

LVIII НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА
ПО ХИМИЯ И ОПАЗВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА

Областен кръг, 13 февруари 2021 год.

Групи I и II

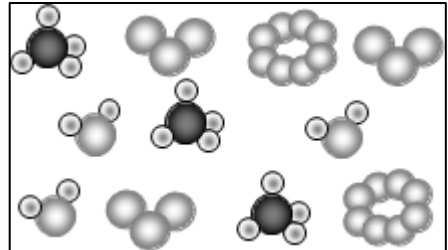
ВЪПРОСИ И ЗАДАЧИ

I Група

ПЪРВА ЧАСТ

- 1 На фигурата е представена смес от вещества. Определете броя на простите и броя на сложните вещества в сместа.

- А) 5 прости и 6 сложни вещества
Б) 2 прости и 2 сложни вещества
В) 1 просто и 3 сложни вещества
Г) всички вещества в сместа са сложни



- 2 Какъв брой азотни атоми се съдържат в пет молекули N_2O_5 ?

- А) 2 Б) 5 В) 10 Г) 25

- 3 В коя комбинация наименованието на веществото НЕ съответства на формулата му?

- А) KF – калиев флуорид В) Na_2O – динатриев оксид
Б) K_2S – дикалиев сулфид Г) CaH_2 – калциев дихидроксид.

- 4 В кой от редовете са означени само химични елементи?

- А) CO_2 , SO_2 , NO_2 , ClO_2 В) 2I, 3O, 8S, 4P
Б) H_2 , O_2 , Cl_2 , N_2 Г) I_2 , O_3 , S_8 , P_4 .

- 5 Какъв е броят на протоните и броят на електроните в частица с означение Al^{3+} ?

- А) 10 протона и 13 електрона
Б) 13 протона и 13 електрона
В) 15 протона и 13 електрона
Г) 13 протона и 10 електрона.

- 6 Фосфорната киселина съдържа в молекулата си четири кислородни атома, а M_r (фосфорна киселина) = 98. Коя е вярната формула за тази киселина?

- А) HPO_4 Б) H_2PO_4 ; В) H_3PO_4 Г) $H_2P_2O_4$

- 7 При изгарянето на 24 грама въглерод се получават 56 грама въглероден оксид по уравнението:
 $2C + O_2 \rightarrow 2CO$

Колко грама кислород участват в реакцията?

- А) 12 g; Б) 28 g; В) 32 g; Г) 48 g.

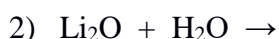
- 8 Според рецепта, за приготвяне на захарен сироп за баклава се използва 1 L вода (плътност 1 g/mL) и 1,5 kg захар. Домакинята разтвори последния си пакет захар от 1 kg в 1 L вода и на другия ден купи нова захар. Установила обаче, че 100 mL от водата са се изпарили и решила да не добавя повече вода, а само нужното количество захар, за да се получи сироп със същата масова част. Колко захар трябва да се добави?

- А) 325 g Б) 350 g В) 375 g Г) 400 g

- 9 Ученик от 7 клас смесил в епруветка два безцветни разтвори. При това епруветката се загоряла, а на дъното се образувало твърдо бяло вещество. Посочете условията и признаците за протичане на химичната реакция.

	Условия	Признаци
А)	само контакт между веществата	отделяне на топлина и образуване на утайка
Б)	контакт между веществата и нагряване	само образуване на утайка
В)	контакт между веществата и нагряване	само отделяне на топлина
Г)	само контакт между веществата	поглъщане на топлина и образуване на утайка

- 10 При кои от следните взаимодействия се отделя водород?



А) 1 и 4

Б) 2 и 4

В) 1 и 3

Г) 1, 3 и 4

- 11 При горенето на въглицата, съдържащата се сяра в тях се отделя и попада в атмосферата като серни оксиди. Серните оксиди се разтварят във водните капчици и образуват киселини. Тези киселини са един от компонентите на киселинните дъждове, които имат вредно въздействие върху околната среда. Какви са молекулните формули на тези серни оксиди, като знаете че в тях сярата проявява четвърта и шеста валентност?

А) SO и S₂O

В) SO₂ и SO₄

Б) S₂O₃ и S₂O₆

Г) SO₂ и SO₃.

- 12 Според рецепта за приготвяне на домашен сапун е необходимо към свинска мазнина да се добави веществото X. Кое е веществото X?

А) K₂O

Б) NaOH

В) NaH

Г) HCl.

- 13 Какъв е общият брой на химичните елементи, които влизат в състава на веществата: **графит, кислород, вода, озон, диамант и водород?**

А) 3

Б) 5

В) 6

Г) 12.

- 14 Ученик поставил в епруветка смес от желязо на прах и сяра, след което нагръл дъното на епруветката. Забелязал, че се появява светещо петънце, което се разширява и обхваща цялата смес, дори след прекратяване на нагряването. След експеримента той установил, че се образувала сиво-черна маса, чийто обем е по-малък, отколкото на изходната смес. Кое е ГРЕШНОТО твърдение за експеримента на ученика?

А) Протеклият процес е химично съединяване.

Б) При реакцията химичните елементи се променят.

В) Продуктът на реакцията не се привлича от магнит.

Г) При взаимодействието е спазен законът за запазване на масата.

- 15 Кои са неизвестните вещества X и Y в схемата?



А) X – K, Y – HCl

В) X – NaOH, Y – Cl₂

Б) X – Na, Y – Cl₂

Г) X – K₂O, Y – HCl.

ВТОРА ЧАСТ

Задача 1. Открийте веществата

Веществото **А** е най-лекият, най-подвижният и най-топлопроводимият газ. Няма цвят, мирис и вкус. При взаимодействието на **А** с кислород се получава химичното съединение **Б**, което е безцветна течност, без мирис и покрива около 71% от повърхността на планетата Земя. Веществото **Б** взаимодейства с простото вещество **В**, при което се получава воден разтвор на веществото **Г**. За **В** е известно, че е сребристобял метал, с метален блясък, който е пластичен и мек, и се реже дори с нож. При взаимодействието на **Г** със солна киселина се образува веществото **Д**, което оцветява пламъка на спиртната лампа в жълто.

- 1 Запишете химичните означения и наименованията на веществата **А**, **Б**, **В**, **Г**, и **Д**.
- 2 Означете с изравнени химични уравнения всички описани взаимодействия и определете вида им.
- 3 Какъв е цветът на фенолфталеин в разтвор на веществото **Г**? Обосновете отговора си с химично уравнение.
- 4 Означете с изравнени химични уравнения получаването на веществото **Д** от веществото **В** по два различни начина.
- 5 При какво условие за протичане на химични реакции е възможно получаването на **А** от **Б**? Какъв е видът на химичната реакция, която протича?

Задача 2. В света на водорода

Водородът е най-разпространеният химичен елемент във Вселената. Той влиза в състава на водата, нефта, природния газ, въглицата. Под формата на химични съединения водородът присъства и в живите организми – изгражда белтъчните вещества, въглехидратите, мазнините и др. В природата водородът се среща както в свободно, така и в свързано състояние. Някои от физичните свойства на веществото водород са:

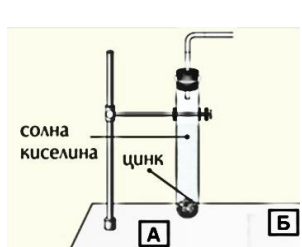
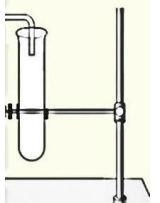
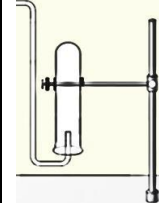
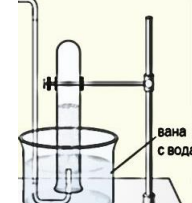
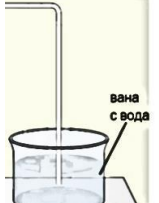
Плътност (20 °C): 0,09 kg/m³

Температура на кипене: -253 °C

Температура на топене: -259 °C

Разтворимост във вода: малкоразтворим

(Плътност на въздуха при 20 °C: 1,21 kg/m³; плътност на водата при 20 °C: 998,2 kg/m³)

Апаратура за получаване и събиране на водород	Елементи за частта Б на апаратурата			
				
	фигура 1	фигура 2	фигура 3	фигура 4

За лабораторно получаване на водород са използвани цинк и солна киселина и апаратура, съставена от част **А** и част **Б**. В апаратурата липсва частта **Б**.

- 1 Запишете с химично уравнение получаването на водород от цинк и солна киселина. (*В получената сол цинкът е от втора, а хлорът – от първа валентност.*)

- 2 Коя/кои фигури могат да се използват като елемент за частта Б, така че апаратурата за получаване и събиране на водород да бъде върна. Аргументирайте се.
- 3 Защо преди да се напълни съд с водород, е необходимо да се проверява чистотата на водорода?
- 4 Защо поставена горяща свещ в съд, пълен с водород угасва?

Водородът е екологично гориво, въпреки че употребата му като такова все още е ограничена.

- 5 Обяснете защо водородът може да се използва като гориво и защо е екологично чисто гориво? Подкрепете отговора си и с химично уравнение.
- 6 Посочете поне две причини за ограничената употреба на водорода като гориво.
- 7 Запишете химичните уравнения на три реакции, при които се отделя водород (без тази в т. 1), като две от реакциите са между просто вещество и различни по вид химични съединения и една реакция е между химични съединения.

Задача 3. От А до Бром

Простото вещество на елемента А е сребристобяло, реагира с киселини, но не реагира с основи. Химичният елемент А участва в изграждането на костната тъкан и на черупките на мекотелите и яйцата. Точно преди него в Периодичната таблица е елементът Б, който е активен метал и образува йони B^+ , които оцветяват пламъка на спиртна лампа във виолетово. Тези йони играят ключова роля във функционирането на живите клетки и поддържането на водния баланс на организмите.

- 1 Запишете химичните знаци и наименованията на елементите А и Б.

При взаимодействието на простите вещества на А и Б с бром (червено-кафява течност), се получават бромиди. В бромид на един от двата елемента масовата част на брома е 67,14%.

- 2 Запишете формулата на този бромид, като се обоснове с пресмятания.
- 3 Изразете с химично уравнение получаването на този бромид от прости вещества.
- 4 Кои вещества и по колко грама ще присъстват след провеждането на взаимодействието от предния въпрос в затворен съд с 35 g Br_2 и 20 g от другото изходно вещество?
- 5 Ще потъват или ще плават простите вещества на А и Б в бром? Отговорете с помощта на графиката.



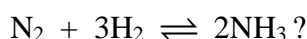
II Група

ЧАСТ ПЪРВА

1 Химичните свойства на атомите на елементите се определят от:

- А) общия брой на електроните в електронната обвивка
- Б) броя на електроните във външния електронен слой
- В) броя на изотопите на даден химичен елемент
- Г) броя на протоните в атомните ядра.

2 Какъв е видът на химичната връзка в продукта, който се получава при реакцията:



- А) йонна химична връзка
- Б) ковалентна неполярна, тройна
- В) ковалентна полярна, единична
- Г) ковалентна неполярна, единична.

3 Кристалите на една сол оцветяват пламъка на спиртна лампа във виолетово. При прибавяне на разтвор на сребърен нитрат към воден разтвор на тази сол се образува бяла утайка. Коя е химичната формулата на солта?

- А) $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$
- Б) MgCl_2
- В) KNO_3
- Г) KCl .

4 Кое от веществата се среща в твърдо състояние в природата?

- А) натрий
- Б) натриев хидроксид
- В) калций
- Г) калциев сулфат.

5 В коя двойка водни разтвори фенолфталеинът е безцветен?

- А) HCl и KCl
- Б) NaOH и CaCl_2
- В) RbOH и $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- Г) NaCl и KOH .

6 Йодната тинктура се използва за дезинфекция на рани. Тя представлява смес на йод и спирт. Колко е масата на разтворения йод в 47,5 g спирт, ако в тинктурата масовата част на йода е 5%?

- А) 9,500 g
- Б) 2,500 g
- В) 2,375 g
- Г) 0,105 g.

7 В колба с вместимост 50 mL са поставени 5 mL разтвор на натриева основа. Разтворът на основата е неутрализиран със солна киселина. Кое от твърденията е вярно?

- А) рН на получения разтвор е 7.
- Б) Получената сол се използва като набухвачел в домакинството.
- В) В края на процеса температурата на сместа е по-ниска.
- Г) Обемът на изразходваната киселина трябва да е равен на обема на колбата.

8 Какъв е броят на електронните двойки във външния електронен слой на атом, в електронната обвивка на който общият брой на електроните е четиринайсет?

- А) седем
- Б) четири
- В) две
- Г) една.

9 При кои от реакциите (1, 2, 3, 4) се получава сол?

$\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow$	$\text{NaN} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	$\text{HCl}_{(\text{газ})} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$	$\text{CaO} + \text{CO}_2 \rightarrow$
1	2	3	4

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

10 Кой от елементите влиза в състава на хлорофила?

А) натрий Б) желязо В) калций Г) магнезий.

11 За коя двойка вещества **А** и **Б** НЕ Е ВЯРНО, че сумата от броя на протоните на атомите, които изграждат веществото **А**, е числено равна на относителната молекулна маса на веществото **Б**?

А) **А** е F_2 , **Б** е H_2O В) **А** е Cl_2 , **Б** е PH_3
 Б) **А** е O_2 , **Б** е CH_4 Г) **А** е Br_2 , **Б** е H_2Se .

12 В кой от продуктите, използвани в бита, се съдържат натриеви положителни и хипохлоритни отрицателни йони?

А) сода каустик В) солна киселина
 Б) готварска сол Г) белина.

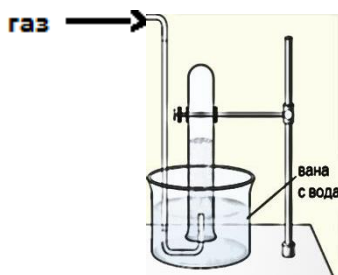
13 В кой ред са изброени химичните свойства, характерни за основните оксиди?

А) Взаимодействие с вода, основни оксиди и основи
 Б) Взаимодействие с вода, основни оксиди и киселини
 В) Взаимодействие с вода, киселинни оксиди и киселини
 Г) Взаимодействие с киселинни оксиди, киселини и основи.

14 Кое твърдение за водните разтвори е ГРЕШНО?

А) Един ненаситен разтвор може да стане наситен чрез изпарение на част от водата.
 Б) Съставните части на разтвор могат да се разделят чрез филтруване.
 В) Изпарението на водата от разтвора е по-бързо при по-голяма повърхност.
 Г) Температурата на кипене на разтвора зависи от съдържанието на разтворено вещество.

15 Кои от газовете могат да се събират в апаратурата, показана на фигурата?



I. O_2 ; II. H_2 ; III. Cl_2 ; IV. HCl .

А) само I Б) само I и II В) само I и III Г) само II. и IV.

ВТОРА ЧАСТ

Задача 1. ЕЛЕМЕНТарно

Химичните елементи **A** и **B** са метали, които се намират в един и същи период на Периодичната таблица. Елементът **A** е по-активен метал от елемента **B**. Атомите на елемента **B** имат равен брой електрони в първия и последния електронен слой, както и равен брой електрони във втория и третия електронен слой.

Елементът **V** е неметал. Броят на електроните във външния електронен слой на атомите му е равен на броя на електроните във външния електронен слой на атомите на химичния елемент кислород. Известно е, че простите йони на **B** и **V** имат еднакъв брой електрони в обвивката си.

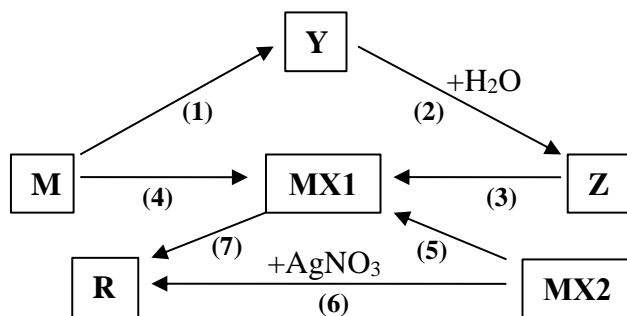
- 1 Запишете с химични знаци елементите **A**, **B** и **V**.
- 2 Изразете със схеми строежа на атомите на елементите **A**, **B** и **V**, и представете с люисови символи разпределението на електроните от външния им електронен слой.
- 3 Запишете с химични формули съединенията, които елементите **A** и **B** образуват с елемента **V**. Какъв е видът на химичните връзки в тези вещества? Като използвате направените схеми от въпрос Б) представете с модел образуването на връзката в съединението между елементите **B** и **V**.
- 4 Подредете елементите **A**, **B** и **V** в ред на нарастване на атомния им радиус.

Задача 2. Кой са йоните и веществата?

M е алкалоземен метал, а **X1** и **X2** са халогени. Броят на електроните в простия йон на **X1** е два пъти по-голям от този в йона на **M**, а в този на **X2** – три пъти по-голям от йона на **M**.

- 1 Означете с химични знаци и наименоувайте йоните на **M**, **X1** и **X2**. Обяснете избора си.
- 2 Запишете химичните формули на съединенията, образувани от тези йони.

Металът **M** участва в преходите от схемата. В нея **Y**, **Z** и **R** са химични съединения, които съдържат йоните на **M**. Веществото **Y** намира приложение като суровина в строителството.



- 3 Запишете с изравнени химични уравнения преходите от (1) до (7), като в тях използвате конкретните химични означения на неизвестните вещества.

Задача 3. История с дирижабъл

Дирижабълът «Хинденбург», конструиран през 1936 година, е най-големият пътнически летателен апарат от този вид, който лети с помощта на по-лек от въздуха газ. Представлява управляем балон с двигател, който се издига с помощта на 16 000 килограма водород. На 6 май 1937 година, при трагичен инцидент, водородът на Хинденбург се запалва при приземяване.



- 1 Изразете с химично уравнение взаимодействието, на което се дължи пожарът на „Хинденбург“.

Скелетът на балона, в който се съхранява водородът в дирижабъла, е направен от сплав на три метала – **X**, **Y** и **Z**. За тях е известно, че (а) два от металите са в трети период на периодичната таблица, а единият е в четвърти период и (б) $A_r(\mathbf{X}) : A_r(\mathbf{Y}) : A_r(\mathbf{Z}) = 1 : 1,111 : 2,613$.

- 2 Кои са елементите **X**, **Y** и **Z**?

Сплав 1 съдържа металите **Y** и **Z** в масово отношение 11,5 : 1. Към нея се добавят равни по маса количества от металите **X** и **Z** и се получава нова *Сплав 2*, в която масовата част на **Z** е 0,15.

- 3 Какъв е масовият процентен състав на *Сплав 2*?

Днес водородът се използва като гориво и неговото безопасно съхранение и транспорт е много важна задача. Едно възможно решение е съхранението му под формата на хидриди.

- 4 Изразете с химични уравнения получаването на хидрида на **X** от прости вещества и взаимодействието му с вода.
- 5 Колко килограма от хидрида на метала **X** са необходими за съхранението на водорода, с който е бил пълен балонът на «Хинденбург»?

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	Б	В	Г	В	Г	В	В	Б	А	В	Г	Б	А	Б	А

ЧАСТ ВТОРА

Задача 1

- 1) А – H₂ водород; Б – H₂O вода; В – Na натрий; Г – NaOH натриева основа, натриев хидроксид; Д – NaCl натриев хлорид
- 2) $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ – химично съединяване;
 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$ – химично заместване;
 $\text{NaOH} + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ – неутрализация
- 3) Малиновочервен: $\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$
- 4) В → Д: $2\text{Na} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{NaCl}$; $2\text{Na} + 2\text{HCl} \longrightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2$
- 5) А се получава от Б при протичане на **електричен ток** – протича химично разлагане

Задача 2

- 1) $\text{Zn} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$
- 2) Фигура 2, защото водородът е по-лек от въздуха; Фигура 3, защото водородът не е разтворим във вода и не реагира с нея
- 3) Водородът образува с въздуха/кислорода взривоопасни смеси.
- 4) Водородът не поддържа горенето.
- 5) Водородът може да се използва като гориво, защото при горенето му се отделя голямо количество топлина. Той е екологично чисто гориво, защото продукт на горенето е вода, която не замърсява околната среда.
$$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + Q$$
- 6) Употребата на водорода като гориво е ограничена, защото все още има проблеми, свързани с евтиното му получаване, съхранение и транспортиране.
- 7) $2\text{Na} + 2\text{HCl} \longrightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\uparrow$
 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow$
 $\text{NaN} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow$ или $\text{NaN} + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\uparrow$

Задача 3

- 1) А е Са – калций; Б е К – калий
- 2) KBr ($M_r(\text{KBr}) = 119,0$; $M_r(\text{CaBr}_2) = 199,9$)

$$\frac{Ar(\text{Br})}{x} = 0,6714; \quad x = \frac{79,9}{0,671} = 119,0 = M_r(\text{KBr})$$

- 3) $2\text{K} + \text{Br}_2 \longrightarrow 2\text{KBr}$
- 4) От 35 g бром трябва да се получат:

$$m(\text{KBr}) = \frac{m(\text{Br})}{w(\text{Br})} = \frac{35,0}{0,6714} = 52,13 \text{ g}$$

Масата на елемента калий в 52,13 g калиев бромид е: $m(\text{K}) = 52,13 - 35 = 17,13 \text{ g}$.

Началната маса на метала калий е 20 g. Следователно ще останат
 $20 - 17,13 = 2,87 \text{ g}$ калий в излишък.

В съда ще се съдържат калиев бромид и калий.

- 5) И двата метала ще плават в бром, защото плътността на К и Са е по-малка от тази на брома.

II Група

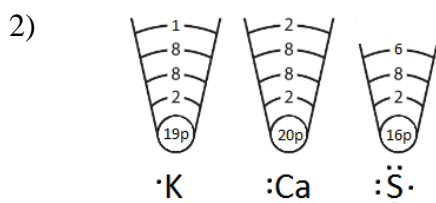
ЧАСТ ПЪРВА

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

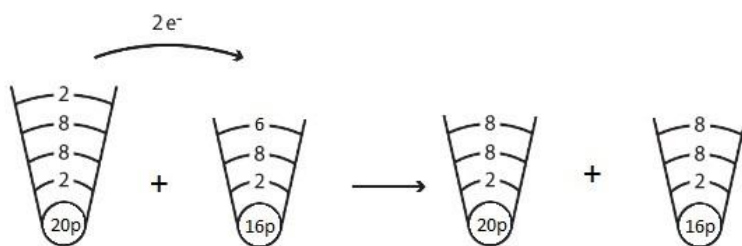
ЧАСТ ВТОРА

Задача 1

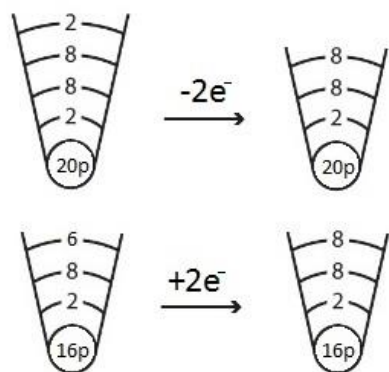
1) А – К; Б – Са; В – S



3) K_2S , CaS; йонна химична връзка



или



4) $S < Ca < K$

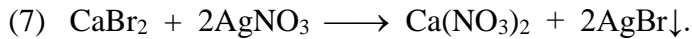
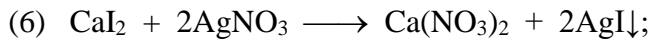
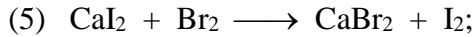
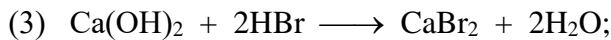
Задача 2

1) M^{2+} – Ca^{2+} (калциев йон), $X1^-$ – Br^- (бромиден йон), $X2^-$ – I^- (йодиден йон)

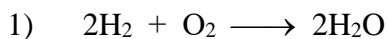
- ✓ Алкалоземните метали (Ca, Sr, Ba) образуват двузарядни положителни йони. Възможният брой електрони в тях е: 18, 36 или 54.
- ✓ Халогените образуват еднозарядни отрицателни йони. Възможният брой електрони в тях е: 10, 18, 36, 54 или 86.

На условието отговарят Ca^{2+} , Br^- и I^- .

2) $\text{CaBr}_2, \text{CaI}_2$



Задача 3



2) Металите от III период са: Na, Mg и Al

$$A_r(\text{Mg}) : A_r(\text{Al}) = 24,3 : 27 = 1 : 1,111$$

X е Mg; Y е Al

$$A_r(\text{Mg}) \times 2,613 = 24,3 \times 2,613 = 63,5 \equiv A_r(\text{Cu}); \Rightarrow \text{Z е Cu}$$

3) Нека $m(\text{сплав 1}) = 100 \text{ g}$

$$m(\text{Z}) = \frac{100}{11,5+1} = 8 \text{ g}$$

Ако $m(\text{X}) = x \text{ g}$

$$m(\text{сплав 2}) = 100 + 2x; \quad m_2(\text{Z}) = 8 + x$$

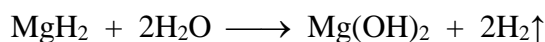
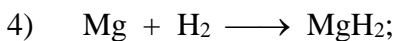
$$w_2(\text{Z}) = \frac{m_2(\text{Z})}{m(\text{Сплав 2})} = \frac{8+x}{100+2x} = 0,15; \quad x = 10 \text{ g}$$

$$m(\text{сплав 2}) = 100 + 20 = 120 \text{ g}$$

$$w(\text{X}) = \frac{10 \text{ g}}{120 \text{ g}} = 0,08$$

$$w(\text{Y}) = 1 - w(\text{X}) - w(\text{Z}) = 1 - 0,08 - 0,15 = 0,77$$

$$(\text{или } 92/120 = 0,77)$$



5) $M_r(\text{MgH}_2) = A_r(\text{Mg}) + 2A_r(\text{H}) = 24,3 + 2 = 26,3$

$$w\%(\text{H}) = 2A_r(\text{H}) \times \frac{100}{M_r(\text{MgH}_2)} = 2 \times \frac{100}{26,3} = 7,6\%$$

$$m(\text{MgH}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{7,6\%} = \frac{16000 \text{ kg}}{7,6\%} = 210\,526 \text{ kg}$$