

LII НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА
ПО ХИМИЯ И ОПАЗВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА

Областен кръг, 16 февруари 2020 год.

Групи I и II

ВЪПРОСИ И ЗАДАЧИ

I Група

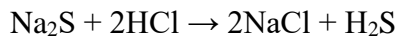
ПЪРВА ЧАСТ

- 1 В кой ред са записани частиците, които отговарят на положителен йон?
- А) 16 протона, 16 електрона; В) 13 протона, 10 електрона;
Б) 30 протона, 30 електрона; Г) 8 протона, 10 електрона.
- 2 Химичните формули на динатриевия оксид, натриевия хидроксид и натриевия хидрид са съответно:
- А) Na_2O , Na_2H и NaOH ; В) Na_2O_2 , NaOH и NaH ;
Б) Na_2O , NaH и NaOH ; Г) Na_2O , NaOH и NaH .
- 3 Едно от условията за протичане на химична реакция е:
- А) образуване и/или разтваряне на утайка;
Б) отделяне на газ и/или характерна миризма;
В) отделяне на топлина и светлина;
Г) контакт между изходните вещества.
- 4 Колко грама литий реагират с 20,1 грама кислород, ако при това се получават 37,5 грама дилитиев оксид?
- А) 10,05 g; Б) 17,4 g; В) 40,2 g; Г) 57,6 g.
- 5 С намаляване на относителната атомна маса на елементите в алкалната група металните свойства на елементите:
- А) се засилват; Б) отслабват; В) не се променят;
Г) се засилват до калий, а след това отслабват.
- 6 При кои от следните химични реакции НЕ се получава вода?
- I. Горене на литий IV. Взаимодействие на калиева основа и солна киселина
II. Горене на водород
III. Взаимодействие на натрий и сярна киселина V. Взаимодействие на динатриев оксид и сярна киселина
- А) I, III; Б) II, IV; В) III, IV, V; Г) I, III, V
- 7 Литият НЕ взаимодейства с:
- А) азот; Б) кислород; В) солна киселина; Г) натриева основа?
- 8 Калиевият нитрат (KNO_3) се използва в селското стопанство като тор под названието обикновена селитра. В инструкцията за използването му е записано, че на 1 декар трябва да се използват толкова грама от солта, колкото е относителната ѝ молекулна маса. Колко грама трябва да претегли Иван за трите си декара, засети с домати „биволско сърце“?
- А) 101,1 g; Б) 140,1 g; В) 303,3 g; Г) 420,3 g

9 Какъв е общият брой водородни атоми в две молекули H_2SO_4 , една молекула H_3PO_4 и две молекули CH_3COOH ?

- А) 9; Б) 13; В) 15; Г) 18

10 Кои са правилните наименования на изходните вещества в следното уравнение:

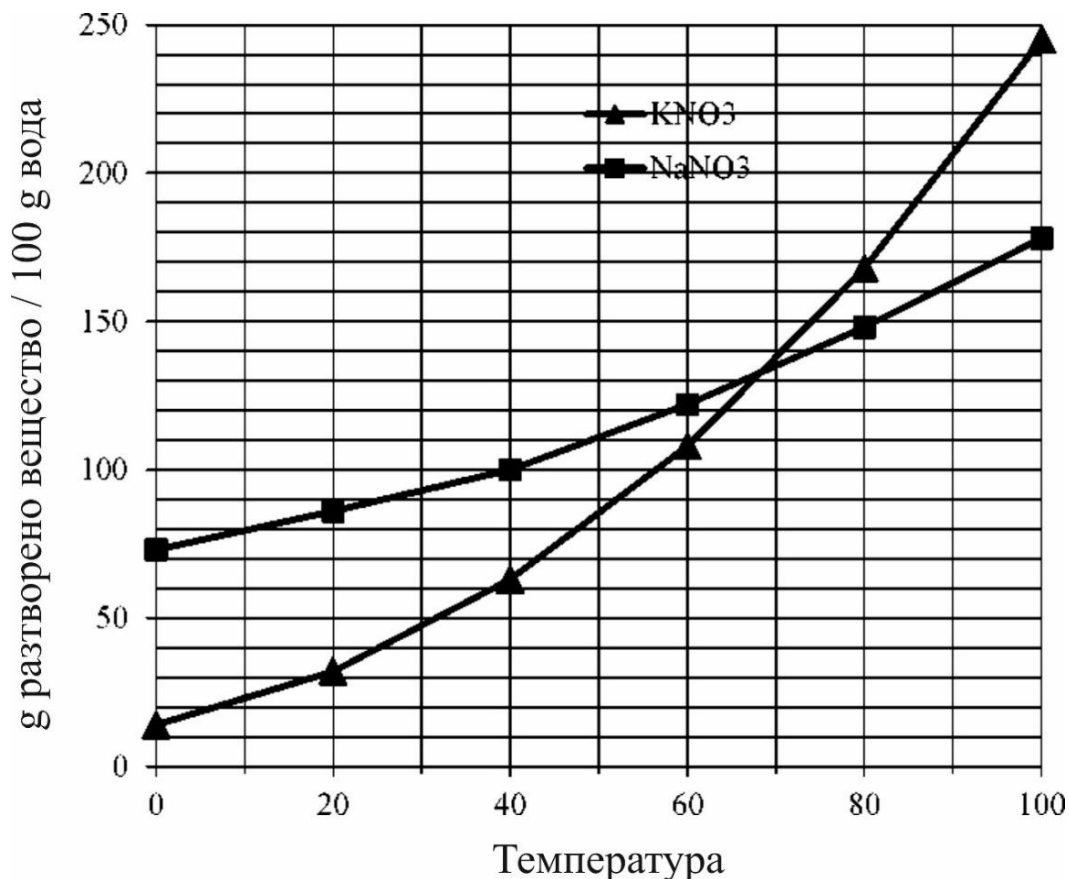


- А) динатриев сулфат и водороден хлорид;
Б) динатриев сулфид и солна киселина;
В) натриев хлорид и сероводород;
Г) натриев хлорид и диводороден сулфид.

11 Каква е мерната единица за величината относителна молекулна маса?

- А) грам, g; В) килограм за m^3 , kg/m^3 ;
Б) килограм, kg; Г) няма мерна единица.

12 Боряна провежда експерименти с разтвори. Разтваря 100 g KNO_3 в 200 g H_2O при температура 40°C (P1) и 150 g NaNO_3 в 100 g H_2O при 60°C (P2). Като използвате графиката, определете какви разтвори е получила Боряна от двете соли.



- А) P1 – ненаситен, P2 – наситен без неразтворен остатък;
Б) P1 – наситен без неразтворен остатък, P2 – ненаситен;
В) P1 – ненаситен, P2 – наситен с неразтворен остатък;
Г) P1 – ненаситен, P2 – ненаситен.

13 В кои от съединенията (1, 2, 3, 4) валентността на единия от елементите е втора?

(1) H_2O_2 ; (2) H_2O (3) CH_4 (4) CO_2

А) 1, 2, 3; Б) 1, 2, 4; В) само 1 и 2; Г) само 2 и 4

14 Кое от веществата НЕ се среща в природата?

А) въглероден диоксид

В) готварска сол

Б) натриева основа

Г) графит

15 При определени заболявания се препоръчва консумацията на минерална вода, съдържаща натриеви йони под 20 mg/L. Коя от четирите минерални води е подходяща в подобни случаи?

<u>Вода А:</u>	Аниони (mg/L)	Катиони (mg/L)	<u>Вода Б:</u>	Аниони (mg/L)	Катиони (mg/L)
	F > 0,1	Na – 2,8		F – 0,5	Na – 68,1
	Cl – 3,7	K – 1,3		Cl – 8,2	K – 0,56
	SO ₄ – 6,0	Ca – 5,1		SO ₄ – 62,1	Ca – 3,4
	HCO ₃ – 16,5	Mg – 1,2		CO ₃ – 18,0	
				HCO ₃ – 61,0	
<u>Вода В:</u>	Катиони (mg/L)	Аниони (mg/L)	<u>Вода Г:</u>	Аниони (mg/L)	Катиони (mg/L)
	Na – 65,5	F – 4,0		F – 0,3	Li – 0,01
	Ca – 1,59	Cl – 3,5		Cl – 12,1	Na – 97,1
	Fe – 0,01	SO ₄ – 20,6		SO ₄ – 20,8	K – 0,54
	Mn – 0,01	CO ₃ – 24,0		CO ₃ – 42,8	Ca – 1,8
		HCO ₃ – 85,4		HSiO ₃ – 0,7	

ВТОРА ЧАСТ

Задача 1. Сплави на активните метали

Проба от метала **А** е разрязана на две равни части и едната половина е изгорена в чист хлор. При взаимодействието се получават 5,1 g бяло кристално вещество **В**, за което са изразходени 3,1 g хлор. От другата част от метала **А** и проба от метала **Б** е получена сплав с маса 5 g.

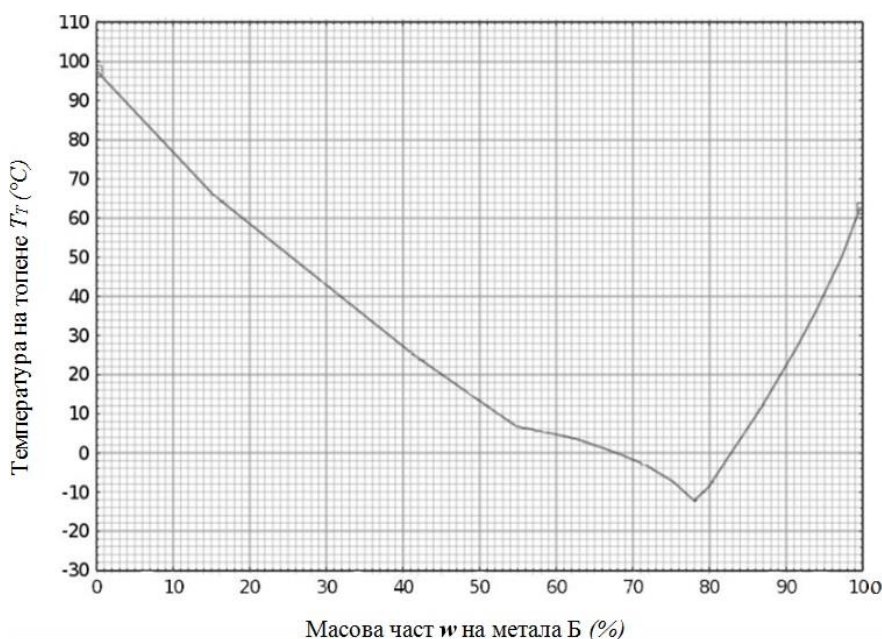
На графиката е показана зависимостта на температурата на топене на тази сплав от процентното съдържание на метала **Б**.

- 1 Колко грама е масата на началната проба от метал **А**?
- 2 В какво състояние е получената сплав при стайна температура (25°C)? Обосновете се.
- 3 Каква допълнителна маса (g) от метала **Б** трябва да се включи в състава на тази сплав, за да има тя възможно най-ниска температура на топене?

Сплавта от металите **А** и **Б** взаимодейства много бурно с вода, при което се получава газ **Е**, който веднага се запалва. При горенето в пламъка се увеличат йони на **А** и **Б**, които го оцветяват в жълто и виолетово, съответно. В разтвора остава смес от веществата **Г** и **Д**, които взаимодействат със солна киселина (при това от **Г** се получава **В**).

- 4 Запишете формулите и наименованията на веществата **А**, **Б**, **В**, **Г**, **Д** и **Е**. Означете с изравнени химични уравнения всички описани взаимодействия.

- 5 Как се нарича реакцията на взаимодействие на Г и солна киселина? С кое наименование е известно веществото Г в практиката? Запишете една област на приложението му.



Задача 2. Натрий и съединенията му

Съединението Na_2XY_z в практиката се използва при производството на перилни препарати, стъкло и други. Относителната му молекулна маса е 106.

- 1 Кои са елементите X и Y? Изчислете относителната им атомна маса, като имате предвид дадената информация.

$$z = \text{брой атоми (X)} + 2$$

$$\frac{A_r(X)}{A_r(Y)} = 0,75$$

- 2 Запишете химичната формула на съединението, като замените буквите X и Y със знаците на съответните елементи, влизащи в състава му.
- 3 Напишете определенията за относителна атомна маса и относителна молекулна маса.
- 4 Запишете химичното наименование на съединението Na_2XY_z и това, под което е известно в практиката.
- 5 Дадено е означението $5\text{Na}_2\text{XY}_z$. Колко е стойността на относителната молекулна маса на Na_2XY_z ?

Характерна реакция за откриване на Na_2XY_z е взаимодействието му с киселина.

- 6 Изразете с химично уравнение реакцията между Na_2XY_z и солна киселина. При процеса се получават: веществото А (в домакинството се използва като подправка), оксид, в който X е от четвърта валентност, и вода. Изравнете уравнението.
- 7 Запишете и изравнете уравнението на една реакция (освен посочената), при която се получава веществото А.

Задача 3. Разтворимост на солите

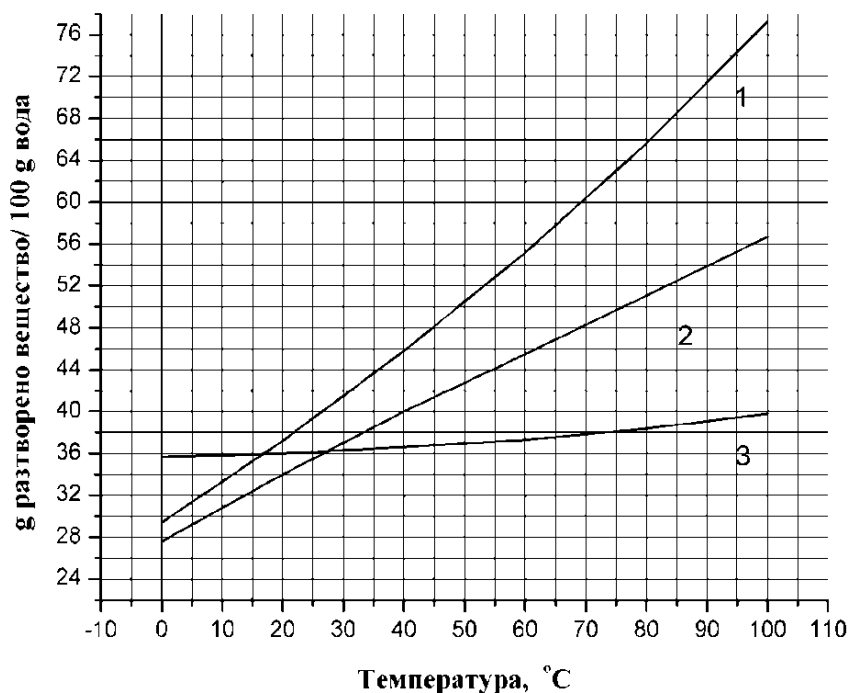
Смес от 180 g NH_4Cl , 150 g KCl и 120 g NaCl са поставени в съд, съдържащ 250 g H_2O . Сместа е нагрята до 70°C , при което част от солите се разтваря, а част остава неразтворена.

Сместа е филтрувана при 70°C . Бистрият разтвор е охладен до 40°C , при което част от солите се отделят от разтвора като кристали. Сместа отново е филтрувана при 40°C .

Изчислете*:

- 1 Масата на неразтворените при 70°C соли.
- 2 Общата масова част на разтворените соли при 70°C .
- 3 Масата на неразтворените при 40°C соли.
- 4 Масовата част на всяка от разтворените соли при 40°C .
- 5 Посочете температурния интервал, при който разтворимостта на NH_4Cl е по-висока от тази на другите две соли.
- 6 Посочете температурния интервал, при който разтворимостта на NaCl е по-висока от тази на другите две соли.

Забележка: Приемете, че трите соли не си влияят при разтваряне и отделяне от разтвора като кристали, и че водата не се изпарява и не се губи при филтруването




Зависимост на разтворимостта** на: 1. NH_4Cl , 2. KCl , 3. NaCl от температурата

*При отчитане от графиката приемете най-близката целочислена стойност

**Разтворимостта на веществата се изразява с грамове разтворено вещество в 100 g вода в наситен разтвор

II Група

ЧАСТ ПЪРВА

- 1 Кой от металите при обикновени условия е устойчив на влага?
А) Са, Б) Mg, В) К, Г) Na.
- 2 В кой ред всички записани вещества **НЯМАТ** молекулен строеж?
А) въглерод, натрий, калциев дихлорид; В) вода, сяра, литий;
Б) натриев хлорид, серен диоксид, кислород; Г) гипс, хлор, кислород.
- 3 За атомите на един химичен елемент е вярно, че:
А) броят на протоните е повече от този на електроните;
Б) броят на протоните е по-малък от този на електроните;
В) може да не съдържат протони;
Г) може да не съдържат неутрони;
- 4 Течна смес може да съдържа:
А) само течности; В) само течности и твърди вещества;
Б) само течности и газове; Г) и течности, и газове, и твърди вещества.
- 5 Върху стъклен съд в кабинета по химия е поставен знакът:
Може да се предположи, че в съда се съдържа:
- А) сода за хляб; В) сода каустик;
Б) калцинирана сода; Г) варовик.
- 
- 6 Атомите на елемента **А** имат еднакъв брой електронни слоеве с тези на елемента **Б** и еднакъв брой валентни електрони с тези на елемента **В**. Елементът **А** има по-силно изразени неметални свойства от елемента **Б** и по-слаби, от **В**. Елементите **А**, **Б** и **В** са съответно:
А) Cl, O, S; Б) S, P, O;
В) N, C, P; Г) F, S, Cl.
- 7 В кой ред във всички вещества връзките са ковалентни полярни?
А) SO₂, CO, Li₂O; Б) NaH, CH₄, HBr;
В) H₂O, H₂S, HNO₃; Г) H₂SO₄, Cl₂, NO.
- 8 Коя от реакциите **НЕ** е химично съединяване?
А) Ba + H₂O → ; Б) Na + H₂ → ;
В) H₂ + O₂ → ; Г) CaO + CO₂ → .
- 9 Към безцветен разтвор е добавен разтвор на натриев хлорид. Наблюдава се образуване на бяла утайка. Кой е йонът, съдържащ се в изходния разтвор, който се включва в състава на утайката?
А) Ca²⁺; Б) Ag⁺; В) Br⁻; Г) Cl⁻.

- 10 В кое от съединенията положителният и отрицателният йон имат еднакъв брой електрони?
- А) NaCl; Б) CaCl₂; В) SO₂; Г) H₂O .
- 11 Колко грама вода са добавени към 5 g от всяка от солите: NaCl, KCl, CaCl₂, MgCl₂, за да се получат съответно разтвори с масова част:
- $w(\text{NaCl}) = 5\%$, $w(\text{KCl}) = 0,05$, $w(\text{CaCl}_2) = 0,05$, $w(\text{MgCl}_2) = 5\%$?
- А) 5 g; Б) 20 g; В) 95 g; Г) 100 g.
- 12 При приготвяне на захарен сироп в консервена фабрика леля Мария сбъркала и приготвила захарен сироп, съдържащ 8 kg вода и 2 kg захар. Колко вода трябва да се изпари, за да се получи сироп съдържащ 40 % захар?
- А) 3 kg; Б) 4 kg; В) 5 kg; Г) 8 kg.
- 13 В кой ред са записани два метала, с които солната киселина НЕ взаимодейства?
- А) цинк, натрий; Б) сребро, литий;
В) живак, мед; Г) калий, желязо.
- 14 В кой от следните оксиди масовата част на кислорода е най-ниска?
- А) CO; Б) SO₂; В) Al₂O₃; Г) Fe₃O₄.
- 15 Кои са ГРЕШНИТЕ твърдения?
При взаимодействие на Ca с вода:
- се отделя: 1 – кислород, 2 – водород;
 - се получава: 3 – гасена вар; 4 – негасена вар
- А) 1 и 3; Б) 2 и 4; В) 1 и 4; Г) 2 и 3.

ВТОРА ЧАСТ

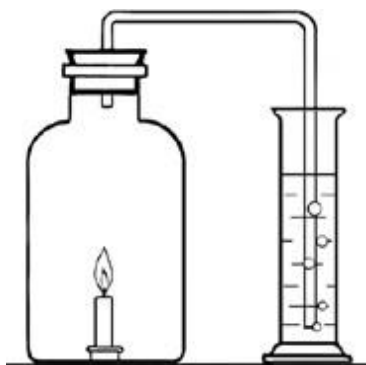
Задача 1. Какво представлява търговският продукт „магнезий“?

Бялото прахообразно вещество **А** има търговско наименование „Магнезий“ и се използва в скалното катерене за по-добро сцепление. Добива се от природата, където се среща под формата на минерала магнезит. В съединението, изграждащо магнезита, масовата част на елемента магнезий е 28,8 %.

При разтваряне на **А** в солна киселина се получава разтворимо вещество **Б**, а при термичното разлагане на **А** се получава бяло прахообразно вещество **В**. И при двата процеса се получава газ **Г**, който не поддържа горенето и е по-тежък от въздуха. Както от **Б**, така и от **В** може да се получи хидроксидът **Д**.

- 1 Напишете наименованията и химичните формули на веществата **А**, **Б**, **В**, **Г** и **Д**. Изразете с изравнени химични уравнения описаните превръщания между тях.
- 2 Колко литра (при 25 °C и 1 atm) от газа **Г** ще се получат, ако в солна киселина се разтворят 84,3 g от веществото **А**? Плътността на газа **Г** при указаните условия е 1,836 kg/m³. *Представете резултата с точност до цяло число.*
- 3 Главната съставна част на тебешира е съединение със сходен състав с този на магнезита, но вместо магнезий се съдържа друг метал **М**. Масовата част на **М** в това съединение е 40%. Кой е металът **М**? Обосновете отговора си с изчисления.

Задача 2. История с горяща свещ



В съд е поставена горяща свещ. Съдът е затворен с гумена тапа, през която преминава газоотводна тръбичка, другият край на която е потопен в цилиндър с бистър разтвор (виж фигурата). При горенето на свещта по вътрешните стени в горните части на съда се образуват капчици течност, а през разтвора в цилиндъра преминават мехурчета газ.

1. Обяснете физичен или химичен процес е горенето на свещта?
2. Запишете формулите на веществото, което се втечнява в съда, и на газа, който преминава през разтвора в цилиндъра.
3. Какви химични процеси протичат в цилиндъра и остава ли разтворът в него бистър, ако отделяният се газ се пропуска:
 31. през разтвор на сода каустик;
 32. през разтвор на калцинирана сода;
 33. продължително през бистра варна вода?

Обосновете отговора си, като запишете с изравнени химични уравнения възможните реакции. Наименувайте получените соли.

4. Колко грама от веществото и колко грама вода са използвани за приготвяне на 24 g разтвор на сода каустик, ако масовата част на разтвореното вещество е 15 %? Колко е масовата част на содата каустик, ако към този разтвор се прибавят 66 mL вода? Направете съответните изчисления. ($\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1000 \text{ kg/m}^3$)
5. Защо свещта угасва, преди да изгори докрай?

Задача 3. Какво остава в затворения съд?

Ученик провел експеримент и установил, че 80g Ca реагират с 32g O_2 , при което се получават 112 g CaO.

Разполагал с 60g Ca и 8g O_2 . Въз основа на експерименталните резултати решил да изчисли какви количества от веществата ще реагират, колко CaO ще се получи, и дали ще останат не-реагирани вещества.

1. Изразете с изравнено химично уравнение протеклата реакция.
2. Изчислете масата на веществата, които остават в съда след взаимодействието.
3. Изразете с изравнени химични уравнения реакциите, които протичат, ако в съда се прибави излишък от H_2O .

Накрая в съда се пропуска излишък от CO_2 и отново протича взаимодействие.

4. Изразете с изравнени химични уравнения възможните взаимодействия, като приемете, че реакциите протичат до край.

ПРИМЕРНИ ОТГОВОРИ И РЕШЕНИЯ НА ЗАДАЧИТЕ

I Група

ПЪРВА ЧАСТ

Въпрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Отговор	В	Г	Г	Б	Б	А	Г	В	В	Б	Г	В	Б	Б	А

ЧАСТ ВТОРА

Задача 1

- $m(\mathbf{A}) = 2 \times [m(\mathbf{B}) - Cl_2] = 2 \times [5,1 - 3,1] = 4 \text{ g}$
- $w(\mathbf{B}) = 60\%$ течно състояние, защото температурата на топене е около 6°C
- От графиката следва, че масовата част на **Б** трябва да е $78\% \pm 1\%$
 $m(\mathbf{A}) = 2 \text{ g}; \quad w(\mathbf{A}) = 22\% \pm 1\%$

$$m_{(2)}(\mathbf{B}) = m_{(2)}(\text{сплав}) - m_{(1)}(\text{сплав}) = \frac{m(\mathbf{A})}{w_2(\mathbf{A})} - m_{(1)}(\text{сплав}) = \frac{2}{0,22} - 5 = 4,1 \text{ g}$$
- А** – Na; **Б** – K; **В** – NaCl; **Г** – NaOH; **Д** – KOH; **Е** – H₂ и наименования
 $2\text{Na} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{NaCl}$
 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$
 $2\text{K} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{KOH} + \text{H}_2$
 $\text{NaOH} + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{KOH} + \text{HCl} \longrightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
- неутрализация; сода каустик. Което и да е от: производство на сапун; дезинфекция; почистване/отпушване на канали и всички други верни отговори.

Задача 2

- $M_r(\text{Na}_2\text{XY}_z) = 2.A_r(\text{Na}) + A_r(\text{X}) + z.A_r(\text{Y})$
 $106 = 2.23 + 0,75.A_r(\text{Y}) + 3.A_r(\text{Y}); \quad \Rightarrow \quad A_r(\text{Y}) = 16$
 Химичният елемент Y е кислород (O).
 $A_r(\text{X}) = 0,75 \times 16 = 12$
 Химичният елемент X е въглерод (C).
- Na₂CO₃
- Верни определения A_r и M_r
- динатриев карбонат/натриев карбонат; калцинирана сода
- $M_r(\text{Na}_2\text{XY}_z / \text{Na}_2\text{CO}_3) = 106$
- $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \longrightarrow 2\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- Вярно уравнение за получаване на NaCl

Задача 3

- 1) При 70 °C: NH_4Cl – $60 \times 2,5 = 150$ g разтворени; $180 - 150 = 30$ g неразтворени
 KCl – $48 \times 2,5 = 120$ g разтворени; $150 - 120 = 30$ g неразтворени
 NaCl – $38 \times 2,5 = 95$ g разтворени; $120 - 95 = 25$ g неразтворени

2) Обща маса на разтвора при 70 °C: $250 + 150 + 120 + 95 = 615$ g

Обща маса на разтворените вещества: $150 + 120 + 95 = 365$ g

Масова част на всички разтворени вещества: $w = \frac{365}{615} = 0,59$ или 59%

- 3) При 40 °C: NH_4Cl – $46 \times 2,5 = 115$ g разтворени; $150 - 115 = 35$ g неразтворени
 KCl – $40 \times 2,5 = 100$ g разтворени; $120 - 100 = 20$ g неразтворени;
 NaCl – $36^* \times 2,5 = 90$ g разтворени; $95 - 90 = 5$ g неразтворени
 *Зачита се отчетената стойност

4) Общата маса на разтвора при 40 °C: $250 + 115 + 100 + 90 = 555$ g

$$w(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{115}{555} = 0,21 \text{ или } 21\%$$

$$w(\text{KCl}) = \frac{100}{555} = 0,18 \text{ или } 18\%$$

$$w(\text{NaCl}) = \frac{90}{555} = 0,16 \text{ или } 16\%$$

5) Приблизително над 15 °C

6) Приблизително под 15 °C

II Група

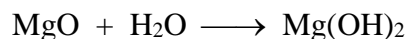
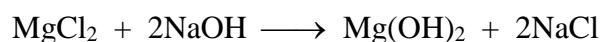
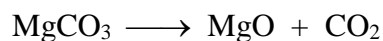
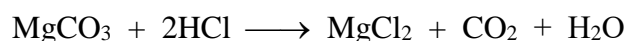
ЧАСТ ПЪРВА

Въпрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Отговор	Б	А	Г	Г	В	Б	В	А	Б	Б	В	В	В	Г	В

ЧАСТ ВТОРА

Задача 1

- 1) А: MgCO₃ – магнезиев карбонат; Г: CO₂ – въглероден диоксид;
 Б – MgCl₂ магнезиев дихлорид; Д: Mg(OH)₂ – магнезиев дихидрооксид.
 В – MgO магнезиев оксид;



- 2) Според уравнението от 84,3 g А се получават 44 g Г.

$$1,836 \text{ kg/m}^3 = 1,836 \cdot 10^{-3} \text{ g/cm}^3$$

$$\frac{44 \text{ g}}{1,836 \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 23,965 \times 10^3 \text{ cm}^3 \approx 24 \text{ dm}^3 = 24 \text{ L}$$

- 3) $w(\text{CO}_3) = 60\%$; $M_r(\text{CO}_3) = 60 \Rightarrow M_r(\text{тебешир}) = 100$

$$A_r(\text{M}) = 40 \Rightarrow \text{Металът е калций (тебеширът е CaCO}_3\text{)}$$

Задача 2

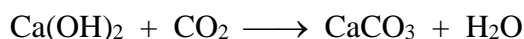
- 1) Химичен; защото се получават други вещества (или друга вярна обосновка)

- 2) H₂O и CO₂

- 3) в1. Разтворът остава бистър, $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

в2. Разтворът остава бистър

в3. Разтворът първо помътнява, после се избистря



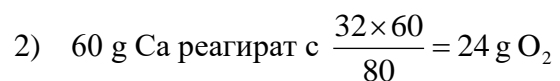
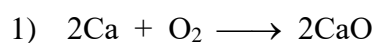
- 4) $w_1(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m_1(\text{разтвор})}; 0,15 = \frac{m(\text{NaOH})}{24 \text{ g}}; m(\text{NaOH}) = 0,15 \cdot 24 \text{ g} = 3,6 \text{ g}$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{разтвор}) - m(\text{NaOH}) = 20,4 \text{ g}$$

$$w_2(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m_2(\text{разтвор})}; w_2(\text{NaOH}) = \frac{3,6 \text{ g}}{90 \text{ g}} = 0,04; w_2(\text{NaOH}) = 4 \%$$

- 5) Свещта угасва, поради изчерпването на кислорода в затворения съд.

Задача 3



В съда има 8 g O_2 (по условие), с който реагира $\frac{80 \times 8}{32} = 20 \text{ g Ca}$

Получават се $20 + 8 = 28 \text{ g CaO}$ и остават нереагирани $60 - 20 = 40 \text{ g Ca}$

