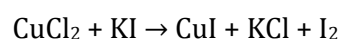
Анализиран е примерок од воздух со волумен 1 L што се наоѓал на температура од 21 °C и притисок од 101,3 kPa. По поминувањето на гасот низ системот, утврдено е дека масата на образуваниот јод е 5 mg. Определи ја масата, како и волуменскиот удел на озонот во испитуваниот примерок воздух.

14. Кога гори јагленот, сулфурот што го има во неговиот состав се претвора во сулфур диоксид. Сулфур диоксидот е опасен загадувач на атмосферата, затоа мора да се отстрани од емитуваните гасови. Еден начин на отстранување  $\text{SO}_2$  е со додавање варовник во јагленот. При загревањето, варовникот се претвора во калциум оксид, кој реагира со  $\text{SO}_2$  во реакција според равенката:

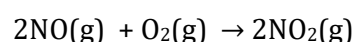


На таков начин,  $\text{SO}_2$  се претвора во цврст  $\text{CaSO}_4$ . Колкава маса калциум сулфат (во Mg) се образува за секој 1 Mg  $\text{SO}_2$  отстранет со оваа постапка?

15. Колку молекули  $\text{I}_2$  и колкава маса јод се добиваат при реакција на 0,3600 mol  $\text{CuCl}_2$  со  $\text{KI}$  според дадената неизрамнета равенка?

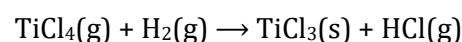


16. Една од реакциите одговорни за појавата на кафеав фотохемиски смог може да се претстави со следнава равенка:



Колкав волумен  $\text{NO}_2$ , мерен при стандардни услови, ќе се образува од 10 mL  $\text{NO}$ ?

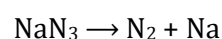
17. Титаниум(III) хлорид е супстанца што се користи како катализатор. Тој може да се добие при реакција на  $\text{TiCl}_4$  и  $\text{H}_2$  на висока температура:



Колкава маса  $\text{TiCl}_4$  треба да се земе за целосна реакција на 155 L  $\text{H}_2$ , кој се наоѓа на температура од 435 °C и притисок од 795 mmHg? Колкав волумен  $\text{HCl}$  може да се добијат при стандардни услови?

18. Тетрасиланот ( $\text{Si}_4\text{H}_{10}$ ) е течност со густина 0,825 g/cm<sup>3</sup>. Тој реагира со кислород, при што се образуваат силициум диоксид и вода. Пресметај ја масата на силициум диоксидот, која би се образувала ако 25 mL  $\text{Si}_4\text{H}_{10}$  целосно реагира со вишок кислород.

19. Воздушните перничиња во автомобилите се наполнети со натриум азид, кој кога ќе се загрее на 300 °C, се распаѓа на азот и натриум (натриумот се отстранува со секундарна реакција со калиум нитрат):



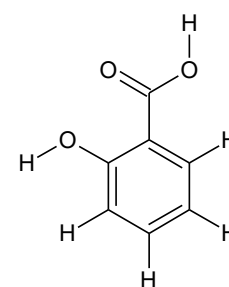
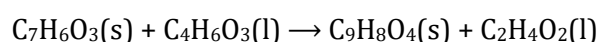
Колкав волумен азот (на температура од 27 °C и притисок од 1 atm) и колкава маса натриум ќе се добијат со загревање 38,5 g натриум азид?

20. Флуороводородна киселина (HF) не може да се чува во стаклени шишиња поради реакцијата меѓу силикатите од стаклото со HF. Еден пример за таква реакција е претставена со следнава равенка:

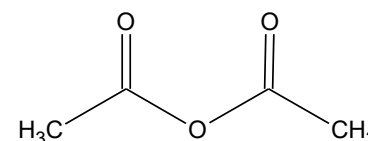


Колку мола HF се потребни за реакција со 0,3 mol  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ? Колкава маса NaF може да се образува од ова количество  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ?

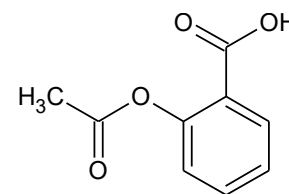
21. Аспиринот се добива при реакција на салицилна киселина со анхидрид на оцетна киселина. Колку грама аспирин се добиваат кога 85,0 g салицилна киселина се третира со вишок анхидрид на оцетна киселина?



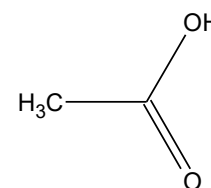
Салицилна киселина,  $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$



Анхидрид на оцетна киселина,  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$



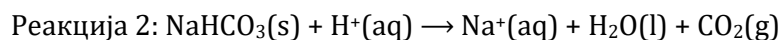
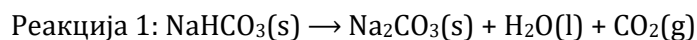
Аспирин,  $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$



Оцетна киселина,  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$

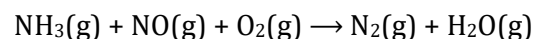
Сл. 7.11. Структурни формули на супстанците од задача 21.

22. Пекарите користат натриум хидрогенкарбонат (сода бикарбона) за подготвување некои видови леб. Натриум хидрогенкарбонатот се распаѓа според две можни реакции:



Пресметај го волуменот (во милилитри) на  $\text{CO}_2$ , кој се формира на температура од  $200\text{ }^\circ\text{C}$  и притисок од  $0,957\text{ atm}$  со секоја од овие реакции ако појдовната маса на  $\text{NaHCO}_3$  е  $1\text{ g}$ .

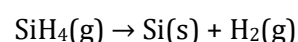
23. Еден начин да се спречи емисијата на азот монооксид од индустриски фабрики е со негова реакција со  $\text{NH}_3$ . Равенката на реакцијата што притоа се одвива е:



Ако во сад со волумен  $25\text{ L}$  има  $7,52 \cdot 10^{23}$  молекули  $\text{NO}$ , колку литри  $\text{NH}_3$  се потребни за да изреагира присутниот азот монооксид? ( $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $P = 155368\text{ Pa}$ )?



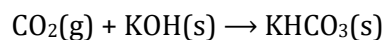
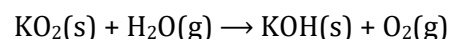
24. Голем број електронски компоненти се превлекуваат со тенок филм од силициум. Силициумот може да се добие со термичко разложување на силанот според следнава неизрамнета равенка:



а) Колкава маса силан треба да се разложи за да се добијат  $0,2173\text{ g}$  силициум?

б) Колкава волумен силан, на температура од  $800\text{ K}$  и притисок од  $130\text{ Pa}$ , се потребни за да се добие филм со димензии  $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$  и дебелина од  $200\text{ \AA}$ ? Густината на силициумот е  $1,9\text{ g/cm}^3$ .

25. Следните реакции се одвиваат во гас-маските што во некои случаи ги користат подземните рудари:



Водата и  $\text{CO}_2$  доаѓаат од издишаниот воздух, а се вдишува кислородот што се создава во овие реакции.  $\text{CO}_2$  се претвора во цврст  $\text{KHC}_3$ , затоа не се вдишува големо количество јаглерод диоксид. Колкав волумен кислород (мерен на  $\text{CU}$ ) се создава при целосна реакција на  $1\text{ g KO}_2$ ? Колкав е волуменот на создадениот кислород на телесна температура ( $37\text{ }^\circ\text{C}$ ) и притисок од  $1\text{ atm}$ ? Колкав волумен  $\text{CO}_2$  ќе се потроши во вториот чекор од реакцијата (на  $37\text{ }^\circ\text{C}$  и  $1\text{ atm}$ )?

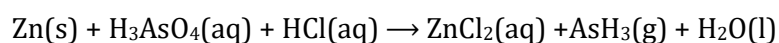


Сл. 7.12. Рударски гас-маски.

26. Колку литри водород, на температура од  $27\text{ }^\circ\text{C}$  и притисок од  $723\text{ mmHg}$ , ќе се добие при реакција на  $8,88\text{ g}$  галиум со вишок хлороводородна киселина?

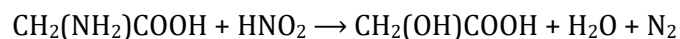
27. Џозеф Пристли бил првиот хемичар што добил чист кислород со термичко разложување жива(II) оксид. Колку милилитри кислород, на температура од  $15\text{ }^\circ\text{C}$  и притисок од  $0,980\text{ atm}$ , ќе се добие при разложување  $2,36\text{ g}$  жива(II) оксид?

28. Арсенот може да се детектира со т.н. Маршов тест. Во овој тест, кон закиселен раствор на примерокот што се тестира се додава цинк и смесата се загрева. Арсенот се претвора во арсин,  $\text{AsH}_3$  (кој се разложува и се добива „арсеново огледало“) според следнава равенка:



Најмалата маса арсен што може да се детектира е  $7 \cdot 10^{-7}\text{ g}$ . Пресметај колкав волумен арсин (на  $720\text{ mmHg}$  и  $25\text{ }^\circ\text{C}$ ) ќе се образува при идентификувањето на ова најмало количество арсен.

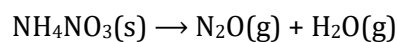
29. Еден од методите за анализа на аминокиселини е методот на Ван Слајк. Овој метод се темели врз реакција меѓу аминокиселината од киселината и азотеста киселина, при што се издвојува азот. Масата на аминокиселината се пресметува според волуменот на издвоениот азот. Проба од биолошки материјал со маса од  $0,0604\text{ g}$  е анализирана според методот на Ван Слајк, со цел да се определи содржината на аминокиселината глицин во неа. Реакцијата може да се претстави со следнава равенка:



Волуменот на издвоениот азот, собран над вода, на притисок од  $735\text{ mmHg}$  и температура од  $29\text{ }^\circ\text{C}$ , изнесува  $3,70\text{ mL}$ . Колку изнесува масениот удел на глицин во биолошката проба? (Помош: на  $29\text{ }^\circ\text{C}$   $P(\text{H}_2\text{O}) = 30,04\text{ mmHg}$ ).

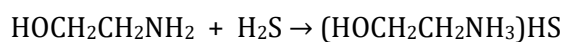
30. Смеса од бакар и цинк со маса 15 g е анализирана (за да се определи содржината на цинк) со додавање HCl и собирање на ослободениот H<sub>2</sub> над вода (бакарот не реагира со HCl). Волуменот на собраниот водород е 750 mL на притисок од 732 mmHg и температура од 29 °C (парцијалниот притисок на водата види го во Глава 4, Табела 2). Определи го масениот удел на цинкот во појдовната смеса.

31. Амониум нитратот може да се користи како експлозив бидејќи при разложување образува голема количина гасови:



Амониум нитрат со маса 15 g се загрева на температура од 300 °C (до целосно разложување) во затворен сад со волумен 1,2 dm<sup>3</sup>. Колкав ќе биде притисокот (во kPa) во садот по завршувањето на реакцијата?

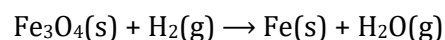
32. Природниот гас честопати содржи сулфуроводород. Тој е полутант, како и продуктот на неговото согорување – сулфур диоксид. Затоа, сулфуроводородот се отстранува од природниот гас со реакција со етаноламин, која може да се претстави со следнава равенка:



Колкава маса етаноламин е потребна за да се отстрани H<sub>2</sub>S од 28,3 m<sup>3</sup> природен гас при стандардни услови ако парцијалниот притисок на H<sub>2</sub>S изнесува 233 Pa?

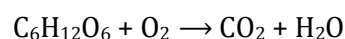
33. Литиум хидроксидот се користи за отстранување CO<sub>2</sub> во вселенските летала што се ослободува при респирацијата на астронаутите. Еден астронаут за 24 часа издишува околу 400 L CO<sub>2</sub> на температура од 24 °C и притисок од 1 atm. Колкава маса литиум хидроксид треба да има во леталото за да изреагира со ослободениот CO<sub>2</sub> ако летот трае два дена?

34. Оксидот на железото (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) се среќава во природата како минерал магнетит. Овој минерал се користи за добивање чисто железо. Еден од начините за добивање на железото е со негова редукција со водород:



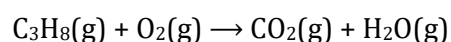
Анализиран е примерок од руда со маса 10 kg, кој содржел Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> и некои нечистотии. Притоа, добиени се 6,5 kg железо. Пресметај го масениот удел на Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> во рудата.

35. Процесот на дишење (респирација) на телото му ја обезбедува неопходната енергија. Овој процес е спротивен на процесот на фотосинтеза и може да се претстави со следнава равенка:

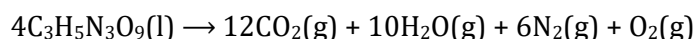


При секое вдишување, просечно се внесуваат 400 mL воздух. Ако се знае дека волуменскиот удел на кислородот во воздухот е 21 % и ако претпоставиме дека тој се наоѓа при стандардни услови, колкава маса глюкоза согорува при едно вдишување воздух?

36. Боците за готвење се полнат со пропан гас. Колкав волумен воздух (види Табела 4.2) ќе биде потребно за да согорат 11,5 L пропан при стандардни услови?

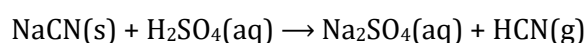


37. Во челичен сад со волумен 500 mL се внесени 1,0 g нитроглицерин. Нитроглицеринот експлодирал, а тоа довело до покачување на температурата во садот на 425 °C.



Пресметај го притисокот на сите гасови, како и вкупниот притисок во садот по одвивањето на реакцијата.

38. Цијановодородната киселина е отровен гас. Смртоносна доза изнесува 300 mg на килограм инхалиран воздух. Во лабораторија, киселината може да се добие при реакција на натриум цијанид и сулфурна киселина:

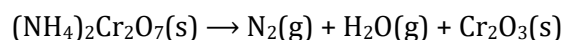


Да претпоставиме дека реакцијата се изведува во отворен сад во лабораторија со димензии 10 m x 7 m x 4,5 m, а густината на воздухот е 0,0018 g/cm<sup>3</sup> (при собна температура). Колкава маса натриум цијанид треба да изреагира со вишок сулфурна киселина за да се достигне смртоносна доза во просторијата?



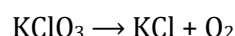
Сл. 7.13. Плински боци со различна големина.

39. Амониум дихроматот е стабилен на собна температура, но ако се запали, тој многу брзо согорува:



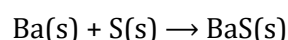
Пресметај го волуменот на гасовите што би се образувале при палење 2 g амониум дихромат ако вкупниот притисок на гасната смеса е 2,5 bar, а температурата била 450 °C.

40. Смеса од бакар(II) оксид (CuO) и бакар(I) оксид (Cu<sub>2</sub>O) со маса 10,50 g е редуцирана (со кокс), при што се добиени 8,66 g чист бакар. Колкава е масата на CuO и Cu<sub>2</sub>O во појдовната смеса?
41. При жарење на MnO<sub>2</sub> на воздух, тој квантитативно се преведува во Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. Примерок од пиролизит кој содржел 80 % MnO<sub>2</sub>, 15 % SiO<sub>2</sub> и други инертни компоненти, а остатокот е вода. Примерок со маса 100 g е загреван до константна маса. Пресметај го уделот на манган во примерокот по загревањето. (MnO<sub>2</sub>(s) → Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>(s) + O<sub>2</sub>(g))
42. Примерок од KClO<sub>3</sub> бил онечистен со KCl. За да се определи чистотата на примерокот 0,5 g од нечистиот хлорат биле загреани и пришто се одвива реакцијата:



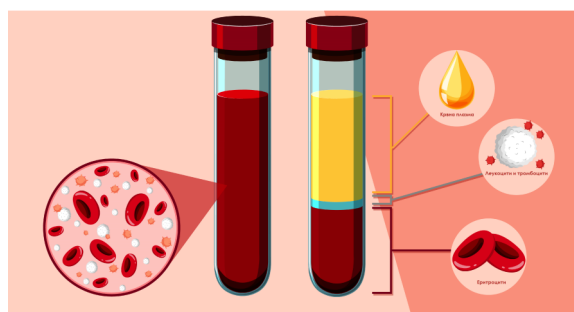
Ослободениот кислород е искористен за целосна оксидација на јаглерод моноксид до јаглерод диоксид. Оксидирани биле 20 mL CO што се наоѓал на температура од 27 °C и притисок од 750 mmHg. Пресметај го масениот удел на KClO<sub>3</sub> во појдовниот примерок.

43. При реакција на бариум и сулфур се образува бариум сулфид:



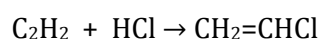
Пресметај ја масата на бариум сулфид, кој може да се образува од 5 g бариум и  $3,5 \cdot 10^{22}$  атоми сулфур.

44. Отровниот гас цијановодород може да се образува при реакција на амонијак и метан на висока температура (вториот продукт е водород). Напиши ја равенката на реакцијата. Пред реакцијата, амонијакот и метанот се наоѓале во два сада со ист волумен, а притоа притисокот и температурата на амонијакот биле 90,5 kPa и 20 °C, а тие на метанот 1 atm и 25 °C. Гасовите потоа се измешани и загреани. Кој гас е лимитирачки реактант во реакцијата?



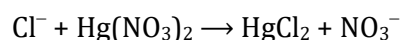
Сл. 7.14. Состав на крвта.

45. Мономерот за поливинил хлорид (PVC) е винил хлорид (CH<sub>2</sub>=CHCl). Тој се добива при реакција на етин (ацетилен) со HCl при определени услови. Реакцијата може да се претстави со следнава равенка:



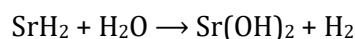
Колкава маса винил хлорид ќе се добие ако стапат во реакција 35,0 g C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> со 51,0 g HCl? Колкава маса од реактантот што е земен во вишок ќе остане неизреагирана?

46. Јод со маса 25,4 g реагира со 14,2 g хлор, при што се добива смеса од ICl и ICl<sub>3</sub>. Пресметај го масениот однос на ICl и ICl<sub>3</sub> во добиената смеса.
47. Определувањето на слободните хлоридни јони во крвниот серум се изведува со реакција со Hg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> според следнава равенка:



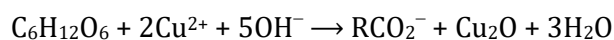
Пресметај ја масата на HgCl<sub>2</sub>, која се формира ако во реакцијата учествувале 0,349 g Cl<sup>-</sup> јони и 0,64 g од Hg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.

48. Металните хидриди реагираат со вода, при што се образува гасовит водород и метален хидроксид. На пример:



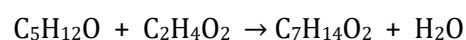
Колкав волумен H<sub>2</sub> (мерен при стандардни услови) може да се добие ако 5,63 g SrH<sub>2</sub> реагира со 4,80 g вода?

49. За утврдување на присуството на глюкоза во урината се користи т.н. Бенедиктов тест, кој се базира на реакцијата прикажана со равенката:



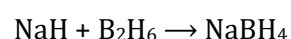
Пресметај ја масата на Cu<sub>2</sub>O, која се образува при реакција на 0,18 g глюкоза и 0,075 g Cu<sup>2+</sup>.

50. Естерите се органски супстанции што им даваат карактеристичен мирис на многу овошја и други растенија. На пример, естерот изоамил ацетат се нарекува банана масло бидејќи тој ѝ го дава карактеристичниот мирис на бананата. Банана маслото се добива со реакција меѓу 3-метилбутанол и оцетна киселина, која може да се претстави со следнава равенка:



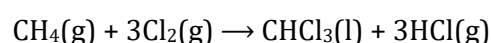
Колку грама банана масло може да се добијат од 38 g 3-метилбутанол и 32 g оцетна киселина? Колку грама од реактантот што е вишок ќе останат неизреагирани?

51. Натриум борхидридот во индустријата се користи во многу органски синтези. Еден од начините да се добие е во реакција според следнава равенка:



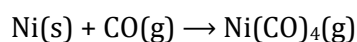
Колкава маса од натриум бор хидрид ( $NaBH_4$ ) ќе се добие ако во реакција стапат 7,88 g натриум хидрид со  $1,77 \cdot 10^{23}$   $B_2H_6$ ?

52. Колку грама  $Li_2O$  се формираат кога реагираат  $1,7 \cdot 10^{24}$  атоми литиум со  $21 \text{ dm}^3$  кислород што се наоѓа при стандардни услови?
53. Во 19 век, како анестетик во операциите честопати се користел хлороформ,  $CHCl_3$ . Во денешно време не се користи како анестетик, но се применува како растворувач или реагенс. Индустриски се добива според следнава равенка:



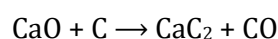
Колкава маса хлороформ може да се добие при реакција на 5 g метан со  $15 \text{ dm}^3$  хлор, кој се наоѓа на притисок од 92,45 kPa и температура од 30 °C?

54. Една од реакциите што се користи за издвојување никел од смеси со други метали е реакцијата со јаглерод монооксид, при која се добива испарлив никел карбонил:



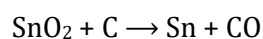
Колкава маса  $Ni(CO)_4$  може да се добие при реакција на 55 g смеса во која масениот удел на никелот е 33 % со 50 g јаглерод монооксид? Пресметај го количеството на реактантот што останува како вишок.

55. Бизмут(III) селенид се употребува во електрониката како полупроводник. Тој може да се добие со директна синтеза од елементарните супстанции. Колку мола и колкава маса бизмут(III) селенид ќе се добијат од 0,5 mol Bi и 1,5 mol Se?
56. Во индустриското производство на ацетилен, еден од чекорите вклучува добивање калциум карбид ( $CaC_2$ ), од кој потоа се добива ацетиленот. Добивањето калциум карбид може да се претстави со следнава равенка:



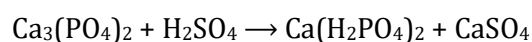
Колкава маса  $CaC_2$  ќе се добие ако во реакциониот систем има 50 g  $CaO$  и 20 g јаглерод? Пресметај ја масата на реактантот што останува како вишок.

57. Елементарен калај може да се добие при реакција на  $SnO_2$  и C:



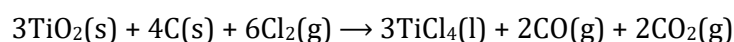
Колку изнесува вкупната маса на сите супстанции (по завршувањето на реакцијата) ако во реакциониот систем се внесени 60,5 g  $SnO_2$  и 0,5 mol C?

58. Суперфосфатот е пестицид растворлив во вода, кој понекогаш се нарекува и троен фосфат. Тој претставува смеса од  $Ca(H_2PO_4)_2$  и  $CaSO_4$  во молски однос 1 : 2. Се образува според равенката на реакцијата:



Колкава маса (вкупно) од продуктите ќе се добие ако во реакција стапиле 170,0 g калциум фосфат и 133,5 g  $H_2SO_4$ ?

59. Белиот пигмент титан(IV) оксид ( $TiO_2$ ) се добива од минералот рутил, кој содржи околу 95 %  $TiO_2$ . Пред да може да се користи  $TiO_2$ , тој мора да се прочисти. Првиот чекор во обработката на рудата може да се претстави со следнава равенка:



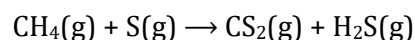
Колку килограми  $TiCl_4$  може да се добијат во реакција на  $1,25 \cdot 10^5$  kg рутил со  $4,0 \cdot 10^4$  kg јаглерод?

Табела 7.1. Примери за некои естри и овошја во кои се среќаваат.

Естер	Овошка
Етил ацетат	Круша 
Изопропил ацетат	Лубеница 
Бутил ацетат	Јаболко 
Етил пропионат	Ананас 
Етил бутират	

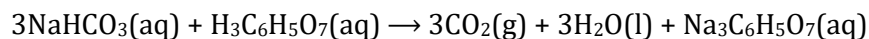


60. Јаглерод дисулфид може да се добие при реакција на метан со сулфур според равенката:



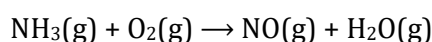
Колкав волумен јаглерод дисулфид ( $\text{CS}_2$  при стандардни услови) може да се добие при реакција на  $1,77 \cdot 10^{23}$  молекули метан со 10 g S?

61. Пенливоста што се создава при растворање некои антацидни таблети во вода е резултат на реакцијата на натриум хидрогенкарбонат и лимонската киселина:



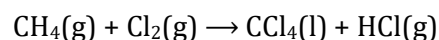
За таблетите познато е дека во својот состав содржат 35 % (масен удел)  $\text{NaHCO}_3$  и 52 % лимонска киселина. Во лабораториска анализа, испитувана е таблета со маса 5 g со нејзино растворање во вода. Колкав волумен сув јаглерод диоксид може да се собере над водата ако температурата е 20 °C, а притисокот во лабораторијата е 101 325 Pa?

62. Еден од чекорите во комерцијалното производство на азотна киселина е реакцијата меѓу амонијак и кислород:



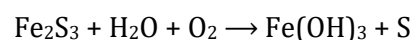
Ако во некоја реакција учествувале 2,25 g амонијак и 2,625 dm<sup>3</sup> кислород што се наоѓа при стандардни услови, пресметај колкава маса азот моноксид може да се добие. Пресметај го волуменот на вишокот реактант (на с.у.).

63. Јаглерод тетрахлорид,  $\text{CCl}_4$ , може да се добие од метан во реакција според равенката:



Во реакционен сад се внесени 5 g метан и 15 g хлор. Пресметај колкава маса јаглерод тетрахлорид може да се добие. Колкава маса од лимитирачкиот реактант треба да се додаде во системот за целосно да изреагира реактантот присутен во вишок?

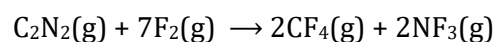
64. Железо(III) сулфид е многу слабо растворлив во вода. Во присуство на кислород и катализатор може да се одвива следнава реакција:



Во некој експеримент требало да се добијат 19 g железо(III) хидроксид. Во реакциониот систем биле внесени 19 g  $\text{Fe}_2\text{S}_3$  и биле спроведени 0,5 dm<sup>3</sup> кислород на притисок од 3 atm и температура од 100 °C. Дали ќе се образува потребната маса од хидроксидот? Ако некој реактант останал вишок, пресметај го вишокот. Доколку треба да се додаде од реактантот/-ите, определи колкава маса.

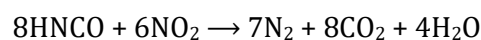
65. Во некој експеримент, алуминиум хлорид бил синтетизиран од алуминиум и хлор. Притоа биле добиени 6,67 g алуминиум хлорид, а останале 0,54 g неизреагиран алуминиум. Колку грама алуминиум и хлор биле присутни во системот на почетокот на реакцијата?

66. Во гасовите во далечната вселена бил детектиран цијаноген ( $\text{C}_2\text{N}_2$ ). Овој гас може да реагира со флуор, при што се образуваат јаглерод тетрафлуорид и азот трифлуорид:



Во реакционен сад со волумен 1,5 dm<sup>3</sup>, кој се наоѓа на температура од 15 °C, внесена е смеса на цијаноген и флуор. Притоа, молскиот удел на  $\text{C}_2\text{N}_2$  во смесата бил 42,5 %, а вкупниот притисок во садот бил 105,0 kPa. Определи ги притисокот и масата на образуваниот  $\text{CF}_4$  ако температурата по изведувањето на реакцијата била 55 °C.

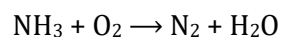
67. Еден начин на кој може да се отстранат азотните оксиди од автомобилските издувни гасови е со помош на цијануринска киселина ( $\text{C}_3\text{N}_3(\text{OH})_3$ , која е, всушност, тример на изоцијановата киселина. Кога се загрева до температура од 330 °C, цијануринската киселина се распаѓа до изоцијанова киселина што реагира со азот диоксид:



Ако во 100 cm<sup>3</sup> содржината на азот диоксид е 10 % (густина на издувните гасови изнесува 0,087 g/cm<sup>3</sup>), дали ќе дојде до целосна оксидација на диоксидот ако во реакцијата учествувале 2 g цијануринска киселина?

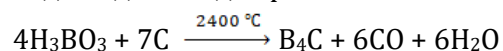
Јаглерод тетрахлорид во атмосферата доведува до разорување на озонската обвивка. Тој, исто така, придонесува и за зголемување на ефектот на стаклена градина.

68. Равенката на горење амонијак во кислород може да се претстави на следниов начин:



За оваа реакција е познато дека приносот е 85 %. Пресметај колкав волумен  $\text{N}_2$  (на притисок од 100,3 kPa и температура од 25 °C) може да се образува при согорување 25 g  $\text{NH}_3$ .

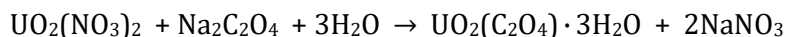
69. Тетрабор карбид ( $\text{B}_4\text{C}$ ) се користи во нуклеарните реактори (како материјал за заштита). Тој може да се добие од борна киселина:



Колкаво количество  $\text{B}_4\text{C}$  може да се образува при реакција на 24,0 kg јаглерод со 92,7 kg  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ? Ако при изведување на реакцијата се образувале 10,5 kg  $\text{B}_4\text{C}$ , определи го процентниот принос на реакцијата.

Тетрабор карбидот е еден од најтврдите познати материјали. Според Мосовата скала на тврдост, тој е на третото место, по дијамант и кубичен бор нитрид.

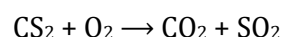
70. При реакција на 0,403g натриум оксалат со 1,48 g уранил нитрат се добиле 1,073 g уранил оксалат трихидрат според следнава равенка на реакција:



Колку изнесува процентниот принос за оваа реакција?

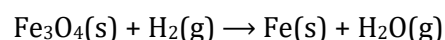
71. При согорување 1,93 g етен со 5,92 g кислород се добиле 3,48 g јаглерод диоксид. Колку изнесува процентниот принос на реакцијата?

72. При оксидација на јаглерод дисулфид се образуваат  $\text{CO}_2$  и  $\text{SO}_2$ :



За оваа реакција е познато дека приносот е 70 %. Пресметај колкава маса од продуктите вкупно може да се образува при согорување 11,8 g  $\text{CS}_2$ .

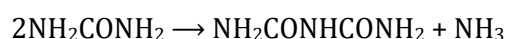
73. Примерок од оксид на железото ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) на висока температура реагира со водород, при што се образуваат железо и водена пара:



За оваа реакција е познато дека приносот е меѓу 70 % и 75 %. Пресметај ја најмалата маса на  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  што треба да стапи во реакција со вишок водород за да се образуваат 5,5 kg железо.

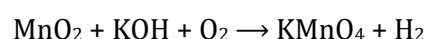
74. Гасот сулфуроводород е одговорен за специфичниот мирис на расипани јајца. Кога реагира со кислород се образуваат сулфур диоксид и водена пара. Напиши ја (и израмни ја) равенката на оваа реакција. Колкав волумен  $\text{H}_2\text{S}$  (при стандардни услови) е потребно ако при реакција со вишок кислород се образувале 12 L  $\text{SO}_2$  (при стандардни услови), а процентниот принос на реакцијата е 88,5 %?

75. Често употребувано соединение во ѓубривата е уреа (како извор на азот). При индустриско добивање уреа, температурата на реакцијата мора внимателно да се контролира поради можноста од образување карбамил уреа (биурет),  $\text{NH}_2\text{CONHCONH}_2$ , кој е токсичен за растенијата. Неговото добивање се одвива според следнава равенка:



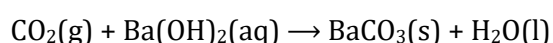
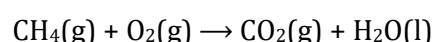
Ако е загреван примерок од уреа со маса 92,6 g, притоа 0,5 % од уреата се трансформира во биурет, колкава маса ќе се добие од него?

76. Калиум перманганат,  $\text{KMnO}_4$ , е многу често употребувано оксидациско средство. Може да се добие од различни руди што содржат  $\text{MnO}_2$ . Една од реакциите што се одвива при добивањето калиум перманганат може да се претстави со следнава равенка:



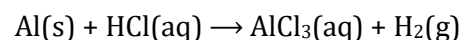
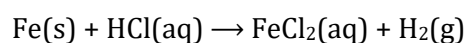
Испитувањата покажале дека процентниот принос на оваа реакција е 72,5 %. Пресметај колкава маса  $\text{MnO}_2$  треба да се земе за да се образуваат 15 kg калиум перманганат.

77. Јаглерод диоксидот што се создава при согорување метан се апсорбира во бариум хидроксид, при што се добива цврст бариум карбонат. Под претпоставка дека 60 % од создадениот јаглерод диоксид се апсорбирал во хидроксидот пресметај ја масата на метанот што треба да согори за да се добие 1,5 g  $\text{BaCO}_3$ .

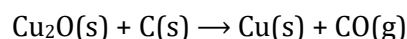
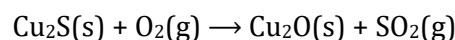


78. При загревање 20 g калиум хлорат се добива доволно кислород за целосно да реагира со водородот што е создаден при реакција на цинк со вишок разредена сулфурна киселина. Пресметај колкава маса цинк реагира со сулфурната киселина.

79. Примерок од легура на железо и алуминиум (фероалуминиум) со маса 2,05 g е растворен во вишок хлороводородна киселина и притоа се образувале  $3,16 \cdot 10^{22}$  молекули водород. Определи го масениот удел на железото и алуминиумот во легурата.

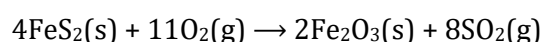


80. Екстракцијата на бакар од халкоцит,  $\text{Cu}_2\text{S}$ , се одвива во два чекора. Во првиот чекор се оксидира  $\text{Cu}_2\text{S}$ , а во вториот чекор тој реагира со јаглерод:

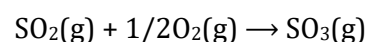


Приносот на првата реакција е 75 %, а на втората 80 %. Пресметај колкава маса халкоцит треба да се обработи за да се добијат 15 kg бакар.

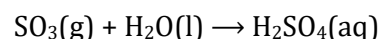
81. Еден од гасовите причинители на киселите дождови е  $\text{SO}_2$ . Главен извор на  $\text{SO}_2$  се електраните што работат на јаглен, поради тоа што јагленот содржи сулфур што најчесто потекнува од минералот пирит,  $\text{FeS}_2$ . При согорувањето на јагленот се добива  $\text{SO}_2$  поради одвивање на реакцијата:



Сулфур диоксидот се претвора во  $\text{SO}_3$  во атмосферата:



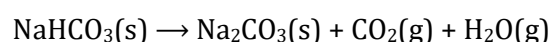
Со водата од атмосферата,  $\text{SO}_3$  гради сулфурна киселина. Киселината паѓа на површината на Земјата со дождовите, кои поради нејзиното присуство се кисели.



Ако за последните две реакции е познато дека во атмосферата 70 % од  $\text{SO}_2$  се трансформира до  $\text{SO}_3$ , а 85 % од образуваниот  $\text{SO}_3$  реагира со водата и дава сулфурна киселина, пресметај колкава маса сулфурна киселина ќе се образува при согорување 1,50 kg пирит. (Приносот на првата реакција е 100 %.)

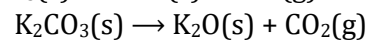
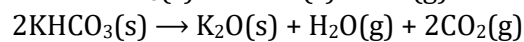
## Обиди се!

82. \*Смеса со маса 5 g, која содржи натриум карбонат и натриум хидрогенкарбонат, е внимателно загревана. Притоа е утврдена загуба на маса од 0,31 g. При загревањето се одвива реакцијата:



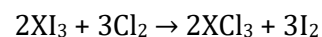
Пресметај го уделот на натриум карбонат во појдовната смеса.

83. \*Смеса што содржи  $\text{KClO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{KHCO}_3$  и  $\text{KCl}$  била загревана, при што се образувале гасовите  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  според реакциите прикажани со следниве равенки:



Калиум хлоридот не реагира при дадените услови на реакцијата. Ако 100,0 g смеса доведува до образување 1,80 g  $\text{H}_2\text{O}$ , 13,2 g  $\text{CO}_2$  и 4,0 g  $\text{O}_2$ , каков бил составот на појдовната смеса?

84. \*Елементот X формира јодид  $\text{XI}_3(1)$  и хлорид  $\text{XCl}_3(2)$ . Јодидот квантитативно може да се преведе во хлорид при загревање во струја од хлор според следнава равенка:

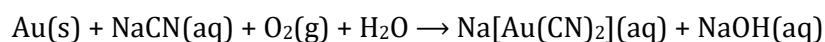


Ако 0,500 g  $\text{XI}_3$  се третираат со хлор, се образуваат 0,236 g  $\text{XCl}_3$ .

(а) Пресметај ја релативната атомска маса на елементот X.

(б) Идентификувај го елементот X.

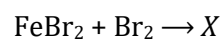
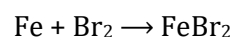
85. \*Во денешно време златото се екстрихира од рудата со нејзин третман со натриум цијанид:



Колкава маса  $\text{Na[Au(CN)}_2\text{]}$  може да се добие од 10 kg руда во кој масениот удел на златото е 5 %, 10 kg раствор на  $\text{NaCN}$  со масен удел на солта 4,5 %, и 100 dm<sup>3</sup> воздух на стандардни услови (види табела 4.2)?

## Обиди се!

86. \*Еден од најкорисните бромиди во индустријата е натриум бромидот, кој има голем број примени (фотографија, петрохемиска индустрија, медицина и др.). Може да се добие на следниов начин:



Определи ја емпириската формула на соединението што се добива во вториот чекор ако е познато дека: реакцијата започнала со 15 g железо што не било чисто и масениот удел на примесите бил 22 %; на крајот од реакцијата бил добиен  $\text{CO}_2$ , чиј волумен при стандардни услови изнесувал 7,055 L; односот на количествата на натриум бромидот и на  $\text{CO}_2$  бил 2 : 1.

87. \*Смеса составена од  $\text{CS}_2(\text{g})$  и  $\text{O}_2(\text{g})$  се наоѓа во реакционен сад со волумен 10,0 L на температура од 100 °C и притисок од 3,0 atm. Кога смесата се иницира со искра, таа експлодира. Садот ја издржува експлозијата, при која  $\text{CS}_2$  реагира со кислород и се образуваат  $\text{CO}_2$  и  $\text{SO}_2$ . Садот потоа е оладен на појдовната температура од 100 °C, а притисокот на смесата што ги содржела продуктите и неизреагираниот кислород било утврдено дека изнесува 2,40 atm. Пресметај ја масата (во) на  $\text{CS}_2$  во појдовната смеса.

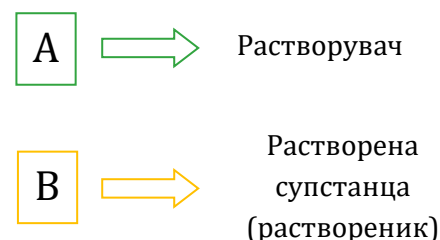
# 8 РАСТВОРИ

Голем број од гасовите, течностите и цврстите супстанции со кои сме опкружени се смеси на две или повеќе супстанции, физички измешани. Растворите претставуваат **хомогени смеси** кај кои големините на честичките во смесата се од редот на големината на градбените единици (0,1-2 nm). Дисперзионата средина се нарекува **растворувач** и обично се бележи со А, а диспергираната супстанца (или супстанции) се нарекува **растворена супстанца (раствореник)** и обично се бележи со В. За растворувач се смета супстанцата застапена во најголемо количество во растворот, под услов, кога е чиста, да биде во иста агрегатна состојба како и добиениот раствор. Кога се чисти, растворувачот, растворената супстанца и растворот може да бидат во една од трите агрегатни состојби (цврста, течна и гасовита).

Квантитативниот состав на растворите може да се изрази на повеќе различни начини. Тие се претставени во следнава Табела 1.

Табела 8.1. Начини за изразување на квантитативниот состав на растворите

	ОДНОСИ	УДЕЛИ	КОНЦЕНТРАЦИИ
<b>КОЛИЧЕСТВО</b>	<b>Количествен (молски) однос</b> $r(B, A) = \frac{n(B)}{n(A)}$ или: $n(B) : n(A)$	<b>Количествен (молски) удел</b> $x(B) = \frac{n(B)}{\sum n_i}$	<b>Количествена (молска) концентрација</b> $c(B) = \frac{n(B)}{V(\text{раствор})}$ $[c(B)] = \text{mol/dm}^3$
<b>БРОЈ НА ЕДИНКИ</b>	<b>Броен однос</b> $r(B, A) = \frac{N(B)}{N(A)}$ или: $N(B) : N(A)$	<b>Броен удел</b> $x(B) = \frac{N(B)}{\sum N_i}$	<b>Бројна концентрација</b> $C(B) = \frac{N(B)}{V(\text{раствор})}$ $[C(B)] = 1/\text{dm}^3$
<b>МАСА</b>	<b>Масен однос</b> $\zeta(B, A) = \frac{m(B)}{m(A)}$ или: $m(B) : m(A)$	<b>Масен удел</b> $w(B) = \frac{m(B)}{m(\text{раствор})}$	<b>Масена концентрација</b> $\gamma(B) = \frac{m(B)}{V(\text{раствор})}$ $[\gamma(B)] = \text{g/dm}^3$
<b>ВОЛУМЕН</b>	<b>Волуменски однос</b> $\psi(B, A) = \frac{V(B)}{V(A)}$ или: $V(B) : V(A)$	<b>Волуменски удел</b> $\varphi(B) = \frac{V(B)}{\sum V_i}$	<b>Волуменска концентрација</b> $\sigma(B) = \frac{V(B)}{V(\text{раствор})}$
<b>Молалност</b>			
$b(B) = \frac{n(B)}{m(A)}$ $[b(B)] = \text{mol/kg}$			



**Густина**та како и **масената концентрација** се претставуваат како однос меѓу маса и волумен и се изразуваат во исти единици (основна  $\text{kg/m}^3$ ), но тие **НЕ** се исти величини.

**Густина**та на една супстанца (чиста супстанца или раствор) е количник меѓу масата и волуменот на таа супстанца, т.е.  $\rho$ ,  $m$  и  $V$  се однесуваат на иста супстанца.

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

$$\rho(p-p) = \frac{m(p-p)}{V(p-p)}$$

$\nearrow$  маса на раствор  
 $\searrow$  волумен на раствор

**Масената концентрација** на раствореникот во раствор, пак, се дефинира како однос меѓу масата на раствореникот и волуменот на растворот.

$$\gamma(B) = \frac{m(B)}{V(p-p)}$$

$\nearrow$  маса на раствореник  
 $\searrow$  волумен на раствор

Како што може да се забележи од табелата, односите и уделите се бездимензионални величини, а исто така и волуменската концентрација, додека, пак, количествената концентрација, масената концентрација и молалноста се изразуваат во соодветни единици. Во табелата се дадени единиците во кои најчесто се изразуваат, но се разбира, тие може да се изразат во основната и во сите поголеми и помали единици од неа.

Од сите овие начини за квантитативно изразување, најчесто се користи количествената концентрација или, како што обично се нарекува, концентрација. Зборот **концентрација** дозволно е да се користи само за количествената концентрација, додека, пак, за другите два типа треба да се нагласи за каква концентрација станува збор.

Покрај количествената концентрација, за изразување на квантитативниот состав на растворите почесто се користат и масената концентрација, масениот удел и молалноста. Затоа, понатаму ќе дадеме решени примери на задачи од овие начини на изразување на составот на растворите.



**Пример 8.1.** Најдено е дека во 5,000 mL проба од крвна плазма со густина 1,030 g/mL се содржат 0,478 g растворени протеини и 0,077 g растворени непротеински супстанции. Колку изнесува масениот удел на растворените протеини и масениот удел на непротеинските супстанции во крвната плазма?

Дадено:

$$V(\text{крвна плазма}) = 5,000 \text{ mL}$$

$$\rho(\text{крвна плазма}) = 1,030 \text{ g/mL}$$

$$m(\text{протеини}) = 0,478 \text{ g}$$

$$m(\text{непротеини}) = 0,077 \text{ g}$$

Се бара:

$$w(\text{протеини; плазма}) = ?$$

$$w(\text{непротеини; плазма}) = ?$$

**Решение:**

Од податоците за волуменот и густината на крвната плазма ќе ја најдеме нејзината маса, а потоа и уделот на протеини и непротеини во неа.

$$m(\text{крвна плазма}) = V(\text{крвна плазма}) \cdot \rho(\text{крвна плазма}) = 5,000 \text{ mL} \cdot 1,030 \text{ g/mL} = 5,15 \text{ g}$$

$$w(\text{протеини}) = \frac{m(\text{протеини})}{m(\text{крвна плазма})} = \frac{0,478 \text{ g}}{5,15 \text{ g}} = 0,093 = 9,3 \%$$

$$w(\text{непротеини}) = \frac{m(\text{непротеини})}{m(\text{крвна плазма})} = \frac{0,077 \text{ g}}{5,15 \text{ g}} = 0,015 = 1,5 \%$$

$$w(\text{протеини; плазма}) = 9,3 \% \quad w(\text{непротеини; плазма}) = 1,5 \%$$



**Пример 8.2.** Раствор од еден инсектицид содржи 17,0 % *N,N*-диметил-мета-толуамид ( $\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{NO}$ ). Колкав волумен раствор со густина 0,988 g/mL може да се приготви од 1,5 mol  $\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{NO}$ ?

Дадено:

$$w(\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{NO; p-p}) = 17 \% = 0,17$$

$$\rho(\text{p-p}) = 0,988 \text{ g/mL}$$

$$n(\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{NO}) = 1,5 \text{ mol}$$

Се бара:

$$V(\text{p-p}) = ?$$

**Решение:**

Волуменот на растворот ќе го пресметаме од податокот за густината на растворот, но за таа цел најпрво треба да ја пресметаме масата на растворот. Масата на растворот ќе ја пресметаме од податокот за масениот удел, но најпрво треба да ја пресметаме масата на инсектицидот.

$$m(\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{NO}) = n(\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{NO}) \cdot M(\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{NO}) = 1,5 \text{ mol} \cdot 163,22 \text{ g/mol} = 244,83 \text{ g}$$

$$w(\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{NO}) = \frac{m(\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{NO})}{m(\text{p-p})} \Rightarrow m(\text{p-p}) = \frac{m(\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{NO})}{w(\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{NO})}$$

$$m(\text{p-p}) = \frac{244,83 \text{ g}}{0,17} = 1440,2 \text{ g}$$

$$V(\text{p-p}) = \frac{1440,2 \text{ g}}{0,988 \text{ g/mL}} = 1457,7 \text{ mL} \approx 1,5 \text{ L}$$

$$\rho(\text{p-p}) = \frac{m(\text{p-p})}{V(\text{p-p})} \Rightarrow V(\text{p-p}) = \frac{m(\text{p-p})}{\rho(\text{p-p})}$$

$$V(\text{p-p}) = 1,5 \text{ L}$$



**Пример 8.3.** Пресметај ја количествената концентрација на натриум хидроксид во раствор добиен со растворање 15 g натриум хидроксид во вода, при што се добиле 500 cm<sup>3</sup> раствор.

Дадено:

$$m(\text{NaOH}) = 15 \text{ g}$$

$$V(\text{p-p}) = 500 \text{ cm}^3 = 0,5 \text{ dm}^3$$

Се бара:

$$c(\text{NaOH}) = ?$$

**Решение:**

Од масата на натриум хидроксидот го наоѓаме количеството натриум хидроксид:

$$n(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{15 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0,375 \text{ mol}$$

Добиеното количество го заменуваме во изразот за количествена концентрација:

$$c(\text{NaOH}) = \frac{n(\text{NaOH})}{V(\text{p-p})} = \frac{0,375 \text{ mol}}{0,5 \text{ dm}^3} = 0,75 \text{ mol/dm}^3$$

$$c(\text{NaOH}) = 0,75 \text{ mol/dm}^3$$



**Пример 8.4.** Концентрацијата на лактоза (млечен шеќер), C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>, во кравјото млеко изнесува 0,13 mol/L. Колкава маса лактоза се содржи во 100 mL кравјо млеко?

Дадено:

$$c(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 0,13 \text{ mol/L}$$

$$V(\text{p-p}) = 100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L}$$

Се бара:

$$m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = ?$$

**Решение:**

Од податоците за концентрацијата на лактозата и волуменот на млеко ќе го пресметаме количеството лактоза, а потоа и нејзината маса:

$$n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = c(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) \cdot V(\text{p-p}) = 0,13 \text{ mol/L} \cdot 0,1 \text{ L} = 0,013 \text{ mol}$$

$$m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) \cdot M(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 0,013 \text{ mol} \cdot 342,30 \text{ g/mol} = 4,45 \text{ g}$$

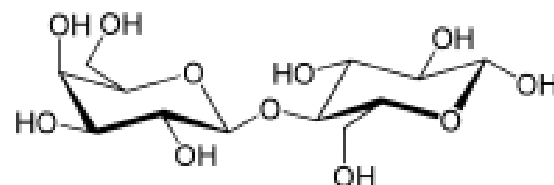
Задачата може да се реши и во еден чекор ако при пресметувањето на масата на лактоза, нејзиното количество го изразиме како  $c(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) \cdot V(\text{p-p})$ .

$$m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = c(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) \cdot V(\text{p-p}) \cdot M(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 0,13 \text{ mol/L} \cdot 0,1 \text{ L} \cdot 342,30 \text{ g/mol} = 4,45 \text{ g}$$

$$m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 4,45 \text{ g}$$



**Пример 8.5.** Во лабораторија треба да се приготви 250 mL раствор што содржи K<sup>+</sup> јони со концентрација 0,32 mol/dm<sup>3</sup>. Во лабораторијата имало две соли на калиумот, KNO<sub>3</sub> и K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> · 3H<sub>2</sub>O. Пресметај колкава маса треба да се измери од секоја од солите за да се подготви растворот.



Сл. 8.1. Структурна формула на лактоза.

Во литературата, на интернет, па дури и на етикетите на некои хемикалии честопати може да се сретнат некои застарени имиња. Така за солите на калиум и анјонските остатоци од фосфорна киселина може да се сретнат следниве имиња:

$K_3PO_4$  — калиум фосфат трибазен

$K_2HPO_4$  — калиум фосфат дибазен

$KH_2PO_4$  — калиум фосфат монобазен

Притоа, како што може да се забележи, со зборовите монобазен, дибазен и трибазен се означува бројот на заменети водородни атоми од киселината со катјон (во овој случај калиум).

Дадено:

$$c(K^+) = 0,32 \text{ mol/dm}^3$$

$$V(p-p) = 250 \text{ mL} = 0,25 \text{ dm}^3$$

Се бара:

$$m(KNO_3) = ?$$

$$m(K_3PO_4 \cdot 3H_2O) = ?$$

**Решение:**

За да ги определиме масите на солите, прво го наоѓаме количеството јони на калиум во растворот и го поврзуваме со количеството калиум во солите преку соодветни односи:

$$c(K^+) = \frac{n(K^+)}{V(p-p)}$$

$$n(K^+) = c(K^+) \cdot V(p-p) = 0,32 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 0,25 \text{ dm}^3 = 0,08 \text{ mol}$$

$$\frac{n(K^+)}{n(KNO_3)} = \frac{1}{1}$$

$$n(KNO_3) = n(K^+) = 0,08 \text{ mol}$$

$$\frac{n(K^+)}{n(K_3PO_4 \cdot 3H_2O)} = \frac{3}{1}$$

$$n(K_3PO_4 \cdot 3H_2O) = \frac{1}{3} n(K^+) = \frac{1}{3} \cdot 0,08 \text{ mol} = 0,027 \text{ mol}$$

Од најдените количества ги пресметуваме масите на солите:

$$m(KNO_3) = n(KNO_3) \cdot M(KNO_3) = 0,08 \text{ mol} \cdot 101,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 8,09 \text{ g}$$

$$m(K_3PO_4 \cdot 3H_2O) = n(K_3PO_4 \cdot 3H_2O) \cdot M(K_3PO_4 \cdot 3H_2O) = 0,027 \text{ mol} \cdot 266,3 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 7,19 \text{ g}$$

$$m(KNO_3) = 8,09 \text{ g и } m(K_3PO_4 \cdot 3H_2O) = 7,19 \text{ g}$$

Голем број раствори што се користат во лабораториите се добиени со растворање соли што се кристалохидрати, а растворот се добиваат со користење вода како растворувач. При приготвувањето на растворот, кристалната вода едноставно си се меша со растворувачот. Внимавај при пресметките и никогаш не запишувај:

$$c(\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}) \text{ туку } c(\text{Cr}(\text{NO}_3)_3)$$



**Пример 8.6.** Пресметај ја масената концентрација на  $MnCl_2$  во раствор што се добива со растворање  $3,5 \text{ g } MnCl_2 \cdot 4H_2O$  во вода, при што се добива раствор со волумен  $250 \text{ cm}^3$ .

Дадено:

$$m(MnCl_2 \cdot 4H_2O) = 3,5 \text{ g}$$

$$V(p-p) = 250 \text{ cm}^3 = 0,25 \text{ dm}^3$$

Се бара:

$$\gamma(MnCl_2) = ?$$

**Решение:**

За да ја најдеме масената концентрација на  $MnCl_2$ , прво треба да го најдеме количеството на солта:

$$n(MnCl_2 \cdot 4H_2O) = \frac{m(MnCl_2 \cdot 4H_2O)}{M(MnCl_2 \cdot 4H_2O)} = \frac{3,5 \text{ g}}{198 \text{ g/mol}} = 0,018 \text{ mol}$$



Количеството на  $\text{MnCl}_2$  го пресметуваме од односот на количествата на  $\text{MnCl}_2$  и кристалохидратот:

$$\frac{n(\text{MnCl}_2)}{n(\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O})} = \frac{1}{1}$$

$$n(\text{MnCl}_2) = n(\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = 0,018 \text{ mol}$$

Од најденото количество ги пресметуваме масата и масената концентрација на  $\text{MnCl}_2$  во растворот:

$$m(\text{MnCl}_2) = n(\text{MnCl}_2) \cdot M(\text{MnCl}_2) = 0,018 \text{ mol} \cdot 126 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 2,27 \text{ g}$$

$$\gamma(\text{MnCl}_2) = \frac{m(\text{MnCl}_2)}{V(\text{p-p})} = \frac{2,27 \text{ g}}{0,25 \text{ dm}^3} = 9,08 \text{ g/dm}^3$$

$$\gamma(\text{MnCl}_2) = 9,08 \text{ g/dm}^3$$



**Пример 8.7.** Во 500 g раствор од  $\text{MgCl}_2$ , со густина на растворот 1,14 g/mL, растворени се 95,21 g  $\text{MgCl}_2$ . Колку изнесува масената концентрација на хлоридните јони во растворот?

Дадено:

Се бара:

$$m(\text{p-p } \text{MgCl}_2) = 500 \text{ g}$$

$$\gamma(\text{Cl}^-) = ?$$

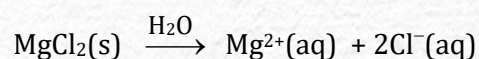
$$\rho(\text{p-p}) = 1,14 \text{ g/mL}$$

$$m(\text{MgCl}_2) = 95,21 \text{ g}$$

**Решение:** Масениот удел на хлоридните јони е:

$$\gamma(\text{Cl}^-) = \frac{m(\text{Cl}^-)}{V(\text{p-p})}$$

Значи, за да ја пресметаме масената концентрација на хлоридните јони во растворот, треба да ги знаеме масата на хлоридните јони и волуменот на растворот. Масата на хлоридните јони ќе ја пресметаме од податокот за масата на  $\text{MgCl}_2$ , имајќи предвид дека  $\text{MgCl}_2$  е силен електролит и во воден раствор целосно е дисоциран на јони.



$$n(\text{Cl}^-) = 2 \cdot n(\text{MgCl}_2)$$

$$\frac{m(\text{Cl}^-)}{M(\text{Cl}^-)} = \frac{2 \cdot m(\text{MgCl}_2)}{M(\text{MgCl}_2)}$$

$$m(\text{Cl}^-) = \frac{2 \cdot m(\text{MgCl}_2) \cdot M(\text{Cl}^-)}{M(\text{MgCl}_2)} = \frac{2 \cdot 95,21 \text{ g} \cdot 35,45 \text{ g/mol}}{95,21 \text{ g/mol}} = 70,9 \text{ g}$$

Волуменот на растворот ќе го пресметаме од податоците за масата и густината на растворот.

$$V(\text{p-p}) = \frac{m(\text{p-p})}{\rho(\text{p-p})} = \frac{500 \text{ g}}{1,14 \text{ g/mL}} = 438,6 \text{ mL} \approx 0,439 \text{ L}$$

Масениот удел на хлоридните јони е:

$$\gamma(\text{Cl}^-) = \frac{m(\text{Cl}^-)}{V(\text{p-p})} = \frac{70,9 \text{ g}}{0,439 \text{ L}} = 161,5 \text{ g/L}$$

$$\gamma(\text{Cl}^-) = 161,5 \text{ g/L}$$



**Пример 8.8.** Раствор од  $\text{NaNO}_3$  е приготвен со растворање 57 g натриум нитрат во вода, при што е добиен раствор со волумен  $0,5 \text{ dm}^3$  и густина  $1,08 \text{ g/cm}^3$ . Пресметај ја молалноста на  $\text{NaNO}_3$  во добиениот раствор.

Дадено:

$$m(\text{NaNO}_3) = 57 \text{ g}$$

$$V(\text{p-p}) = 0,5 \text{ dm}^3 = 500 \text{ cm}^3$$

$$\rho = 1,08 \text{ g/cm}^3$$

Се бара:

$$b(\text{NaNO}_3) = ?$$

**Решение:**

За да ја пресметаме молалноста на растворот, потребно е да ја определиме масата на растворувачот (водата).

$$\rho = \frac{m(\text{p-p})}{V(\text{p-p})} \longrightarrow m(\text{p-p}) = \rho \cdot V(\text{p-p}) = 1,08 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 500 \text{ cm}^3 = 540 \text{ g}$$

$$m(\text{p-p}) = m(\text{NaNO}_3) + m(\text{H}_2\text{O}) \longrightarrow m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{p-p}) - m(\text{NaNO}_3)$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 540 \text{ g} - 57 \text{ g} = 483 \text{ g} = 0,483 \text{ kg}$$

Потоа го определуваме количеството на растворената супстанца:

$$n(\text{NaNO}_3) = \frac{m(\text{NaNO}_3)}{M(\text{NaNO}_3)} = \frac{57 \text{ g}}{85 \text{ g/mol}} = 0,67 \text{ mol}$$

На крајот ја пресметуваме молалноста на растворената супстанца:

$$b(\text{NaNO}_3) = \frac{n(\text{NaNO}_3)}{m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{0,67 \text{ mol}}{0,483 \text{ kg}} = 1,39 \text{ mol/kg}$$

$$b(\text{NaNO}_3) = 1,39 \text{ mol/kg}$$

Најголемите природни наоѓалишта на натриум нитрат се во Чиле и во Перу.



**Пример 8.9.** Легурите претставуваат цврсти раствори. Месингот е цврст раствор од бакар и цинк. Масениот удели на Cu во една проба месинг изнесува 80 %, на цинк 20 %, а густината на месингот изнесува  $8750 \text{ kg/m}^3$ . Колку изнесува а) молалноста на цинкот во месингот, изразена во mol/kg, и б) концентрацијата на цинкот во месингот, изразена во g/mol?

Дадено:

$$w(\text{Cu}) = 80 \%$$

$$w(\text{Zn}) = 20 \%$$

$$\rho = 8750 \text{ kg/m}^3 = 8750 \text{ g/dm}^3$$

Се бара:

$$b(\text{Zn}) = ?$$

$$c(\text{Zn}) = ?$$

**Решение:**

Во овој цврст раствор, бакарот е растворувач бидејќи е застапен во поголемо количество и во иста агрегатна состојба како легурата (растворот), а цинкот е раствореник. Може да сметаме дека масата на легурата изнесува 100 g, па во таков случај, масите на Cu и Zn изнесуваат 80 g и 20 g ( $m = w \cdot 100 \text{ g}$ ).

Количеството на цинкот е:

$$n(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})} = \frac{20 \text{ g}}{65,39 \text{ g/mol}} = 0,3058 \text{ mol}$$

а) Молалноста на цинкот во месингот е:

$$b(\text{Zn}) = \frac{n(\text{Zn})}{m(\text{Cu})}$$

Масата на бакарот треба да ја изразиме во килограми, бидејќи во задачата се бара молалноста да се изрази во mol/kg.

$$m(\text{Cu}) = 80 \text{ g} = 0,080 \text{ kg}$$

$$b(\text{Zn}) = \frac{n(\text{Zn})}{m(\text{Cu})} = \frac{0,3058 \text{ mol}}{0,080 \text{ kg}} = 3,82 \text{ mol/kg}$$

б) За да ја пресметаме концентрацијата на цинкот, потребно е да го знаеме волуменот на растворот, т. е. волуменот на легурата.

$$V(\text{легура}) = \frac{m(\text{легура})}{\rho(\text{легура})} = \frac{100 \text{ g}}{8750 \text{ g/L}} = 0,0114 \text{ L}$$

$$c(\text{Zn}) = \frac{n(\text{Zn})}{V(\text{легура})} = \frac{0,3058 \text{ mol}}{0,0114 \text{ L}} = 26,8 \text{ mol/L}$$

$$b(\text{Zn}) = 3,82 \text{ mol/kg} \quad c(\text{Zn}) = 26,8 \text{ mol/L}$$

Честопати, квантитативниот состав на некој раствор е изразен на еден начин, а ние имаме потреба да го изразиме на друг. Затоа, добро е да знаеме во каква математичка врска стојат меѓу себе овие величини.

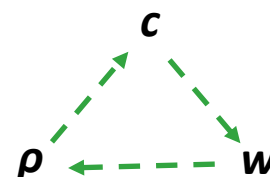
### Врска меѓу количествена концентрација, масен удел и густина

Треба да ја најдеме врската меѓу овие два израза:

$$c(\text{B}) = \frac{n(\text{B})}{V(\text{p-p})}$$

и

$$w(\text{B}) = \frac{m(\text{B})}{m(\text{p-p})}$$



За количеството на растворената супстанца, во изразот за концентрација ќе замениме:

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

$$c(\text{B}) = \frac{m(\text{B})}{M(\text{B}) \cdot V(\text{p-p})}$$

$$c(\text{B}) = \frac{w(\text{B}) \cdot \rho(\text{p-p})}{M(\text{B})}$$

Масата на растворената супстанца може да ја изразиме како:

$$m(\text{B}) = w(\text{B}) \cdot m(\text{p-p})$$

Со замена на овој израз во горната равенка се добива:

$$c(\text{B}) = \frac{w(\text{B}) \cdot m(\text{p-p})}{M(\text{B}) \cdot V(\text{p-p})}$$

Односот од масата на растворот и волуменот на растворот е, всушност, густината на растворот. Според тоа:

$$c(\text{B}) = \frac{w(\text{B}) \cdot \rho(\text{p-p})}{M(\text{B})}$$

⇒

$$w(\text{B}) = \frac{c(\text{B}) \cdot M(\text{B})}{\rho(\text{p-p})}$$



**Пример 8.10.** Инфузијата од глюкоза честопати се користи при различни здравствени проблеми (низок крвен шеќер, дехидратација и др.). Комерцијално се достапни раствори со различна содржина на глюкоза, од кои најчести се оние со 5 %, 10 % или 50 % гликоза. Густината на овие раствори е 1,02 g/cm<sup>3</sup>, 1,03 g/cm<sup>3</sup> и 1,23 g/cm<sup>3</sup>. Пресметај ја количествената концентрација (во mol/dm<sup>3</sup>) на овие раствори.



Сл. 8.2. Инфузија 😊

Дадено:

$$w(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_1 = 5\% = 0,05$$

$$w(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_2 = 10\% = 0,1$$

$$w(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_3 = 50\% = 0,5$$

$$\rho(\text{p-p})_1 = 1,02 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho(\text{p-p})_2 = 1,03 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho(\text{p-p})_3 = 1,23 \text{ g/cm}^3$$

Се бара:

$$c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_1 = ?$$

$$c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_2 = ?$$

$$c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_3 = ?$$

**Решение:**

За да ги најдеме концентрациите на трите раствори, го користиме изведениот израз за релацијата меѓу  $w$ ,  $\rho$  и  $c$ :

$$c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_1 = \frac{w(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_1 \cdot \rho(\text{p-p})_1}{M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}$$

$$c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_1 = \frac{0,05 \cdot 1,02 \text{ g/cm}^3}{180 \text{ g/mol}} = 2,8 \cdot 10^{-4} \text{ mol/cm}^3 = 0,28 \text{ mol/dm}^3$$

$$c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_2 = \frac{w(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_2 \cdot \rho(\text{p-p})_2}{M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}$$

$$c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_2 = \frac{0,1 \cdot 1,03 \text{ g/cm}^3}{180 \text{ g/mol}} = 5,7 \cdot 10^{-4} \text{ mol/cm}^3 = 0,57 \text{ mol/dm}^3$$

$$c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_3 = \frac{w(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_3 \cdot \rho(\text{p-p})_3}{M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}$$

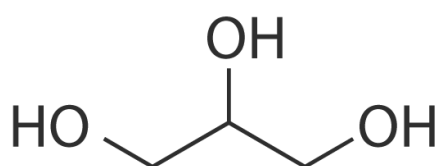
$$c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_3 = \frac{0,5 \cdot 1,23 \text{ g/cm}^3}{180 \text{ g/mol}} = 3,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol/cm}^3 = 3,4 \text{ mol/dm}^3$$

$$c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_1 = 0,28 \text{ mol/dm}^3, c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_2 = 0,57 \text{ mol/dm}^3,$$

$$c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_3 = 3,4 \text{ mol/dm}^3$$



**Пример 8.11.** Некои инсекти може да издржат многу ниски температури затоа што во телото содржат течности во кои има големо количество глицерол,  $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$  или  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ , што ја снижува температурата на мрзнење на растворот. Ако концентрацијата на глицеролот во растворот изнесува  $3,25 \text{ mol/dm}^3$ , а густината на растворот  $1,068 \text{ g/cm}^3$ , колку изнесува масениот удел на глицеролот во растворот?



Сл. 8.3. Структурна формула на глицерол.

Дадено:

$$c(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = 3,25 \text{ mol/dm}^3$$

$$\rho(\text{p-p}) = 1,068 \text{ g/cm}^3 = 1068 \text{ g/dm}^3$$

Се бара:

$$w(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3; \text{p-p}) = ?$$

**Решение:**

Масениот удел на глицеролот во растворот ќе го пресметаме директно од врската меѓу масениот удел, концентрацијата и густината на растворот. Треба да се внимава на единиците во кои се изразени величините. Така, бидејќи концентрацијата е изразена во  $\text{mol/dm}^3$ , густината мора да се изрази во  $\text{g/dm}^3$ .

$$w(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3; \text{p-p}) = \frac{c(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) \cdot M(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3)}{\rho(\text{p-p})} = \frac{3,25 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 92,09 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1068 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}} = 0,28 = 28\%$$

$$w(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3; \text{p-p}) = 0,28 = 28\%$$

## Врска меѓу масената концентрација, масениот удел и густината

Треба да ја најдеме врската меѓу овие два изрази:

$$\gamma(B) = \frac{m(B)}{V(p-p)} \quad \text{и} \quad w(B) = \frac{m(B)}{m(p-p)}$$

За таа цел, масата на растворената супстанца ќе ја претставиме како производ од масата на растворот и масениот удел на растворената супстанца:

$$m(B) = w(B) \cdot m(p-p)$$

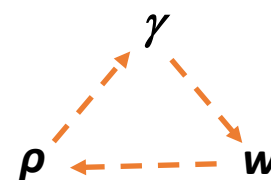
$$\gamma(B) = \frac{w(B) \cdot m(p-p)}{V(p-p)}$$

Односот меѓу масата на растворот и волуменот на растворот претставува густина на растворот:

$$\gamma(B) = w(B) \cdot \rho(p-p)$$

и

$$w(B) = \frac{\gamma(B)}{\rho(B)}$$



$$\gamma(B) = w(B) \cdot \rho(p-p)$$

**Пример 8.12.** За растворање на полимери честопати како растворувач се користи тетраhydroфуран  $(\text{CH}_2)_4\text{O}$ . Еден раствор на PVC (поливинил хлорид) е добиен со растворање на 65 g PVC во 500 g  $(\text{CH}_2)_4\text{O}$ , при што е добиен раствор со густина  $1,289 \text{ g/cm}^3$ . Пресметај ја масената концентрација на PVC во растворот.

Дадено:

$$m(\text{PVC}) = 65 \text{ g}$$

$$m[(\text{CH}_2)_4\text{O}] = 500 \text{ g}$$

$$\rho(p-p) = 1,289 \text{ g/cm}^3$$

Се бара:

$$\gamma(\text{PVC}) = ?$$

**Решение:**

Задачата може да се реши на неколку начини, а еден начин е да го најдеме масениот удел и потоа да ја искористиме формулата за релацијата меѓу  $w$ ,  $\rho$  и  $\gamma$ :

$$m(p-p) = m((\text{CH}_2)_4\text{O}) + m(\text{PVC}) = 65 \text{ g} + 500 \text{ g} = 565 \text{ g}$$

$$w(\text{PVC}) = \frac{m(\text{PVC})}{m(p-p)} = \frac{65 \text{ g}}{565 \text{ g}} = 0,115$$

$$\gamma(\text{PVC}) = w(\text{PVC}) \cdot \rho(p-p) = 0,115 \cdot 1,289 \text{ g/cm}^3 = 0,148 \text{ g/cm}^3 = 148 \text{ g/dm}^3$$

$$\gamma(\text{PVC}) = 148 \text{ g/dm}^3$$

**Пример 8.13.** Максимално дозволената масена концентрација на амонијак во воздухот изнесува  $0,034 \text{ g/m}^3$ . Ако се знае дека густината на воздухот во кој е присутен амонијак изнесува  $1,20 \text{ g/L}$ , колку изнесува максимално дозволеениот масен удел на амонијак во воздухот?

Дадено:

$$\gamma(\text{NH}_3) = 0,034 \text{ g/m}^3$$

$$\rho(\text{воздух}) = 1,20 \text{ g/dm}^3$$

Се бара:

$$w(\text{NH}_3; \text{воздух}) = ?$$

Најголем причинител за зголемување на концентрацијата на амонијакот во воздухот е земјоделството. Зголемувањето на неговата концентрација во атмосферата негативно влијае врз околината и врз здравјето.

**Решение:**

Максимално дозволениот масен удел на амонијак во воздухот може директно да го најдеме од изразот:

$$w(B) = \frac{\gamma(B)}{\rho(B)}$$

Меѓутоа, и во овој случај мора да се внимава на единиците во кои се изразени овие две величини. Бидејќи масената концентрација е изразена во  $\text{g/m}^3$ , и густината треба да ја изразиме во  $\text{g/m}^3$ .

$$\rho(\text{воздух}) = 1,20 \text{ g/dm}^3 = 1200 \text{ g/m}^3$$

$$w(B) = \frac{\gamma(B)}{\rho(B)}$$

$$w(\text{NH}_3; \text{воздух}) = \frac{\gamma(\text{NH}_3)}{\rho(\text{воздух})} = \frac{0,034 \text{ g/m}^3}{1200 \text{ g/m}^3} = 2,8 \cdot 10^{-5} = 2,8 \cdot 10^{-3} \%$$

$$w(\text{NH}_3; \text{воздух}) = 2,8 \cdot 10^{-3} \%$$

**Врска меѓу количествена концентрација и масена концентрација**

$c \longleftrightarrow \gamma$

$$c(B) = \frac{\gamma(B)}{M(B)}$$

Треба да ја најдеме врската меѓу овие два израза:

$$c(B) = \frac{n(B)}{V(p-p)} \quad \text{и} \quad \gamma(B) = \frac{m(B)}{V(p-p)}$$

За таа цел, во изразот за количествена концентрација ќе замениме:

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

$$c(B) = \frac{m(B)}{M(B) \cdot V(p-p)}$$

Количникот од масата на растворената супстанца и волуменот на растворот претставува масена концентрација. Според тоа:

$$c(B) = \frac{\gamma(B)}{M(B)}$$

и

$$\gamma(B) = c(B) \cdot M(B)$$

**Пример 8.14.** Количествената концентрација на оксална киселина ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) во еден раствор изнесува  $0,55 \text{ mol/dm}^3$ . Определи ја масената концентрација на киселината и изрази ја во  $\text{g/cm}^3$ .

Дадено:

$$c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 0,55 \text{ mol/dm}^3$$

Се бара:

$$\gamma(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = ?$$

**Решение:**

Од изразот што ги поврзува овие две концентрации имаме:

$$\gamma(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot M(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 0,55 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 90 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 49,5 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3} =$$

$$= 4,95 \cdot 10^{-2} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\gamma(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 4,95 \cdot 10^{-2} \text{ g/cm}^3$$



**Пример 7.15.** Натриум тиосулфат ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) е добро растворлив во вода. На собна температура, масената концентрација на заситен раствор изнесува  $500 \text{ g/dm}^3$ . Пресметај ја количествената концентрација на натриумовите јони во заситениот раствор.

Дадено:

$$\gamma(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 500 \text{ g/dm}^3$$

Се бара:

$$c(\text{Na}^+) = ?$$

### Решение:

Од масената концентрација на натриум тиосулфатот може да ја најдеме количествената концентрација на натриум тиосулфат во растворот:

$$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{\gamma(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)} = \frac{500 \text{ g/dm}^3}{158 \text{ g/mol}} = 3,16 \text{ mol/dm}^3$$

За да ја најдеме количествената концентрација на натриумовите јони, тргнуваме од односот на количествата што произлегува од формулата на соединението:

$$\frac{n(\text{Na}^+)}{n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)} = \frac{2}{1}$$

$$n(\text{Na}^+) = 2 \cdot n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$$

Количеството може да го замениме со производот на концентрацијата и волуменот на растворот:

$$c(\text{Na}^+) \cdot V(\text{p-p}) = 2 \cdot c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{p-p})$$

Волумените може да се скратат (бидејќи се однесуваат на ист раствор):

$$c(\text{Na}^+) \cdot V(\text{p-p}) = 2 \cdot c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{p-p})$$

$$c(\text{Na}^+) = 2 \cdot c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 3,16 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 6,32 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$c(\text{Na}^+) = 6,32 \text{ mol/dm}^3$$

### Разредување раствори

Квантитативниот состав на еден раствор може да се промени или ако се промени количеството на растворената супстанца или ако се промени количеството на растворувачот. Кога се зголемува количеството на растворената супстанца во растворот во определен волумен раствор, велиме дека растворот се *концентрира*, а кога се намалува, велиме дека се *разредува*.

Концентрирањето на растворот може да се изврши или со додавање ново количество од растворената супстанца или со отстранување дел од растворувачот со испарување. Меѓутоа, кога станува збор за разредување некој раствор, веднаш е јасно дека тоа не може да го сториме со одземање дел од растворената супстанца од растворот, туку само со зголемување на количеството на растворувачот. Значи, при разредувањето на растворите се менува концентрацијата на растворената супстанца, но не се менува нејзиното количество. Затоа, може да напишеме:

$$n(\text{B})_1 = n(\text{B})_2$$

каде што со  $n_1(\text{B})$  е означено количеството растворена супстанца во појдовниот раствор, а со  $n_2(\text{B})$ , количеството растворена супстанца во растворот по разредувањето. Според тоа:

$$c(\text{B})_1 \cdot V(\text{p-p})_1 = c(\text{B})_2 \cdot V(\text{p-p})_2$$

При разредување раствори со долен индекс „1“ ги означуваме величините што се однесуваат на појдовниот (првиот раствор), а со долен индекс „2“ величините што се однесуваат на конечниот, т. е. разредениот раствор.

При разредувањето на конечниот волумен,  $V_2$  е:

$$V_2 = V_1 + V(\text{H}_2\text{O})$$

Ако количеството растворена супстанца не се менува, тогаш не се менува ниту нејзината маса. Според тоа:

$$m(B)_1 = m(B)_2$$

$$\gamma(B)_1 \cdot V(p-p)_1 = \gamma(B)_2 \cdot V(p-p)_2$$

При разредувањето на конечната маса,  $m_2$  е:

$$m_2 = m_1 + m(H_2O)$$

$$w(B)_1 \cdot m(p-p)_1 = w(B)_2 \cdot m(p-p)_2$$



Сл. 8.4. Раствор на калиум дихромат.



**Пример 8.16.** Концентрацијата на калиум дихромат во раствор со волумен  $500 \text{ cm}^3$  е  $1,2 \text{ mol/dm}^3$ . За изведување некој експеримент, потребен е раствор со концентрација на калиум дихромат од  $0,35 \text{ mol/dm}^3$ . Колкав волумен вода, изразен во  $\text{dm}^3$ , треба да се додаде за да се добие овој раствор?

Дадено:

$$V(p-p)_1 = 500 \text{ cm}^3$$

$$c(K_2Cr_2O_7)_1 = 1,2 \text{ mol/dm}^3$$

$$c(K_2Cr_2O_7)_2 = 0,35 \text{ mol/dm}^3$$

Се бара:

$$V(H_2O) = ?$$

**Решение:**

За да се најде волуменот на водата што треба да се додаде, прво треба да го најдеме волуменот на вториот раствор:

$$c(K_2Cr_2O_7)_1 \cdot V(p-p)_1 = c(K_2Cr_2O_7)_2 \cdot V(p-p)_2$$

$$V(p-p)_2 = \frac{c(K_2Cr_2O_7)_1 \cdot V(p-p)_1}{c(K_2Cr_2O_7)_2} = \frac{1,2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 500 \text{ cm}^3}{0,35 \text{ mol/dm}^3} = 1714,3 \text{ cm}^3$$

$$V(p-p)_2 = V(p-p)_1 + V(H_2O)$$

$$V(H_2O) = V(p-p)_2 - V(p-p)_1 = 1714,3 \text{ cm}^3 - 500 \text{ cm}^3 = 1214,3 \text{ cm}^3 = 1,2 \text{ dm}^3$$

$$V(H_2O) = 1,2 \text{ dm}^3$$



**Пример 8.17.** Колку милилитри раствор со  $c(H_2SO_4) = 18,0 \text{ mol/dm}^3$  треба да се додаде кон  $100 \text{ mL}$  вода за да се добие раствор со концентрација на  $H_2SO_4$  од  $5,00 \text{ mol/dm}^3$ ?

Дадено:

$$c(H_2SO_4)_1 = 18,0 \text{ mol/dm}^3$$

$$c(H_2SO_4)_2 = 5,00 \text{ mol/dm}^3$$

$$V(H_2O) = 100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L}$$

Се бара:

$$V(p-p)_1 = ?$$

**Решение:**

$$c(H_2SO_4)_1 \cdot V(p-p)_1 = c(H_2SO_4)_2 \cdot V(p-p)_2$$

За да го најдеме волуменот на поконцентрираниот раствор што треба да се земе за да се приготви поразредениот раствор, треба да го знаеме волуменот на разредениот раствор.

$$V(p-p)_2 = V(p-p)_1 + 0,100 \text{ L}$$

$$c(H_2SO_4)_1 \cdot V(p-p)_1 = c(H_2SO_4)_2 \cdot [V(p-p)_1 + 0,100 \text{ L}]$$

$$18,0 \text{ mol/L} \cdot V(p-p)_1 = 5,0 \text{ mol/L} \cdot [V(p-p)_1 + 0,100 \text{ L}]$$

$$18,0 \text{ mol/L} \cdot V(p-p)_1 = 5,0 \text{ mol/L} \cdot V(p-p)_1 + 0,500 \text{ mol}$$



$$13,0 \text{ mol/L} \cdot V(\text{p-p})_1 = 0,500 \text{ mol}$$

$$V(\text{p-p})_1 = \frac{0,500 \text{ mol}}{13,0 \frac{\text{mol}}{\text{L}}} = 0,03846 \text{ L} = 38,5 \text{ mL}$$

$$V(\text{p-p})_1 = 38,5 \text{ mL}$$



**Пример 8.18.** Раствор од  $\text{CrCl}_3$  со масен удел на солта од 22 %, волумен  $150 \text{ cm}^3$  и густина  $1,21 \text{ g/cm}^3$  е искористен за добивање на нов разреден раствор на  $\text{CrCl}_3$  во кој  $w(\text{CrCl}_3) = 15 \%$ . Пресметај ја масата на конечниот раствор.

Дадено:

$$w(\text{CrCl}_3)_1 = 22 \% = 0,22$$

$$\rho(\text{p-p})_1 = 1,21 \text{ g/cm}^3$$

$$V(\text{p-p})_1 = 150 \text{ cm}^3$$

$$w(\text{CrCl}_3)_2 = 15 \% = 0,15$$

Се бара:

$$m(\text{p-p})_2 = ?$$

**Решение:**

За да ја најдеме масата на разредениот раствор прво треба да ја најдеме масата на растворот пред разредувањето тргнувајќи од густината на растворот:

$$\rho(\text{p-p}) = \frac{m(\text{p-p})}{V(\text{p-p})}$$

$$m(\text{p-p}) = \rho(\text{p-p}) \cdot V(\text{p-p}) = 1,21 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 150 \text{ cm}^3 = 181,5 \text{ g}$$

Сега можеме да ја примениме формулата за разредување на раствори и од неа да ја пресметаме масата на вториот раствор:

$$w(\text{CrCl}_3)_1 \cdot m(\text{p-p})_1 = w(\text{CrCl}_3)_2 \cdot m(\text{p-p})_2$$

$$m(\text{p-p})_2 = \frac{w(\text{CrCl}_3)_1 \cdot m(\text{p-p})_1}{w(\text{CrCl}_3)_2} = \frac{0,22 \cdot 181,5 \text{ g}}{0,15} = 266,2 \text{ g}$$

$$m(\text{p-p})_2 = 266,2 \text{ g}$$



**Пример 8.19.** Калиумот е главен интрацелуларен катјон во организмот на човекот. Колку ќе изнесува масената концентрација на  $\text{K}^+$  јоните во раствор добиен со додавање  $50 \text{ mL}$  вода во  $100 \text{ mL}$  раствор со масена концентрација на калиумовите јони од  $1,2 \text{ g/L}$ ?

Дадено:

$$\gamma(\text{K}^+)_1 = 1,2 \text{ g/L}$$

$$V(\text{p-p})_1 = 50 \text{ mL} = 0,05 \text{ L}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L}$$

Се бара:

$$\gamma(\text{K}^+)_2 = ?$$

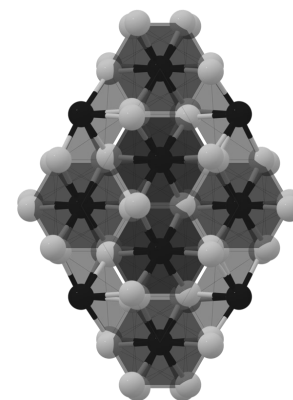
**Решение:**

$$V(\text{p-p})_2 = V(\text{p-p})_1 + V(\text{H}_2\text{O}) = 0,05 \text{ L} + 0,1 \text{ L} = 0,15 \text{ L}$$

$$\gamma(\text{K}^+)_1 \cdot V(\text{p-p})_1 = \gamma(\text{K}^+)_2 \cdot V(\text{p-p})_2$$

$$\gamma(\text{K}^+)_2 = \frac{\gamma(\text{K}^+)_1 \cdot V(\text{p-p})_1}{V(\text{p-p})_2} = \frac{1,2 \text{ g/L} \cdot 0,05 \text{ L}}{0,15 \text{ L}} = 0,4 \text{ g/L}$$

$$\gamma(\text{K}^+)_2 = 0,4 \text{ g/L}$$



Сл. 8.5. Кристална структура на  $\text{CrCl}_3$ .

Калиумот во човечкото тело главно се наоѓа внатре во клетките, т. е. 98 % од калиумот е во клетките и неговата концентрација е  $140\text{-}150 \text{ mmol/L}$ .

### Мешање раствори

При мешање два или повеќе раствори се добива раствор што има квантитативен состав различен од појдовните раствори. Доколку се мешаат раствори што имаат ист квалитативен состав (кои содржат исти растворени супстанции), вкупното количество растворена супстанца ќе биде збир од количествата на растворената супстанца во појдовните раствори.

$$n(B)_1 + n(B)_2 = n(B)_3$$

или

$$c(B)_1 \cdot V(p-p)_1 + c(B)_2 \cdot V(p-p)_2 = c(B)_3 \cdot V(p-p)_3$$

$$m(B)_1 + m(B)_2 = m(B)_3$$

или

$$\gamma(B)_1 \cdot V(p-p)_1 + \gamma(B)_2 \cdot V(p-p)_2 = \gamma(B)_3 \cdot V(p-p)_3$$

$$w(B)_1 \cdot m(p-p)_1 + w(B)_2 \cdot m(p-p)_2 = w(B)_3 \cdot m(p-p)_3$$

При мешање раствори, конечниот волумен,  $V_3$  е:

$$V_3 = V_1 + V_2 \text{ и}$$

масата,  $m_3$  е:

$$m_3 = m_1 + m_2$$

Се разбира, доколку се мешаат раствори од различни супстанции во кои нема исти видови честички, не може да ги применуваме овие изрази (не може да собираме баби и жаби!).



**Пример 8.20.** Во лабораторија, студентот нашол две шишиња со раствор на  $\text{AgNO}_3$ . Од двата раствори имало останато мали волумени што не му биле доволни за да го изведе експеримент. Тој одлучил да ги измеша растворите и да работи со конечниот раствор. Масената концентрација на растворите биле  $15,2 \text{ g/dm}^3$  и  $20,3 \text{ g/dm}^3$ , а нивните волумени  $75 \text{ cm}^3$  и  $123 \text{ cm}^3$ , соодветно. Пресметај ги масената и количествената концентрација на сребро нитратот во конечниот растворот што го добил студентот.

Дадено

$$\gamma(\text{AgNO}_3)_1 = 15,2 \text{ g/dm}^3$$

$$\gamma(\text{AgNO}_3)_2 = 20,3 \text{ g/dm}^3$$

$$V(p-p)_1 = 75 \text{ cm}^3 = 0,075 \text{ dm}^3$$

$$V(p-p)_2 = 123 \text{ cm}^3 = 0,123 \text{ dm}^3$$

Се бара

$$\gamma(\text{AgNO}_3)_3 = ?$$

$$c(\text{AgNO}_3)_3 = ?$$

**Решение:**

За да ја определиме масената концентрација на сребро нитратот, во конечниот раствор го користиме погоре изведениот израз:

$$\gamma(\text{AgNO}_3)_1 \cdot V(p-p)_1 + \gamma(\text{AgNO}_3)_2 \cdot V(p-p)_2 = \gamma(\text{AgNO}_3)_3 \cdot V(p-p)_3$$

$$\gamma(\text{AgNO}_3)_3 = \frac{\gamma(\text{AgNO}_3)_1 \cdot V(p-p)_1 + \gamma(\text{AgNO}_3)_2 \cdot V(p-p)_2}{V(p-p)_3}$$

$$\gamma(\text{AgNO}_3)_3 = \frac{\gamma(\text{AgNO}_3)_1 \cdot V(p-p)_1 + \gamma(\text{AgNO}_3)_2 \cdot V(p-p)_2}{V(p-p)_1 + V(p-p)_2}$$

$$\gamma(\text{AgNO}_3)_3 = \frac{15,2 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3} \cdot 0,075 \text{ dm}^3 + 20,3 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3} \cdot 0,123 \text{ dm}^3}{0,075 \text{ dm}^3 + 0,123 \text{ dm}^3} = 18,4 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3}$$

Количествената концентрација ја наоѓаме од изразот што ги поврзува  $c$  и  $\gamma$ :

$$c(\text{AgNO}_3) = \frac{\gamma(\text{AgNO}_3)}{M(\text{AgNO}_3)} = \frac{18,4 \text{ g/dm}^3}{169,9 \text{ g/mol}} = 0,11 \text{ mol/dm}^3$$

$$\gamma(\text{AgNO}_3)_3 = 18,4 \text{ g/dm}^3, \quad c(\text{AgNO}_3) = 0,11 \text{ mol/dm}^3$$

Во лабораторија, растворите на сребро нитрат се чуваат во темни шишиња. Ова е поради тоа што под влијание на светлина може да дојде до распаѓање на  $\text{AgNO}_3$ .



Сл. 8.6. Темно лабораториско шише.



**Пример 8.21.** За два раствора на калциум хлорид познати се следниве податоци. Првиот раствор има масен удел на калциум хлоридот 12 % и густина 1,09 g/mL. Вториот раствор е добиен со растворање 15,6 g CaCl<sub>2</sub> во 400 mL вода. Колкав волумен од овие раствори треба да се земе за да се добие раствор со концентрација на хлоридните јони 1,55 mol/dm<sup>3</sup> и волумен 550 mL?

Дадено:

$$w(\text{CaCl}_2)_1 = 12 \%$$

$$\rho(\text{p-p})_1 = 1,09 \text{ g/mL}$$

$$m(\text{CaCl}_2)_2 = 15,6 \text{ g}$$

$$V(\text{p-p})_2 = 400 \text{ mL} = 0,4 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{Cl}^-)_3 = 1,55 \text{ mol/dm}^3$$

Се бара:

$$V(\text{p-p})_1 = ?$$

$$V(\text{p-p})_2 = ?$$

### Решение:

За да може да ја примениме равенката за мешање раствори, прво треба составот на растворите да го изразиме во иста величина и тој треба да се однесува на ист хемиски вид.

За првиот раствор ја наоѓаме концентрацијата на хлоридните јони тргнувајќи од количествената концентрација на растворот:

$$c(\text{CaCl}_2)_1 = \frac{w(\text{CaCl}_2) \cdot \rho(\text{p-p})}{M(\text{CaCl}_2)} = \frac{0,12 \cdot 1,09 \frac{\text{g}}{\text{mL}}}{111,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,0012 \frac{\text{mol}}{\text{mL}} = 1,2 \text{ mol/dm}^3$$

$$\frac{n(\text{Cl}^-)}{n(\text{CaCl}_2)} = \frac{2}{1}$$

$$n(\text{Cl}^-) = 2 \cdot n(\text{CaCl}_2)$$

$$c(\text{Cl}^-)_1 \cdot V(\text{p-p})_1 = 2 \cdot c(\text{CaCl}_2)_1 \cdot V(\text{p-p})_1$$

$$c(\text{Cl}^-)_1 = 2 \cdot c(\text{CaCl}_2)_1$$

$$c(\text{Cl}^-)_1 = 2 \cdot 1,2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 2,4 \text{ mol/dm}^3$$

Количествената концентрација на хлоридните јони во вториот раствор ја наоѓаме од масата на CaCl<sub>2</sub>:

$$n(\text{CaCl}_2)_2 = \frac{m(\text{CaCl}_2)_2}{M(\text{CaCl}_2)} = \frac{15,6 \text{ g}}{111,1 \text{ g/mol}} = 0,14 \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{Cl}^-)}{n(\text{CaCl}_2)} = \frac{2}{1}$$

$$n(\text{Cl}^-)_2 = 2 \cdot n(\text{CaCl}_2)_2 = 2 \cdot 0,14 \text{ mol} = 0,28 \text{ mol}$$

$$c(\text{Cl}^-)_2 = \frac{n(\text{Cl}^-)_2}{V(\text{p-p})_2} = \frac{0,28 \text{ mol}}{0,4 \text{ dm}^3} = 0,7 \text{ mol/dm}^3$$

Сега може да ја примениме формулата за мешање раствори:

$$c(\text{Cl}^-)_1 \cdot V(\text{p-p})_1 + c(\text{Cl}^-)_2 \cdot V(\text{p-p})_2 = c(\text{Cl}^-)_3 \cdot V(\text{p-p})_3$$

$$V(\text{p-p})_3 = V(\text{p-p})_1 + V(\text{p-p})_2$$

За да стигнеме до волумените на двата раствори, треба да го решиме добиениот систем од две равенки со две непознати:

$$V(\text{p-p})_1 + V(\text{p-p})_2 = 0,55 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{Cl}^-)_1 \cdot V(\text{p-p})_1 + c(\text{Cl}^-)_2 \cdot V(\text{p-p})_2 = c(\text{Cl}^-)_3 \cdot 0,55 \text{ dm}^3$$

$$V(p-p)_1 = 0,55 \text{ dm}^3 - V(p-p)_2$$

$$c(\text{Cl}^-)_1 \cdot (0,55 \text{ dm}^3 - V(p-p)_2) + c(\text{Cl}^-)_2 \cdot V(p-p)_2 = c(\text{Cl}^-)_3 \cdot 0,55 \text{ dm}^3$$

$$0,55 \text{ dm}^3 \cdot 2,4 \text{ mol/dm}^3 - 2,4 \text{ mol/dm}^3 \cdot V(p-p)_2 + 0,7 \text{ mol/dm}^3 \cdot V(p-p)_2 = 1,55 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,55 \text{ dm}^3$$

$$1,32 \text{ mol} - 2,4 \text{ mol/dm}^3 \cdot V(p-p)_2 + 0,7 \text{ mol/dm}^3 \cdot V(p-p)_2 = 0,8525 \text{ mol}$$

$$-2,4 \text{ mol/dm}^3 \cdot V(p-p)_2 + 0,7 \text{ mol/dm}^3 \cdot V(p-p)_2 = 0,8525 \text{ mol} - 1,32 \text{ mol}$$

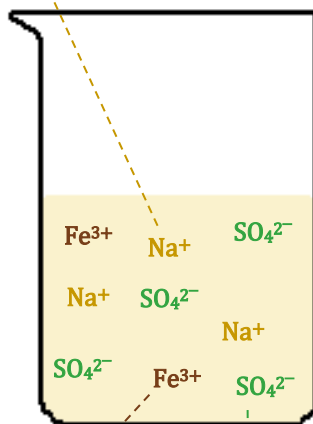
$$-1,7 \text{ mol/dm}^3 \cdot V(p-p)_2 = -0,4675 \text{ mol}$$

$$V(p-p)_2 = \frac{-0,4675 \text{ mol}}{-1,7 \text{ mol/dm}^3} = 0,275 \text{ dm}^3 = 275 \text{ mL}$$

$$V(p-p)_1 = 0,55 \text{ dm}^3 - 0,275 \text{ dm}^3 = 0,275 \text{ dm}^3 = 275 \text{ mL}$$

$$V(p-p)_1 = 275 \text{ mL} \text{ и } V(p-p)_2 = 275 \text{ mL}$$

Na<sup>+</sup> јоните во  
конечниот раствор  
потекнуваат **само** од  
Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>



Fe<sup>3+</sup> јоните во  
конечниот раствор  
потекнуваат **само**  
од Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>

SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> јоните во  
конечниот раствор  
потекнуваат од  
**двете супстанции**,  
Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Сл. 8.7. Илустрација на  
растворот добиен во  
примерот 8.22.



**Пример 8.22.** Измешани се 200 mL раствор од железо(III) сулфат со  $c[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3] = 0,1 \text{ mol/dm}^3$  со 300 mL раствор на натриум сулфат со  $c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,2 \text{ mol/dm}^3$ . Колку изнесува концентрација на Fe<sup>3+</sup>, Na<sup>+</sup> и SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> јоните во растворот добиен со мешање?

Дадено:

$$V[\text{p-p Fe}_2(\text{SO}_4)_3] = 200 \text{ mL} = 0,2 \text{ dm}^3$$

$$c[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3] = 0,1 \text{ mol/dm}^3$$

$$V[\text{p-p Na}_2\text{SO}_4] = 300 \text{ mL} = 0,3 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,2 \text{ mol/dm}^3$$

Се бара:

$$c(\text{Fe}^{3+}) = ?$$

$$c(\text{Na}^+) = ?$$

$$c(\text{SO}_4^{2-}) = ?$$

Решение:

Железо(III) сулфат и натриум сулфат се силни електролити и во водни раствори тие се целосно дисоцирани на јони. Но, Fe<sup>3+</sup> јоните во конечниот раствор ќе потекнуваат само од железо(III) сулфат, додека, пак, Na<sup>+</sup> јоните само од натриум сулфат. Затоа, кога ќе се измешаат двата раствора, концентрациите на Fe<sup>3+</sup> и Na<sup>+</sup> јоните ќе се намалат поради тоа што се зголемил волуменот на растворот и нивните концентрации ќе ги пресметаме според изразот за разредување раствори.

$$V(\text{вкупен}) = V[\text{p-p Fe}_2(\text{SO}_4)_3] + V[\text{p-p Na}_2\text{SO}_4] = 0,2 \text{ dm}^3 + 0,3 \text{ dm}^3 = 0,5 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{Fe}^{3+})_1 \cdot V[\text{p-p Fe}_2(\text{SO}_4)_3] = c(\text{Fe}^{3+})_2 \cdot V(\text{вкупен})$$

$$c(\text{Fe}^{3+}) = 2 \cdot c[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3] = 2 \cdot 0,1 \text{ mol/dm}^3 = 0,2 \text{ mol/dm}^3$$

$$0,2 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,2 \text{ dm}^3 = c(\text{Fe}^{3+})_2 \cdot 0,5 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{Fe}^{3+})_2 = 0,08 \text{ mol/dm}^3$$

$$c(\text{Na}^+)_1 \cdot V[\text{p-p Na}_2\text{SO}_4] = c(\text{Na}^+)_2 \cdot V(\text{вкупен})$$

$$c(\text{Na}^+)_1 = 2 \cdot c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 0,2 \text{ mol/dm}^3 = 0,4 \text{ mol/dm}^3$$

$$0,4 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,3 \text{ dm}^3 = c(\text{Na}^+)_2 \cdot 0,5 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{Na}^+)_2 = 0,24 \text{ mol/dm}^3$$

Сулфатни јони, пак, во конечниот раствор ќе се добијат од двете супстанции. Затоа, за нив ќе го примениме изразот за мешање раствори.

$$c(\text{SO}_4^{2-})_1 \cdot V[\text{p-p Fe}_2(\text{SO}_4)_3] + c(\text{SO}_4^{2-})_2 \cdot V[\text{p-p Na}_2\text{SO}_4] = c(\text{SO}_4^{2-})_3 \cdot V(\text{вкупен})$$

$$c(\text{SO}_4^{2-})_1 = 3 \cdot c[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3] = 3 \cdot 0,1 \text{ mol/dm}^3 = 0,3 \text{ mol/dm}^3$$

$$c(\text{SO}_4^{2-})_2 = c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,2 \text{ mol/dm}^3$$

$$0,3 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,2 \text{ dm}^3 + 0,2 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,3 \text{ dm}^3 = c(\text{SO}_4^{2-})_3 \cdot 0,5 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{SO}_4^{2-})_3 = 0,24 \text{ mol/dm}^3$$

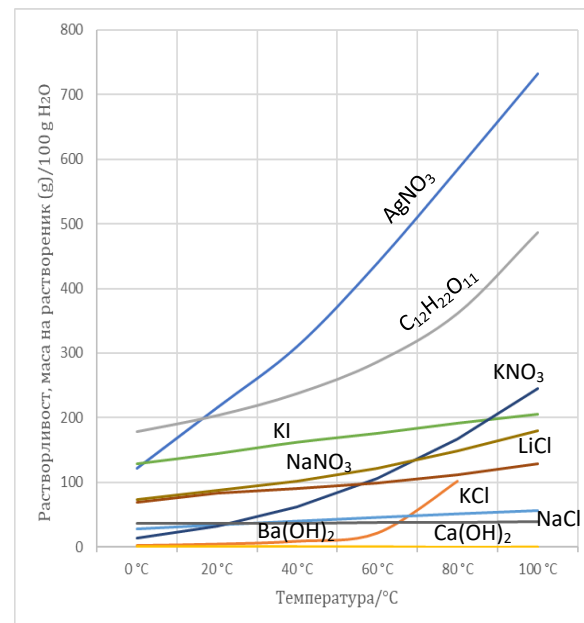
$$c(\text{Fe}^{3+}) = 0,08 \text{ mol/dm}^3; c(\text{Na}^+) = 0,24 \text{ mol/dm}^3; c(\text{SO}_4^{2-})_3 = 0,24 \text{ mol/dm}^3$$

## Растворливост

Различни супстанции при иста температура различно се растворуваат во исто количество растворувач. Во поглед на тоа колкаво количество од растворената супстанца е растворено во определено количество растворувач, на определена температура, се разликуваат три типа раствори: **заситен**, **незаситен** и **презаситен раствор**. **Заситен раствор** е таков раствор кај кој, на определена температура, во определено количество растворувач е растворено максимално можно количество од растворениот. Меѓу заситениот раствор и нерастворениот раствореник во цврста фаза постои **динамичка рамнотежа**. Ова значи дека брзината на кристализација на растворената супстанца е еднаква со брзината на нејзиното растворување. Квантитативниот состав на заситените раствори е од посебно значење, бидејќи со него се дефинира величината **растворливост**.

**Концентрацијата на растворената супстанца во заситен раствор, на определена температура, се нарекува растворливост и се бележи со  $s$ .**

Освен преку концентрација, растворливоста може да се изрази и со другите величини за изразување на квантитативниот состав на растворите. Честопати растворливоста се изразува и како масен однос, т. е. како маса на растворениот во 100 грама од растворувачот. Овој масен однос понекогаш се нарекува **коэффициент на растворливост**.



Сл. 8.8. Графички приказ на зависноста на растворливоста од температурата. Добиените криви се нарекуваат криви на растворливост.

**Пример 8.23.** Масениот удел на заситен раствор од калиум нитрат на 20 °C изнесува 24 %. Изрази ја растворливоста на калиум нитрат на 20 °C како масен однос на растворена супстанца во 100 g вода.

Дадено:

Се бара:

$$w(\text{KNO}_3; \text{раствор}) = 24 \% \quad m(\text{KNO}_3)/100 \text{ g H}_2\text{O}$$

**Решение:**

Податокот за масениот удел на калиум нитрат во растворот ни покажува дека во 100 g раствор има 24 g KNO<sub>3</sub>. Според тоа, масата на водата во растворот изнесува 100 g - 24 g = 76 g. Во 76 g вода може да се растворот 24 g KNO<sub>3</sub>, а масата на KNO<sub>3</sub> што ќе се раствори во 100 g вода е:

$$\frac{24 \text{ g KNO}_3}{76 \text{ g H}_2\text{O}} = \frac{m(\text{KNO}_3)}{100 \text{ g H}_2\text{O}} \Rightarrow m(\text{KNO}_3) = \frac{24 \text{ g KNO}_3 \cdot 100 \text{ g H}_2\text{O}}{76 \text{ g H}_2\text{O}} = 31,6 \text{ g}$$

$$m(\text{KNO}_3)/100 \text{ g H}_2\text{O} = 31,6 \text{ g KNO}_3/100 \text{ g H}_2\text{O} \text{ (на } 20 \text{ }^\circ\text{C)}$$

**Пример 8.24.** Молалноста на заситен раствор од сахароза, на 0 °C, изнесува 5,23 mol/kg. Изрази ја растворливоста на сахароза на 0 °C како масен однос на сахароза во 100 g вода.

Дадено:

Се бара:

$$b(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 5,23 \text{ mol/kg} \quad m(\text{сахароза})/100 \text{ g H}_2\text{O}$$

**Решение:**

Од податокот за молалноста на сахароза ќе ја пресметаме масата што е присутна во растворот.

$$b(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = \frac{n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})}{m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})}{M(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) \cdot m(\text{H}_2\text{O})}$$

$$m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = b(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) \cdot M(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) \cdot m(\text{H}_2\text{O})$$

$$m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 5,23 \text{ mol kg}^{-1} \cdot 342,3 \text{ g mol}^{-1} \cdot 1 \text{ kg} = 1790 \text{ g}$$

Ова е маса на сахароза растворена во 1 kg (1000 g) вода, а во 100 g вода ќе се раствори 10 пати помала маса, односно 179 g.

$$m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})/100 \text{ g H}_2\text{O} = 179 \text{ g C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}/100 \text{ g H}_2\text{O} \text{ (на } 0 \text{ }^\circ\text{C)}$$



**Пример 8.25.** Растворањето на безводниот калциум хромат во вода е егзотермен процес. Така, масениот удел на калциум хромат во заситен раствор на 100 °C изнесува  $w = 0,03$ , а на 0 °C,  $w = 0,12$ . Колку грама калциум хромат ќе се исталожат ако 500 g заситен раствор на 0 °C се загреат на 100 °C (под претпоставка дека водата не испарува)?

Дадено:

Се бара:

$$w(\text{CaCrO}_4; \text{раствор})_{100\text{ }^\circ\text{C}} = 0,03$$

$$m(\text{CaCrO}_4)_{\text{исталожена}} = ?$$

$$w(\text{CaCrO}_4; \text{раствор})_{0\text{ }^\circ\text{C}} = 0,12$$

**Решение:**

Најпрво треба да ја најдеме масата на  $\text{CaCrO}_4$  во приготвениот раствор на 0 °C, како и масата на водата во растворот.

$$m(\text{CaCrO}_4)_{0\text{ }^\circ\text{C}} = w(\text{CaCrO}_4; \text{p-p})_{0\text{ }^\circ\text{C}} \cdot m(\text{p-p}) = 0,12 \cdot 500 \text{ g} = 60 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 500 \text{ g} - 60 \text{ g} = 440 \text{ g}$$

Потоа треба да пресметаме колкава маса  $\text{CaCrO}_4$  ќе се раствори во овие 440 g вода на 0 °C, знаејќи го масениот удел на заситен раствор на 0 °C.

$$w(\text{CaCrO}_4; \text{p-p})_{100\text{ }^\circ\text{C}} = \frac{m(\text{CaCrO}_4)_{100\text{ }^\circ\text{C}}}{m(\text{CaCrO}_4)_{100\text{ }^\circ\text{C}} + m(\text{H}_2\text{O})}$$

$$0,03 = \frac{m(\text{CaCrO}_4)_{100\text{ }^\circ\text{C}}}{m(\text{CaCrO}_4)_{100\text{ }^\circ\text{C}} + 440 \text{ g}}$$

$$0,03 \cdot m(\text{CaCrO}_4)_{100\text{ }^\circ\text{C}} + 13,2 \text{ g} = m(\text{CaCrO}_4)_{100\text{ }^\circ\text{C}}$$

$$13,2 \text{ g} = 0,97 \cdot m(\text{CaCrO}_4)_{100\text{ }^\circ\text{C}}$$

$$m(\text{CaCrO}_4)_{100\text{ }^\circ\text{C}} = 13,6 \text{ g}$$

Масата од калциум хромат што ќе се исталожи при загревање на растворот, ќе ја пресметаме како разлика од масите на калциум хромат растворени на 0 °C и на 100 °C.

$$m(\text{CaCrO}_4)_{\text{исталожена}} = m(\text{CaCrO}_4)_{0\text{ }^\circ\text{C}} - m(\text{CaCrO}_4)_{100\text{ }^\circ\text{C}} = 60 \text{ g} - 13,6 \text{ g} = 46,4 \text{ g}$$

$$m(\text{CaCrO}_4)_{\text{исталожена}} = 46,4 \text{ g}$$

Најголем број хемиски реакции, всушност, се одвиваат во раствори. Затоа, тука ќе дадеме неколку примери за пресметувања врз основа на хемиски равенки за реакции во кои се вклучени раствори.



**Пример 8.26.** Проба од 4,36 g од некој непознат хидроксид на алкален метал е растворена во 100 mL вода, а потоа растворот е неутрализиран со 17,0 mL раствор од HCl со концентрација 2,5 mol/L. Кој е непознатиот хидроксид?

Дадено:

Се бара:

$$m(\text{MOH}) = 4,36 \text{ g}$$

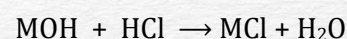
$$\text{MOH} = ?$$

$$V(\text{p-p HCl}) = 17,0 \text{ mL} = 0,017 \text{ L}$$

$$c(\text{HCl}) = 2,5 \text{ mol/L}$$

**Решение:**

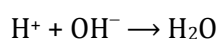
Најпрво ќе ја напишеме равенката на реакцијата, а потоа ќе го пресметаме количеството на HCl потрошено за реакција со непознатиот хидроксид.



$$n(\text{HCl}) = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{p-p}) = 2,5 \text{ mol/L} \cdot 0,017 \text{ L} = 0,0425 \text{ mol}$$

$$n(\text{MOH}) = n(\text{HCl}) = 0,0425 \text{ mol}$$

Ефективната јонска равенка на реакцијата на неутрализација е:



Од масата на непознатиот хидроксид и пресметаното количество може да ја пресметаме моларната маса на хидроксидот.

$$M(\text{MOH}) = \frac{m(\text{MOH})}{n(\text{MOH})} = \frac{4,36 \text{ g}}{0,0425 \text{ mol}} = 102,6 \text{ g/mol}$$

Релативната атомска маса на металот во непознатиот хидроксид ќе ја најдеме од пресметаната моларната маса на MOH, чија бројна вредност е еднаква на релативната молекулска маса на MOH.

$$M_r(\text{MOH}) = A_r(\text{M}) + A_r(\text{H}) + A_r(\text{O})$$

$$102,6 = A_r(\text{M}) + 1,01 + 16$$

$$A_r(\text{M}) = 102,6 - 17,1 = 85,5$$

Релативната атомска маса од 85,5 има алкалниот метал рубидиум. Според тоа, непознатиот хидроксид е **RbOH**.



Сл. 8.9. Соединенијата на рубидиум се користат во огномети за да се добие виолетова боја.

**Пример 8.27.** Раствор од бариум хидроксид со волумен од 125 mL е измешан со 75 mL раствор од HCl со концентрација 0,102 mol/L. Добиениот раствор бил сè уште базен, па за целосна неутрализација на растворот се додадени уште 35 mL раствор од HCl со концентрација 0,012 mol/L. Колкава била концентрацијата на Ba(OH)<sub>2</sub> во растворот?

Дадено:

$$V(\text{p-p Ba(OH)}_2) = 125 \text{ mL} = 0,125 \text{ L}$$

$$V(\text{p-p HCl})_1 = 75,0 \text{ mL} = 0,0750 \text{ L}$$

$$c(\text{HCl})_1 = 0,102 \text{ mol/L}$$

$$V(\text{p-p HCl})_2 = 35,0 \text{ mL} = 0,0350 \text{ L}$$

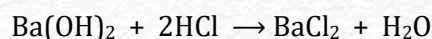
$$c(\text{HCl})_2 = 0,012 \text{ mol/L}$$

Се бара:

$$c[\text{Ba(OH)}_2] = ?$$

**Решение:**

Ја пишуваме и ја израмнуваме равенката на реакцијата.



Вкупното количество потрошена HCl за неутрализација на Ba(OH)<sub>2</sub> е збир од количествата на двете употребени киселини.

$$n(\text{HCl})_{\text{вкупно}} = c(\text{HCl})_1 \cdot V(\text{p-p})_1 + c(\text{HCl})_2 \cdot V(\text{p-p})_2 = 0,102 \text{ mol/L} \cdot 0,075 \text{ L} + 0,012 \text{ mol/L} \cdot 0,035 \text{ L} = 0,00807 \text{ mol} = 8,07 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Го пресметуваме количеството на бариум хидроксид што изреагирало со вкупното количество HCl.

$$n[\text{Ba(OH)}_2] = \frac{1}{2} \cdot n(\text{HCl}) = \frac{1}{2} \cdot 8,07 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 4,035 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Ја пресметуваме концентрацијата на бариум хидроксид во 0,125 L раствор.

$$c[\text{Ba(OH)}_2] = \frac{n[\text{Ba(OH)}_2]}{V(\text{p-p})} = \frac{4,035 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,125 \text{ L}} = 32,28 \cdot 10^{-3} = 3,23 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$c[\text{Ba(OH)}_2] = 3,23 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

**Пример 8.28.** Еден пестицид со маса од 1,22 g содржи арсен. За да се определи масениот удел на арсенот во пестицидот, најпрво арсенот, со соодветен хемиски третман, е преведен во арсенат (AsO<sub>4</sub><sup>3-</sup>). Потоа, арсенатот е исталожен како Ag<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub>, при што се потрошиле 25,0 mL раствор што содржи сребрени јони со концентрација 0,102 mol/L. Колку изнесува масениот удел на арсенот во пестицидот.

Дадено:

$$m(\text{пестицид}) = 1,22 \text{ g}$$

$$V(\text{p-p Ag}^+) = 25,0 \text{ mL} = 0,0250 \text{ L}$$

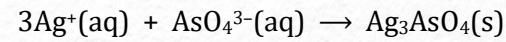
$$c(\text{Ag}^+) = 0,102 \text{ mol/L}$$

Се бара:

$$w(\text{Ag}^+; \text{пестицид})$$

**Решение:**

Ќе ја напишеме и ќе ја израмниме ефективната јонска равенка на реакцијата:



Односот на количествата на арсенатни и сребрени јони е:

$$\frac{n(\text{AsO}_4^{3-})}{n(\text{Ag}^+)} = \frac{1}{3} \Rightarrow n(\text{AsO}_4^{3-}) = \frac{1}{3} \cdot n(\text{Ag}^+)$$

Количеството арсенатни јони, а оттаму и количеството арсен е:

$$n(\text{AsO}_4^{3-}) = \frac{1}{3} \cdot c(\text{Ag}^+) \cdot V(\text{p-p}) = \frac{1}{3} \cdot 0,102 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,0250 \text{ L} = 0,00085 \text{ mol} = 8,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n(\text{As}) = n(\text{AsO}_4^{3-}) = 8,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Масата на арсен е:

$$m(\text{As}) = 8,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 74,92 \text{ g/mol} = 0,0637 \text{ g}$$

Масениот удел на арсенот во пестицидот ќе го пресметаме од пресметаната маса арсен и масата на пестицидот.

$$w(\text{As}; \text{пестицид}) = \frac{m(\text{As})}{m(\text{пестицид})} = \frac{0,0637 \text{ g}}{1,22 \text{ g}} = 0,0522 = 5,22 \%$$

$$w(\text{As}; \text{пестицид}) = 5,22 \%$$



**Пример 8.29.** Бариум сулфатот е многу слабо растворлива супстанца во вода. Бариум сулфатот не се раствора во HCl, па затоа се користи при рендгенско снимање на желудникот. а) Колку изнесува процентниот принос ако при реакција на 35,0 mL раствор од бариум хлорид со концентрација 0,160 mol/dm<sup>3</sup> со 58,0 mL раствор од натриум сулфат со концентрација 0,065 mol/dm<sup>3</sup> се исталожиле 0,85 g BaSO<sub>4</sub>? б) Колку изнесува бројот на хлоридни јони во растворот?

Дадено:

$$V(\text{p-p BaCl}_2) = 35 \text{ mL} = 0,035 \text{ L}$$

$$c(\text{BaCl}_2) = 0,160 \text{ mol/L}$$

$$V(\text{p-p Na}_2\text{SO}_4) = 58,0 \text{ mL} = 0,058 \text{ L}$$

$$c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,065 \text{ mol/L}$$

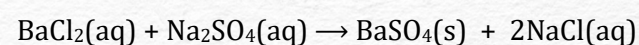
Се бара:

$$\text{а) процентен принос} = ?$$

$$\text{б) } N(\text{Cl}^-) = ?$$

**Решение:**

а) Ја пишуваме равенката на реакцијата.



Во задачата се дадени податоци од кои може да се пресметаат количествата на двата реактанти на почетокот на реакцијата, што значи дека станува збор за задача со лимитирачки реактант. Ги пресметуваме почетните количества на реактантите.

$$n(\text{BaCl}_2) = c(\text{BaCl}_2) \cdot V(\text{p-p BaCl}_2) = 0,160 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,035 \text{ dm}^3 = 0,0056 \text{ mol} = 5,6 \text{ mmol}$$

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = c(\text{Na}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,065 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,058 \text{ dm}^3 = 0,00377 \text{ mol} = 3,77 \text{ mmol}$$



Односот на количествата на  $\text{BaCl}_2$  и  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  е 1 : 1, што значи дека лимитирачкиот реактант е  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

Ја пресметуваме теоретската вредност (теоретски принос) за масата на исталожениот  $\text{BaSO}_4$ .

$$n(\text{BaSO}_4) = n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 3,77 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$m(\text{BaSO}_4) = 3,77 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 233,39 \text{ g/mol} = 0,88 \text{ g}$$

Го пресметуваме процентниот принос на реакцијата.

$$\text{Процентен принос} = \frac{m(\text{BaSO}_4)_{\text{експ.}}}{m(\text{BaSO}_4)_{\text{теор.}}} = \frac{0,85 \text{ g}}{0,88 \text{ g}} = 0,9659 = 96,59 \%$$

б) Хлоридните јони во растворот потекнуваат од образуваниот  $\text{NaCl}$ , како и од вишокот неизреагиран  $\text{BaCl}_2$ .

$$n(\text{NaCl}) = 2 \cdot n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 3,77 \text{ mmol} = 7,54 \text{ mmol}$$

$$n(\text{Cl}^-) = n(\text{NaCl}) = 7,54 \text{ mmol}$$

Го пресметуваме неизреагираното количество бариум хлорид, а потоа и количеството хлоридни јони.

$$n(\text{BaCl}_2)_{\text{неизр.}} = 5,6 \text{ mmol} - 3,77 \text{ mmol} = 1,83 \text{ mmol}$$

$$n(\text{Cl}^-) = 2 \cdot n(\text{BaCl}_2) = 2 \cdot 1,83 \text{ mmol} = 3,66 \text{ mmol}$$

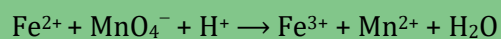
Го пресметуваме вкупното количество хлоридни јони, а потоа и нивниот број.

$$n(\text{Cl}^-)_{\text{вкупно}} = 7,54 \text{ mmol} + 3,66 \text{ mmol} = 11,2 \text{ mmol}$$

$$N(\text{Cl}^-) = 11,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 67,45 \cdot 10^{20} = 6,745 \cdot 10^{21}$$

$$\text{а) Процентен принос} = 96,59 \% \quad \text{б) } N(\text{Cl}^-) = 6,745 \cdot 10^{21}$$

**Пример 8.30.** Содржината на железо во хемоглобинот се определува така што со хемиски третман, хемоглобинот се расцепува на помали молекули и јони растворливи во вода, меѓу кои и  $\text{Fe}^{2+}$ . Потоа, растворот што содржи  $\text{Fe}^{2+}$  јони реагира со  $\text{KMnO}_4$  во кисела средина според следнава неизрамнета ефективна равенка на реакција:



При една анализа, земена е проба од 5,00 g хемоглобин, при што за целосна оксидација на  $\text{Fe}^{2+}$  јоните до  $\text{Fe}^{3+}$  јони се потрошиле 32,3 mL раствор од калиум перманганат со масена концентрација од 0,3319 g/dm<sup>3</sup>. Колку изнесува масениот удел на железото во хемоглобинот?

Дадено:

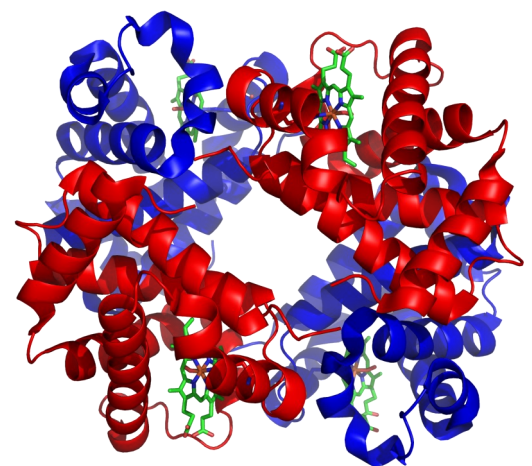
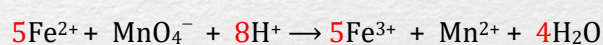
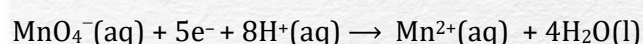
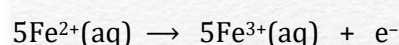
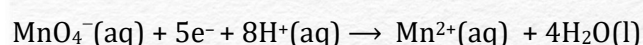
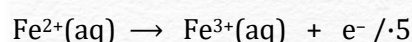
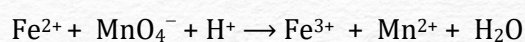
$$m(\text{хемоглобин}) = 5,00 \text{ g}$$

$$V(\text{p-p KMnO}_4) = 32,3 \text{ mL} = 0,0323 \text{ L}$$

$$\gamma(\text{KMnO}_4) = 0,3319 \text{ g/dm}^3$$

**Решение:**

Најпрво ќе ја израмниме равенката на реакцијата:



Сл. 8.10. Молекула на хемоглобин.

Потоа ќе поставиме однос на количествата на  $\text{Fe}^{2+}$  јоните и перманганатните јони, т. е.  $\text{KMnO}_4$ .

$$n(\text{Fe}^{2+}) = 5 \cdot n(\text{MnO}_4^-) = 5 \cdot n(\text{KMnO}_4)$$

За да го пресметаме количеството перманганатни јони како производ од  $c(\text{KMnO}_4)$  и волуменот на растворот, потребно е масената концентрација да ја претвориме во количествена концентрација.

$$c(\text{KMnO}_4) = \gamma(\text{KMnO}_4) \cdot M(\text{KMnO}_4) = 0,3319 \text{ g/dm}^3 \cdot 158,03 \text{ g/mol} = 0,0021 \text{ mol/dm}^3$$

Ќе го пресметаме количеството  $\text{Fe}^{2+}$  јони, а потоа и нивната маса.

$$n(\text{Fe}^{2+}) = 5 \cdot n(\text{KMnO}_4) = 5 \cdot c(\text{KMnO}_4) \cdot V(\text{p-p KMnO}_4) = 5 \cdot 0,0021 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,0323 \text{ L} = 3,395 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$m(\text{Fe}^{2+}) = n(\text{Fe}^{2+}) \cdot M(\text{Fe}^{2+}) = 3,395 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 55,85 \text{ g/mol} = 0,189 \text{ g}$$

Сега ќе го пресметаме масениот удел на железото во хемоглобинот.

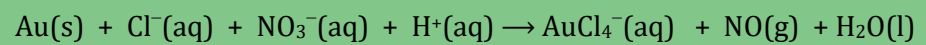
$$w(\text{Fe; хемоглобин}) = \frac{m(\text{Fe})}{m(\text{хемоглобин})} = \frac{0,189 \text{ g}}{5,00 \text{ g}} = 0,0038 = 0,38 \%$$

$w(\text{Fe;}$

$\text{хемоглобин}) = 0,38 \%$



**Пример 8.31.** Елементарното злато не се „раствора“ во киселини, но се „раствора“ (реагира!) единствено во *царска вода*, која е смеса од концентрирана  $\text{HCl}$  и концентрирана  $\text{HNO}_3$  во волуменски однос најмалку од 3 : 1. Неизрамнетата ефективна јонска равенка за оваа реакција е следнава:



а) Колкав волумен раствор на  $\text{HCl}$  со концентрација  $12 \text{ mol/dm}^3$  и колкав волумен раствор на  $\text{HNO}_3$  со концентрација  $16 \text{ mol/dm}^3$  се потребни за да изреагираат  $25,0 \text{ g}$  злато?

б) Колкав волумен  $\text{NO}$ , на притисок од  $1 \text{ atm}$  и температура од  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , ќе се ослободат при оваа реакција?

Дадено:

$$m(\text{Au}) = 25,0 \text{ g}$$

$$c(\text{HCl}) = 12,0 \text{ mol/dm}^3$$

$$c(\text{HNO}_3) = 16,0 \text{ mol/dm}^3$$

$$P = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$$

$$T = 25 \text{ }^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$$

Се бара:

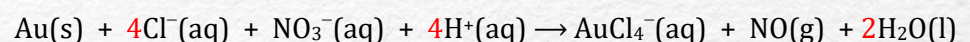
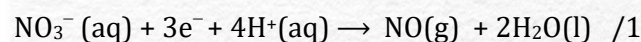
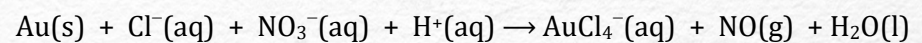
$$V(\text{p-p HNO}_3) = ?$$

$$V(\text{p-p HCl}) = ?$$

$$V(\text{NO}) = ?$$

**Решение:**

Најпрво треба да ја израмниме равенката на реакцијата.



Златото реагира (се оксидира) со нитратниот анјон од азотната киселина, па затоа треба да поставиме однос помеѓу количеството злато и количеството нитратни јони. Хлоридните јони служат за сврзување и стабилизација на  $\text{Au}^{3+}$  со образување комплексен анјон  $[\text{AuCl}_4]^-$ .

$$n(\text{Au}) = n(\text{NO}_3^-) = c(\text{NO}_3^-) \cdot V(\text{p-p})$$



Сл. 8.11. Растворање злато во царска вода.

Количеството изреагирано злато е:

$$n(\text{Au}) = \frac{m(\text{Au})}{M(\text{Au})} = \frac{25 \text{ g}}{196,97 \text{ g/mol}} = 0,127 \text{ mol}$$

$$n(\text{Au}) = n(\text{NO}_3^-) = 0,127 \text{ mol} = 12,0 \text{ mol/L} \cdot V(\text{p-p})$$

$$V(\text{p-p NO}_3^-) = \frac{n(\text{NO}_3^-)}{c(\text{NO}_3^-)} = \frac{0,127 \text{ mol}}{16,0 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}} = 0,0079 \text{ dm}^3 = 7,9 \text{ cm}^3$$

$$V(\text{p-p NO}_3^-) = V(\text{p-p HNO}_3) = 7,9 \text{ cm}^3$$

Односот на количествата на хлоридните јони и нитратните јони (т. е. на HCl и HNO<sub>3</sub>) е:

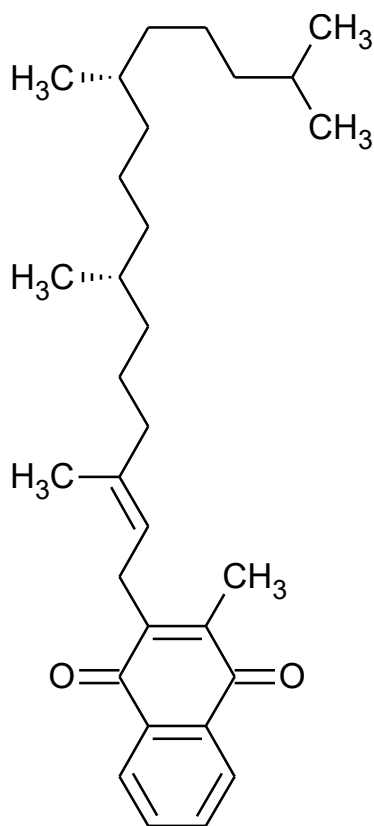
$$n(\text{HCl}) = 4 \cdot n(\text{HNO}_3) = 4 \cdot 0,127 \text{ mol} = 0,508 \text{ mol}$$

$$V(\text{p-p HCl}) = \frac{n(\text{HCl})}{c(\text{HNO}_2)} = \frac{0,508 \text{ mol}}{12,0 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}} = 0,042 \text{ dm}^3 = 42 \text{ cm}^3$$

б) Според израмнетата равенка на реакција,  $n(\text{NO}) = n(\text{Au})$ . Количеството злато го пресметавме претходно и тоа изнесува 0,127 mol. Волуменот на издвоениот NO ќе го пресметаме според Клапејроновата равенка.

$$V(\text{NO}) = \frac{n(\text{NO}) \cdot R \cdot T}{P} = \frac{0,127 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ Pa m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 298 \text{ K}}{101325 \text{ Pa}} = 0,0031 \text{ m}^3 = 3,1 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{p-p HNO}_3) = 7,9 \text{ mL} \text{ и } V(\text{p-p HCl}) = 42 \text{ mL} \quad \text{б) } V(\text{NO}) = 3,1 \text{ dm}^3$$

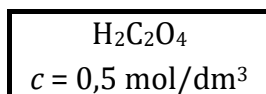


Сл. 8.12. Структурна формула на витамин K<sub>1</sub>.

### Задачи:

1. Глицинот е наједноставната аминокиселина што влегува во состав на различни протеини. Колку изнесува концентрацијата на глицин во раствор што содржи 0,715 mol глицин во 495 mL раствор?
2. Витаминот K<sub>1</sub> најмногу го има во зеленчуците. Тој спаѓа во витамините растворливи во масла и игра важна улога во процесот на коагулација на крвта. Ако во 1,048 g бензен се растворени 55,8 mg витамин K<sub>1</sub>, колкав е масениот удел на витаминот во растворот?
3. Растворот од калиум тиоцијанат (KSCN) се користи за докажување на Fe<sup>3+</sup> јоните, бидејќи со тиоцијанатните (SCN<sup>-</sup>) јони образува соединение со црвено обојување. Колкава маса од ова соединение треба да земеме за да приготвиме еден литар раствор во кој концентрацијата на калиум тиоцијанат е 0,2 mol/dm<sup>3</sup>?
4. Во лабораторија треба да се приготви раствор од бариум хидроксид [Ba(OH)<sub>2</sub>] со концентрација 0,75 mol/L и волумен 500 cm<sup>3</sup>. Колкава маса цврст бариум хидроксид треба да се измери за да се добие раствор со посакуваната концентрација?
5. Колку грама аспирин се содржат во 50,0 mL раствор со концентрација на аспирилот во растворот 0,05 mol/dm<sup>3</sup>?
6. Една чаша кафе се прави со приближно 9,0 g сомлени зрна кафе. Масениот удел на кофеинот во кафето е околу 5 %. Вообичаено, волуменот на кафето што се служи е 150 mL. Пресметај ја масената концентрација на кофеинот во една чаша кафе.
7. Јодната тинктура претставува раствор на јод во етанол што се користи за дезинфекција на рани. Колку изнесува концентрацијата на јодот во јодната тинктура, изразена во mol/L, ако во 10,0 mL етанол се растворени 0,1 g јод?
8. Определен пестицид растворлив во вода е смртоносен за рибите ако го има во концентрација поголема од 0,5 mg/L. Во вештачко езеро со вкупен волумен вода од 357 000 m<sup>3</sup> по грешка се истурени 150 kg од пестицидот. Дали ќе дојде до помор на рибите во езерото?
9. Ацетонот (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O) е главна состојка на отстранувачот на лак за нокти. Раствор од ацетон бил добиен со додавање 35 mL ацетон ( $\rho = 0,79$  g/mL) кон 50,0 mL етанол ( $\rho = 0,789$  g/mL). Под претпоставка дека волумените се адитивни, пресметај ги:
  - а) масениот удел на ацетонот во растворот,
  - б) волуменскиот удел на етанол во растворот,
  - в) молалноста на ацетонот во растворот.
10. Дозволените концентрации на винил хлорид (C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>Cl) во атмосферата во хемиска фабрика е  $2,0 \cdot 10^{-6}$  g/L. Колку мола и колку молекули винил хлорид има во еден литар воздух?
11. Нормалното ниво на глукоза во крвта е од 70 до 110 mg глукоза на 100 mL крв. Ако количеството глукоза падне под ова ниво, доаѓа до оштетување на мозокот. Ако кај некој човек е измерена концентрацијата на глукоза и таа изнесува 0,09 mmol/L, колкава е вкупната маса на глукоза во 5,10 L крв? Дали оваа вредност е под нормалното ниво?
12. Нафталенот (C<sub>10</sub>H<sub>8</sub>) е добро растворлив во неполарни растворувачи, како што е јаглерод тетрахлорид (CCl<sub>4</sub>). Пресметај ја количествената концентрација (во mol/dm<sup>3</sup>) и молалноста на растворот добиен со растворање 5 g нафтален во 1 L CCl<sub>4</sub> (густината на јаглерод тетрахлорид е 1,59 g/cm<sup>3</sup>).
13. Валиум е еден од групата лекови познати како бензодиазепини, кои се користат како анксиолитици (средства за намалување на психичката напнатост) и антидепресиви. Една таблета, во која масениот удел на валиум е 0,4 %, содржи 2 mg валиум и други додатоци. Колку изнесува масата на таблетата изразена во грамови?
14. Налорфинот (C<sub>19</sub>H<sub>21</sub>NO<sub>3</sub>) е супстанца со слично дејство на морфинот и честопати се користи при борба со симптоми кај корисници на наркотици. Колкав волумен раствор на налорфин со количествената концентрација  $1,3 \cdot 10^{-3}$  mol/dm<sup>3</sup> е потребен за да се добие доза што би содржела 1,5 mg од супстанцата?
15. Со анализирање на ликворот, утврдено е дека тој се состои од 99 % вода и 1 % сув остаток. Пресметај ја масата на сувиот остаток (во mg) во 1 L ликвор со густина 1,03 g/cm<sup>3</sup>.

16. Уреа,  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ , со маса 6,0 g, е растворена во вода, при што е добиен раствор со маса 40,2 g. Пресметај ги количествениот удел и молалноста на уреата во растворот.
17. Глицерол,  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ , е супстанца што често се користи во производството на козметички препарати, антифриз, пластика и др. Глицеролот е течност ( $\rho_{15^\circ\text{C}} = 1,2656 \text{ g/mL}$ ) што се раствора во вода. Пресметај ја количествената концентрација на раствор добиен со растворање 50,0 mL глицерол (на  $15^\circ\text{C}$ ) во доволно вода ( $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$ ) за да се добие раствор со волумен 250 mL. Колку изнесува молалноста на овој раствор (под претпоставка дека волумените се адитивни)?
18. Раствор на бариум хлорид со маса 5,4 g ( $\rho = 1,15 \text{ g/cm}^3$ ) бил внимателно испарен до суво. Масата на цврстиот остаток била 0,75 g. Пресметај ја количествената концентрација на бариум хлорид во растворот. Определи ја концентрацијата на хлоридните јони во растворот.
19. Максималниот масен удел на амонијак во воздухот, на кој смее да се изложи човекот, изнесува  $2,8 \cdot 10^{-3} \%$ . Колкава маса амонијак се содржи во еден метар кубен ваков воздух ако неговата густина изнесува  $1,20 \text{ g/dm}^3$ ?
20. Калиум перманганат честопати се користи како средство за дезинфекција. Во аптеките може да се купи цврст калиум перманганат од кој со растворање може да се приготви раствор за дезинфекција. Масениот удел на  $\text{KMnO}_4$  во растворите за дезинфекција е од 1 до 5 %. Пресметај го количеството на калиум перманганат во 1 L раствор со максимален удел на  $\text{KMnO}_4$ . Густината на овој раствор е  $1,03 \text{ g/cm}^3$ .
21. Калиум хлоридот ( $\text{KCl}$ ) е растворлив во метанол (иако не многу добро). Пресметај ја масата на калиум хлорид што треба да се раствори во  $50 \text{ cm}^3$  метанол за да се добие раствор во кој масениот удел на калиум хлоридот е 12 % (густината на метанолот е  $0,792 \text{ g/cm}^3$ ).
22. Пијалакот мартини со маса 142 g (150 mL) содржи околу 30,0 % алкохол (етанол). Околу 15 % од етанолот во пијалакот директно преминува во крвта на возрасен човек (волуменот на крв кај возрасни е 5,5 L). Пресметај ја количествената концентрација на алкохол во крвта на човек што испил еден пијалак мартини.
23. Во аптека се приготвуваат некои неиритирачки капки за нос. За таа цел, активната компонента се додава кон физиолошки раствор, кој е раствор на  $\text{NaCl}$  со масен удел 0,9 %. Колкава маса од активната компонента треба да се измери за да се добие раствор во кој масениот удел на оваа компонента ќе биде 0,10 %? Треба да се приготват 3 L раствор чија густина е  $1,005 \text{ g/cm}^3$ .
24. Максималната концентрација на бариум ( $\text{Ba}^{2+}$ ) во водата за пиење е  $2,0 \text{ mg/L}$ . Ако единствен извор на бариумови јони е бариум карбонат, колкава маса бариум карбонат (во mg) има во 1 L вода што ја достигнал максималната дозволена концентрација?
25. Раствор од  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  е приготвен со растворање 70 g  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  во доволен волумен вода, при што е добиен раствор со волумен  $250 \text{ cm}^3$ . Пресметај ги масената и количествената концентрација на добиениот раствор.
26. Раствор на оксална киселина се приготвува од дихидрат на киселината ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Ако во лабораторијата има шише со следнава етикета



колкава маса од киселината ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) била потребна за да се приготват  $550 \text{ cm}^3$  од овој раствор?

27. Во лабораторија треба да се приготви раствор од амониум нитрат со концентрација  $0,85 \text{ mol/dm}^3$ . Но, во лабораторијата имало само 50,0 g цврста супстанца. Пресметај колкав е максималниот волумен од растворот што може да се приготви. Ако треба да се приготват 2,5 L од растворот, колку дополнителна маса од амониум нитрат е потребна?
28. Тврдината на водата честопати се изразува како маса (mg) на калциум карбонат на литар вода (масена концентрација). Врз основа на оваа вредност, водите се класифицираат како меки, средно тврди, тврди или многу тврди (види Табела 2). Пресметај ја разликата во масата на калциум карбонат во 1,5 L вода чија тврдина била на долната граница од умерено тврдите води и на тврда вода со 200 mg калциум карбонат на литар вода.

Табела 8.2. Класификација на водите според содржината на  $\text{CaCO}_3$ .

Степен на тврдина	mg $\text{CaCO}_3/\text{L}^*$
Мека вода	<75
Умерено тврда вода	75-120
Тврда вода	120-200
Многу тврда вода	>200

\*Во литературата честопати ќе ги сретнете вредностите запишани на овој начин.

29. Некој раствор на кобалтот бил анализиран за да се определи содржината на јоните во него. Волумен од 150 mL од растворот бил внимателно испарен до суво. Притоа било утврдено дека цврстиот остаток е нитрат на кобалтот,  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  со маса 2,5 g. Определи ја количествената концентрација на кобалт нитрат во растворот, како и вкупната концентрација на јоните во растворот.
30. Кравјото млеко содржи, просечно, 4,5 g млечен шеќер (лактоза,  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) во 100 mL млеко. Колку изнесува количествената концентрација на лактоза во кравјото млеко?
31. Колкава маса кадмиум нитрат дихидрат се потребни за да се приготви 250 mL раствор во кој масената концентрација на нитратните јони ќе изнесува  $9,5 \text{ g/dm}^3$ ?
32. За нормално функционирање на клетките во човечкиот организам значајни се концентрациите на калиумови и натриумови јони во и надвор од клетката. Притоа, односот на концентрациите на калиумовите јони  $[c(\text{K}^+, \text{надвор})/c(\text{K}^+, \text{внатре})]$  е 0,028, додека, пак, истиот однос за натриумовите јони е 10.
- а) Пресметај ја разликата на бројот на калиумови јони внатре и надвор од клетката, ако претпоставиме дека волуменот во кој се наоѓаат јоните внатре и надвор од клетката е ист и изнесува 2 mL  $[c(\text{K}^+, \text{внатре}) = 140 \text{ mmol/dm}^3]$ .
- б) Пресметај ја разликата во масите на натриумовите јони надвор и внатре во клетката (повторно во волумен од 2 mL), ако концентрацијата на натриумовите јони во клетката е  $15 \text{ mmol/L}$ .
33. Колкав волумен раствор од  $\text{FeCl}_3$  со масена концентрација  $20,5 \text{ g/dm}^3$  содржи  $8,2 \cdot 10^{22}$  хлоридни јони?
34. Некој раствор содржел натриум хлорид и магнезиум хлорид. По целосно отпарување на 300 mL од растворот, масата на цврстата супстанца била 5,5 g. Пресметај ја почетната концентрација на хлоридните јони во растворот ако е познато дека концентрацијата на натриум хлорид била  $0,2 \text{ mol/dm}^3$ .
35. Определен волумен раствор со концентрација од  $0,50 \text{ mol/dm}^3$  содржи 4,5 g од некоја сол. Колкава маса од солта е присутна во ист волумен раствор со концентрација  $2,50 \text{ mol/dm}^3$ .
36. Во многу земји, во водата за пиење се додава флуор (флуорирање) поради тоа што флуоридните јони влијаат врз намалувањето на појавата на кариес кај популацијата. Препорачаното дневно внесување флуоридни јони е од 0,026 до 0,79 mmol/mL. Многу често користено средство за флуорирање е натриум флуоросиликат ( $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ ). Ако во еден резервоар со волумен 50 dm<sup>3</sup> се внесени 2,3 kg од солта, дали човек што би пиел по 2 литри од оваа вода би внесувал флуоридни јони над дозволената концентрација?
37. Ветеринарите употребуваат т.н. Донованов раствор за да ги третираат заболувањата на кожата кај животните. Растворот се приготвува со растворање 1,0 g  $\text{AsI}_3$ , 1,0 g  $\text{HgI}_2$  и 0,9 g  $\text{NaHCO}_3$  во вода така што да се добие раствор со волумен 100 mL. Пресметај ја количествената концентрација на јодидните јони во растворот.
38. За одредена реакција се потребни 300 mL раствор од бариум хлорид со концентрација на хлоридните јони  $2,05 \text{ mol/dm}^3$ . На располагање има раствор на бариум хлорид со масена концентрација  $21,2 \text{ g/dm}^3$ . Пресметај колкава маса бариум хлорид треба да се додаде кон 300 mL од овој раствор за да се добие потребниот раствор.
39. Физиолошкиот раствор претставува раствор на натриум хлорид со масен удел 0,95 % и густина  $1,007 \text{ g/mL}$ . Колку изнесува концентрацијата на натриум хлоридот во физиолошкиот раствор, изразена во  $\text{mol/dm}^3$ ?
40. „Концентрираните киселини“, всушност, не се 100 % киселини, туку раствори со максимален можен удел на киселината. На шишињата на киселините вообичаено се дадени вредностите за масениот удел и за густината (види Табела 3). Од податоците дадени во Табела 3 пресметај ја количествената (во  $\text{mol/dm}^3$ ) и масената (во  $\text{g/dm}^3$ ) концентрација на киселините.
41. Некои инсекти може да издржат многу ниски температури затоа што во телото содржат течности во кои има големо количество глицерол,  $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ , кое ја снижува температурата на мрзнење на растворот. Ако концентрацијата на глицеролот во растворот изнесува  $3,25 \text{ mol/dm}^3$ , а густината на растворот  $1,068 \text{ g/cm}^3$ , колку изнесува масениот удел на глицеролот во растворот?

Табела 8.3. Состав на некои силни киселини.

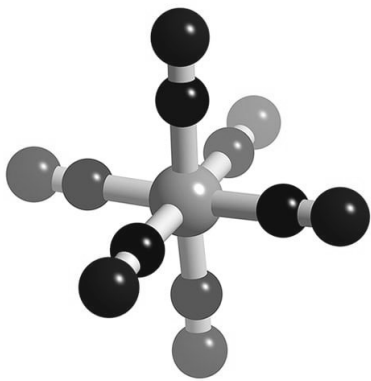
Киселина	масен удел, $w$ (%)	густина, $\rho$ ( $\text{g/cm}^3$ )
HCl	37	1,18
HF	48	1,15
$\text{HNO}_3$	68	1,41
$\text{HClO}_4$	70,5	1,67

42. Оцетот што се употребува во домаќинствата е раствор на оцетна киселина ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) што содржи 5,0 % (масен удел) оцетна киселина. Пресметај ги количинската и масената концентрација на оцетната киселина, ако густината на растворот е 1,006 g/mL.
43. Масената концентрација на глукозата ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) во ликворот (течноста во 'рбетниот мозок) изнесува 750 mg/L. Колку изнесува количествената концентрација на глукозата во ликворот?
44. Магнезиум сулфат е познат под името Епсомова сол, но и под името „горка сол“, бидејќи неговиот раствор има горчлив вкус. Долната граница на  $\text{MgSO}_4$  во водата за пиење, кој може да се детектира според вкусот, изнесува 0,400 g/L. Колку изнесува количествената концентрација на  $\text{MgSO}_4$  во водата за пиење што може да се детектира според вкусот?
45. Максимално дозволената концентрација на кадмиумови јони,  $\text{Cd}^{2+}$  јони во водата за пиење изнесува 90 nmol/L. Колку изнесува максимално дозволената концентрација на кадмиумови јони на литар, изразена во mg/dm<sup>3</sup>?
46. Растворите на  $\text{Fe}^{2+}$  имаат зелена боја. Кога масената концентрација на  $\text{Fe}^{2+}$  јоните е под 0,1 mg/L, растворот е безбоен. Ако концентрацијата на  $\text{Fe}^{2+}$  јони во еден раствор изнесува  $5,25 \cdot 10^{-7}$  mol/L, дали тој ќе биде обоен?
47. Во Табела 4 се дадени концентрациите на најчестите јони (12) во морската вода. Врз основа на тие податоци, пресметај ги:
- количествените концентрации на сулфатните, калиумовите и флуоридните јони во морската вода,
  - масениот удел на калциумовите јони (просечната густина на морската вода е 1,027 g/cm<sup>3</sup>),
  - вкупниот масен удел на јоните во 10 L морска вода (просечната густина на морската вода е 1,027 g/cm<sup>3</sup>),
  - колкава маса  $\text{MgSO}_4$  може да се добие од 1 L морска вода (доколку би можеле од морската вода да ги издвоиме само магнезиумовите и сулфатните јони како  $\text{MgSO}_4$ ).
48. Хексанот се користи како растворувач за неполярни супстанции. Во прехранбената индустрија честопати се користи за екстракција на масла од семките (на пример, од соја). Во еден експеримент, 500 g соини зрна биле обработени и била направена екстракција со хексан. Како резултат се добил раствор на хексан со волумен 1,5 L, чија густина била 1,87 g/cm<sup>3</sup> со масена концентрација на маслата 70 g/dm<sup>3</sup>. Под претпоставка дека при екстракцијата се издвојуваат 80 % од маслата во сојата, определи го масениот удел на маслата во соините зрна.
49. Нормалната концентрација на калциумот ( $\text{Ca}^{2+}$ ) во крвна плазма се движи во границите 2,25-2,75 mol/dm<sup>3</sup>. Со анализа на 10 cm<sup>3</sup> плазма било утврдено дека масениот удел на  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  во плазмата е 25 %. Дали концентрацијата на калциумот ( $\text{Ca}^{2+}$ ) е во рамките на нормалните граници? ( $\rho$  (крвна плазма) = 1,75 g/cm<sup>3</sup>)
50. Колкава маса  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  треба да се измери за да се приготви раствор со волумен 850 cm<sup>3</sup> во кој масениот удел на натриумовите јони ќе изнесува 15 %, а густината на растворот ќе биде 1,09 g/cm<sup>3</sup>.
51. Кон 250 mL раствор на оцетна киселина со масена концентрација 10 g/L, додадени се 0,500 L вода. Пресметај ја масената концентрација на оцетна киселина по разредувањето.
52. Во лабораторија се приготвени 500 cm<sup>3</sup> раствор од  $\text{H}_2\text{SO}_4$  со концентрација 0,75 mol/L. Во некој експеримент, потребна е  $\text{H}_2\text{SO}_4$  со концентрација 0,30 mol/L. Колкав волумен вода треба да се додаде кон првиот раствор за да се добие раствор со посакуваната концентрација?
53. Растворот на натриум хлорид со концентрација  $c(\text{NaCl}) = 0,15$  mol/L е изотоничен со растворот во клетките и затоа се користи како физиолошки раствор. Колкав волумен раствор со концентрација  $c(\text{NaCl}) = 6,00$  mol/L е потребен за приготвување 0,80 L физиолошки раствор?
54. Во аптеките може да се купи етанолот со масен удел 70 % ( $\rho = 0,89$  g/cm<sup>3</sup>). Ако некој купувач купил 500 mL етанол, но треба да го разреди до 45 % раствор, колкав волумен вода треба да се додаде ( $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1$  g/mL)?

Табела 8.4. Најчести (12) јони во морската вода.

Јон	Масена концентрација (mg/dm <sup>3</sup> )
$\text{Cl}^-$	19000
$\text{Na}^+$	10500
$\text{SO}_4^{2-}$	2655
$\text{Mg}^{2+}$	1350
$\text{Ca}^{2+}$	400
$\text{K}^+$	380
$\text{CO}_3^{2-}$	140
$\text{Br}^-$	65
$\text{BO}_3^{3-}$	20
$\text{SiO}_3^{2-}$	8
$\text{Sr}^{2+}$	8
$\text{F}^-$	1

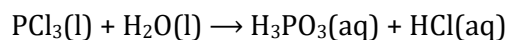
55. Раствор од натриум карбонат со волумен 250 mL содржи 2,65 g од солта. Од овој раствор се земени 10 mL. Колкав волумен вода треба да се додаде кон овој волумен раствор за да се добие раствор со  $c = 0,001 \text{ mol/dm}^3$ ?
56. За добивање раствор од  $\text{Na}_2\text{HAsO}_4$  се искористени 30 g  $\text{Na}_2\text{HAsO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . Солта е растворена во доволно вода, при што е добиен раствор со волумен 500  $\text{cm}^3$ . Овој раствор треба да се разреди и да се добие нов раствор во кој масената концентрација на  $\text{Na}^+$  јоните е 5  $\text{g/cm}^3$ . Пресметај ги: а) почетната количествена концентрација на  $\text{Na}_2\text{HAsO}_4$  во растворот, б) волуменот вода што треба да се додаде кон појдовниот раствор за да се добие разредениот раствор.
57. Во домаќинството честопати се употребува т.н. техничка хлороводородна киселина. Масениот удел на хлороводородната киселина во овој раствор е 30 %, а нејзината густина е 1,42  $\text{g/cm}^3$ . Колкав волумен од оваа киселина треба да се земе за да се приготват 3,5 литри раствор со концентрација 3,5  $\text{mol/dm}^3$ ?
58. Определен волумен на раствор на натриум карбонат има масена концентрација 10,6  $\text{g/L}$ . Овој раствор е разреден со ист волумен вода. Пресметај ја количествената концентрација на натриум карбонат во новиот раствор.
59. Витаминот рибофлавин ( $\text{B}_2$ ) е растворлив во вода. Ако треба да се приготви 1 L раствор со масена концентрација на рибофлавинот 40  $\text{g/L}$ , колкав волумен раствор со масена концентрација 75,2  $\text{g/L}$  треба да се употреби? Колкав волумен вода ќе се додаде?
60. Раствор на калиум цијанид (KCN) со волумен 15 mL е разреден до 300 mL, при што се добил нов раствор со концентрација 0,5  $\text{mol/dm}^3$ . Колкава маса KCN треба да се раствори за да се добие 1 L од првиот раствор?
61. Некој раствор содржи 1,2 g калиум хидроксид во литар раствор. Густината на овој раствор е 1,13  $\text{g/mL}$ . Ако треба да се приготви раствор со концентрација 0,25  $\text{mol/dm}^3$ , тргнувајќи од 100,0 mL, од погорниот раствор колку вода или цврст калиум хидроксид треба да се додаде на 100 mL од растворот?
62. Раствор од  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  е приготвен со растворање 160 g  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  во вода, при што е добиен раствор со волумен 425  $\text{cm}^3$ . Колкав волумен од овој раствор треба да се земе за да се приготват 500  $\text{cm}^3$  раствор во кој масениот удел на јоните на железо ( $\text{Fe}^{3+}$ ) е 3,4 %, а густината на растворот е 1,02  $\text{g/cm}^3$ ? Колкав волумен вода треба да се додаде?
63. Калиум хексаџаноферат(III) е сол со светлоцрвена боја, која е добро растворлива во вода. Честопати се користи за боење волна. Еден раствор на оваа сол има волумен 1,5 L и масена концентрација 137,5  $\text{g/dm}^3$ . Колкав волумен вода треба да се додаде кон овој раствор за да се добие раствор во кој концентрација на  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  е 0,1  $\text{mol/dm}^3$ ?
64. Калихеамицин гама-1,  $\text{C}_{55}\text{H}_{74}\text{IN}_3\text{O}_{21}\text{S}_4$ , е еден од најпознатите антибиотици: една молекула убива една бактериска клетка. Ако треба да се подготви 25,00 mL воден раствор на калихеамицин гама-1, кој би можел убије  $7,0 \cdot 10^{12}$  бактерии, колкав волумен од раствор со концентрација на антибиотикот  $c(\text{антибиот.}) = 5,00 \cdot 10^{-9} \text{ mol/dm}^3$  би требало да се земе?
65. Колкава ќе биде концентрацијата на хлороводородната киселина во растворот добиен со мешање 30 mL 0,50  $\text{mol/L}$  HCl и 100 mL 0,08  $\text{mol/L}$  HCl?
66. Раствор од  $\text{NiCl}_2$  е приготвен со растворање 10,2 g  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  во 250  $\text{cm}^3$  вода. Растворот, потоа е измешан со 800  $\text{cm}^3$  раствор од  $\text{NiCl}_2$  со концентрација 0,60  $\text{mol/dm}^3$ . Пресметај ја концентрацијата ( $c$ ) на хлоридните јони во конечниот раствор.
67. Пресметај ја концентрацијата ( $c$ ) на раствор од NaOH што е добиен со мешање два раствори ако првиот раствор има волумен 350  $\text{cm}^3$  и концентрација 0,25  $\text{mol/dm}^3$ , а вториот раствор има волумен 200  $\text{cm}^3$  и масена концентрација 1,2  $\text{g/dm}^3$ .
68. Раствор од  $\text{NaNO}_3$  со волумен од 200  $\text{cm}^3$  во кој масениот удел на  $\text{NaNO}_3$  е 10 %, а густината на растворот е 1,02  $\text{g/cm}^3$  е измешан со 450  $\text{cm}^3$  раствор на  $\text{NaNO}_3$  во кој масената концентрација на  $\text{NaNO}_3$  е 3,1  $\text{g/dm}^3$ . Пресметај ја масената концентрација на  $\text{NaNO}_3$  во конечниот раствор.
69. Раствор од лимонска киселина е приготвен со мешање еднакви волумени од два раствори, од кои едниот имал количествена концентрација на киселината од 0,5  $\text{mol/dm}^3$ , а вториот имал масена концентрација 50  $\text{g/dm}^3$ . Пресметај ја количествената концентрација на добиениот раствор.



Сл. 8.13. Структура на  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  прикажана со топчиња и стапчиња. Цијанидните јони формираат октаедарска координација околу катјонот на железо.



70. Колкав волумен раствор на калиум перманганат со концентрација  $0,5 \text{ mol/dm}^3$  треба да се земе со цел при мешање со раствор со волумен  $350 \text{ cm}^3$  и концентрација  $1,2 \text{ mol/dm}^3$  да се добие раствор со масена концентрација  $134,3 \text{ g/dm}^3$ ?
71. Раствор од  $\text{KBr}$  со волумен  $35,0 \text{ mL}$  и концентрација  $1,00 \text{ mol/dm}^3$  е измешан со  $60,0 \text{ mL}$  раствор од  $\text{KBr}$  со концентрација  $0,60 \text{ mol/dm}^3$ . Добиениот раствор потоа е загреван и водата е отпарена така што е добиен раствор со волумен  $50,0 \text{ mL}$ . Пресметај ја концентрацијата на бромидните јони во конечниот раствор.
72. Колкав волумен раствор од  $\text{CaCl}_2$  со концентрација  $0,248 \text{ mol/dm}^3$  треба да се додаде кон  $335 \text{ mL}$  раствор на  $\text{KCl}$  со концентрација  $0,186 \text{ mol/dm}^3$  за да се добие раствор со концентрација на хлоридните јони  $0,25 \text{ mol/dm}^3$ ?
73. Во лабораторија има две шишиња со раствор на хром(III) нитрат. Концентрацијата на едниот раствор била  $2 \text{ mol/dm}^3$ , а на вториот раствор  $3,75 \text{ mol/dm}^3$ . За еден експеримент потребен бил раствор со концентрација  $3,2 \text{ mol/dm}^3$  со волумен  $500 \text{ cm}^3$ , колкави волумени од првите два раствора треба да се земат за да се добие посакуваниот раствор?
74. Колку ќе изнесува концентрацијата на  $\text{Br}^-$ , на  $\text{Mg}^{2+}$  и на  $\text{Na}^+$  јоните ако се измешаат  $300 \text{ mL}$  раствор од натриум бромид со  $c(\text{NaBr}) = 0,20 \text{ mol/L}$  со  $500 \text{ mL}$  раствор од магнезиум бромид со  $c(\text{MgBr}_2) = 0,10 \text{ mol/L}$ ?
75. Растворливоста на јодот на температура од  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  изнесува  $0,029 \text{ g}$  во  $100 \text{ g}$  вода. Да се определи масениот удел на заситен раствор на јод, изразен во ppm и молалноста на растворот на јод.
76. Масениот удел на заситен раствор од амониум хлорид во вода на температура од  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  изнесува  $33,33 \%$ . Колку изнесува растворливоста на амониум хлорид на оваа температура изразена како маса на амониум хлорид во  $100 \text{ g}$  вода?
77. Молалноста на заситен раствор на калиум нитрат на температура од  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  изнесува  $6,43 \text{ mol/kg}$ . Растворливоста на калиум нитрат на  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , изразена како масен однос, изнесува  $32 \text{ g KNO}_3$  во  $100 \text{ g H}_2\text{O}$ . Колкава маса калиум нитрат ќе се исталожи ако раствор што е заситен на температура од  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  се излади на температура од  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ?
78. Фосфор трихлорид реагира со вода, при што се образуваат фосфорна и хлороводородна киселина според следнава равенка:



Пресметај ја масената концентрација ( $\gamma$ ) на  $\text{H}_3\text{PO}_3$  и на  $\text{HCl}$  ако на почетокот на реакцијата во реакциониот систем имало  $12 \text{ g PCl}_3$  (кој целосно се троши), а по завршувањето на реакцијата, волуменот на растворот е  $500 \text{ cm}^3$ .

79. Варовникот, коралите и морските школки се составени главно од калциум карбонат. За идентификација на карбонатот најчесто се користи реакцијата со хлороводородна киселина:  $\text{CaCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ . Пресметај ја концентрацијата на  $\text{HCl}$  ако при додавање  $850 \text{ cm}^3 \text{ HCl}$  се формирале  $350 \text{ cm}^3 \text{ CO}_2$  ( $P = 65,5 \text{ kPa}$ ,  $t = 23 \text{ }^\circ\text{C}$ ).
80. Колкава треба да биде концентрацијата (количествена) на раствор на азотна киселина, ако за неутрализација на раствор на бариум хидроксид со волумен  $150 \text{ cm}^3$  и концентрација  $0,35 \text{ mol/dm}^3$  биле потрошени  $75 \text{ cm}^3$  од киселината?
81. Средствата за чистење рерни содржат една супстанца што може да се претстави со формулата  $\text{MOH}$ . За неутрализација на  $0,7134 \text{ g}$ , од оваа супстанца се потрошиле точно  $17,85 \text{ mL}$  раствор на азотна киселина со концентрација  $1,000 \text{ mol/L}$ . Која е супстанцата што е присутна во средствата за чистење рерни?
82. Хроматниот јон може да го има во отпадните води на фабриките што вршат поцинкување на некои предмети. За да се определи содржината на овие јони во водите, тие се редуцираат до нерастворлив хром(III) хидроксид според следнава неизрамнета равенка:
- $$\text{S}_2\text{O}_4^{2-} + \text{CrO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + \text{OH}^- \rightarrow \text{SO}_3^{2-} + \text{Cr}(\text{OH})_3$$
- За отстранување на хроматот од  $200 \text{ L}$  отпадна вода биле потребни  $774 \text{ g Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ . Пресметај ја концентрацијата на хроматните јони во водата.
83. Витамин С, аскорбинска киселина, е монобазна киселина чија формула може да се запише како:  $\text{HC}_6\text{H}_7\text{O}_6$ . Еден хемичар се посомневал дека таблетите од витаминот С не се чисти, туку содржат некои примеси. За да ја провери чистотата на таблетите, една таблета од  $500 \text{ mg}$  растворил во  $200 \text{ mL}$  вода и за неутрализација на растворот потрошил  $24,45 \text{ mL}$  база ( $\text{KOH}$ ) со концентрација  $0,1045 \text{ mol/L}$ . Дали таблетата е чиста? Ако не е, колку изнесува масениот удел на нечистотиите во таблетата?

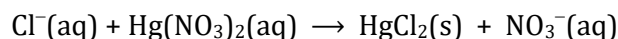


Сл. 8.14. Морски школки.

84. Шише што содржело 450 mL HBr со концентрација 0,50 mol/dm<sup>3</sup> случајно се истурило на подот во лабораторија. Колку грама K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> треба да се стават врз истурената киселина со цел таа да се неутрализира според следнава равенка:

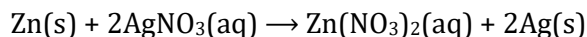


85. Во медицинските лаборатории, определувањето на слободните хлоридни јони во крвниот серум се изведува со реакција со Hg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Реакцијата што се одвива може да се претстави со следнава равенка:

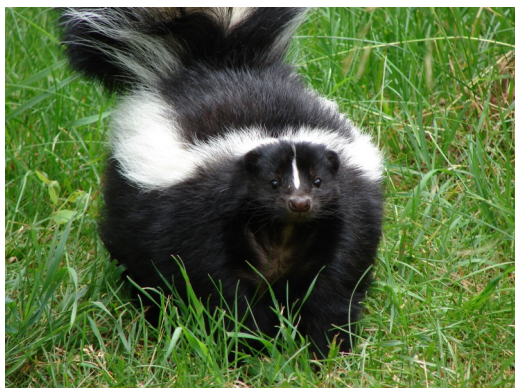


Колку изнесува масата на хлоридните јони ако во реакцијата со жива(II) нитрат се потрошиле 150 g раствор од Hg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> со масен удел на солта 10 %?

86. Цинкот е хемиски поактивен од среброто. Тој може да се искористи за да се отстранат сребрените јони од раствор:

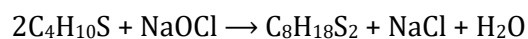


Парчиња од цинк со вкупна маса од 4 g се додадени кон 1 L раствор од сребро нитрат во кој масената концентрација на AgNO<sub>3</sub> е 11,3 g/dm<sup>3</sup>. Пресметај ја масата на сребро што се формира при реакцијата.



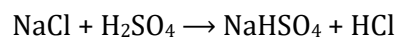
Сл. 8.15. Твор.

87. Миризбата кај творот (смрдливецот) е предизвикан од хемиски соединенија наречени тиоли. Миризбата од овие соединенија може да се отстрани при нивна реакција со белило (варикина, NaOCl). Еден пример е реакцијата на бутантиол (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>S) со NaOCl:



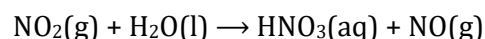
Колку грама бутантиол може да стапат во реакција со 5,0 mL NaOCl со концентрација 0,0985 mol/dm<sup>3</sup>?

88. Комерцијалната хлороводородна киселина честопати се добива со загревање натриум хлорид со концентрирана сулфурна киселина:



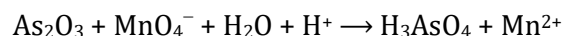
Колкава маса сулфурна киселина (w = 90 %) е потребена за да се добие 1 kg хлороводородна киселина со масен удел на киселината 42,0 %?

89. Азотната киселина се добива во таканаречен Оствалдов процес во кој азот диоксид реагира со вода:



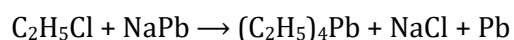
Во една реакција, гасовит NO<sub>2</sub> со волумен 600 cm<sup>3</sup>, кој се наоѓа на притисок од 750 mmHg и температура од 30 °C, е спроведен во голем волумен вода. Пресметај ја масената концентрација на добиениот раствор од азотна киселина ако неговиот волумен е 1,5 L.

90. Раствор на калиум перманганат бил приготвен со растворање цврста супстанца во вода, при што конечниот волумен на растворот бил 1,25 L. За да се определи концентрацијата на добиениот раствор, земени биле 10 mL од појдовниот раствор и била изведена реакција со As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> според следнава неизрамнета равенка:



Масата на потрошениот As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> била 1,55 g. Определи ги концентрацијата на почетниот раствор на KMnO<sub>4</sub> и масата на растворениот KMnO<sub>4</sub>.

91. За некое авионско гориво било потребно да се додаде 1 mL тетраетил олово (ρ = 1,66 g/mL) на еден литар од горивото. Ова соединение може да се добие според следнава реакција:



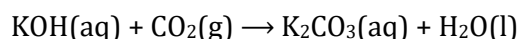
Колкава маса етил хлорид е потребно за да се направи доволно тетраетил олово за да може да се подготват 10 L од горивото?

92. Виното најчесто се подготвува со ферментација на глюкоза што потекнува од грозјето.



Просечна вредност на масениот удел на глюкозата во грозјето изнесува 8,67 %. Колкава маса грозје мора да ферментира за да се добие 1 L вино (ρ = 1,080 g/cm<sup>3</sup>) во кое масениот удел на етанолот е 10 %?

93. Раствор од калиум хидроксид се користи за да го апсорбира  $\text{CO}_2$  од воздухот. Равенката на реакцијата што притоа се одвива е следнава:



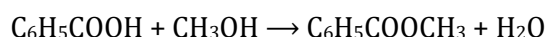
За изведување на реакцијата, приготвен е раствор на  $\text{KOH}$  во кој масениот удел на  $\text{KOH}$  е 9 %, а неговата густина изнесува  $1,09 \text{ g/cm}^3$ . Колкава маса  $\text{K}_2\text{CO}_3$  може да се добие, ако низ  $300 \text{ cm}^3$  од приготвениот раствор се спроведат  $12,5 \text{ L CO}_2$  што се наоѓа на притисок од  $100,3 \text{ kPa}$  и температура од  $18 \text{ }^\circ\text{C}$ ?

94. Примерок од киселина за батерии (разредена сулфурна киселина) е анализиран за да се утврди содржината на сулфурна киселина во него. Еден милилитар од течнота има маса  $1,239 \text{ g}$ . Овој  $1 \text{ mL}$  е разреден до  $250,0 \text{ mL}$  и потоа е неутрализиран со раствор на бариум хидроксид. За неутрализацијата биле потребни  $32,4 \text{ mL}$  раствор од  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  со концентрација  $0,005 \text{ mol/dm}^3$ . Пресметај го масениот удел на сулфурната киселина во течнота во батериите.
95. Реакцијата што може да се искористи за лабораториско добивање хлор се одвива помеѓу калиум дихромат и хлороводородна киселина (израмни ја равенката со електронска шема):



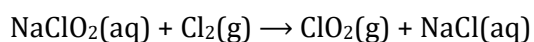
Цврст примерок од калиум дихромат што содржел 98 % од солта бил искористен за добивање хлор. Притоа,  $15 \text{ g}$  од нечистиот дихромат реагирал со  $400 \text{ mL HCl}$  ( $w = 12 \%$  и  $\rho = 1,18 \text{ g/cm}^3$ ). Колкав волумен  $\text{Cl}_2$  (при стандардни услови) може да се добие?

96. Колкав волумен водород (при стандардни услови) ќе се формира, ако кон парче цинк со маса  $4 \text{ g}$  се додадат  $250 \text{ cm}^3$  раствор од хлороводородна киселина со концентрација  $0,32 \text{ mol/dm}^3$ ? Притоа се одвива реакцијата која може да се прикаже со равенката:  $\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2 + \text{ZnCl}_2$ .
97. Естерификацијата на бензоева киселина со метанол се одвива според равенката:



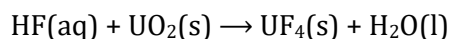
$24,4 \text{ g}$  од бензоева киселина реагира со  $70 \text{ mL}$  раствор на метанол ( $w = 44,1 \%$ ,  $\rho = 0,94 \text{ g/mL}$ ), притоа се добиле  $31,6 \text{ g}$  метил бензоат. Пресметај го приносот на реакцијата.

98. Хлор диоксид се користи за белење хартија. Овој гас може да се добие на следниов начин (равенката не е израмнета):



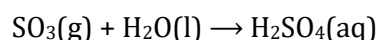
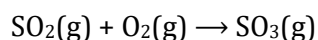
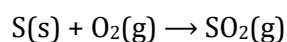
Ако во  $250 \text{ cm}^3$  раствор на  $\text{NaClO}_2$  ( $w = 15 \%$  и  $\rho = 1,10 \text{ g/cm}^3$ ) се воведат  $5 \text{ L}$  хлор ( $P = 2,1 \text{ atm}$  и  $t = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ ), колкав волумен хлор диоксид (при исти услови како  $\text{Cl}_2$ ) може да се добие?

99. Парче алуминиум со маса  $2,7 \text{ g}$  е третирано со  $75,0 \text{ mL}$  сулфурна киселина со масена концентрација  $291,5 \text{ g/dm}^3$ . По внимателното растворање на металот, растворот е разреден до  $400 \text{ mL}$ . Во конечниот раствор, концентрацијата на алуминиум сулфат е  $0,1 \text{ mol/dm}^3$ . Пресметај го приносот на реакцијата.
100. Еден од првите чекори при збогатувањето на ураниумот во нуклеарните центри вклучува реакција помеѓу  $\text{UO}_2$  и флуороводородна киселина:

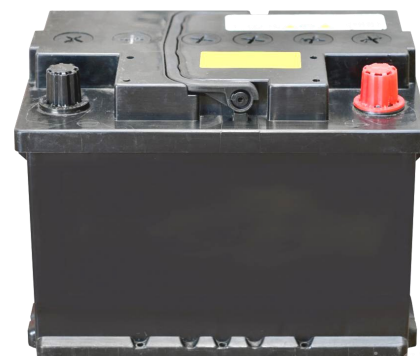


При одвивањето на реакцијата, кон  $500 \text{ g UO}_2$  се додадени  $1,55 \text{ L HF}$  со масена концентрација  $25,3 \text{ g/dm}^3$ . Пресметај ја масата на  $\text{UF}_4$  што се формира при реакцијата, како и масата на реактантот што останува како вишок.

101. Производството на сулфурна киселина во т.н. контактен процес започнува со согорување сулфур во воздух. Потоа, смесата од гасови се пропушта низ колона полна со катализаторот  $\text{V}_2\text{O}_5$ , со цел да се добие  $\text{SO}_3$  што во вода дава сулфурна киселина:

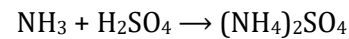
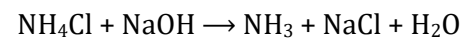


Пресметај ја концентрацијата на сулфурна киселина што може да се добие ако во реакциониот систем се внесени  $1,5 \text{ kg}$  сулфур и  $10 \text{ m}^3$  воздух (искористи ја Табелата 2 од Глава 4), кој е на температура од  $30 \text{ }^\circ\text{C}$  и притисок од  $150 \text{ kPa}$ . Добиената смеса од гасови (без измени) се спроведува преку катализаторот. На крајот,  $\text{SO}_3$  е растворен во  $5 \text{ m}^3$  вода.



Сл. 8.16. Автомобилска батерија (акумулатор).

102. Нечист примерок од  $\text{NH}_4\text{Cl}$  со маса 6 грама бил загреван со вишок база ( $\text{NaOH}$ ). Гасот што се образувал ( $\text{NH}_3$ ) бил целосно неутрализиран со 20 mL разредена сулфурна киселина со концентрација  $2,6 \text{ mol/dm}^3$ . Пресметај го масениот удел на амониум хлоридот во примерокот.



103. Кога се мешаат 75 mL раствор на олово(II) нитрат со концентрација  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  и 100,0 mL раствор на калиум јодид со концентрација  $0,19 \text{ mol/dm}^3$  се образува жолт талог од олово(II) јодид.

а) Колкава маса (во грами) олово(II) јодид може да се образува (под претпоставка дека реакцијата се одвива до целосно трошење на еден од реактантите)?

б) Пресметај ја количествената концентрација на јоните во конечниот раствор.

104. Натриум хидрогенсулфат се користи како средство за чистење. Еден од начините на кои може да се добие е при реакција на натриум дихромат со сулфурна киселина, при што се образуваат и хром(VI) оксид и вода.

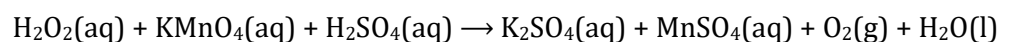
а) напиши ја равенката на оваа реакција и израмни ја со електронска шема,

б) пресметај го најмалиот волумен од сулфурна киселина со концентрација  $18,0 \text{ mol/dm}^3$  потребен за реакција со 874,0 kg натриум дихромат,

в) колкава е најголемата маса натриум хидрогенсулфат што може да се образува при реакција на 874,0 kg натриум дихромат со 400,0 L сулфурна киселина ( $c = 18,0 \text{ mol/dm}^3$ )?

105. Примерок од 4,2 g бариум хлорид дихидрат е растворен во раствор на натриум сулфат со волумен  $200 \text{ cm}^3$  и концентрација  $0,1 \text{ mol/dm}^3$ . Напиши ја равенката на реакцијата што се одвива. Кој е лимитирачкиот реактант? Пресметај ја концентрацијата на сите јони што се наоѓаат во системот по целосното завршување на реакцијата (под претпоставка дека волуменот не се менува при додавањето на цврстата супстанца).

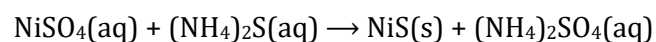
106. Водород пероксид е многу нестабилен на воздух и брзо се распаѓа. Во лабораторија е отворено шише со концентриран  $\text{H}_2\text{O}_2$  ( $w = 30,0 \%$  и  $\rho = 1,11 \text{ g/cm}^3$ ) и од него во чаша се ставени 520 mL. По два часа, испитана е содржината на водород пероксид. Утврдено е дека за целосна реакција на преостанатиот водород пероксид, потребни се  $700 \text{ cm}^3$  калиум перманганат со концентрација  $1,5 \text{ mol/dm}^3$  (во присуство на сулфурна киселина). Равенката на реакцијата е:



Пресметај го масениот удел на водород пероксид во чашата пред реакцијата со калиум перманганат. Колкав процент од водород пероксид се распаднал?

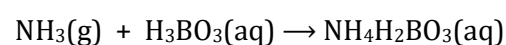
## Обиди се!

107. \*Никел(II) сулфат хексахидрат е многу растворлива сол на никел. Еден воден раствор на оваа сол е приготвен со растворање цврста супстанца во вода, при што е добиен раствор со волумен  $500 \text{ cm}^3$ . Во овој раствор е додаден раствор на амониум сулфид со волумен  $200 \text{ cm}^3$  и концентрација  $0,45 \text{ mol/dm}^3$ . Притоа се одвива реакција која може да се претстави со следната равенка:



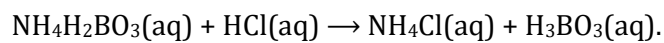
По реакцијата во растворот, концентрацијата на  $\text{NiSO}_4$  била  $0,09 \text{ mol/dm}^3$ . Определи ја масата на никел(II) сулфат хексахидрат искористена за добивање на појдовниот раствор.

108. \*Масениот удел на азот во протеините просечно изнесува 15,5 %. Азотот се преведува во амонијак, кој потоа квантитативно се анализира според методот на Кјелдал, па оттаму се заклучува и за содржината на протеините во некој примерок. Според Кјелдаловиот метод, амонијакот најпрво реагира со раствор на борна киселина според следнава равенка:



Обиди се!

Потоа, добиениот продукт реагира со раствор од HCl според следнава равенка:



Колку изнесува масениот удел на протеини во еден примерок месо со маса од 4,95 g ако со примена на Кјелдаловата анализа се потрошиле точно 34,05 mL раствор од HCl со концентрација 0,2011 mol/L?

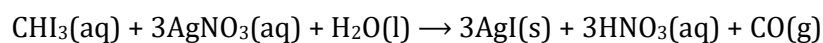
109. \*Во процесот на производство на полиетилен (полиетен) се користи соединението триетилалуминиум  $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ . Ова соединение реагира со HCl, при што се добива алуминиум хлорид и се ослободува етан. При една ваква реакција, 25 mL раствор од  $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$  изреагирале со 25,0 mL раствор од HCl со концентрација 0,103 mol/L, при што еден дел од киселината останал неизреагиран. Вишокот киселина бил неутрализиран со точно 16,75 mL раствор од амонијак со концентрација 0,142 mol/L. Колку изнесувала концентрацијата на  $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$  во растворот?

110. \*Активните компоненти во некои таблети за намалување на киселината во желудникот (антациди) претставуваат алуминиум хидроксид и магнезиум хидроксид. За да се определи содржината на хидроксидите, една таблета со маса 0,50 g е растворена во 50 mL хлороводородна киселина со концентрација 0,5 mol/dm<sup>3</sup>. Добиеениот раствор бил кисел, а за неутрализација на вишокот киселина биле потребни 15 mL натриум хидроксид со концентрација 0,4 mol/dm<sup>3</sup>. Определи го масениот удел на алуминиум и магнезиум хидроксид во појдовната таблета.

111. \*Варфаринот ( $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ ) е активна компонента во некои антикоагуланти.

а) При согорување примерок со маса 15 g биле добиени 40,71 g CO<sub>2</sub> и  $2,35 \cdot 10^{23}$  молекули вода. Определи ја вистинската формула на варфарин ако неговата моларна маса е 308 g/mol.

б) Содржината на варфарин во некои таблети била анализирана во неколку чекори. Таблета со маса 13,96 g била третирана со алкален раствор на јод, при што бил добиен тријодометан (CHI<sub>3</sub>). Во оваа реакција, од секој мол од соединението се добива еден мол CHI<sub>3</sub>. Јодот потоа бил определен со реакција со сребро нитрат:

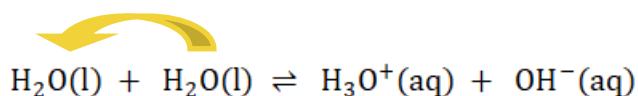


Ако во реакцијата се образувале 0,1386 g цврст сребро јодид, пресметај го масениот удел на варфаринот во таблетата.

# 9 ЈОНСКИ ПРОИЗВОД НА ВОДАТА И рН

Еден од најважните концепти воведен во хемијата е концептот за автојонизација на водата и рН. Тој е од особено значење, бидејќи хемиските реакции во водни раствори, меѓу кои и процесите во живите организми, во голема мера зависат од концентрацијата на водородните јони.

Процесот на кој се должи јонизацијата на чистата вода е протолитички. Водата е амфипротолит, што значи дека таа може да биде и протон-донор и протон-акцептор. Иако е многу слаб протолит, меѓу молекулите се одвива протолитичката реакција претставена со равенката:



Бидејќи процесот е рамнотежен, за него може да се напише израз за константата на рамнотежа:

$$K_c = \frac{c(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c^2(\text{H}_2\text{O})} \quad (1)$$

Концентрацијата на водата е практично константна, бидејќи само сосема мал дел од водата е протолитизиран. Производот, пак, од две константи ( $K_c$  и  $c^2(\text{H}_2\text{O})$ ) е повторно константа што во овој случај се нарекува **јонски производ на водата**:

$$K_c \cdot c^2(\text{H}_2\text{O}) = K_w = c(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot c(\text{OH}^-)$$

**Јонски производ на водата**

Или, поедноставено

$$K_w = c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-) \quad (2)$$

Експериментално е утврдено дека јонскиот производ на чистата вода на температура од 25,0 °C изнесува  $1,0 \cdot 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$ .

Од изразот за  $K_w$  произлегува:

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = \frac{K_w}{c(\text{OH}^-)} \quad (3)$$

$$c(\text{OH}^-) = \frac{K_w}{c(\text{H}_3\text{O}^+)} \quad (4)$$

Од равенката за протолитиза на водата се гледа дека односот на количествата на водородните и хидроксидните јони е 1 : 1, па според тоа, нивната концентрација во чиста вода ќе биде еднаква и ќе изнесува:

$$c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) = \sqrt{K_w} = \sqrt{1,0 \cdot 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}} = 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

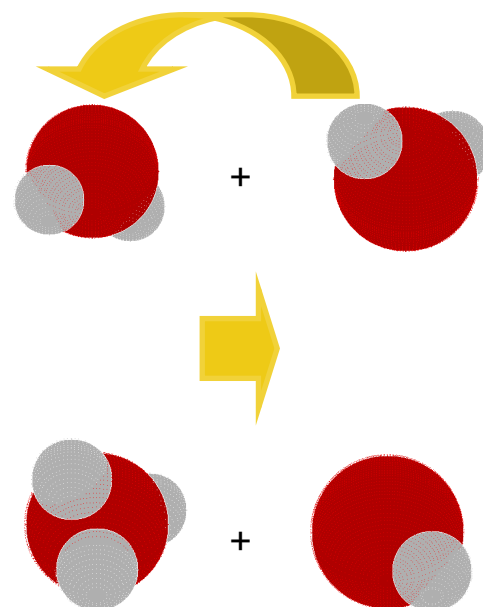
Вредноста за јонскиот производ, за дадената температура, е константна и се однесува на сите водни раствори. Значи, ако во воден раствор додадеме киселина, со што ја зголемуваме концентрацијата на водородните јони, мора соодветно да се намали концентрацијата на хидроксидните јони, и обратно.

во кисела средина  $\longrightarrow c(\text{H}^+) > 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol}/\text{dm}^3$

во базна средина  $\longrightarrow c(\text{H}^+) < 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol}/\text{dm}^3$

Повисока  $[\text{H}_3\text{O}^+]$   $\longrightarrow$  пониска  $[\text{OH}^-]$  и

повисока  $[\text{OH}^-]$   $\longrightarrow$  пониска  $[\text{H}_3\text{O}^+]$



Сл. 9.1. Илустрација на реакцијата на автојонизација на водата.

Логаритам се бара само од бројна вредност. Не може да се бара логаритам од единици на физичките величини, па затоа, концентрацијата на јоните мора да се подели со нејзината единица.



Сл. 9.2. pH-скала.

Во оние задачи во кои нема податок за температурата на која се наоѓа растворот, сметајте дека станува збор за температура од 25 °C.

За да не работиме со негативни степени, изразот за јонскиот производ на водата може да се логаритмира, при што се добива:

$$-\log K_w = -\log \{[c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-)]/\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}\}$$

$$-\log K_w = -\log [c(\text{H}^+)/\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}] + [-\log c(\text{OH}^-)/\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}]$$

Негативниот декаден логаритам од бројната вредност за концентрацијата на водородните јони се нарекува **водороден показател, pH**.

$$\text{pH} = -\log [c(\text{H}^+)/\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}] \quad (5)$$

Аналогно на pH се дефинира и pOH

$$\text{pOH} = -\log [c(\text{OH}^-)/\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}] \quad (6)$$

Како и pK<sub>w</sub>

$$\text{p}K_w = -\log(K_w/\text{mol}^2\text{dm}^{-6}) \quad (7)$$

Со тоа, равенката (2) го добива следниот облик

$$\text{p}K_w = \text{pH} + \text{pOH} \quad (8)$$

Бидејќи  $K_w = 1,0 \cdot 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$ , произлегува:

$$-\log \frac{K_w}{\text{mol}^2\text{dm}^{-6}} = -\log \left[ \frac{1,0 \cdot 10^{-14} \text{ mol}^2\text{dm}^{-6}}{\text{mol}^2\text{dm}^{-6}} \right] = 14$$

Оттука произлегува дека:

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \quad (9)$$

Значи, имајќи ги предвид претходните изрази, може да кажеме дека

во кисела средина  $\text{pH} < 7$

во базна средина  $\text{pH} > 7$

во неутрална средина  $\text{pH} = 7$



**Пример 9.1.** Константата на јонизација на чистата вода, на 60 °C, изнесува  $9,624 \cdot 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ . Колку изнесуваат pH и pOH на оваа температура?

Дадено:

$$K_w = 9,624 \cdot 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$$

Се бара:

$$\text{pH} = ?$$

$$\text{pOH} = ?$$

**Решение:**

За да ја најдеме pH-вредноста, треба да ја определиме концентрацијата на H<sup>+</sup> јоните. Од равенката за автопротолиза на водата се гледа дека концентрациите на H<sup>+</sup> и OH<sup>-</sup> јоните се еднакви, а нивниот производ е еднаков на јонскиот производ на водата. Според тоа, концентрацијата на H<sup>+</sup> и OH<sup>-</sup> јоните ќе ја најдеме како квадратен корен од јонскиот производ на водата.

$$c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) = \sqrt{K_w} = \sqrt{9,624 \cdot 10^{-14} \text{ mol}^2\text{L}^{-2}} = 3,1 \cdot 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$$

Сега може да ја пресметаме pH-вредноста.

$$\text{pH} = -\log [c(\text{H}^+)/\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}] = -\log(3,1 \cdot 10^{-7}) = 6,51$$

Во чистата вода, pH и pOH имаат еднакви вредности.

$$\text{pH} = \text{pOH} = 6,51$$



**Пример 9.2.** Пресметај го рН на а) раствор на хлороводородна киселина во желудникот, по оброк, чија концентрација изнесува  $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ , и б) раствор на калиум хидроксид со концентрација  $0,55 \text{ mol/dm}^3$ .

Дадено	Се бара
а) $c(\text{HCl}) = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$	$\text{pH} = ?$
б) $c(\text{KOH}) = 0,55 \text{ mol/dm}^3$	$\text{pH} = ?$

**Решение:**

а) За да може да ја определите рН-вредноста, треба да ја најдеме концентрацијата на водородните јони што потекнуваат од хлороводородната киселина. За таа цел, тргнуваме од односот на нивните количества:

$$\frac{n(\text{H}^+)}{n(\text{HCl})} = \frac{1}{1}$$

$$n(\text{H}^+) = n(\text{HCl})$$

Количествата ги изразуваме како производ од нивната концентрација и волуменот на растворот:

$$c(\text{H}^+) \cdot V(\text{p-p}) = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{p-p})$$

Волуменот на растворот од двете страни на равенството е ист.

$$c(\text{H}^+) = c(\text{HCl}) = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

Сега добиената концентрација на водородните јони може да ја замениме во изразот за рН:

$$\text{pH} = -\log (c(\text{H}^+)/\text{mol} \cdot \text{dm}^3)$$

$$\text{pH} = -\log (1,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^3 / \text{mol} \cdot \text{dm}^3) = 2,92$$

$$\text{pH} = 2,92$$

б) Бидејќи е дадена концентрацијата на раствор на база, сега треба да ја најдеме концентрацијата на хидроксидните јони од кои ќе ја пресметаме рОН-вредноста:

И во овој случај започнуваме од односот на количествата што произлегува од формулата на КОН:

$$\frac{n(\text{OH}^-)}{n(\text{KOH})} = \frac{1}{1}$$

$$n(\text{OH}^-) = n(\text{KOH})$$

Ја правиме истата замена на количествата со  $c \cdot V$ :

$$c(\text{OH}^-) \cdot V(\text{p-p}) = c(\text{KOH}) \cdot V(\text{p-p})$$

$V(\text{p-p})$  од двете страни на равенството се поништува

$$c(\text{OH}^-) = c(\text{KOH}) = 0,55 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Концентрацијата ја користиме за да го пресметаме рОН:

$$\text{pOH} = -\log (c(\text{OH}^-)/\text{mol} \cdot \text{dm}^3)$$

$$\text{pOH} = -\log (0,55 \text{ mol} \cdot \text{dm}^3 / \text{mol} \cdot \text{dm}^3) = 0,26$$

И на крајот го наоѓаме рН:

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \longrightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 0,26 = 13,74$$

$$\text{pH} = 13,74$$

Кај возрасен човек, дневно, во просек, се лачи околу 1,5 L стомачна киселина. Масениот удел на HCl во стомачната киселина е 0,5 %.

Задачите обработени во ова поглавје се однесуваат на силни киселини и бази што се целосно дисоцирани во водни раствори. Влијанието на автојонизацијата на водата го занемаруваме.





**Пример 9.3.** Пресметај го рОН на следните раствори: а) раствор од азотна киселина со концентрација  $3,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ , и б) раствор на бариум хидроксид со концентрација  $0,07 \text{ mol/dm}^3$ .

Дадено:

а)  $c(\text{HNO}_3) = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$

б)  $c[\text{Ba}(\text{OH})_2] = 0,07 \text{ mol/dm}^3$

Се бара:

рОН = ?

рОН = ?

**Решение:**

Го поставуваме односот на количествата што произлегува од формулата на киселината:

$$\frac{n(\text{H}^+)}{n(\text{HNO}_3)} = \frac{1}{1}$$

$$n(\text{H}^+) = n(\text{HNO}_3)$$

$$c(\text{H}^+) \cdot V(\text{p-p}) = c(\text{HNO}_3) \cdot V(\text{p-p})$$

$$c(\text{H}^+) = c(\text{HNO}_3) = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

Во следниот чекор ја пресметуваме рН-вредноста:

$$\text{pH} = -\log(c(\text{H}^+)/\text{mol} \cdot \text{dm}^3)$$

$$\text{pH} = -\log(3,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^3/\text{mol} \cdot \text{dm}^3) = 2,44$$

Бидејќи се бара рОН-вредноста, запишуваме:

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pOH} = 14 - \text{pH} = 14 - 2,44 = 11,56$$

$$\text{pOH} = 11,56$$

б) Во првиот чекор ја определуваме релацијата меѓу  $\text{OH}^-$  јоните и  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ :

$$\frac{n(\text{OH}^-)}{n[\text{Ba}(\text{OH})_2]} = \frac{2}{1}$$

$$n(\text{OH}^-) = 2 \cdot n[\text{Ba}(\text{OH})_2]$$

За концентрацијата на  $\text{OH}^-$  јоните ќе добиеме:

$$c(\text{OH}^-) \cdot V(\text{p-p}) = 2 \cdot c(\text{Ba}(\text{OH})_2) \cdot V(\text{p-p})$$

$$c(\text{OH}^-) = 2 \cdot c(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 2 \cdot 0,07 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 0,14 \text{ mol/dm}^3$$

Од концентрацијата на хидроксидните јони може да ја пресметаме вредноста на рОН.

$$\text{pOH} = -\log(c(\text{OH}^-)/\text{mol} \cdot \text{dm}^3)$$

$$\text{pOH} = -\log(0,14 \text{ mol} \cdot \text{dm}^3/\text{mol} \cdot \text{dm}^3) = 0,85$$

$$\text{pOH} = 0,85$$

Концентрацијата на водородните јони може да се определи од рН. За таа цел, треба на изразот за рН да ја примениме операцијата антилогаритмирање:

$$-\log[c(\text{H}_3\text{O}^+)/\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}] = \text{pH}$$

$$\log[c(\text{H}_3\text{O}^+)/\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}] = -\text{pH} / \text{antilogaritama}$$

$$c(\text{H}_3\text{O}^+)/\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 10^{-\text{pH}}$$

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-\text{pH}} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \quad (10)$$

Слично се добива

$$c(\text{OH}^-) = 10^{-\text{pOH}} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \quad (11)$$



**Пример 9.4.** Определи ја концентрацијата на водородните јони во раствор во кој а) рН = 4,7 и б) рОН = 3,2.

Дадено:

а) рН = 4,7

б) рОН = 3,2

Се бара:

$c(\text{H}^+) = ?$

$c(\text{H}^+) = ?$

**Решение:**

а) За да ја најдеме концентрацијата на водородните јони, ја применуваме формулата:

$$c(\text{H}^+) = 10^{-\text{pH}} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Во овој случај

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-4,7} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$c(\text{H}^+) = 2 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

б) За да ја најдеме концентрацијата на водородните јони, прво од рОН ја определуваме вредноста на рН:

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 3,2 = 10,8$$

Сега ја определуваме концентрацијата на  $\text{H}^+$ :

$$c(\text{H}^+) = 10^{-\text{pH}} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-10,8} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 1,6 \cdot 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$c(\text{H}^+) = 1,6 \cdot 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$



**Пример 9.5.** Колкав број  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$  јони се содржат во 50 mL раствор со рН = 4?

Дадено:

$V(\text{p-p}) = 50 \text{ mL} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ L}$

рН = 4

Се бара:

$N(\text{H}^+) = ?$

$N(\text{OH}^-) = ?$

**Решение:**

Од податокот рН ќе ја пресметаме концентрацијата на  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$  јони, а потоа врз основа на познатиот волумен на растворот, ќе ги пресметаме и нивното количество и бројот на  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$  јони.

$$c(\text{H}^+) = 10^{-\text{pH}} \text{ mol/dm}^3 = 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

$$c(\text{OH}^-) = \frac{K_w}{c(\text{H}^+)} = \frac{1 \cdot 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}}{10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}} = 10^{-10} \text{ mol dm}^{-3}$$

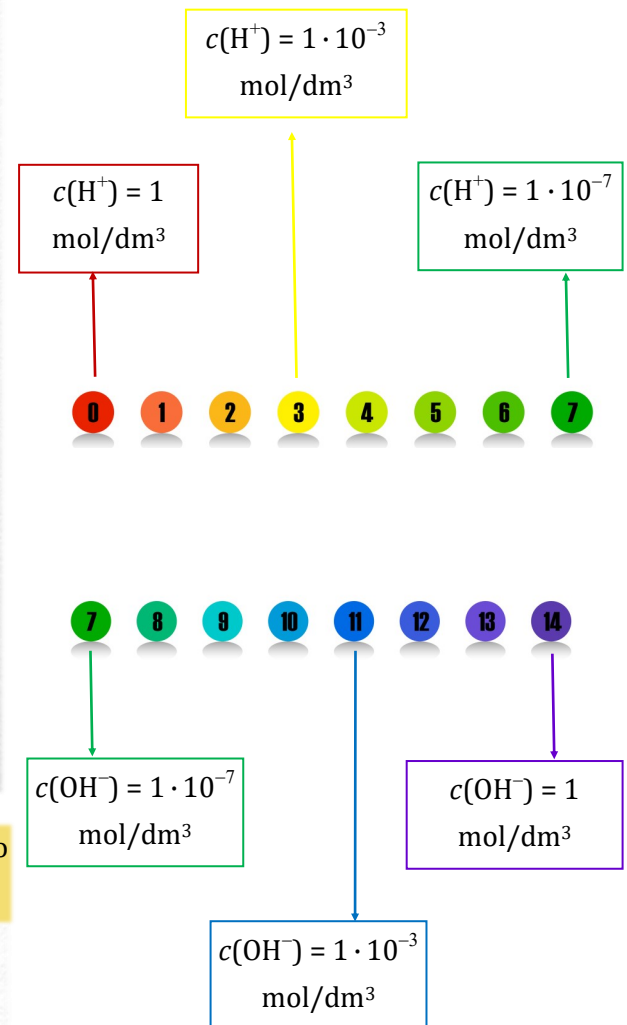
$$N(\text{H}^+) = n(\text{H}^+) \cdot N_A = c(\text{H}^+) \cdot V(\text{p-p}) \cdot N_A$$

$$N(\text{H}^+) = 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 3,011 \cdot 10^{18}$$

$$N(\text{OH}^-) = n(\text{OH}^-) \cdot N_A = c(\text{OH}^-) \cdot V(\text{p-p}) \cdot N_A =$$

$$= 10^{-10} \text{ mol/dm}^3 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 3,011 \cdot 10^{12}$$

$$N(\text{H}^+) = 3,011 \cdot 10^{18} \quad N(\text{OH}^-) = 3,011 \cdot 10^{12}$$



Сл. 9.3. Релација меѓу рН-скалата и концентрацијата на  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$  јоните.

Во следните неколку примери ќе видиме како го користиме концептот за рН во задачи со раствори.

Дисоцијацијата на сулфурна киселина се одвива во два чекора. Првиот чекор е целосен, а за вториот чекор, константата на дисоцијација на киселината има вредност  $1,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ . Но, честопати во задачите (како и во оваа збирка) се смета дека дисоцијацијата на сулфурна киселина е целосна во двата чекора.



**Пример 9.6.** Определи го рН на раствор на сулфурна киселина за кој е познато дека масениот удел на киселината е 4 %, а нејзината густина  $1,035 \text{ g/cm}^3$ .

*Дадено*  $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 4\% = 0,04$   
 $\rho = 1,035 \text{ g/cm}^3$

*Се бара*  
 $\text{pH} = ?$

**Решение:**

За да може да ја најдеме рН-вредноста, треба да ја определиме концентрацијата на киселината, а потоа и на водородните јони. За да ја определиме концентрацијата на киселината, го користиме изразот што ги поврзува  $c$ ,  $w$  и  $\rho$ :

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{w(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \rho(p-p)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{0,04 \cdot 1,035 \text{ g/cm}^3}{98 \text{ g/mol}} = 4,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol/cm}^3$$

За да може да го пресметаме рН, концентрацијата мора да биде изразена во единицата  $\text{mol/dm}^3$ .

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 4,2 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{cm}^3} = 4,2 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{10^{-3} \text{ dm}^3} = 4,2 \cdot 10^{-4} \cdot 10^3 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 0,42 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Во следниот чекор ја наоѓаме концентрацијата на водородните јони:

$$\frac{n(\text{H}^+)}{n(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{2}{1}$$

$$n(\text{H}^+) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{SO}_4)$$

$$c(\text{H}^+) \cdot V(p-p) = 2 \cdot c(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V(p-p)$$

$$c(\text{H}^+) = 2 \cdot c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 0,42 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 0,84 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

На крај останува само да ја пресметаме рН-вредноста:

$$\text{pH} = -\log(c(\text{H}^+)/\text{mol} \cdot \text{dm}^3)$$

$$\text{pH} = -\log(c(\text{H}^+)/\text{mol} \cdot \text{dm}^3)$$

$$\text{pH} = -\log(0,84 \text{ mol} \cdot \text{dm}^3/\text{mol} \cdot \text{dm}^3) = 0,08$$



**Пример 9.7.** Раствор на стронциум хидроксид е приготвен со растворање определена маса  $\text{Sr}(\text{OH})_2$  во вода, при што е добиен раствор со волумен  $250 \text{ cm}^3$ . Со помош на рН-метар, определено е дека  $\text{pH} = 11,3$ . Пресметај ја масата на стронциум хидроксид растворена во водата.

*Дадено:*  $V[p-p \text{ Sr}(\text{OH})_2] = 250 \text{ cm}^3 = 0,25 \text{ dm}^3$   
 $\text{pH} = 11,3$

*Се бара:*  
 $m[\text{Sr}(\text{OH})_2] = ?$

**Решение:**

Од податокот за рН најпрво ќе се пресмета рОН, а потоа и концентрацијата на  $\text{OH}^-$  јоните.

$$\text{pOH} = 14 - \text{pH} = 14 - 11,3 = 2,7$$

$$c(\text{OH}^-) = 10^{-\text{pOH}} \text{ mol/dm}^3 = 10^{-2,7} \text{ mol/dm}^3 = 1,99 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

Од концентрацијата на  $\text{OH}^-$  јоните ќе ја најдеме концентрацијата на  $\text{Sr}(\text{OH})_2$  во растворот, а потоа, знаејќи го волуменот на растворот, ќе ја пресметаме масата на растворениот  $\text{Sr}(\text{OH})_2$ .

$$\frac{n[\text{Sr}(\text{OH})_2]}{n(\text{OH}^-)} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{c[\text{Sr}(\text{OH})_2]}{c(\text{OH}^-)} = \frac{1}{2} \Rightarrow c[\text{Sr}(\text{OH})_2] = \frac{1}{2} \cdot c(\text{OH}^-) = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} = 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$m[\text{Sr}(\text{OH})_2] = n[\text{Sr}(\text{OH})_2] \cdot M[\text{Sr}(\text{OH})_2] = c[\text{Sr}(\text{OH})_2] \cdot V(\text{p-p}) \cdot M[\text{Sr}(\text{OH})_2]$$

$$m[\text{Sr}(\text{OH})_2] = 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,25 \text{ dm}^3 \cdot 121,63 \text{ g/mol} = 30,4 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 30,4 \text{ mg}$$

$$m[\text{Sr}(\text{OH})_2] = 30,4 \text{ mg}$$



**Пример 9.8.** Раствор од азотна киселина со рН = 1,2 и волумен 30 cm<sup>3</sup> бил разреден, при што било утврдено дека разредениот раствор има рН = 5,1. Колкав волумен вода треба да се додаде на првиот раствор за да се добие раствор со измерената рН-вредност?

Дадено:

Се бара:

$$\text{pH}_1 = 1,2$$

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

$$V(\text{p-p})_1 = 30 \text{ cm}^3 = 3 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3$$

$$\text{pH}_2 = 5,1$$

#### Решение:

Од податоците за рН-вредностите ќе ги најдеме концентрациите на H<sup>+</sup> јоните во почетниот и во разредениот раствор, а потоа со примена на равенката за разредување раствори ќе го пресметаме волуменот на разредениот раствор.

$$c(\text{H}^+)_1 = 10^{-\text{pH}} \text{ mol/dm}^3 = 10^{-1,2} \text{ mol/dm}^3 = 0,063 \text{ mol/dm}^3 = 6,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$$

$$c(\text{H}^+)_2 = 10^{-\text{pH}} \text{ mol/dm}^3 = 10^{-5,2} \text{ mol/dm}^3 = 6,3 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$$

$$c(\text{H}^+)_1 \cdot V(\text{p-p})_1 = c(\text{H}^+)_2 \cdot V(\text{p-p})_2$$

$$6,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \cdot 3 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3 = 6,3 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3 \cdot V(\text{p-p})_2$$

$$V(\text{p-p})_2 = 300 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 300 \text{ dm}^3 - 0,03 \text{ dm}^3 = 299,97 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 299,97 \text{ dm}^3$$



**Пример 9.9.** Колку изнесува рН на раствор добиен со мешање 50,0 mL раствор од HCl со концентрација 0,05 mol/dm<sup>3</sup> со 150,0 mL раствор од HNO<sub>3</sub> со концентрација 0,10 mol/L?

Дадено:

Се бара:

$$V(\text{p-p HCl}) = 50,0 \text{ mL} = 0,05 \text{ L}$$

$$\text{pH} = ?$$

$$c(\text{HCl}) = 0,05 \text{ mol/L}$$

$$V(\text{p-p HNO}_3) = 150,0 \text{ mL} = 0,15 \text{ L}$$

$$c(\text{HNO}_3) = 0,1 \text{ mol/L}$$

#### Решение:

За да ја најдеме рН-вредноста во растворот добиен со мешање на двата раствора, треба да ја пресметаме концентрацијата на H<sup>+</sup> јоните во конечниот раствор, користејќи ја равенката за мешање раствори.

$$c(\text{H}^+)_1 \cdot V(\text{p-p HCl}) + c(\text{H}^+)_2 \cdot V(\text{p-p HNO}_3) = c(\text{H}^+)_3 \cdot V(\text{вкупен})$$

$$c(\text{H}^+)_1 = c(\text{HCl}) = 0,05 \text{ mol/L} \quad c(\text{H}^+)_2 = c(\text{HNO}_3) = 0,1 \text{ mol/L}$$

$$V(\text{вкупен}) = V(\text{p-p HCl}) + V(\text{p-p HNO}_3) = 0,05 \text{ L} + 0,15 \text{ L} = 0,20 \text{ L}$$

$$0,05 \text{ mol/L} \cdot 0,05 \text{ L} + 0,1 \text{ mol/L} \cdot 0,15 \text{ L} = c(\text{H}^+)_3 \cdot 0,20 \text{ L}$$

$$0,0025 \text{ mol} + 0,015 \text{ mol} = c(\text{H}^+)_3 \cdot 0,20 \text{ L}$$

$$c(\text{H}^+)_3 = 0,0875 \text{ mol/L}$$

Од концентрацијата на  $H^+$  јоните ја пресметуваме рН-вредноста.

$$pH = -\log c(H^+)/\text{mol L}^{-1} = -\log 0,875 = 1,06$$

$$pH = 1,06$$



**Пример 9.10.** Раствор од калиум хидроксид е неутрализиран со азотна киселина. Притоа, за неутрализација на  $200 \text{ cm}^3$  раствор од  $KOH$  со  $pH = 12,1$  биле потребни  $120 \text{ cm}^3$  азотна киселина. Определи ги концентрацијата и рН-вредноста на растворот на азотна киселина.

Дадено:

$$V(p-p \text{ KOH}) = 200,0 \text{ cm}^3 = 0,2 \text{ dm}^3$$

$$pH = 12,1$$

$$V(p-p \text{ HNO}_3) = 120,0 \text{ cm}^3 = 0,120 \text{ dm}^3$$

Се бара:

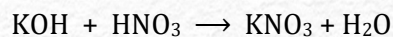
$$c(\text{HNO}_3) = ?$$

$$pH = ?$$

Концентрираната азотна киселина е корозивна и токсична течност. Под влијание на топлина и светлина се распаѓа, при што се образува  $\text{NO}_2$ , кој е кафеав гас. Поради тоа, растворите на азотна киселина може да имаат жолто-кафеава боја.

**Решение:**

Најпрво ќе ја напишеме равенката на реакцијата, а потоа ќе поставиме однос на количествата на киселината и базата и нивните количества ќе ги изразиме како производ од соодветната концентрација и волумен на раствор.



$$n(\text{KOH}) = n(\text{HNO}_3)$$

$$c(\text{KOH}) \cdot V(p-p \text{ KOH}) = c(\text{HNO}_3) \cdot V(p-p \text{ HNO}_3)$$

Концентрацијата на  $KOH$  не е позната, но може да ја пресметаме од податокот за рН-вредноста, од која ќе го пресметаме  $pOH$ , а потоа концентрацијата на  $OH^-$  јоните.

$$pOH = 14 - pH = 14 - 12,1 = 1,9$$

$$c(OH^-) = 10^{-pOH} \text{ mol/dm}^3 = 10^{-1,9} \text{ mol/dm}^3 = 0,0126 \text{ mol/dm}^3$$

$$c(OH^-) = c(\text{KOH}) = 0,0126 \text{ mol/dm}^3$$

Сега може да ја пресметаме концентрацијата на  $\text{HNO}_3$ .

$$0,0126 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,200 \text{ dm}^3 = c(\text{HNO}_3) \cdot 0,120 \text{ dm}^3$$

$$c(H^+) = c(\text{HNO}_3) = 0,021 \text{ mol/dm}^3$$

$$pH = pH = -\log c(H^+)/\text{mol L}^{-1} = -\log 0,021 = 1,68$$

$$pH = 1,68$$



**Пример 9.11.** Кон  $250 \text{ mL}$  раствор од  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  со  $pH = 12$ , додадени се  $250 \text{ mL}$  раствор од  $\text{HCl}$  со  $pH = 3$ . Колку изнесува рН на конечниот раствор?

Дадено:

$$V(p-p \text{ Ba}(\text{OH})_2) = 250 \text{ mL} = 0,25 \text{ L}$$

$$pH = 12$$

$$V(p-p \text{ HCl}) = 250 \text{ mL} = 0,25 \text{ L}$$

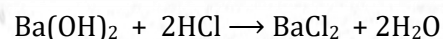
$$pH = 3$$

Се бара:

$$pH = ?$$

**Решение:**

Ова е задача со лимитирачки реактант, бидејќи во неа се дадени податоци и за  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  и за  $\text{HCl}$  од кои може да се пресметаат почетните количества. Затоа, најпрво треба да ја напишеме и да ја израмниме равенката на реакцијата и да определиме кој е лимитирачкиот реактант.



Го бараме почетното количество  $\text{Ba(OH)}_2$ .

$$n[\text{Ba(OH)}_2]_0 = c[\text{Ba(OH)}_2] \cdot V[\text{p-p Ba(OH)}_2]$$

$$\frac{n[\text{Ba(OH)}_2]}{n(\text{OH}^-)} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{c[\text{Ba(OH)}_2]}{c(\text{OH}^-)} = \frac{1}{2} \Rightarrow c[\text{Ba(OH)}_2] = \frac{1}{2} \cdot c(\text{OH}^-)$$

$$\text{pOH} = 14 - \text{pH} = 14 - 12 = 2$$

$$c(\text{OH}^-) = 10^{-\text{pOH}} \text{ mol/dm}^3 = 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$$

$$c[\text{Ba(OH)}_2] = \frac{1}{2} \cdot c(\text{OH}^-) = \frac{1}{2} \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\begin{aligned} n[\text{Ba(OH)}_2]_0 &= c[\text{Ba(OH)}_2] \cdot V[\text{p-p Ba(OH)}_2] = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,25 \text{ dm}^3 = \\ &= 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \end{aligned}$$

Го бараме почетното количество  $\text{HCl}$ .

$$n(\text{HCl})_0 = n(\text{H}^+) \Rightarrow c(\text{HCl}) = c(\text{H}^+) = 10^{-\text{pOH}} \text{ mol/dm}^3 = 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

$$n(\text{HCl})_0 = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{p-p HCl}) = 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,25 \text{ dm}^3 = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Сега го наоѓаме лимитирачкиот реактант.

$$n(\text{HCl}) = 2 \cdot n[\text{Ba(OH)}_2] = 2 \cdot 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Значи, за да се неутрализира целото почетно количество  $\text{Ba(OH)}_2$ , потребни се  $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ , а во реакционата смеса ставено е помало количество, т. е.  $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ . Според тоа,  $\text{HCl}$  е лимитирачкиот реактант. Сега ќе пресметаме колкаво количество бариум хидроксид ќе изреагира со  $\text{HCl}$ , а оттаму и колкаво количество  $\text{Ba(OH)}_2$  ќе остане како вишок.

$$\frac{n[\text{Ba(OH)}_2]}{n(\text{HCl})} = \frac{1}{2} \Rightarrow n[\text{Ba(OH)}_2]_{\text{изр.}} = \frac{1}{2} \cdot 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} n[\text{Ba(OH)}_2]_{\text{вишок}} &= n[\text{Ba(OH)}_2]_0 - n[\text{Ba(OH)}_2]_{\text{изр.}} = \\ &= 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol} - 1,25 \cdot 10^{-4} = 1,125 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \end{aligned}$$

Ова е количеството на неизреагиран  $\text{Ba(OH)}_2$ . Но, за да ја најдеме  $\text{pH}$  на конечниот раствор, треба да ја знаеме концентрацијата на  $\text{OH}^-$  јоните. Треба да имаме предвид дека кога ќе се измешаат растворите на  $\text{Ba(OH)}_2$  и  $\text{HCl}$ , вкупниот волумен е збир од волумените на нивните раствори. Затоа, концентрацијата на  $\text{OH}^-$  јоните на крајот на реакцијата треба да ја пресметаме за конечниот волумен.

$$V(\text{вкупно}) = V(\text{p-p HCl}) + V[\text{p-p Ba(OH)}_2] = 0,25 \text{ dm}^3 + 0,25 \text{ dm}^3 = 0,5 \text{ dm}^3$$

$$\begin{aligned} c(\text{OH}^-) &= 2 \cdot c[\text{Ba(OH)}_2]_{\text{вишок}} = 2 \cdot \frac{n[\text{Ba(OH)}_2]_{\text{вишок}}}{V(\text{вкупно})} = 2 \cdot \frac{1,125 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,5 \text{ dm}^3} = \\ &= 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 \end{aligned}$$

На крајот ќе ги пресметаме  $\text{pOH}$ -вредноста и  $\text{pH}$ .

$$\text{pOH} = -\log(4,5 \cdot 10^{-3}) = 2,35$$

$$\text{pH} = 14 - 2,35 = 11,65$$

$$\mathbf{\text{pH} = 11,65}$$

Задачата може да се реши и во помал број чекори ако станува збор само според ефективната јонска равенка на реакцијата, која, за реакции на неутрализација, е:



Почетните концентрации и количества на  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$  јоните се:

$$c(\text{H}^+) = 10^{-\text{pH}} \text{ mol/dm}^3 = 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

$$n(\text{H}^+)_0 = c(\text{H}^+) \cdot V(\text{p-p HCl}) = 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,25 \text{ dm}^3 = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{pOH} = 14 - \text{pH} = 14 - 12 = 2$$

$$c(\text{OH}^-) = 10^{-\text{pOH}} \text{ mol/dm}^3 = 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$$

$$n(\text{OH}^-)_0 = c(\text{OH}^-) \cdot V[\text{p-p Ba(OH)}_2] = 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,25 \text{ dm}^3 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Веднаш се гледа дека лимитирачки реактант се  $\text{H}^+$  јоните, бидејќи според ефективната јонска равенка, односот на изреагираните количества  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$  јони е 1 : 1. Неизреагираното количество  $\text{OH}^-$  јони е:

$$n(\text{OH}^-)_{\text{вишок}} = n(\text{OH}^-)_0 - n[(\text{OH}^-)]_{\text{изр.}} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} - 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 2,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

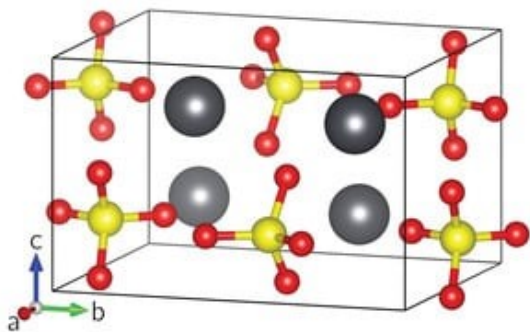
Концентрацијата на  $\text{OH}^-$  јони во вкупниот волумен раствор на крајот од реакцијата е:

$$(\text{OH}^-) = \frac{n(\text{OH}^-)_{\text{вишок}}}{V(\text{вкупно})} = \frac{2,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,5 \text{ dm}^3} = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

Од концентрацијата на  $\text{OH}^-$  јони ќе ја пресметаме  $\text{pOH}$ -вредноста, а потоа и  $\text{pH}$ .

$$\text{pOH} = -\log(4,5 \cdot 10^{-3}) = 2,35$$

$$\text{pH} = 14 - 2,35 = 11,65$$



Сл. 9.4. Кристална структура на  $\text{PbSO}_4$  (англезит).



**Пример 9.12.** При додавање сулфурна киселина во раствор од олово (II) нитрат се образува бел талог од  $\text{PbSO}_4$ . Ако во раствор на  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  со волумен  $750 \text{ cm}^3$  и концентрација  $0,15 \text{ mol/dm}^3$  биле додадени  $200 \text{ cm}^3$  сулфурна киселина со  $\text{pH} = 3,3$ , колкава маса  $\text{PbSO}_4$  се образувала?

Дадено:

$$V[\text{p-p Pb}(\text{NO}_3)_2] = 750 \text{ cm}^3 = 0,750 \text{ dm}^3$$

$$c[\text{Pb}(\text{NO}_3)_2] = 0,15 \text{ mol/dm}^3$$

$$V(\text{p-p H}_2\text{SO}_4) = 200 \text{ cm}^3 = 0,200 \text{ dm}^3$$

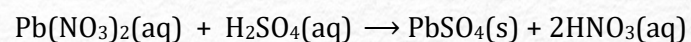
$$\text{pH} = 3,3$$

Се бара:

$$m(\text{PbSO}_4) = ?$$

**Решение:**

Како и претходната, и оваа задача е со лимитирачки реактант. Затоа, најпрво ќе ја напишеме и ќе ја израмниме равенката на реакцијата, а потоа од дадените податоци ќе ги пресметаме почетните количества на двата реактанти.



$$n[\text{Pb}(\text{NO}_3)_2]_0 = c[\text{Pb}(\text{NO}_3)_2] \cdot V[\text{p-p Pb}(\text{NO}_3)_2] = 0,15 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,750 \text{ dm}^3 = 0,1125 \text{ mol}$$

$$c(\text{H}^+) = 10^{-\text{pH}} \text{ mol/dm}^3 = 10^{-3,3} \text{ mol/dm}^3 = 5,01 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

$$n(\text{H}^+) = c(\text{H}^+) \cdot V(\text{p-p H}_2\text{SO}_4) = 5,01 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,2 \text{ dm}^3 = 1 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)_0}{n(\text{H}^+)} = \frac{1}{2} \Rightarrow n(\text{H}_2\text{SO}_4)_0 = \frac{1}{2} \cdot n(\text{H}^+) = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

Според израмнетата равенка, количествата на  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  што ќе изреагираат се еднакви,

$$\text{т. е. } n[\text{Pb}(\text{NO}_3)_2] = n(\text{H}_2\text{SO}_4)$$

Бидејќи количеството  $\text{H}_2\text{SO}_4$  е помало од количеството  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  е лимитирачкиот реактант, па според нејзиното количество ќе ја определеме масата на исталожен  $\text{PbSO}_4$ .

$$n(\text{PbSO}_4) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 5 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$m(\text{PbSO}_4) = 5 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot 303,25 \text{ g/mol} = 1,52 \cdot 10^{-2} \text{ g} = 15,2 \text{ mg}$$

$$\mathbf{m(\text{PbSO}_4) = 15,2 \text{ mg}}$$

### Задачи:

Табела 9.1. Вредности на  $K_w$  на различни температури.

Температура/К	$K_w$
273	$1,14 \cdot 10^{-15}$
298	$1 \cdot 10^{-14}$
313	$2,92 \cdot 10^{-14}$
333	$9,61 \cdot 10^{-14}$
373	$5,4 \cdot 10^{-13}$

1. Јонскиот производ на водата ( $K_w$ ) е константа чија вредност се менува (малку) со промена на температурата (види Табела 1). Пресметај ги концентрациите на  $H^+$  и  $OH^-$  јоните во неутрална средина на температури од  $40\text{ }^\circ\text{C}$  и  $100\text{ }^\circ\text{C}$ . Колку изнесува неутралната вредност на рН на овие температури?
2. Вредноста на рН на примерок од артериска крв изнесува 7,40. Јонскиот продукт на водата на температурата на човечкото тело ( $37\text{ }^\circ\text{C}$ ) изнесува  $2,4 \cdot 10^{-14}\text{ mol}^2/\text{dm}^6$ . Колку изнесува рОН-вредноста на овој примерок крв?
3. рН на чистата дождовница изнесува 6, а на еден кисел дожд изнесува 4. Каде е поголема концентрацијата на водородните јони и за колку пати?
4. Ако рН на плунката изнесува 6, а на желудочниот сок 1, каде е поголема концентрацијата на хидроксидните јони и за колку пати?
5. Вредноста на рН во зелениот чај изнесува 5,8. Колку изнесуваат концентрациите на  $H^+$  и  $OH^-$  јоните?
6. рН на раствор на NaOH изнесува 12. Колку изнесува концентрацијата на  $H_3O^+$  и на  $OH^-$  јоните во растворот?
7. Дали ќе се зголеми или ќе се намали концентрацијата на  $H^+$  јоните во раствор и за колку пати ако рН на растворот се промени од 3 на 7?
8. Колку изнесува рН на раствор во кој  $c(H^+) = 1,0 \cdot 10^{-3,2}\text{ mol}/\text{dm}^3$ ? Колку изнесува концентрацијата на хидроксидните јони во растворот?
9. Пополни ја следнава табела:

$c(H^+)/\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$	$c(OH^-)/\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$	рН	рОН
$2,4 \cdot 10^{-8}$			
	$1,5 \cdot 10^{-3}$		
		9,3	
			11,2

10. Приготвени се два раствора. Концентрацијата на водородните јони во растворот 1 изнесува  $2 \cdot 10^{-3}\text{ mol}/\text{dm}^3$ , а концентрацијата на хидроксидните јони во растворот 2 изнесува  $7 \cdot 10^{-3}\text{ mol}/\text{dm}^3$ . Во кој раствор е поголема рН-вредноста? Кој раствор е покисел?
11. За колку ќе се промени рН-вредноста на растворот ако концентрацијата на  $H^+$  јоните во растворот се промени од  $1,0 \cdot 10^{-5}\text{ mol}/\text{L}$  на  $1,0 \cdot 10^{-9}\text{ mol}/\text{L}$ ?
12. Во 1 mL од некој раствор има  $6,02 \cdot 10^{21}$  хидроксидни јони. Да се пресмета рН на растворот.
13. Колку водородни и колку хидроксидни јони има во 35 mL раствор со рН = 10,0?
14. Вредноста на рН на растворот А изнесува 3,2, на растворот Б изнесува 12,5, а на растворот В изнесува 6,5. Подреди ги растворите според растењето на концентрацијата на хидроксидните јони.
15. Нормална вредност на рН на крвта е 7,35. При намалување на вредноста на рН на крвта под 6,8 не е можно опстојувањето на организмот. Пресметај колку изнесува разликата во бројот на водородни јони во 5 L крв при рН = 7,35 и при рН = 6,8.
16. За колку ќе се промени рН на некој раствор, ако концентрацијата на водородните јони се намали на половина од првобитната вредност?
17. Раствор од бариум хидроксид е приготвен со растворање на максималното можно количество од хидроксидот така што да се добие заситен раствор со волумен  $750\text{ cm}^3$ . Измерената рН-вредност на растворот била 10,35. Пресметај колкава била масата на бариум хидроксид што се растворила.
18. Раствор од натриум хидроксид е добиен со растворање 8 g NaOH во вода, при што се добиле  $500\text{ cm}^3$  раствор. Колку изнесуваат рН и рОН во растворот?
19. Определи ја концентрацијата на  $H^+$  и  $OH^-$  јоните во раствор со концентрација на  $Sr(OH)_2 = 0,27\text{ mol}/\text{dm}^3$ .



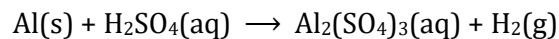
20. Раствор од HBr е добиен со растворање 22 g HBr во доволно вода, така што се добиле 480 mL раствор. Колку е разликата на pH меѓу овој раствор и раствор приготвен со растворање на истата маса HBr во помало количество вода така што е добиен раствор со волумен 350 cm<sup>3</sup>?
21. Заситен раствор од калциум хидроксид има pH = 12,35. Колкава маса калциум хидроксид треба да се раствори за да се приготви ваков раствор со волумен 150 cm<sup>3</sup>?
22. Во лабораторија се приготвени раствори на NaOH и Ba(OH)<sub>2</sub>. Масениот удел на NaOH во растворот е w(NaOH) = 3 %, а густината на растворот изнесува ρ = 1,12 g/cm<sup>3</sup>. Растворот од бариум хидроксид е приготвен со растворање 3,89 g Ba(OH)<sub>2</sub> во 500 cm<sup>3</sup> вода. Во кој раствор е повисока вредноста на pH и за колку?
23. Пресметај го pH на раствор што се добива со додавање 145 mL хлороводородна киселина со концентрација 0,55 mol/dm<sup>3</sup> во 500 mL раствор на сулфурна киселина со pH 2,3.
24. Пресметај го pH на растворот добиен со растворање 205 mL хлороводород што се наоѓа на температура од 23 °C и притисок од 751 mmHg ако добиениот раствор има волумен 4,25 L.
25. Колкав волумен вода треба да се додаде на раствор на азотна киселина со волумен 1,2 L и pH = 1,5 за да се добие раствор во кој pH = 5?
26. Максималните маси на хидроксидите на земноалкалните метали што може да се растворот во 100 g вода (ρ = 1 g/cm<sup>3</sup>) изнесуваат: m(Mg(OH)<sub>2</sub>) = 9,628 · 10<sup>-4</sup> g, m(Ca(OH)<sub>2</sub>) = 0,173 g, m(Sr(OH)<sub>2</sub>) = 1,77 g, m(Ba(OH)<sub>2</sub>) = 3,89 g (растворливоста на берилиум хидроксид е занемарливо мала). Ако претпоставиме дека волуменот на растворот не се менува при растворањето на хидроксидите, определи ги pH-вредностите на добиените раствори.
27. Колкава е вредноста на pH на растворот добиен со додавање 12,0 g натриум хидроксид во 800 mL раствор на стронциум хидроксид со концентрација 0,2 mol/dm<sup>3</sup> (под претпоставка дека волуменот не се менува по додавањето на NaOH)?
28. Колкав волумен вода (во cm<sup>3</sup>) треба да се додаде во 50 cm<sup>3</sup> раствор од бариум хидроксид со w = 4 % и ρ(p-p) = 1,12 g/cm<sup>3</sup> за да се добие раствор со pH = 12,9?
29. Парче онечистен натриум хидроксид со маса 5 g е растворен во вода, при што е добиен раствор со масена концентрација на NaOH од 10,5 g/dm<sup>3</sup>. Растворот потоа е разреден до 2,5 L. Добиеениот раствор има pH = 11,9. Пресметај го масениот удел на натриум хидроксид во примерокот.
30. Колкав волумен вода (во cm<sup>3</sup>) треба да се додаде во 70 cm<sup>3</sup> раствор од сулфурна киселина (w = 3 % и ρ = 1,15 g/cm<sup>3</sup>) за да се добие раствор со pH = 1,3?
31. Пресметај ја pH на растворот добиен со мешање раствор на перхлорна киселина со волумен 300 cm<sup>3</sup> и pH = 3,2 и друг раствор на оваа киселина со волумен 150 cm<sup>3</sup> и масена концентрација 2,01 g/dm<sup>3</sup>.
32. По завршувањето на лабораториските вежби, во лабораторија останале три шишиња со јодоводородна киселина со различни концентрации на киселината. Во првото шише имало 50 cm<sup>3</sup> киселина со концентрација 0,05 mol/dm<sup>3</sup>, во второто шише останале 120 cm<sup>3</sup> киселина со масен удел 10 % и густина 1,15 g/cm<sup>3</sup>, а во третото шише останале 42 cm<sup>3</sup> раствор со маса 55 g и масен удел на киселината од 12 %. Лаборантот одлучил да ги измеша трите раствори. Пресметај го pH на конечниот раствор.
33. Земени се 25,0 mL раствор од HBr со густина 1,49 g/mL, во кој масениот удел на HBr изнесува 48 % и растворот е разреден до вкупен волумен од 2,00 L. Колку изнесува pH на разредениот раствор?
34. Колку изнесува pH во раствор добиен со мешање 10,0 mL раствор од HBr со концентрација 0,100 mol/dm<sup>3</sup>, со 20,0 mL раствор од HCl со концентрација 0,200 mol/dm<sup>3</sup>?
35. Еден раствор е приготвен со мешање 273 mL раствор на HNO<sub>3</sub> со концентрација 0,164 mol/L, со раствор од HCl со концентрација 0,800 mol/L. Измерена е pH-вредноста на добиениот раствор, која изнесува 0,39. Колкав волумен од растворот на HCl е земен за приготвување на конечниот раствор?
36. Колкав волумен раствор од HCl со pH = 0,79 е потребен за неутрализација на 1,25 L раствор од амонијак со концентрација 0,265 mol/dm<sup>3</sup>?

2	4	Be	Beryllium	9,012
12	12	Mg	Magnesium	24,305
20	20	Ca	Calcium	40,078
38	38	Sr	Strontium	87,62
56	56	Ba	Barium	137,327
88	88	Ra	Radium	226,025

Растворливоста на хидроксидите на елементите од втората група од Периодниот систем расте одејќи надолу во групата.

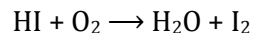
Сл. 9.5. Втора група од Периодниот систем.

37. Раствор на перхлорна киселина со концентрација  $0,04 \text{ mol/dm}^3$  и волумен на растворот од  $75 \text{ mL}$  треба да се неутрализира со раствор на калиум хидроксид. На располагање има раствор со  $\text{pH} = 11,5$ . Колкав волумен од овој раствор треба да се искористи за целосна неутрализација на киселината?
38. Водородот може да се добие со реакција претставена со следнава равенка:



За изведување некој експеримент потребни се  $750 \text{ cm}^3$  водород (при стандардни услови). Ако се земе парче алуминиум со маса  $2,5 \text{ g}$ , колкав волумен сулфурна киселина со  $\text{pH} = 1,45$  е потребен за целосно да изреагира алуминиумот? Дали притоа се добива доволно водород (при стандардни услови) за изведување на експериментот?

39. Јодоводородната киселина е силна киселина што со стоење на воздух се распаѓа. Равенката на овој процес може да се претстави на следниов начин:



Вредноста на  $\text{pH}$  на некој раствор на киселината со волумен  $500 \text{ cm}^3$  бил  $2,5$ . Пресметај колкав волумен кислород (при стандардни услови) е потребен за целосно да се распадне киселината.

40. Примерок со маса од  $1,95 \text{ g}$  на некој непознат хидроксид на металите од втората група,  $\text{M(OH)}_2$ , е растворен во  $85 \text{ mL}$  вода. Анализата на растворот покажала дека за целосна неутрализација на хидроксидот, потребни се  $56,9 \text{ mL}$  раствор од хлороводородна киселина со  $\text{pH} = 0,4$ . Определи ја моларната маса на хидроксидот.

41. Прашкест примерок со маса  $15 \text{ g}$  содржи  $\text{Al(OH)}_3$ . За целосна неутрализација на алуминиум хидроксидот од примерокот биле потребни  $750 \text{ cm}^3$   $\text{HCl}$  со  $\text{pH} = 0,35$ . Пресметај го уделот на  $\text{Al(OH)}_3$  во примерокот.

42. Раствор на јодоводородна киселина со волумен  $50,0 \text{ mL}$  и концентрација на јодоводородната киселина од  $0,015 \text{ mol/dm}^3$  е измешан со  $75,0 \text{ mL}$  раствор на калиум хидроксид со концентрација  $0,01 \text{ mol/dm}^3$ . Пресметај го  $\text{pH}$  на конечниот раствор.

43. Во раствор на оцетна киселина со волумен  $200 \text{ cm}^3$  и концентрација  $0,35 \text{ mol/dm}^3$  додаден е раствор од натриум хидроксид со волумен  $350 \text{ cm}^3$  и концентрација  $0,3 \text{ mol/dm}^3$ . Пресметај ја  $\text{pH}$ -вредноста на конечниот раствор.

44. Колку ќе изнесува  $\text{pH}$  на растворот што се добива ако се измешаат  $25 \text{ mL}$  раствор од  $\text{KOH}$  со концентрација  $0,35 \text{ mol/L}$  со  $50 \text{ mL}$  раствор од  $\text{HBr}$  со концентрација  $0,1 \text{ mol/L}$ ?

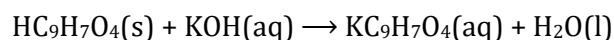
45. Електролитот во оловните акумулатори е сулфурна киселина чија концентрација треба да биде помеѓу  $4,8$  и  $5,3 \text{ mol/dm}^3$ . При испитувањето на киселината од некои батерии бил земен примерок со волумен  $5,0 \text{ mL}$ . Притоа, за негова неутрализација биле потребни  $450 \text{ mL}$  раствор на натриум хидроксид со  $\text{pH} = 13,1$ . Дали концентрацијата на киселината е во рамките на потребната за оловни акумулатори?



Сл. 9.6. Шише со јаболков оцет.

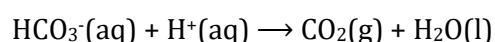
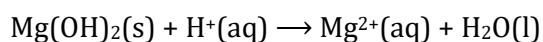
46. Анализирани се неколку примероци од оцет, со цел да се утврди дали содржината на оцетна киселина во нив е согласно деклариранијата. Анализирани биле вински оцет и јаболков оцет. На етикетата на винскиот оцет со волумен  $1 \text{ L}$  пишувало дека содржи  $6 \%$  оцетна киселина, а неговата густина била  $1,05 \text{ g/cm}^3$ . Јаболковиот оцет со маса  $750 \text{ g}$  содржел  $5 \%$  оцетна киселина ( $\rho = 0,96 \text{ g/cm}^3$ ). За неутрализација на оцетната киселина бил употребен раствор на натриум хидроксид со  $\text{pH} = 12,5$ . При неутрализација на  $0,1 \text{ L}$  вински оцет биле потрошени  $3 \text{ dm}^3$  од  $\text{NaOH}$ , а за неутрализација на  $150 \text{ g}$  јаболков оцет биле потрошени  $3,9 \text{ dm}^3$  од растворот на натриум хидроксид. Дали содржината на оцетната киселина е согласно деклариранијата?

47. Главна компонента во аспирирот е ацетилсалицилната киселина. На пакувањето на таблета од  $75 \text{ mg}$  пишува дека содржи  $75 \text{ mg}$  ацетилсалицилна киселина. При испитувањето една таблета, киселината била неутрализирана со калиум хидроксид. Притоа биле потрошени  $121 \text{ cm}^3$  раствор од калиум хидроксид со  $\text{pH} = 11,5$ . Дали таблетата содржи чиста ацетилсалицилна киселина? Равенката на реакцијата со калиум хидроксид е:

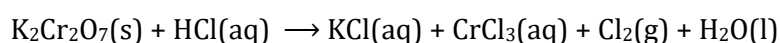


48. Раствор што содржи 4,2 g калиум хидроксид и калциум хидроксид е неутрализиран со киселина. Притоа биле потрошени 250 cm<sup>3</sup> хлороводородна киселина со pH = 0,42. Врз основа на овие податоци определи го составот на смесата (масените удели на хидроксидите).

49. Стomачната киселина некогаш може да има pH = 1,7. Колкав волумен од киселината е неутрализиран со антацид (таблета против вишок стомачна киселина) со маса 330 mg, која содржи 41,0 % магнезиум хидроксид, 36,2 % натриум хидрогенкарбонат и 22,8 % натриум хлорид. Равенките на реакциите што се одвиваат се:



50. Ако во цврст калиум дихромат се додаде хлороводородна киселина, се одвива реакција што може да се прикаже со следнава равенка:



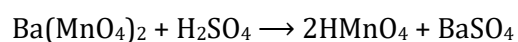
Пресметај колкав волумен (во cm<sup>3</sup>) хлор, при стандардни услови, ќе се формира ако во 80 mg K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> е додаден раствор од HCl со волумен 250 cm<sup>3</sup> и pH = 1,9.

51. Смеса од калиум карбонат и литиум карбонат има маса 0,50 g. За целосна реакција со хлороводородна киселина биле потребни 30 mL киселина со pH = 0,6. Пресметај го масениот удел на карбонатите во појдовната смеса.

52. Раствор од бариум хидроксид е приготвен со растворање 5,5 g од кристалохидрат Ba(OH)<sub>2</sub> · xH<sub>2</sub>O. За неутрализација на добиениот раствор се потрошени 150 cm<sup>3</sup> азотна киселина со pH = 0,63. Определи ја содржината на кристална вода (x) во кристалохидратот.

53. За добивање јодоводородна киселина со висока чистота се користи директната реакција меѓу водород и јод. Добиениот гас се раствора во вода и се добива јодоводородна киселина. Во реакција стапиле 806 cm<sup>3</sup> водород што се наоѓа на температура од 50 °C и притисок од 100 kPa со 1 dm<sup>3</sup> јод на притисок од 780 mmHg и температура од 50 °C. Добиениот јодоводород потоа е спроведен во 500 cm<sup>3</sup> вода. Притоа, при спроведувањето на гасот во вода, имало загуби од 25 %. Пресметај ја pH-вредноста на добиениот раствор на јодоводородна киселина.

54. Пермангановата киселина може да се добие при реакција на бариум перманганат и сулфурна киселина, претставена со следнава равенка:

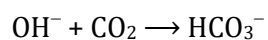


а) Пресметај колку ќе изнесува концентрацијата на растворот на перманганова киселина ако се измешаат 150 cm<sup>3</sup> раствор на бариум перманганат со масена концентрација 112,7 g/dm<sup>3</sup>, со 300 cm<sup>3</sup> раствор на сулфурна киселина со pH = 0,36.

б) Пресметај го pH на конечниот раствор (по отстранување на BaSO<sub>4</sub>).

в) Ако талогот од бариум сулфат се исфилтрира и добиениот раствор на перманганова киселина внимателно се отпари, ќе дојде до таложеење на HMnO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O. Пресметај колкава маса од дихидратот може да се добие.

55. При респираторна ацидоза, во крвта се задржува поголемо количество CO<sub>2</sub>. Притоа се намалува базноста на крвта поради одвивање на реакцијата:



При анализирање 50 cm<sup>3</sup> крв, определено е pH од 7,21 (нормално pH = 7,35, pK<sub>w</sub> = 14). Пресметај колкав волумен (при стандардни услови) CO<sub>2</sub> треба да се вдише за да се добие оваа вредност на pH. Ако во една минута човекот вдишува 6 L воздух (види Табела 4.2.), за колкав процент треба да се покачи концентрацијата на CO<sub>2</sub> во воздухот со цел тој да може да ја предизвика оваа промена на pH?

56. Во 1,00 L раствор од LiOH со концентрација 0,24 mol/L додаден е раствор од HNO<sub>3</sub> со концентрација 0,200 mol/L. Вредноста на pH во добиениот раствор изнесува 12,97. Колкав волумен раствор од HNO<sub>3</sub> е додаден во растворот на литиум хидроксид?

Обиди се!

ПЕРИОДЕН СИСТЕМ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ

1																	18																													
1	2											17	10	2																																
H 1.01	He 4.00																																													
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																															
Li 6.94	Be 9.01	B 10.81	C 12.01	N 14.01	O 16.00	F 19.00	Ne 20.18	Na 22.99	Mg 24.31	Al 26.98	Si 28.09	P 30.97	S 32.07	Cl 35.45	Ar 39.95																															
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36																					
Na 22.99	Mg 24.31	Al 26.98	Si 28.09	P 30.97	S 32.07	Cl 35.45	Ar 39.95	K 39.10	Ca 40.08	Sc 44.96	Ti 47.87	V 50.94	Cr 51.99	Mn 54.94	Fe 55.85	Co 58.93	Ni 58.69	Cu 63.55	Zn 65.38	Ga 69.72	Ge 72.63	As 74.92	Se 78.97	Br 79.90	Kr 83.80																					
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86											
Rb 85.47	Sr 87.62	Y 88.91	Zr 91.22	Nb 92.91	Mo 95.95	Tc 98.91	Ru 101.07	Rh 102.91	Pd 106.42	Ag 107.87	Cd 112.41	In 114.82	Sn 118.71	Sb 121.76	Te 127.6	I 126.90	Xe 131.29	Cs 132.91	Ba 137.33							Pb 207.2	Bi 208.98	Po [208.98]	At 209.99	Rn 222.02																
87	88	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	87	88	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118											
Fr 223.02	Ra 226.03							Rf [261]	Sg [266]	Bh [264]	Hs [269]	Mt [278]	Ds [281]	Rg [280]	Cn [285]	Nh [286]	Fl [289]	Mc [289]	Lv [293]	Ts [294]	At 209.99	Po [208.98]	Pb 207.2	Bi 208.98	Po [208.98]	At 209.99	Rn 222.02	Og [294]																		
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
La 138.91	Ce 140.12	Pr 140.91	Nd 144.24	Pm 144.91	Sm 150.36	Eu 151.96	Gd 157.25	Tb 158.93	Dy 162.50	Ho 164.93	Er 167.26	Tm 168.93	Yb 173.06	Lu 174.97	Ac 227.03	Th 232.04	Pa 231.04	U 238.03	Np 237.05	Pu 244.06	Am 243.06	Cm 247.07	Bk 247.07	Cf 251.08	Fm 257.10	Md 258.1	No 259.10	Lr [262]																		

## 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

## 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

## Некои дозволени единици надвор од SI

Величина	Име на единицата	Симбол	Врска со основната SI-единица
Температура	степен целзиусов	$^{\circ}\text{C}$	$0\text{ }^{\circ}\text{C} = 273,16\text{ K}$
Волумен	литар	L или l	$1\text{ L} = 1\text{ dm}^3$
Притисок	физичка атмосфера	atm	$1\text{ atm} = 101325\text{ Pa}$
Притисок	милиметри живин столб	mm Hg	$760\text{ mm Hg} = 101325\text{ Pa}$
Маса	тон	t	$1\text{ t} = 10^3\text{ kg}$

## Парен притисок на водата на различни температури

<i>T</i> / °C	<i>P</i> / kPa	<i>T</i> / °C	<i>P</i> / kPa
0	0,611	35	5,626
5	0,872	40	7,373
10	1,228	45	9,586
12	1,402	50	12,332
14	1,598	55	15,732
16	1,817	60	19,918
17	1,937	65	24,998
18	2,064	70	31,157
19	2,197	80	47,343
20	2,338	90	70,101
21	2,486	92	75,594
22	2,644	94	81,447
23	2,809	96	87,673
24	2,984	98	94,299
25	3,168	100	101,325
26	3,361	102	108,777
27	3,565	104	116,670
28	3,780	106	125,043
29	4,005	108	133,909
30	4,242	110	143,268

## Стандардни електродни потенцијали

Полуреакција на редукција

$E^\circ/V$

$F_2(g) + 2e^- \rightleftharpoons 2F^-(aq)$	+2.87
$O_3(g) + 2H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons O_2(g) + H_2O(l)$	+2.07
$Co^{3+}(aq) + e^- \rightleftharpoons Co^{2+}(aq)$	+1.82
$H_2O_2(aq) + 2H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2H_2O(l)$	+1.77
$PbO_2(s) + 3H^+(aq) + HSO_4^-(aq) + 2e^- \rightleftharpoons PbSO_4(s) + 2H_2O(l)$	+1.70
$Ce^{4+}(aq) + e^- \rightleftharpoons Ce^{3+}(aq)$	+1.61
$MnO_4^-(aq) + 8H^+(aq) + 5e^- \rightleftharpoons Mn^{2+}(aq) + 4H_2O(l)$	+1.51
$Au^{3+}(aq) + 3e^- \rightleftharpoons Au(s)$	+1.50
$Cl_2(g) + 2e^- \rightleftharpoons 2Cl^-(aq)$	+1.36
$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14H^+(aq) + 6e^- \rightleftharpoons 2Cr^{3+}(aq) + 7H_2O(l)$	+1.33
$MnO_2(s) + 4H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Mn^{2+}(aq) + 2H_2O(l)$	+1.23
$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O(l)$	+1.23
$Br_2(l) + 2e^- \rightleftharpoons 2Br^-(aq)$	+1.07
$NO_3^-(aq) + 4H^+(aq) + 3e^- \rightleftharpoons NO(g) + 2H_2O(l)$	+0.96
$2Hg^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Hg_2^{2+}(aq)$	+0.92
$Hg_2^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2Hg(l)$	+0.85
$Ag^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Ag(s)$	+0.80
$Fe^{3+}(aq) + e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}(aq)$	+0.77
$O_2(g) + 2H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons H_2O_2(aq)$	+0.68
$MnO_4^-(aq) + 2H_2O(l) + 3e^- \rightleftharpoons MnO_2(s) + 4OH^-(aq)$	+0.59
$I_2(s) + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-(aq)$	+0.53
$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightleftharpoons 4OH^-(aq)$	+0.40
$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cu(s)$	+0.34
$AgCl(s) + e^- \rightleftharpoons Ag(s) + Cl^-(aq)$	+0.22
$SO_4^{2-}(aq) + 4H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons SO_2(g) + 2H_2O(l)$	+0.20
$Cu^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Cu(s)$	+0.15
$Sn^{4+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Sn^{2+}(aq)$	+0.13
$2H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons H_2(g)$	0.00
$Pb^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Pb(s)$	-0.13
$Sn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Sn(s)$	-0.14
$N_2(g) + 5H^+(aq) + 4e^- \rightleftharpoons N_2H_5^+(aq)$	-0.23
$Ni^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Ni(s)$	-0.25
$Co^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Co(s)$	-0.28
$PbSO_4(s) + H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Pb(s) + HSO_4^-(aq)$	-0.31
$Cd^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cd(s)$	-0.40
$Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Fe(s)$	-0.44
$Cr^{3+}(aq) + 3e^- \rightleftharpoons Cr(s)$	-0.74
$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Zn(s)$	-0.76
$2H_2O(l) + 2e^- \rightleftharpoons H_2(g) + 2OH^-(aq)$	-0.83
$Mn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Mn(s)$	-1.18
$Al^{3+}(aq) + 3e^- \rightleftharpoons Al(s)$	-1.66
$Mg^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Mg(s)$	-2.37
$Na^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Na(s)$	-2.71
$Ca^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Ca(s)$	-2.87
$Sr^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Sr(s)$	-2.89
$Ba^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Ba(s)$	-2.90
$K^+(aq) + e^- \rightleftharpoons K(s)$	-2.93
$Li^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Li(s)$	-3.05

# ОДГОВОРИ НА ЗАДАЧИТЕ ЗА ВЕЖБАЊЕ

## 1 Номенклатура на неорганските соединенија

- в)
- а) калај(IV) оксид; б) кобалт(II) хиполорит; д) хром(III) сулфид; ф) манган(II) дихидрогенфосфат
- а)  $\text{Ca}(\text{ClO}_4)_2$ ; б)  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ; г)  $\text{BiONO}_3$
- в), г), ф)
- бромна киселина – бромат; јодоводородна киселина – јодид; арсенеста киселина – арсенит; борна киселина – борат; јаглородна киселина – карбонат; азотеста киселина – нитрит; селенова киселина – селенат; јодна киселина – јодат.

6.

Катјон/ анјон	Ca	Mn(III)	Pb(IV)	Co(III)	Hg(II)	La	Sn(IV)
$\text{I}^-$	$\text{CaI}_2$	$\text{MnI}_3$	$\text{PbI}_4$	$\text{CoI}_3$	$\text{HgI}_2$	$\text{LaI}_3$	$\text{SnI}_4$
$\text{SO}_3^{2-}$	$\text{CaSO}_3$	$\text{Mn}_2(\text{SO}_3)_3$	$\text{Pb}(\text{SO}_3)_2$	$\text{Co}_2(\text{SO}_3)_3$	$\text{HgSO}_3$	$\text{La}_2(\text{SO}_3)_3$	$\text{Sn}(\text{SO}_3)_2$
$\text{AsO}_3^{3-}$	$\text{Ca}_3(\text{AsO}_3)_2$	$\text{MnAsO}_3$	$\text{Pb}_3(\text{AsO}_3)_4$	$\text{CoAsO}_3$	$\text{Hg}_3(\text{AsO}_3)_2$	$\text{LaAsO}_3$	$\text{Sn}_3(\text{AsO}_3)_4$
$\text{Se}^{2-}$	$\text{CaSe}$	$\text{Mn}_2\text{Se}_3$	$\text{PbSe}_2$	$\text{Co}_2\text{Se}_3$	$\text{HgSe}$	$\text{La}_2\text{Se}_3$	$\text{SnSe}_2$
$\text{P}_2\text{O}_5^{4-}$	$\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{Mn}_4(\text{P}_2\text{O}_5)_3$	$\text{PbP}_2\text{O}_5$	$\text{Co}_4(\text{P}_2\text{O}_5)_3$	$\text{Hg}_2\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{La}_4(\text{P}_2\text{O}_5)_3$	$\text{SnP}_2\text{O}_5$

- а)  $\text{MgO}$ ,  $\text{MgO}_2$ ; б)  $\text{Zn}_3\text{N}_2$ ; в)  $\text{CaSe}$ ; г)  $\text{CuCl}_2$ ; д)  $\text{Al}_2\text{S}_3$ ; ф)  $\text{NaH}$
- $\text{Br}_2\text{O}$  – дибром монооксид,  $\text{Br}_2\text{O}_3$  – дибром триоксид,  $\text{Br}_2\text{O}_5$  – дибром пентаоксид,  $\text{Br}_2\text{O}_7$  – дибром хептаоксид;  $\text{Ag}_2\text{O}$  – сребро оксид;  $\text{PbO}$  – олово(II) оксид,  $\text{PbO}_2$  – олово(IV) оксид
- а)  $\text{KNO}_3$ ; б)  $\text{NaOH}$ ; в)  $\text{CaCO}_3$ ; г)  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ; д)  $\text{FeSO}_4$ ; ф)  $\text{CaO}$ ; е)  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ; ж)  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$
- а) кобалт(III) хлорид хексахидрат; б) литиум пероксид; в) дисилициум хексабромид; г) злато(III) селенат; д) дихидроксодикарбонилманган(IV) сулфат; ф) кадмиум(II) хидроксид
- а)  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  – бариум нитрат; б)  $\text{Cl}_2\text{O}$  – дихлор монооксид; в)  $\text{Ti}(\text{SO}_4)_2$  – титан (IV) сулфат; г)  $\text{NCl}_3$  – азот трихлорид; д)  $\text{CuNO}_3$  – бакар(I) нитрат
- а)  $\text{Rb}_2\text{Se}$ ; б)  $\text{H}_3\text{S}_2\text{AsO}_2$ ; в) дихлор хептаоксид; г)  $\text{Co}(\text{HS})_3$ ; д) железо(II) тиофосфат; ф) селен(II) јодид; е) ураниум(VI) диоксид сулфит; ж)  $\text{Pt}(\text{OH})\text{Br}_3$ ; з) никел(II) хидроксид; с) калциум метаарсенит
- а) тиосулфурна киселина; б)  $\text{H}_4\text{As}_2\text{O}_5$ ; в)  $\text{HMnO}_4$ ; г) дихромна киселина (пирохромна киселина); д)  $\text{HNO}_2$ ; ф)  $\text{HPO}_2$ ; е)  $\text{H}_2\text{S}_2\text{SeO}_2$ ; ж) борна киселина
- $\text{MnSO}_4$ ;  $\text{Mn}_2(\text{SO}_4)_3$ ;  $\text{Mn}(\text{SO}_4)_2$ ;  $\text{Mn}_2(\text{SO}_4)_5$ ;  $\text{Mn}(\text{SO}_4)_3$ ;  $\text{Mn}_2(\text{SO}_4)_7$
- $\text{CaCl}_2$  – калциум хлорид,  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  – калциум хипохлорит;  $\text{Ca}(\text{ClO}_2)_2$  – калциум хлорит;  $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$  – калциум хлорат;  $\text{Ca}(\text{ClO}_4)_2$  – калциум перхлорат;  $\text{CuCl}$  – бакар(I) хлорид;  $\text{CuClO}$  – бакар(I) хлорит;  $\text{CuClO}_2$  – бакар(I) хлорит;  $\text{CuClO}_3$  – бакар(I) хлорат;  $\text{CuClO}_4$  – бакар(I) перхлорат
- а)  $\text{BeO}$ ; б)  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ ; в)  $\text{Mn}(\text{OH})_4$ ; г)  $\text{Cu}(\text{OH})\text{Cl}$ ; д)  $\text{V}(\text{NO}_2)_5$ ; ф)  $\text{SrCO}_3$ ; е)  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ; ж)  $\text{P}_2\text{S}_3$ ; з)  $\text{ZnO}$ ; с)  $\text{HBrO}_4$ ; и)  $\text{H}_2\text{MnO}_4$ ; ј)  $\text{LiBO}_2$ ; к)  $\text{MnAsO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ; л)  $\text{CdSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- а) калиум хидроксид; б) титан(IV) оксид; в) јодна киселина; г) алуминиум хидрогенарсенит; д) натриум метасиликат; ф) јаглородна киселина; е) амониум железо(II) сулфат хексахидрат; ж) олово(II) јодид; з) сребро хромат; с) берилиум сулфат тетрахидрат; и) железо(III) нитрат; ј) рубидиум дихромат/пирохромат; к) цинк антимоанат; л) литиум селенид; љ) калај(II) тиосулфат; м) хром(III) бромид; н) кобалт(III) дихидроксид нитрат; њ) амониум нитрит.
- а)  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4$ ; б)  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ; в)  $[\text{Cr}(\text{Cl})_2(\text{H}_2\text{O})_4]\text{Cl}$ ; г)  $\text{NH}_4[\text{Al}(\text{OH})_4]$ ; д)  $\text{Ca}[\text{Pb}(\text{I})_4]$ ; ф)  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$ ; е)  $\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]$ ; ж)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{CO})_2]\text{I}_2$ ; з)  $\text{Rb}_2[\text{Ni}(\text{Cl})_4]$ ; с)  $\text{Hg}[\text{Co}(\text{CNS})_4]$ ; и)  $(\text{NH}_4)_2[\text{HgO}_2(\text{H}_2\text{O})_2]$



19. а) калиум хексајодоманганат(III); б) литиум тетрагидроксоплумбат(II); в) хексаминкадмиум хлорид; г) тетрааквадиамминванадиум(IV) нитрат; д) калциум тетрафлуорокупрат(II); е) дихлоротетрааквакобалт(III) бромид; ж) хексаакваникел(II) сулфат; з) бакар(II) хексаацијаноферат(III)
20. а)  $MnS$  – манган(II) сулфид; б)  $OF_2$  – кислород дифлуорид; в)  $Sr_3(AsO_4)_2$  – стронциум арсенат; г)  $S_2N_3$  – диарсен тринитрид; д)  $Ir(HCO_3)_3$  – иридиум(III) хидрогенкарбонат; е)  $W(SeO_4)_3$  – волфрам(VI) селенат; ж)  $Cr_2O_3$  – хром(III) оксид
21. а)  $[Cr(Br)_2(NH_3)_4]NO_2$  – дибромтетраамминхром(III) нитрит; б)  $(NH_4)_2[SnO_2(H_2O)_2]$  – амониум диоксодиаквастанат(II); в)  $Ba[W(C_2O_4)_2(CN)_2]$  – бариум диоксалатодицијановолфраамат(IV); г)  $[Au(H_2O)_2(NO)_2]ClO_3$  – диаквадинитрозилзлато(I) хлорат; д)  $K_2[Ti(CN)_4(NH_3)_2]$  – калиум тетрацијанодиамминтитанат(II)
22. а)  $(NH_4)_2S$ ; б)  $HCNO$ ; в)  $Sn(OH)I_3$ ; г)  $[PdCl_2](NO_3)_2$ ; д)  $[Co(H_2O)_6][Ag(CN)_4]$ ; е)  $Hg_2Br_2 \cdot 2H_2O$ ; ж)  $Ba[Fe(Br)_4]_2$ ; з)  $[Cr(CO_3)(NH_3)_5]Cl$ ; с)  $Mn(HS_2O_5)_3$ ; и) сулфатопентаамминникел(III) нитрит; ј) хлородиамминметиламинплатина(II) хлорид; к) алуминиум оксид; л) стронциум оксотрихидроксоаурат(II); м) молибден(III) метаборат; н) тетраакважелезо(II) тетрацијанохромат(II); о) титан(IV) пирофосфат; п) иридиум(IV) сулфид дихидрат; р) волфрам(VI) дихидроксид селенит; с) никел(II) бромид хлорит

## 2 Физички величини и нивни единици

1. а)  $10^3$ ; б)  $10^{-3}$ ; в)  $10^6$ ; г) 1; д)  $10^{-12}$ ; е) 101325
2. а)  $m = 0,55 \cdot 10^{-6} \text{ Mg}$ ; б)  $t = 15 \cdot 10^{12} \text{ s}$ ; в)  $l = 2 \cdot 10^{12} \text{ m}$ ; г)  $n = 3,3 \cdot 10^3 \text{ mmol}$ ; д)  $P = 25 \cdot 10^3 \text{ Pa}$  е)  $I = 0,4 \text{ A}$
3. а)
4. а) 4,851 mg; б) 3,16 hm; в) 2,591 ns; г) 8,93 Tg
5. а)  $7,62 \cdot 10^{-4} \text{ cm}$ ; б)  $7,62 \cdot 10^3 \text{ nm}$ ; в)  $7,62 \cdot 10^6 \text{ pm}$
6. а)  $1,21 \cdot 10^{-1} \text{ nm}$  б)  $1,21 \cdot 10^2 \text{ pm}$  в)  $1,21 \cdot 10^{-9} \text{ dm}$
7. а)  $1,6749 \cdot 10^{-36} \text{ Mg}$  б)  $1,6749 \cdot 10^{-18} \text{ pg}$ ; в)  $1,6749 \cdot 10^{-29} \text{ dg}$
8. а) 13,5–14,5 smol; б) 0,135–0,145 kmol; в)  $1,35 \cdot 10^8$ – $1,45 \cdot 10^8 \text{ nmol}$ ; г)  $1,35 \cdot 10^{-7}$ – $1,45 \cdot 10^{-7} \text{ Mmol}$ ; д)  $1,35 \cdot 10^5$ – $1,45 \cdot 10^5 \text{ mmol}$
9. 555  $\cdot 10^{-7} \text{ cm}$ ; црвена 700  $\cdot 10^{-6} \text{ mm}$ ; портокалова 600  $\cdot 10^{-6} \text{ mm}$ ; жолта 580  $\cdot 10^{-6} \text{ mm}$ ; зелена 550  $\cdot 10^{-6} \text{ mm}$ ; светло сина 475  $\cdot 10^{-6} \text{ mm}$ ; темно сина 450  $\cdot 10^{-6} \text{ mm}$ ; виолетова 400  $\cdot 10^{-6} \text{ mm}$
10. а)  $5,2 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$ ; б)  $5,2 \cdot 10^{-12} \text{ km}^3$ ; в)  $5,2 \cdot 10^3 \text{ mL}$
11.  $3,73 \cdot 10^{17} \text{ m}^3$ ;  $3,73 \cdot 10^{20} \text{ L}$
12. а)  $5 \cdot 10^{-6} \text{ dm}^3$ ; б)  $5 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^3$ ; в)  $5 \cdot 10^6 \text{ pL}$ ; г)  $5 \cdot 10^{-9} \text{ kL}$
13. 302,95 K
14.  $-196,15 \text{ }^\circ\text{C}$
15. а) 0,01–0,02 mg; б)  $1 \cdot 10^7$  –  $2 \cdot 10^7 \text{ ng}$ ; в)  $1 \cdot 10^{-8}$  –  $2 \cdot 10^{-8} \text{ kg}$
- 16.

	mm Hg	atm	kPa	bar
mmHg	396	172,2	736,5	7875,6
atm	0,53	2,3	0,98	10,4
kPa	52,8	233	98,2	$1,05 \times 10^6$
bar	0,53	2,3	0,98	10,5

17. а) 13332,2/11732,4 Pa б) 0,133/0,117 bar в) 0,131/0,116 atm
18. Графит
19. а)  $10^{-6}$ ; б) 3,6; в)  $10^{-18}$ ; г)  $10^{15}$ ; д) 10; е)  $10^6$
20. а)  $11 \cdot 10^{-4}$  -  $54 \cdot 10^{-4} \text{ mg/dL}$ ; б)  $11 \cdot 10^{-9}$  -  $54 \cdot 10^{-9} \text{ g/dm}^3$ ; в)  $11 \cdot 10^4$  -  $54 \cdot 10^4 \text{ fg/cL}$
21. 8,5  $^\circ\text{C}$
22. 54 mg
23.  $1 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
24. 480 минути, 28800 секунди
25. а)  $7,37 \cdot 10^{28} \text{ mg}$ ; б)  $7,37 \cdot 10^{49} \text{ ug}$ ; в)  $7,37 \cdot 10^{34} \text{ ng}$
26.  $1,5 \cdot 10^6 \text{ cm}^3$ ;  $3 \cdot 10^6 \text{ cm}^3$
27.  $1 \cdot 10^{-6} \text{ L}$ ; 1 mL
28. 2087 секунди
29. 8 банани
30. 0,24 g
31. Казитерит
32.  $46,7 \text{ dm}^3$

33.  $2,07 \cdot 10^{-27} \text{ dm}^3$ ;  $2,07 \cdot 10^{-24} \text{ mL}$
34.  $2,56 \cdot 10^{-4} \text{ L}$
35.  $2131,1 \text{ cm}^3$
36.  $8,2 \text{ mL}$
37.  $7200 \text{ L}$
38.  $8,64 \text{ m}^3$
39. а)  $7,3 \cdot 10^7$  честички; б)  $1,22 \cdot 10^3$  честички
40.  $8,14 \cdot 10^{-3} \text{ g}$

### 3 Атомско-молекулска теорија на материјата

1. 87,617
2. 39,6; вредноста се разликува од таа во Периодниот систем
3. 108,9086
4.  $x(^{79}\text{Br}) = 0,5067 = 50,67 \%$ ,  $x(^{81}\text{Br}) = 0,4933 = 49,33 \%$
5.  $x(^{28}\text{Si}) = 0,9228 = 92,28 \%$ ,  $x(^{29}\text{Si}) = 0,0462 = 4,62 \%$
6.  $x_1 = 0,0448 = 4,48 \%$ ,  $x_2 = 0,8339 = 83,39 \%$ ,  $x_3 = 0,0977 = 9,77 \%$
7.  $9,37 \text{ mol}$
8.  $0,99 \text{ mol} \approx 1 \text{ mol}$
9.  $8,55 \cdot 10^{22}$
10. а)  $267,4 \text{ g/mol}$ ; б)  $400 \text{ g/mol}$ ; в)  $113,8 \text{ g/mol}$ ; г)  $410,5 \text{ g/mol}$
11. а)  $292 \text{ g/mol}$ ; б)  $165 \text{ g/mol}$ ; в)  $192 \text{ g/mol}$ ; г)  $744 \text{ g/mol}$ ; д)  $172 \text{ g/mol}$
12. полиетен -  $28 \text{ g/mol}$ ; полистирен -  $104 \text{ g/mol}$ ; полипропен  $42 \text{ g/mol}$ ; поливинил хлорид  $62,5 \text{ g/mol}$
13.  $8,4 \text{ mmol}$
14.  $0,04 \text{ g}$
15. а)  $4,52 \cdot 10^{21}$ ; б)  $483,4 \text{ g}$
16.  $3218,1 \text{ g/mol}$
17.  $1,52 \cdot 10^{27}$
18.  $1,25 \times 10^{22}$
19.  $m(\text{SF}_4) < m(\text{CH}_4) < m(\text{Cl}_2\text{O}_7) < m(\text{Ar})$
20. а)  $0,0074 \text{ mol}$ ; б)  $2025 \text{ g}$
21.  $1,6 \cdot 10^{17}$
22.  $1,7 \cdot 10^{21}$
23.  $N(\text{S}_8) = N(\text{S}_6) = N(\text{S}_4) = N(\text{S}_2) = N(\text{S}) = 1,39 \times 10^{24}$ ;  $m(\text{S}_8) = 588,8 \text{ g}$ ;  $m(\text{S}_6) = 441,6 \text{ g}$ ;  $m(\text{S}_4) = 294,4 \text{ g}$ ;  $m(\text{S}_2) = 147,2 \text{ g}$ ;  $m(\text{S}) = 73,6 \text{ g}$
24. а)  $32 \text{ mmol}$ ; б)  $243,4 \text{ g}$
25.  $252,2 \text{ g}$
26.  $0,99 \text{ g}$
27.  $4 \cdot 10^{20}$
28. Водата од водовод:  $N(\text{Ca}^{2+}) = 2,6 \times 10^{21}$ ;  $n(\text{Na}^+) = 0,15 \text{ mmol}$ ;  $N(\text{Mg}^{2+}) = 7,4 \times 10^{20}$ . Водата од водовод е подобра за пиење
29.  $3,64 \cdot 10^{11} \text{ km}$
30.  $200 \text{ L}$
31. Може;  $m(\text{Pb}) = 0,69 \text{ mg}$
32.  $2,8 \cdot 10^3 \text{ mol}$
33.  $9,68 \cdot 10^{-23} \text{ cm}^3$
34.  $A_r(\text{X}) = 50,81$ ;  $A_r(\text{Y}) = 16,06$
35.  $6,01 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
36.  $2,7 \cdot 10^{21}$
37.  $18,7 \%$
38.  $12,9 \text{ g}$
39.  $128 \text{ g}$
40.  $64,6 \text{ g}$
41.  $3,54 \cdot 10^{18}$
42.  $7,68 \cdot 10^{21}$
43.  $w(\text{капторил}) = 38,5 \text{ ppm}$ ;  $w(\text{Mg}^{2+}) = 67,7 \text{ ppm}$ ;  $w(\text{Ca}^{2+}) = 8,3 \text{ ppm}$
44.  $6,2 \text{ g}$
45.  $m(\text{Na}^+) = 1,94 \cdot 10^{19} \text{ kg}$ ;  $w(\text{Na}^+) = 10760 \text{ ppm}$
46.  $1,2 \cdot 10^{-9} \text{ mol} = 1,2 \text{ nmol}$
47.  $1446,5 \text{ g}$
48.  $8,5 \%$
49.  $m(\text{легура}) = 33,76 \text{ g}$ ;  $w(\text{Sn}) = 11,67 \%$ ;  $w(\text{Cu}) = 23,52 \%$ ;  $w(\text{Ag}) = 14,81 \%$
50.  $N(\text{NaHCO}_3) = 2,15 \cdot 10^{22}$ ;  $N(\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7) = 1,06 \cdot 10^{22}$
51.  $27,8 \%$
52.  $88,2 \text{ cm}^3$

53.  $N(\text{Cr}) = 4,6 \cdot 10^{21}$ ;  $N(\text{Al}) = 1,8 \cdot 10^{21}$ ;  $N(\text{Fe}) = 1,64 \cdot 10^{22}$
54. 666,6 g
55.  $3,43 \cdot 10^{22}$
56.  $\Delta m = 53,9$  g;  $\Delta N = 1,3 \cdot 10^{24}$
57. 58,8 g/mol
58. 11,93 g/cm<sup>3</sup>
59. 4
60.  $2,85 \cdot 10^8$
61. 3,98 mol
62.  $4,11 \cdot 10^{25}$
63. Најголем волумен има NH<sub>3</sub>, најголема маса има N<sub>2</sub>
64. а)  $5,12 \cdot 10^{18}$ ; б) 0,19 cm<sup>3</sup>
65. 3,6 cm<sup>3</sup>
66. 1516,4 g
67. 44 g/mol
68. а)  $5,64 \cdot 10^{24}$ ; б) 0,21 m<sup>3</sup>
69. 3,08 dm<sup>3</sup>, добиено е доволно CO за изведување на реакцијата
70.  $9,6 \cdot 10^{21}$
71.  $m(\text{SO}_2) = 921,6$  g;  $m(\text{NO}_2) = 529,9$  g
72. 70 g/mol
73. 33,3 m<sup>3</sup>
74. 187,2 g

#### 4 Гасни закони

1. 133,1 atm
2. 1,87 L
3. 839,7 cm<sup>3</sup>
4. 318 K
5. 264,6 kPa
6. 7350 L
7. 100 855 Pa
8.  $V_{2,-78,5\text{ }^\circ\text{C}} = 3,3$  L;  $V_{2,-195,8\text{ }^\circ\text{C}} = 1,3$  L;  $V_{2,-268,9\text{ }^\circ\text{C}} = 0,07$  L
9. 398 K
10. 14,4 L
11. 2 atm
12. 1,53 atm
13. 0,49 L  $\approx$  0,5 L
14. 43,1 mL
15. 49,1 kPa
16. 51,35  $^\circ\text{C}$
17. 129,6 kPa
18. 97,5 kPa
19. 1,73 dm<sup>3</sup>
20. 5,18 L
21. 36,4 kPa
22. а) 4,3 dm<sup>3</sup>; б) 36,8 kPa
23. 626,1 kPa
24. 35,3 L
25. 18,65  $^\circ\text{C}$
26. 325,8 mL
27. 348 K
28. 79443,3 Pa
29. 27,3 mL
30. 215 822,3 Pa
31. а) 228,75 K; б) 76,25 K
32. 0,253 mol
33. 236,8 L
34. 1,42 bar
35. 28,2 mmol
36. 26 478,3 Pa
37.  $n(\text{O}_2) = 24,7$  mol;  $m(\text{O}_2) = 790,4$  g
38. а) 4,47 mol; б) 737,5 mol
39.  $n(\text{Cl}_2) = 2$  mol;  $N(\text{Cl}_2) = 1,20 \cdot 10^{24}$
40. 2,8 atm, вентилот ќе се отвори
41. 20 135,5 Pa

42. а) 377 776,5 Pa; б) 1,57 dm<sup>3</sup>
43. 1,84 g
44. 121,8 m<sup>3</sup>
45. 1 · 10<sup>23</sup>
46. 0,46 g
47. 1133,7 g/m<sup>3</sup>
48. 299,4 K
49. 4,26 · 10<sup>21</sup>
50. 426,6 K
51. 54
52. 520 764 Pa
53. 99 g/mol
54. мраз
55. 177,7 g/mol
56. 5773,8 K
57. C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> (M = 30 g/mol)
58. 71,6 atm
59. 1,45 · 10<sup>16</sup>
60. Шишето ќе експлодира (P = 8,7 atm)
61. 312,9 °C
62. 1,38 · 10<sup>-12</sup> kPa
63. 1,05 mg
64. а) 1201 g/m<sup>3</sup>; б) 165 g/m<sup>3</sup>; в) 1823,1 g/m<sup>3</sup>
65. 47,6 g/mol
66. 2,4 g/dm<sup>3</sup>
67. а) 1147,5 g/m<sup>3</sup>; б) 1240,1 g/m<sup>3</sup>; да
68. 1,17
69. 32
70. S<sub>8</sub>
71. P(CH<sub>4</sub>) = 415,6 kPa; P(CO<sub>2</sub>) = 227,5 kPa; P<sub>vk</sub> = 643,1 kPa
72. P(N<sub>2</sub>) = 4157 Pa; P(O<sub>2</sub>) = 2078,5 Pa; P<sub>vk</sub> = 6235,5 Pa
73. P(CH<sub>4</sub>) = 257804 Pa; P(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) = 157602 Pa; P(C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) = 76084 Pa; P<sub>vk</sub> = 491490 Pa
74. 4,5 · 10<sup>22</sup>
75. 16,8 kg
76. а) 0,9 mol; б) P(SO<sub>2</sub>) = 39,7 kPa; P(CO<sub>2</sub>) = 23,3 kPa; P(H<sub>2</sub>O) = 50,3 kPa
77. 3,59 dm<sup>3</sup>; 1,42 · 10<sup>23</sup>
78. 519766,9 Pa
79. 2,4 · 10<sup>22</sup>
80. а) 31,3 mol; б) 84,72 %
81. 8,87 · 10<sup>21</sup>
82. P(HCl) = 10505 Pa; P(H<sub>2</sub>) = 2101 Pa; P(Ne) = 197494 Pa
83. 3 · 10<sup>21</sup>
84. 0,016 mol
85. m(воздух) = 28,935 g; ρ = 1,29 g/dm<sup>3</sup>
86. 151 990,3 Pa
87. 0,2/0,7 = 0,29
88. 4,12 dm<sup>3</sup>
89. 2,02 dm<sup>3</sup>
90. 97 185,1 Pa
91. 94 192,1 Pa
92. 202,7 K (притисокот на хелиумот не се менува)
93. 4 m<sup>3</sup>
94. 1,69 · 10<sup>12</sup>
95. 28,7 g

## 5 Оксидациско-редукциски реакции

1. Sn + 4HNO<sub>3</sub> → SnO<sub>2</sub> + 4NO<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O
2. HClO<sub>3</sub> + 3H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> → 3H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + HCl
3. Ru + 3KNO<sub>3</sub> + 2KOH → K<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub> + 3KNO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O
4. B + 3HNO<sub>3</sub> → H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> + 3NO<sub>2</sub>
5. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 5C → 2P + 5CO
6. 4Ag + O<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>S → 2Ag<sub>2</sub>S + 2H<sub>2</sub>O
7. 2CeO<sub>2</sub> + 8HCl → 2CeCl<sub>3</sub> + 4H<sub>2</sub>O + Cl<sub>2</sub>
8. I<sub>2</sub> + 5Cl<sub>2</sub> + 6H<sub>2</sub>O → 2HIO<sub>3</sub> + 10HCl
9. KBrO<sub>3</sub> + 5HBr + HCl → KCl + 3Br<sub>2</sub> + 3H<sub>2</sub>O
10. As + 5HNO<sub>3</sub> → H<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub> + 5NO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O

11.  $\text{Fe} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$
  12.  $\text{KIO}_4 + 7\text{KI} + 8\text{HCl} \rightarrow 8\text{KCl} + 4\text{I}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
  13.  $4\text{AsH}_3 + 9\text{O}_2 \rightarrow 4\text{AsO}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$
  14.  $2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$
  15.  $2\text{CuSO}_4 + 4\text{KI} \rightarrow 2\text{CuI} + \text{I}_2 + 2\text{K}_2\text{SO}_4$
  16.  $3\text{CdS} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 3\text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$
  17.  $3\text{K}_2\text{MnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KMnO}_4 + \text{MnO}_2 + 4\text{KOH}$
  18.  $3\text{Cl}_2 + 6\text{KOH} \rightarrow 5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
  19.  $\text{PbO}_2 + 4\text{HI} \rightarrow \text{PbI}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
  20.  $3\text{H}_2\text{SO}_3 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
  21.  $3\text{SO}_2 + 6\text{HNO}_2 \rightarrow 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 6\text{NO}$
  22.  $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$
  23.  $\text{CdS} + 2\text{HCl} + \text{I}_2 \rightarrow \text{CdCl}_2 + 2\text{HI} + \text{S}$
  24.  $\text{Hg} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
  25.  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{KNO}_3 + 4\text{KOH} \rightarrow 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 3\text{KNO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
  26.  $3\text{MnO}_2 + 6\text{KOH} + \text{KClO}_3 \rightarrow 3\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$
  27.  $2\text{KI} + 2\text{KNO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{NO} + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
  28.  $2\text{FeCl}_3 + 2\text{KI} \rightarrow 2\text{FeCl}_2 + \text{I}_2 + 2\text{KCl}$
  29.  $16\text{HCl} + 2\text{KMnO}_4 \rightarrow 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{Cl}_2$
  30.  $8\text{KI} + 5\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$
  31.  $3\text{PbS} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 3\text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$
  32.  $4\text{KCl} + 4\text{HNO}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{KNO}_3 + 2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
  33.  $3\text{As}_2\text{O}_3 + 7\text{H}_2\text{O} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow 6\text{H}_3\text{AsO}_4 + 4\text{NO}$
  34.  $2\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{S} \rightarrow 3\text{SO}_2 + 4\text{KOH} + 2\text{Cr}_2\text{O}_3$
  35.  $4\text{NaCl} + 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 4\text{HCl}$
  36.  $10\text{FeSO}_4 + 2\text{HIO}_3 + 5\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + 5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$
  37.  $3\text{NaHSO}_4 + 8\text{Al} + 3\text{NaOH} \rightarrow 3\text{Na}_2\text{S} + 4\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
  38.  $6\text{KI} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{I}_2 + 2\text{NO} + 6\text{KNO}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$
  39.  $\text{As}_4\text{O}_6 + 8\text{HNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}_3\text{AsO}_4 + 8\text{NO}_2$
  40.  $3\text{NaNO}_3 + 5\text{NaOH} + 8\text{Al} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 8\text{NaAlO}_2 + 3\text{NH}_3$
  41.  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{KNO}_3 \rightarrow 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 2\text{CO}_2 + 3\text{KNO}_2$
  42.  $5\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 10\text{CO}_2 + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{Na}_2\text{SO}_4$
  43.  $4\text{Zn} + \text{NaNO}_3 + 7\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{NH}_3$
  44.  $2\text{Na}[\text{Cr}(\text{OH})_4] + 3\text{Br}_2 + 8\text{NaOH} \rightarrow 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 6\text{NaBr} + 8\text{H}_2\text{O}$
  45.  $2\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + 5\text{NaBiO}_3 + 16\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{HMnO}_4 + 5\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + 5\text{NaNO}_3 + 7\text{H}_2\text{O}$
  46.  $2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{Cl}_2 + 10\text{KOH} \rightarrow 6\text{KCl} + 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$
  47.  $\text{Zn} + 2\text{MnO}_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{Mn}_2\text{O}_3 + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
  48.  $3\text{HgS} + 2\text{HNO}_3 + 6\text{HCl} \rightarrow 3\text{HgCl}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO} + 3\text{S}$
  49.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{KCl} + \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
  50.  $2\text{KMnO}_4 + 3\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 5\text{MnO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$
  51.  $2\text{NaIO}_3 + 5\text{SO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2$
  52.  $\text{Na}_3\text{AsO}_4 + 2\text{KI} + 8\text{HCl} \rightarrow \text{AsCl}_3 + 2\text{KCl} + 3\text{NaCl} + \text{I}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
  53.  $\text{Sb}_2\text{S}_5 + 40\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Sb}_2\text{O}_5 + 5\text{H}_2\text{SO}_4 + 40\text{NO}_2 + 15\text{H}_2\text{O}$
  54.  $2\text{KI} + \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$
  55.  $2\text{Au} + 6\text{H}_2\text{SeO}_4 \rightarrow \text{Au}_2(\text{SeO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{SeO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
  56.  $2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{SiO}_2 + 10\text{C} \rightarrow 6\text{CaSiO}_3 + \text{P}_4 + 10\text{CO}$
  57.  $\text{K}_2\text{SeO}_4 + 4\text{HCl} \rightarrow 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{SeO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$
  58.  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NH}_4\text{F} \rightarrow \text{CaF}_2 + 2\text{N}_2\text{O} + 4\text{H}_2\text{O}$
  59.  $4\text{Zn} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 7\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 4\text{ZnSO}_4 + 2\text{CrSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$
  60.  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
  61.  $2\text{Al} + 6\text{KOH} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + 3\text{H}_2$
  62.  $\text{Cd} + 2\text{NiO}(\text{OH}) + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cd}(\text{OH})_2 + 2\text{Ni}(\text{OH})_2$
  63.  $2\text{MnO} + 5\text{PbO}_2 + 10\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{HMnO}_4 + 5\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
  64.  $3\text{CuS} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 3\text{S} + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$
  65.  $2\text{NH}_4\text{Cl} + 2\text{NaNO}_2 \rightarrow 2\text{N}_2 + 2\text{NaCl} + 4\text{H}_2\text{O}$
  66.  $\text{MnSO}_4 + \text{Br}_2 + 4\text{NaOH} \rightarrow \text{MnO}_2 + 2\text{NaBr} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
  67.  $3\text{TiO}_2 + 5\text{C} + 6\text{Cl}_2 \rightarrow 3\text{TiCl}_4 + \text{CO}_2 + 4\text{CO}$
  68.  $\text{As}_2\text{S}_3 + 28\text{NaNO}_3 + 25\text{HCl} \rightarrow 2\text{H}_3\text{AsO}_4 + 3\text{NaHSO}_4 + 28\text{NO}_2 + 8\text{H}_2\text{O} + 25\text{NaCl}$
  69.  $10\text{Al} + 6\text{NH}_4\text{ClO}_4 \rightarrow 4\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{AlCl}_3 + 12\text{H}_2\text{O} + 3\text{N}_2$
  70.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 4\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$
  71.  $2\text{P}_4 + 3\text{KOH} + 9\text{H}_2\text{O} \rightarrow 5\text{PH}_3 + 3\text{KH}_2\text{PO}_4$
  72.  $4\text{FeS} + 11\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$
1.  $3\text{MnO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ \rightarrow 2\text{MnO}_4^- + \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
  2.  $5\text{SO}_3^{2-} + 2\text{IO}_3^- + 2\text{H}^+ \rightarrow 5\text{SO}_4^{2-} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$

3.  $3\text{Pt} + 4\text{NO}_3^- + 18\text{Cl}^- + 16\text{H}^+ \rightarrow 3[\text{PtCl}_6]^{2-} + 4\text{NO} + 8\text{H}_2\text{O}$
  4.  $5\text{ClO}_3^- + 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 5\text{Cl}^- + 6\text{H}^+ + 6\text{IO}_3^-$
  5.  $\text{S}_2\text{O}_4^{2-} + \text{ClO}_2^- + 2\text{OH}^- \rightarrow 2\text{SO}_3^{2-} + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$
  6.  $3\text{Sn}^{2+} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightarrow 3\text{Sn}^{4+} + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$
  7.  $8\text{Ni}^{2+} + \text{IO}_4^- + 8\text{H}^+ \rightarrow 8\text{Ni}^{3+} + \text{I}^- + 4\text{H}_2\text{O}$
  8.  $2[\text{Cr}(\text{OH})_4]^- + 3\text{ClO}^- + 2\text{OH}^- \rightarrow 2\text{CrO}_4^{2-} + 3\text{Cl}^- + 5\text{H}_2\text{O}$
  9.  $3\text{Cl}_2 + 2\text{Cr}^{3+} + \text{OH}^- \rightarrow 6\text{Cl}^- + 2\text{CrO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
  10.  $\text{VO}_4^{3-} + \text{Fe}^{2+} + 6\text{H}^+ \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{VO}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O}$
  11.  $3\text{MnO}_4^{2-} + \text{I}^- + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{MnO}_2 + \text{IO}_3^- + 6\text{OH}^-$
  12.  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{HNO}_2 + 5\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{NO}_3^- + 4\text{H}_2\text{O}$
  13.  $2\text{CrO}_2^- + 3\text{ClO}^- + 2\text{OH}^- \rightarrow 2\text{CrO}_4^{2-} + 3\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$
  14.  $5\text{SO}_3^{2-} + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ \rightarrow 5\text{SO}_4^{2-} + 2\text{Mn}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O}$
  15.  $3\text{Zn} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ \rightarrow 3\text{Zn}^{2+} + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$
  16.  $2\text{CrO}_4^{2-} + 3\text{HSnO}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CrO}_2^- + 2\text{OH}^- + 3\text{HSnO}_3^-$
  17.  $3\text{HAsO}_3^{2-} + \text{BrO}_3^- \rightarrow \text{Br}^- + 3\text{AsO}_4^{3-} + 3\text{H}^+$
  18.  $3\text{N}_2\text{O}_4 + \text{Br}^- + 6\text{OH}^- \rightarrow 6\text{NO}_2^- + \text{BrO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$
  19.  $2\text{NO}_2 + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{NO}_3^- + \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$
  20.  $5\text{BiO}_3^- + 2\text{Mn}^{2+} + 14\text{H}^+ \rightarrow 5\text{Bi}^{3+} + 2\text{MnO}_4^- + 7\text{H}_2\text{O}$
  21.  $5\text{VO}^{2+} + \text{MnO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 5\text{VO}_2^+ + \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}^+$
  22.  $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
  23.  $4\text{Ag} + 8\text{CN}^- + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4[\text{Ag}(\text{CN})_2]^- + 4\text{OH}^-$
  24.  $2\text{Mn}^{2+} + 5\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 8\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{MnO}_4^- + 10\text{SO}_4^{2-} + 16\text{H}^+$
  25.  $3\text{HClO}_2 + 2\text{Cr}^{3+} + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{HClO} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 8\text{H}_3\text{O}^+$
  26.  $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{ClO}_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{ClO}_2)_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
1.  $\text{MnO}_2 + \text{HNO}_2 + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$
  2.  $3\text{Se} + 4\text{Cr}(\text{OH})_3 + 6\text{OH}^- \rightarrow 4\text{Cr} + 3\text{SeO}_3^{2-} + 9\text{H}_2\text{O}$
  3.  $\text{ClO}_3^- + 3\text{SO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^- + 6\text{H}^+$
  4.  $3\text{Zn} + 2\text{CrO}_4^{2-} + 8\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{Zn}^{2+} + 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 10\text{OH}^-$
  5.  $2\text{MnO}_4^- + 10\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 16\text{H}^+ \rightarrow 5\text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$
  6.  $4\text{As} + 3\text{ClO}_3^- + 6\text{H}_2\text{O} + 3\text{H}^+ \rightarrow 4\text{H}_3\text{AsO}_3 + 3\text{HClO}$
  7.  $2\text{Cr}(\text{OH})_4^- + 3\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{OH}^- \rightarrow 2\text{CrO}_4^{2-} + 8\text{H}_2\text{O}$
  8.  $4\text{Hg}_2^{2+} + 8\text{H}_2\text{S} \rightarrow 8\text{Hg} + \text{S}_8 + 16\text{H}^+$
  9.  $2\text{BrO}_3^- + 3\text{N}_2\text{H}_4 \rightarrow 2\text{Br}^- + 3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
  10.  $2\text{S} + 2\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{N}_2\text{O}$
  11.  $4\text{MnO}_4^- + 5\text{CH}_3\text{OH} + 12\text{H}^+ \rightarrow 5\text{HCOOH} + 4\text{Mn}^{2+} + 11\text{H}_2\text{O}$
  12.  $\text{NO}_2^- + 2\text{Al} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + 2\text{AlO}_2^-$
  13.  $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{ClO}_2 + 2\text{OH}^- \rightarrow 2\text{ClO}_2^- + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
  14.  $\text{MnO}_4^- + \text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$
  15.  $6\text{Ag}^+ + \text{AsH}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 6\text{Ag} + \text{H}_3\text{AsO}_3 + 6\text{H}^+$
  16.  $\text{Ti}_2\text{O}_3 + 4\text{NH}_2\text{OH} \rightarrow 2\text{TiOH} + 2\text{N}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$
  17.  $\text{Sb}_2\text{O}_3 + 4\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ \rightarrow \text{Sb}_2\text{O}_5 + 2\text{N}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
  18.  $\text{H}_3\text{AsO}_4 + 4\text{Zn} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow \text{AsH}_3 + 4\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
  19.  $2\text{CrO}_4^{2-} + 3\text{SO}_3^{2-} + 10\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 5\text{H}_2\text{O}$
  20.  $3\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{Cr}^{3+} + 5\text{OH}^- \rightarrow 3\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$
  21.  $\text{CN}^- + 2\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CNO}^- + 2\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-} + 2\text{H}^+$
  22.  $8\text{Ag}_2\text{S} + 32\text{CN}^- + 4\text{O}_2 + 8\text{H}_2\text{O} \rightarrow 16\text{Ag}(\text{CN})_2^- + \text{S}_8 + 16\text{OH}^-$
1.  $43\text{HClO}_3 + 9\text{SnS} + 6\text{As}_2\text{S}_3 + 27\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{Sn}_3(\text{AsO}_4)_4 + 27\text{H}_2\text{SO}_4 + 43\text{HCl}$
  2.  $\text{Cr}_2\text{S}_3 + 15\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + 20\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 15\text{Na}_2\text{MnO}_4 + 20\text{CO}_2 + 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 30\text{NO}$
  3.  $3\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 2\text{C}_2\text{H}_3\text{OCl} + 30\text{H}^+ \rightarrow 6\text{Cr}^{3+} + 4\text{CO}_2 + \text{Cl}_2 + 15\text{H}_2\text{O}$

## 6 Пресметување врз основа на хемиска формула

1. а)  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ ; б)  $\text{NH}_2\text{Cl}$ ; в)  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$
2.  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$
3.  $\text{Fe}_6(\text{CO})_6$
4.  $\text{C}_3\text{H}_3\text{F}_3$
5.  $\text{P}_2$ ,  $\text{P}$ ,  $\text{P}_4$
6.  $w(\text{C})_{\text{глутамин}} = 41,38\%$ ,  $w(\text{H})_{\text{глутамин}} = 6,21\%$ ,  $w(\text{O})_{\text{глутамин}} = 33,10\%$ ,  $w(\text{N})_{\text{глутамин}} = 19,31\%$ ;  
 $w(\text{C})_{\text{фенилаланин}} = 65,45\%$ ,  $w(\text{H})_{\text{фенилаланин}} = 6,67\%$ ,  $w(\text{O})_{\text{фенилаланин}} = 19,39\%$ ,  $w(\text{N})_{\text{фенилаланин}} = 8,48\%$
7. алуминиум ( $w(\text{Al}) = 30,95\%$ ,  $w(\text{Cl}) = 20,34\%$ )
8. а)  $w(\text{C}) = 92,31\%$ ; б)  $w(\text{H}) = 6,06\%$ ; в)  $w(\text{Cl}) = 58,73\%$ ; г)  $w(\text{H}) = 5,60\%$ ,  $w(\text{HPO}_4^-) = 35,82\%$
9.  $w(\text{C}) = 59,02\%$ ,  $w(\text{H}) = 7,10\%$ ,  $w(\text{O}) = 26,23\%$ ,  $w(\text{N}) = 7,65\%$

10.  $x(\text{C}) = 42,86 \%$ ,  $x(\text{H}) = 38,10 \%$ ,  $x(\text{O}) = 19,05 \%$
11. уреа
12.  $x(\text{C}) = 21,28 \%$ ,  $x(\text{H}) = 34,04 \%$ ,  $x(\text{O}) = 10,64 \%$ ,  $x(\text{N}) = 27,66 \%$ ,  $x(\text{P}) = 6,38 \%$
13. 893,4 g/mol
14. 219954,1 g/mol
15. 151,5 g/mol, Sc
16. 101,9 g/mol, Al
17.  $N(\text{N}) = 15,26 \cdot 10^{23}$ ,  $N(\text{O}) = 7,63 \cdot 10^{23}$
18.  $N(\text{C}_{18}\text{H}_{24}\text{O}_2) = 45,2 \cdot 10^{23}$ ,  $N(\text{C}) = 8,13 \cdot 10^{25}$
19. 21 mg
20. 8,57 g
21. 0,25 mg
22.  $2,4 \cdot 10^{25}$
23. 95,7 g
24. а)  $1,4 \cdot 10^{20}$ ; б)  $2,64 \cdot 10^{21}$ ; в) 66,5 mg
25. Од халкоцит
26. 319,2 mg
27. 329 g
28. а)  $1,08 \cdot 10^{25}$ ; б) 2,12 g
29. 1,83 g
30. 382,5 mg
31. а)  $1,21 \cdot 10^{21}$ ; б)  $w(\text{Hg}) = 61,80 \%$ ,  $w(\text{Tl}) = 62,24 \%$ ,  $w(\text{Cr}) = 29,55 \%$
32. а) 0,083 g; б)  $m(\text{H})_{\text{ксилен}} = 0,105 \text{ g}$ ,  $m(\text{H})_{\text{бифенил}} = 0,07 \text{ g}$ ,  $m(\text{H})_{\text{мезитилен}} = 0,112 \text{ g}$ ,  $m(\text{H})_{\text{толуен}} = 0,096 \text{ g}$ ; в) ксилен -  $\text{C}_4\text{H}_8$ , бифенил -  $\text{C}_{12}\text{H}_{10}$ , мезитилен -  $\text{C}_9\text{H}_{12}$ , толуен -  $\text{C}_7\text{H}_8$ ; г)  $w(\text{H})_{\text{ксилен}} = 9,43 \%$ ,  $w(\text{H})_{\text{бифенил}} = 6,49 \%$ ,  $w(\text{H})_{\text{мезитилен}} = 10 \%$ ,  $w(\text{H})_{\text{толуен}} = 8,7 \%$
33.  $m(\text{MgSO}_4) = 3,78 \text{ g}$ ;  $w(\text{H}_2\text{O}) = 51,79 \%$
34. 21,2
35. 2,8 mg
36.  $m[\text{Ca}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2] = 4,98 \text{ g}$ ,  $m[\text{Ca}(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3)_2] = 6,54 \text{ g}$
37. 1,48 %
38. 517,1 g
39. 394,7 g
40. 538,4 g
41.  $6,76 \cdot 10^{23}$
42. а)  $1,25 \cdot 10^5 \text{ kg}$ ; б) 287,7 kg
43. 46 %
44.  $6,14 \cdot 10^{23}$
45. 2,5 kg
46.  $1,24 \cdot 10^{23}$
47.  $m(\text{NaCl}) = 27,2 \text{ kg}$ ,  $m(\text{MgCl}_2) = 5 \text{ kg}$
48. 6,084 g
49.  $\text{SO}_2$
50. а)  $\text{C}_4\text{H}_5\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$ ; б)  $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_4\text{NNa}$
51.  $\text{C}_2\text{H}_2$
52.  $\text{CF}_2$
53.  $\text{Zn}_3\text{P}_2\text{O}_8$  или  $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$
54. а)  $\text{NaHCO}_3$ ; б) 84 g/mol
55.  $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$
56.  $\text{C}_5\text{H}_{14}\text{N}_2$
57.  $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_4$
58.  $\text{MoSi}_2$
59.  $\text{Ni}_2\text{S}_3$
60.  $\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$
61.  $\text{CuSiF}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
62.  $\text{C}_4\text{H}_{12}\text{O}_2$
63.  $\text{MgCl}_2\text{O}_6$  или  $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2$
64.  $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_5$
65.  $x = 12$ ,  $w(\text{H}_2\text{O}) = 45,56 \%$
66.  $\text{N}_2\text{H}_4$
67.  $\text{Cr}_2\text{FeO}_4$
68.  $\text{C}_{13}\text{H}_{24}\text{N}_4\text{O}_3\text{S}$
69.  $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_4\text{NNa}$
70.  $x = 2$
71.  $\text{PbCrO}_4$
72.  $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$  или  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$

73.  $\text{PtCl}_2\text{N}_2\text{H}_6$  или  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$   
 74.  $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}$   
 75.  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$   
 76.  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$   
 77.  $\text{C}_{19}\text{H}_{28}\text{O}_2$   
 78.  $\text{C}_5\text{H}_6\text{N}_2\text{O}_2$   
 79.  $\text{C}_8\text{H}_{11}\text{NO}_3$   
 80.  $\text{Pb}_3\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_8$  или  $\text{Pb}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$   
 81.  $\text{AsC}_2\text{H}_6$   
 82.  $\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{Fe}$   
 83.  $\text{N}_2\text{H}_8\text{MoO}_4$  или  $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$   
 84.  $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$   
 85.  $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_3$   
 86.  $\text{Ag}_4\text{MnSb}_2\text{S}_6$   
 87.  $\text{MnBr}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$   
 88.  $\text{C}_4\text{H}_7\text{OS}$   
 89.  $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_3\text{SN}$   
 90.  $\text{C}_2\text{H}_4\text{NO}$   
 91.  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$   
 92.  $\text{C}_4\text{H}_4\text{S}$   
 93.  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$   
 94.  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4$   
 95.  $\text{C}_4\text{F}_8$   
 96.  $\text{CH}_4$   
 97.  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$   
 98.  $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{OCl}_6$   
 99. а)  $\text{V}_2\text{O}_5, \text{V}_2\text{O}_3$ ; б) 3,63 g  
 100. а)  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ; б)  $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ; в)  $\text{CuO}$

### Пресметување врз основа на хемиска равенка

1. а)  $2\text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq}) + 3\text{CaO}(\text{s}) \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}); \frac{n(\text{H}_3\text{PO}_4)}{n(\text{CaO})} = \frac{2}{3}$   
 б)  $2\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_4(\text{l}) + 15\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 12\text{CO}_2(\text{g}) + 14\text{H}_2\text{O}(\text{l}); \frac{n(\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_4)}{n(\text{CaO}_2)} = \frac{1}{6}$   
 в)  $3\text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{NO}(\text{g}); \frac{n(\text{NO}_2)}{n(\text{HNO}_3)} = \frac{3}{2}$   
 г)  $3\text{PbO}(\text{s}) + 2\text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow 3\text{Pb}(\text{s}) + \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g}); \frac{n(\text{Pb})}{n(\text{N}_2)} = \frac{3}{1}$   
 д)  $2\text{FeCl}_3(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{S}(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}_2\text{S}_3(\text{s}) + 6\text{HCl}(\text{aq}); \frac{n(\text{H}_2\text{S})}{n(\text{HCl})} = \frac{1}{2}$
2. а)  $\text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{BaI}_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{AgI}; \frac{n(\text{BaI}_2)}{n(\text{AgI})} = \frac{1}{2}$   
 б)  $\text{NaOH} + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}; \frac{n(\text{NaOH})}{n(\text{NH}_4\text{Cl})} = \frac{3}{1}$   
 в)  $2\text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{MgCl}_2 \rightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{NaCl}; \frac{n[\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2]}{n(\text{NaCl})} = \frac{1}{6}$   
 г)  $2\text{Zr}_2\text{O}_3 + 3\text{Sn} \rightarrow 4\text{Zr} + 3\text{SnO}_2; \frac{n(\text{Zr}_2\text{O}_3)}{n(\text{SnO}_2)} = \frac{2}{3}$   
 д)  $\text{Mg}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_3; \frac{n(\text{Mg}_3\text{N}_2)}{n[\text{Mg}(\text{OH})_2]} = \frac{2}{3}$
3.  $2\text{KNO}_3(\text{s}) \rightarrow 2\text{KNO}_2(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}); 190,1 \text{ g}$   
 4.  $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3; 285,7 \text{ g}$   
 5.  $\text{CaH}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq}) + 2\text{H}_2(\text{g}); 58,1 \text{ g}$   
 6. 92 g  
 7.  $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g}); 0,01 \text{ m}^3$   
 8.  $\text{Ag}_2\text{O} + 2\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{N}_4\text{SO}_2 \rightarrow 2\text{AgC}_{10}\text{H}_9\text{N}_4\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}; 73,0 \text{ g}$   
 9.  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}; 90,51 \%$   
 10.  $2\text{KClO}_3 + 2\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{ClO}_2 + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$   
 $2\text{NaClO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{NaHSO}_4 + 2\text{ClO}_2$ ; со втората реакција,  $m(\text{ClO}_2)_1 = 5,535 \text{ g}$ ,  $m(\text{ClO}_2)_2 = 6,345 \text{ g}$   
 11.  $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) + \text{NaNO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{s}) + \text{N}_2\text{O}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}); m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 1,017 \text{ g}$ ,  $m(\text{NaNO}_3) = 1,615 \text{ g}$



12.  $2\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}) + \text{SnF}_2 \rightarrow 2\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F} + \text{SnO} + \text{H}_2\text{O}$ ; 0,641 g
13.  $m(\text{O}_3) = 0,936 \text{ mg}$ ,  $s(\text{O}_3) = 0,047 \%$
14. 2,12 Mg
15.  $2\text{CuCl}_2 + 4\text{KI} \rightarrow 2\text{CuI} + 4\text{KCl} + \text{I}_2$ ;  $N(\text{I}_2) = 1,084 \cdot 10^{23}$ ,  $m(\text{I}_2) = 45,69 \text{ g}$
16. 10 mL
17.  $2\text{TiCl}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{TiCl}_3(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{g})$ ;  $m(\text{TiCl}_4) = 1059,6 \text{ g}$ ,  $V(\text{HCl}) = 125 \text{ dm}^3$
18.  $2\text{Si}_4\text{H}_{10} + 13\text{O}_2 \rightarrow 8\text{SiO}_2 + 10\text{H}_2\text{O}$ ; 40,6 g
19.  $2\text{NaN}_3 \rightarrow 3\text{N}_2 + 2\text{Na}$ ;  $V(\text{N}_2) = 21,9 \text{ dm}^3$ ,  $m(\text{Na}) = 13,6 \text{ g}$
20.  $\text{Na}_2\text{SiO}_3(\text{s}) + 8\text{HF}(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6(\text{aq}) + 2\text{NaF}(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ;  $n(\text{HF}) = 2,4 \text{ mol}$ ,  
 $m(\text{NaF}) = 25,2 \text{ g}$
21. 111,6 g
22.  $2\text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$ ;  $V(\text{CO}_2)_1 = 0,243 \text{ dm}^3$ ,  $V(\text{CO}_2)_2 = 0,487 \text{ dm}^3$
23.  $4\text{NH}_3(\text{g}) + 4\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{N}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ; 19,6 dm<sup>3</sup>
24.  $\text{SiH}_4(\text{g}) \rightarrow \text{Si}(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g})$ ; а) 0,2485 g, б) 0,69 dm<sup>3</sup>
25.  $4\text{KO}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow 4\text{KOH}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g})$ ;  $V(\text{O}_2)_{\text{c. y.}} = 235,2 \text{ cm}^3$ ,  $V(\text{O}_2) = 267,1 \text{ cm}^3$ ,  $V(\text{CO}_2) = 356,1 \text{ cm}^3$
26.  $2\text{Ga} + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{GaCl}_3 + 3\text{H}_2$ ; 4,95 L
27.  $2\text{HgO} \rightarrow 2\text{Hg} + \text{O}_2$ ; 131 mL
28.  $\text{Zn}(\text{s}) + 4\text{H}_3\text{AsO}_4(\text{aq}) + 8\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{ZnCl}_2(\text{aq}) + 4\text{AsH}_3(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ;  $2,4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$
29. 17,2 %
30.  $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$ ; 12 %
31.  $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ; 2262,9 kPa
32. 177 g
33.  $2\text{LiOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ; 1572 g
34.  $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 3\text{Fe}(\text{s}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ; 89,78 %
35.  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ ; 4,05 g
36.  $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ; 272 dm<sup>3</sup>
37.  $P(\text{CO}_2) = 153203,7 \text{ Pa}$ ,  $P(\text{H}_2\text{O}) = 127669,8 \text{ Pa}$ ,  $P(\text{N}_2) = 76601,9 \text{ Pa}$ ,  $P(\text{O}_2) = 12767,0 \text{ Pa}$ ,  
 $P_{\text{вкупно}} = 370242,4 \text{ Pa}$
38.  $2\text{NaCN}(\text{s}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + 2\text{HCN}(\text{g})$ ; 308,7 g
39.  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{s}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{Cr}_2\text{O}_3(\text{s})$ ,  $V = 0,962 \text{ dm}^3$
40.  $\text{CuO} + \text{C} \rightarrow \text{Cu} + \text{CO}$ ,  $\text{Cu}_2\text{O} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}$ ;  $m(\text{CuO}) = 7 \text{ g}$ ,  $m(\text{Cu}_2\text{O}) = 3,5 \text{ g}$
41.  $3\text{MnO}_2(\text{s}) \rightarrow \text{Mn}_3\text{O}_4(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g})$ ; 59,3 %
42.  $2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$ ; 6,4 %
43. 6,1 g
44.  $\text{NH}_3 + \text{CH}_4 \rightarrow \text{HCN} + 3\text{H}_2$ ;  $\text{NH}_3$
45.  $m(\text{CH}_2=\text{CHCl}) = 83,8 \text{ g}$ ,  $m(\text{HCl}) = 2 \text{ g}$
46.  $\text{I}_2 + 2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{ICl} + \text{ICl}_3$ ; 0,7
47.  $2\text{Cl}^- + \text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{HgCl}_2 + 2\text{NO}_3^-$ ; 0,54 g
48.  $\text{SrH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Sr}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2$ ; 2,82 dm<sup>3</sup>
49. 0,086 g
50.  $m(\text{банана масло}) = 56 \text{ g}$ ,  $m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 6,1 \text{ g}$
51.  $2\text{NaH} + \text{B}_2\text{H}_6 \rightarrow 2\text{NaBH}_4$ ; 12,5 g
52.  $4\text{Li} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Li}_2\text{O}$ ; 42 g
53. 21,9 g
54.  $\text{Ni}(\text{s}) + 4\text{CO}(\text{g}) \rightarrow \text{Ni}(\text{CO})_4(\text{g})$ ;  $m[\text{Ni}(\text{CO})_4] = 51,2 \text{ g}$ ,  $n(\text{CO})_{\text{вишок}} = 0,59 \text{ mol}$
55.  $\text{Bi} + \text{Se} \rightarrow \text{Bi}_2\text{Se}_3$ ;  $n(\text{Bi}_2\text{Se}_3) = 0,25 \text{ mol}$ ;  $m(\text{Bi}_2\text{Se}_3) = 163,71 \text{ g}$
56.  $\text{CaO} + 3\text{C} \rightarrow \text{CaC}_2 + \text{CO}$ ; 57 g
57.  $\text{SnO}_2 + 2\text{C} \rightarrow \text{Sn} + 2\text{CO}$ ; 66,3 g
58.  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{CaSO}_4$ ; 278,5 g
59.  $2,83 \cdot 10^5 \text{ kg}$
60.  $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{S}(\text{g}) \rightarrow \text{CS}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ ; 1,8 dm<sup>3</sup>
61. 0,5 dm<sup>3</sup>
62.  $4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ;  $m(\text{NO}) = 2,81 \text{ g}$ ,  $V(\text{NH}_3)_{\text{вишок}} = 0,86 \text{ dm}^3$
63.  $\text{CH}_4(\text{g}) + 4\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CCl}_4(\text{l}) + 4\text{HCl}(\text{g})$ ;  $m(\text{CCl}_4) = 7,7 \text{ g}$ ,  $m(\text{Cl}_2) = 73,8 \text{ g}$
64.  $2\text{Fe}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2 \rightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3 + 6\text{S}$ ; не се образува потребната маса од  
хидроксидот,  $m(\text{O}_2) = 26,6 \text{ g}$
65.  $2\text{Al} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{AlCl}_3$ ;  $m(\text{Cl}_2)_0 = 5,325 \text{ g}$ ,  $m(\text{Al})_0 = 1,89 \text{ g}$
66.  $P(\text{CF}_4) = 19997,9 \text{ Pa}$ ,  $m(\text{CF}_4) = 0,968 \text{ g}$
67. He, нема доволно H<sub>2</sub>CO
68.  $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ ; 15,4 dm<sup>3</sup>
69. 66,6 %
70. 96,6 %
71.  $\text{C}_2\text{H}_4 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ; 64,1 %
72.  $\text{CS}_2 + 3\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{SO}_2$ ; 18,66 g

73.  $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 3\text{Fe}(\text{s}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ; 10864,2 g » 10,9 kg  
 74.  $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ; 13,6 dm<sup>3</sup>  
 75. 0,4 g  
 76.  $2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{KMnO}_4 + \text{H}_2$ ; 11383,9 g ≈ 11,4 kg  
 77.  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ; 0,208 g  
 78.  $2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$ ,  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$ ,  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ ; 31,97 g  
 79.  $\text{Fe}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{FeCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$ ,  $2\text{Al}(\text{s}) + 6\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{AlCl}_3(\text{aq}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ ;  
 $w(\text{Fe}) = 80,49\%$ ,  $w(\text{Al}) = 19,51\%$   
 80.  $2\text{Cu}_2\text{S}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Cu}_2\text{O}(\text{s}) + 2\text{SO}_2(\text{g})$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}(\text{s}) + \text{C}(\text{s}) \rightarrow 2\text{Cu}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g})$ ; 31,3 kg  
 81. 1460,2 g  
 82.  $2\text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + 2\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ; 83,2 %  
 83.  $m(\text{KClO}_3) = 5,15\text{ g}$ ,  $m(\text{K}_2\text{CO}_3) = 13,82\text{ g}$ ,  $m(\text{KHCO}_3) = 20,02\text{ g}$ ,  $m(\text{KCl}) = 61,01\text{ g}$   
 84. а) 138,6 б) Ba  
 85.  $4\text{Au}(\text{s}) + 8\text{NaCN}(\text{aq}) + \text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Na}[\text{Au}(\text{CN})_2](\text{aq}) + 4\text{NaOH}(\text{aq})$ ; 690,9 g  
 86. FeBr<sub>3</sub>  
 87.  $\text{CS}_2 + 3\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{SO}_2$ ; 15,2 g

## 8 Раствори

- 1,44 mol/dm<sup>3</sup>
- 5,32 %
- 13,02 g
- 64,2 g
- 0,45 g
- 3 g/dm<sup>3</sup>
- 0,04 mol/dm<sup>3</sup>
- He, 0,42 mg/L
- а) 308,8 g/dm<sup>3</sup>; б) 58,82 %; в) 12,1 mol/kg
- $n(\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}) = 3,2 \cdot 10^{-8}$ ,  $N(\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}) = 1,93 \cdot 10^{16}$
- 82,62 mg, вредността е над нормалното ниво
- $c(\text{C}_{10}\text{H}_8) = 0,04\text{ mol/dm}^3$ ,  $b = 0,025\text{ mol/kg}$
- 0,5 g
- 3,71 cm<sup>3</sup>
- 10,3 mg
- $x[(\text{NH}_2)_2\text{CO}] = 5,26\%$ ,  $b[(\text{NH}_2)_2\text{CO}] = 2,9\text{ mol/kg}$
- $c(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = 2,75\text{ mol/dm}^3$ ,  $b(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = 4,59\text{ mol/kg}$
- $c(\text{BaCl}_2) = 0,77\text{ mol/dm}^3$ ,  $c(\text{Cl}^-) = 1,54\text{ mol/dm}^3$
- 0,034 g
- 0,33 mol
- 4,75 g
- 0,025 mol/dm<sup>3</sup>
- 3,015 g
- 2,9 mg
- $c[\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3] = 0,49\text{ mol/dm}^3$ ,  $\gamma[\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3] = 191,4\text{ g/dm}^3$
- 34,65 g
- $V_{\text{max}} = 735,3\text{ cm}^3$ ,  $m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 120\text{ g}$
- 187,5 mg
- $c[\text{Co}(\text{NO}_3)_2] = 0,057\text{ mol/dm}^3$ ,  $c_{\text{вкупно}} = 0,171\text{ mol/dm}^3$
- 0,013 mol/dm<sup>3</sup>
- 5,22 g
- а)  $1,64 \cdot 10^{20}$ , б) 6,21 mg
- 358,5 cm<sup>3</sup>
- 0,34 mol/dm<sup>3</sup>
- 22,5 g
- Да
- 0,11 mol/dm<sup>3</sup>
- 121,7 g
- 0,164 mol/dm<sup>3</sup>
- $c(\text{HCl}) = 11,96\text{ mol/dm}^3$ ,  $c(\text{HF}) = 27,6\text{ mol/dm}^3$ ,  $c(\text{HNO}_3) = 15,22\text{ mol/dm}^3$ ,  $c(\text{HClO}_4) = 11,71\text{ mol/dm}^3$
- 28 %
- $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,837\text{ mol/dm}^3$ ,  $\gamma(\text{CH}_3\text{COOH}) = 50,3\text{ g/dm}^3$
- 4,17 mmol/L
- $3,32 \cdot 10^{-3}\text{ mol/dm}^3$
- 0,01 mg/dm<sup>3</sup>
- He

47. а)  $c(\text{SO}_4^{2-}) = 0,2 \text{ mol/dm}^3$ ,  $c(\text{K}^+) = 9,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ ,  $c(\text{F}^-) = 5,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$ ; б) 0,04 %; в) 3,36 %; г) 3,32 г
48. 26,25 %
49. He
50. 547,7 г
51. 5 г/L
52. 750  $\text{cm}^3$
53. 0,02 L
54. 247,2  $\text{cm}^3$
55. 990 mL
56. а) 0,192  $\text{mol/dm}^3$  б) 383,2  $\text{cm}^3$
57. 1,05  $\text{dm}^3$
58. 0,05  $\text{mol/dm}^3$
59.  $V_1 = 0,532 \text{ L}$ ,  $V(\text{H}_2\text{O}) = 0,468 \text{ L}$
60. 9,77 г
61. 0,224 г
62. 334  $\text{cm}^3$
63. 4,92 L
64. 2,32 mL
65. 0,177  $\text{mol/dm}^3$
66. 0,498  $\text{mol/dm}^3$
67. 0,17  $\text{mol/dm}^3$
68. 33,53  $\text{g/dm}^3$
69. 0,38  $\text{mol/dm}^3$
70. 350  $\text{cm}^3$
71. 1,42  $\text{mol/dm}^3$
72. 0,1  $\text{dm}^3$
73.  $V_1 = 0,1 \text{ dm}^3$ ,  $V_2 = 0,4 \text{ dm}^3$
74.  $c(\text{Na}^+) = 0,075 \text{ mol/dm}^3$ ,  $c(\text{Mg}^{2+}) = 0,0625 \text{ mol/dm}^3$ ,  $c(\text{Br}^-) = 0,2 \text{ mol/dm}^3$
75.  $w(\text{I}_2) = 289 \text{ ppm}$ ;  $b(\text{I}_2) = 1,14 \cdot 10^{-3} \text{ mol/kg}$
76. 49,99 г  $\text{NH}_4\text{Cl}/100 \text{ г вода}$
77. 33 г
78.  $\text{PCl}_3(\text{l}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_3(\text{aq}) + 3\text{HCl}(\text{aq})$ ;  $g(\text{H}_3\text{PO}_3) = 14,3 \text{ g/dm}^3$ ,  $g(\text{HCl}) = 19,053 \text{ g/dm}^3$
79.  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ; 0,021  $\text{mol/dm}^3$
80. 1,4  $\text{mol/dm}^3$
81. NaOH
82.  $3\text{S}_2\text{O}_4^{2-} + 2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{OH}^- \rightarrow 6\text{SO}_3^{2-} + 2\text{Cr}(\text{OH})_3$ ; 0,15  $\text{mol/dm}^3$
83. He е чиста, 10 %
84.  $2\text{HBr}(\text{aq}) + \text{K}_2\text{CO}_3(\text{aq}) \rightarrow 2\text{KBr}(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ; 15,5 г
85.  $2\text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{Hg}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) \rightarrow \text{HgCl}_2(\text{s}) + 2\text{NO}_3^-(\text{aq})$ ; 3,27 г
86.  $\text{Zn}(\text{s}) + 2\text{AgNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + 2\text{Ag}(\text{s})$ ; 7,12 г
87. 0,089 г
88. 1252,2 г
89.  $3\text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{NO}(\text{g})$ ; 0,672  $\text{g/dm}^3$
90.  $5\text{As}_2\text{O}_3 + 4\text{MnO}_4^- + 9\text{H}_2\text{O} + 12\text{H}^+ \rightarrow 10\text{H}_3\text{AsO}_4 + 4\text{Mn}^{2+}$ ;  $c(\text{KMnO}_4) = 0,624 \text{ mol/dm}^3$ ,  $m(\text{KMnO}_4) = 123,24 \text{ g}$
91.  $4\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} + 4\text{NaPb} \rightarrow (\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{Pb} + 4\text{NaCl} + 3\text{Pb}$ ; 13,2 г
92. 2439,4 г
93.  $2\text{KOH}(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ; 36,3 г
94. 1,28 %
95.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 14\text{HCl} \rightarrow 2\text{CrCl}_3 + 7\text{H}_2\text{O} + 3\text{Cl}_2 + 2\text{KCl}$ ; 4,57  $\text{dm}^3$
96.  $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{H}_2 + \text{ZnCl}_2$ ; 0,896  $\text{dm}^3$
97. 86,14 %
98.  $2\text{NaClO}_2(\text{aq}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{ClO}_2(\text{g}) + 2\text{NaCl}(\text{aq})$ ; 5,3  $\text{dm}^3$
99.  $2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2$ ; 80,1 %
100.  $4\text{HF}(\text{aq}) + \text{UO}_2(\text{s}) \rightarrow \text{UF}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ;  $m(\text{UF}_4) = 153,86 \text{ g}$ ,  $m(\text{UO}_2) = 367,2 \text{ g}$
101.  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{SO}_3(\text{g})$ ; 0,0094  $\text{mol/dm}^3$
102.  $2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ; 92,73 %
103. а)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KI} \rightarrow \text{PbI}_2 + 2\text{KNO}_3$ ; 3,46 г; б)  $c(\text{I}^-) = 0,023 \text{ mol/dm}^3$ ,  $c(\text{NO}_3^-) = 0,086 \text{ mol/dm}^3$ ,  $c(\text{K}^+) = 0,109 \text{ mol/dm}^3$
104. а)  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{NaHSO}_4 + 2\text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ; б) 370,7  $\text{dm}^3$ ; в) 801,3 kg
105.  $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{NaOH}$ ;  $c(\text{Na}^+) = 0,2 \text{ mol/dm}^3$ ,  $c(\text{SO}_4^{2-}) = 0,025 \text{ mol/dm}^3$ ,  $c(\text{OH}^-) = 0,25 \text{ mol/dm}^3$ ,  $c(\text{Ba}^{2+}) = 0,025 \text{ mol/dm}^3$
106.  $5\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) + 2\text{KMnO}_4(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + 2\text{MnSO}_4(\text{aq}) + 5\text{O}_2(\text{g}) + 8\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ;  $w(\text{H}_2\text{O}_2) = 15,5 \%$ ,  $w(\text{H}_2\text{O}_2)_{\text{распадат}} = 14,5 \%$

107. 40,2 g  
 108. 12,5 %  
 109.  $2,6 \cdot 10^{-3}$  mol/L  
 110.  $w[\text{Al}(\text{OH})_3] = 88,92 \%$ ,  $w[\text{Mg}(\text{OH})_2] = 11,08 \%$   
 111. а)  $\text{C}_{19}\text{H}_{16}\text{O}_4$ ; б) 0,44 %

## 9 Јонски производ на водата и рН

1. На 40 °C,  $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) = 1,71 \cdot 10^{-7}$  mol/dm<sup>3</sup>, рН = 6,77; на 100 °C,  $c(\text{H}^+) = 7,35 \cdot 10^{-7}$  mol/dm<sup>3</sup>, рН = 6,13  
 2. рОН = 6,22  
 3. Во кисел дожд; за 100 пати  
 4. Плуња, за  $10^5$  пати  
 5.  $c(\text{H}^+) = 1,6 \cdot 10^{-6}$  mol/dm<sup>3</sup>;  $c(\text{OH}^-) = 6,25 \cdot 10^{-9}$  mol/dm<sup>3</sup>  
 6.  $c(\text{H}^+) = 10^{-12}$  mol/dm<sup>3</sup>;  $c(\text{OH}^-) = 10^{-2}$  mol/dm<sup>3</sup>  
 7. Ќе се намали, за  $10^4$  пати  
 8. рН = 3,2;  $c(\text{OH}^-) = 1,58 \cdot 10^{-11}$  mol/dm<sup>3</sup>

9.

$c(\text{H}^+)/\text{mol} \times \text{dm}^{-3}$	$c(\text{OH}^-)/\text{mol} \times \text{dm}^{-3}$	рН	рОН
$2,4 \cdot 10^{-8}$	$4,16 \cdot 10^{-7}$	7,62	6,38
$6,67 \cdot 10^{-12}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$	11,18	2,82
$5,01 \cdot 10^{-10}$	$2,0 \cdot 10^{-5}$	9,3	4,7
$1,6 \cdot 10^{-3}$	$6,31 \cdot 10^{-12}$	2,8	11,2

10. Вториот; првиот  
 11. 4  
 12. 11,3  
 13.  $N(\text{H}^+) = 2,1 \cdot 10^{12}$ ;  $N(\text{OH}^-) = 2,1 \cdot 10^{18}$   
 14.  $c(\text{OH}^-)_A < c(\text{OH}^-)_B < c(\text{OH}^-)_C$   
 15.  $3,47 \cdot 10^{17}$   
 16. Ќе се зголеми за 0,3  
 17. 0,016 g  
 18. рН = 13,6; рОН = 0,4  
 19.  $c(\text{OH}^-) = 0,54$  mol/dm<sup>3</sup>;  $c(\text{H}^+) = 1,85 \cdot 10^{-14}$  mol/dm<sup>3</sup>  
 20. 0,14  
 21. 0,12 g  
 22. 0,97  
 23. 0,9  
 24. 2,86  
 25. 2,6 L  
 26. рН[Mg(OH)<sub>2</sub>] = 10,52; рН[Ca(OH)<sub>2</sub>] = 12,67; рН[Sr(OH)<sub>2</sub>] = 13,46;  
 рН[Ba(OH)<sub>2</sub>] = 13,65  
 27. 13,9  
 28. 280 cm<sup>3</sup>  
 29. 15,8 %  
 30. 915,6 cm<sup>3</sup>  
 31. 2,15  
 32. 0,12  
 33. 0,96  
 34. 0,778  
 35. 170 mL  
 36. 2,04 L  
 37. 949,3 mL  
 38.  $V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 5,2$  dm<sup>3</sup>; се добива доволно водород  
 39. 8,96 cm<sup>3</sup>  
 40. 171,3 g/mol  
 41. 58,24 %  
 42. 7  
 43. 12,8  
 44. 12,7  
 45. Не, повисока е  
 46. Во винскиот оцет содржината на оцетна киселина е помала од декларираната.  
 Во јаболковиот оцет е точна.  
 47. Таблетата била чиста ацетилсалицилна киселина.

48.  $w(\text{KOH}) = 47,62 \%$ ;  $w[\text{Ca}(\text{OH})_2] = 52,38 \%$   
49. 185 mL  
50.  $14,4 \text{ cm}^3$   
51.  $w(\text{K}_2\text{CO}_3) = 96 \%$ ;  $w(\text{Li}_2\text{CO}_3) = 4 \%$   
52.  $x = 8$   
53. 1,05  
54. a)  $0,1 \text{ mol/dm}^3$ ; б) 0,72; в) 7,02 g  
55.  $0,81 \text{ dm}^3$ ; 275 %  
56. 0,5 mL

## Литература:

T. L. Brown, H. E. LeMay, Jr., B. E. Bursten, C. J. Murphy, P. M. Woodward, M. W. Stoltzfus, M. W. Lufaso, *Chemistry the Central Science*, 14<sup>th</sup> Ed., Pearson, United Kingdom, 2017.

W. L. Masterton, C. N. Hurley, *Chemistry, Principles and Reactions*, 8<sup>th</sup> Ed., Cengage Learning, Boston, USA, 2014.

M. S. Silberberg, *Principles of General Chemistry*, 3<sup>rd</sup> Ed., McGraw-Hill Companies, New York, USA, 2013.

S. S. Zumdahl, S. A. Zumdahl, *Chemistry*, 7<sup>th</sup> Ed., Houghton Mifflin Company, Boston, USA, 2007.

H. F. Holtzclaw, JR., W. R. Robinson, W.H. Nebergall, *General Chemistry*, 7<sup>th</sup> Ed., D. C. Health and Company, Canada, 1984.

J. E. Brady, *General Chemistry, Principles and Structure*, 5<sup>th</sup> Ed., John Wiley & Sons, USA, 1990.

M. Sikirica, *Stehiometrija*, Školska knjiga, Zagreb, 1987.

I. Filipović, S. Lipanović, *Opća i anorganska kemija*, Školska knjiga, Zagreb, 1985.

Skupina avtorjev, *Zbirka računskih nalog za Medicinsko biofiziko*, Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, 2021.

D. D. Ebbing, S. D. Gammon, *General Chemistry*, 9<sup>th</sup> Ed., Houghton Mifflin Company, USA, 2009.

B. B. Laird, *University Chemistry*, McGraw-Hill, USA, 2009.

D. W. Oxtoby, H. P. Gillis, A. Campion, *Principles of Modern Chemistry*, 6<sup>th</sup> Ed., Thomson Brooks/Cole, USA, 2008.

Ниту еден дел од оваа публикација не смее да биде репродуциран на било кој начин без претходна писмена согласност на авторот.

Е-издание: [http://ukim.edu.mk/mk\\_content.php?meni=53&glavno=41](http://ukim.edu.mk/mk_content.php?meni=53&glavno=41)