**Задача 1.**Хімічна бінарна сполука масою 100 г містить 29,002 мг електронів. Маса електрона становить $^{1}/\_{1823}$ а.о.м. ( 1 а.о.м. = 1,66∙10-24 г.)

1. Запропонуйте можливу формулу речовини.
2. Дайте міжнародну (IUPAC) та тривіальну назви сполуки.
3. Який тип хімічного зв’язку та кристалічної гратки у цій сполуці.
4. Напишіть структурну формулу, та формулу Льюїса для речовини. **( 10 балів)**

**Розв'язок:**

Маса електрона становить:

m(e) = $\frac{1,66∙10^{-24}}{1823}$ = 9,1$∙10^{-28} $г. **(0,5 б)**

Обчислимо число електронів в зразку:

N(e) = $\frac{0,029002}{9,1∙10^{-28}}$ = 3,187∙1025. **(0,5 б)**

Зрозуміло, що число протонів рівне числу електронів: N(p) = N(e). Обчислимо число нейтронів N(n) в зразку:

m(e) +m(p) + m(n) = 100,

0,029002 + 3,187 ∙1025 ∙ 1,66∙10-24 + N(n) ∙ 1,66∙10-24 = 100,

Звідси число нейтронів становить:

N(n) = 2,83328 ∙1025. **(1 б)**

Ми з'ясували, що нейтронів вдосліджуваній сполуці менше, ніж протонів. Це можливо тільки в тому випадку, коли в складі сполуки є Гідроген. Число атомів Гідрогену в зразу – це різниця між числами протонів і нейтронів:

N(H) = ( 3,187 – 2,833280) ∙1025 = 3,5372∙1024 **(2 б)**

Маса атомів Гідрогену становить:

m(H) = 3,5372∙1024∙1,66 $∙ $10-24 + 3,5372∙1024∙9,1 $∙ $10-28 = 5,8737 г. **( 0,5 б)**

Нехай сполуці відповідає формула ExНy, тоді m(E) = 100 – 5,8737 = 94,1263 г. **(1 б)**

Визначаємо найпростішу формулу сполуки:

x : y = $\frac{94,1263}{A\_{r} (E)}$ : $\frac{5,8737}{1} $**(0,5 б)**

методом підбору визначаємо елемент: якщо формула сполуки EH, то Ar(E) = 16; EH2, то Ar(E) = 32; EH3, то Ar(E) = 48; EH4, то Ar(E) = 64; підходять тільки два варіанти EH і EH2 - гідроген пероксид ( перекис водню) H2O2 i гідроген сульфід ( сірководень) H2S. **(2 б)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | H2O2 | H2S |
| Тип звязку | Ковалентний полярний | Ковалентний полярний |
| Тип кристалічної гратки | молекулярна | молекулярна |
| (Структурна формула | H―O―O―H | H―S―H |
| Формули Льюїса |  |  |

**(2 б)**

**Задача 2.**Відносна атомна маса Бору дорівнює 10,811 а.о.м. Природний Бор складається з двох нуклідів - 10В і 11В, з відносними атомними масами відповідно: 10,013 а.о.м. та 11,009 а.о.м.

1. Обчисліть масову частку нукліду 11В в ортоборатній кислоті.
2. Поясніть чим відрізняються між собою ізотопи?
3. Чи відрізняються хімічні властивості ізотопів?
4. Напишіть рівняння ядерної реакції під час бомбардування Бору α-частинками, і супроводжується вибиванням нейтронів.
5. Назвіть новоутворений елемент та напишіть його електронну формулу. **( 8 балів)**

**Розвязок:**

Нехай атомна частка χ(10B) = x, тоді χ(11В) = 1-x

Відносна атомна маса Бору рівна:

10,811 = 10,013∙x +( 1- x)∙11,009

x = 0,1988

χ(10B) = 0,1988 (19,9 %), χ(11В) = 0,8012 (80,12 %) **(2б)**

обчислюємо масову частку Бору в ортоборатній кислоті (H3BO3):

ω(B) = $\frac{10,811}{3×1,008+10,811+3×15,999}$ = 0,1748 (17,48 %) **(1б)**

обчислюємо масову частку нукліду 11B в кислоті:

ω(11B) = 17,48 ∙0,8012 = 14,008 %. **(1б)**

Ядра ізотопів містять однакову кількість протонів, але різну кількість нейтронів. Так, ізотопи Бору містять 5 протонів, але у 10В – 5 нейтронів, а у 11В – 6.

Хімічні властивості елементів головно залежать від заряду ядра й електронної структури атома, тоді як маса атома впливає на них в більшості випадків незначно, оскільки при зміні кількості нейтронів у ядрі відносна зміна атомної маси елемента є незначною (для ізотопів Бору 11/10 =1,1, тобто лише на10% ). Тому винятком є практично лише ізотопи гідрогену − 1H і 2H (D – дейтерій), оскільки їх атомні маси різняться суттєво (2/1=2, тобто маса при переході від протію до дейтерію зростає на 100%). Як результат − дейтерій 2H менш активний, ніж протій 1H. **(2б)**

11B5 + 4He2 → 1n0 + 14N7 **(1б)**

N – Нітроген, 1s22s22p3 **(1б)**

**Задача 3.**Залізну пластинку масою 10,04 г деякий час витримали в розчині масою 250 г з масовою часткою купрум (ІІ) сульфату 15 %, після чого маса пластинки склала 10,81 г.

1. Обчисліть масові частки солей в розчині після реакції. **(10 балів)**

**Розв'язок:**

 x y z

Fe + CuSO4 → FeSO4  + Cu **(1б)**

1моль 1моль 1моь 1моль

Нехай маса заліза,що вступила в реакцію :

m(Fe) = x г , тоді маса міді, що осіла на пластинці:

m(Cu) = (10,81 – 10,04 +x) г.

Складаємо пропорцію згідно рівняння реакції:

$\frac{x}{56}$ = $\frac{0,77+x}{64}$

x = 5,39 **(2б)**

m(Fe) = 5,39 г маса заліза, що вступила в реакцію.

За рівнянням реакції знаходимо маси солей, що залишились в розчині після реакції:

$\frac{5,39}{56}$ = $\frac{y}{160}$

y = 15,4

 m'(CuSO4 ) = 15,4 г маса купрум (ІІ) сульфату, який прореагував**(1б)**

m(CuSO4 ) = 0,15 ∙ 250 = 37,5 г маса купрум (ІІ) сульфату до реакції**(1б)**

m''(CuSO4 ) = 37,5 – 15,4 = 22,1 г масса купрум (ІІ) сульфату, який залишився в розчині**(1б)**

$\frac{5,39}{56}$ = $\frac{z}{152}$

z = 14,63

m(FeSO4 ) = 14,63 г маса ферум (ІІ) сульфату, що утворився в результаті реакції. **(1б)**

Обчислюємо масові частки відповідних солей в розчині:

m'(р-ну)= m(р-ну) - ∆m(пластинок)

m'(р-ну)= 250 - 0,77 = 249,23 г**(1б)**

ω(CuSO4 ) = 22,1 / 249,23 = 0,0887 (8,87 %)**(1б)**

ω(FeSO4 ) = 14,63 / 249,23 = 0,0587 (5,87 %)**(1б)**

**Задача 4.**В 1000 мл 0,5 М розчину (ρ = 1,05 г/мл) натрій карбонату розчинили 4,48 л (н.у.) газоподібного хлороводню.

1. Обчисліть молярні концентрації солей в отриманому розчині, враховуючи,що що об’єм розчину при розчиненні хлороводню не змінюється.
2. Як зміниться якісний склад і маса розчину після короткочасного нагрівання до температури кипіння розчину?
3. Напишіть рівняння перерахованих реакцій. **( 8 балів)**

**Розв’язок:**

ν(Na2CO3)= cV = 0,5 ∙1 =0,5 моль **(0,5б)**

ν(HCl) = V/Vm = 4,48 / 22,4 = 0,2 моль **(0,5б)**

Na2CO3 + HCl → NaHCO3 + NaCl **(1б)**

Після реакції:

ν(Na2CO3)= 0,5 – 0,2 = 0,3 моль **(0,5б)**

ν(NaНCO3)= 0,2 моль **(0,5б)**

ν(NaCl)= 0,2 моль **(0,5б)**

так як об’єм розчину не змінюється, то його об’єм 1 л.

c(Na2CO3)=0,3/1 = 0,3 M **(0,5б)**

c(NaНCO3)= 0,2/1 = 0,2 M **(0,5б)**

c(NaCl)=0,2 /1 = 0,2 M **(0,5б)**

при нагріванні протікає реакція:

2 NaHCO3→ Na2CO3 + H2O + CO2  **(1б)**

В кінцевому розчині:

ν(Na2CO3)= 0,3 + 0,2/2 = 0,4 моль **(0,5б)**

c(Na2CO3)=0,4/1 = 0,4 M **(0,5б)**

c(NaCl)=0,2 /1 = 0,2 M **(0,5б)**

маса кінцевого розчину:

m(р-ну Na2CO3) + m(HCl) – m(CO2) = 1000∙1,05 + 0,2∙ 36,5 - 0,1∙44 = 1052,9 г**.( 0,5б)**

**Задача 5**.Під час охолодження 472,5 г насиченого при 100 °С розчину алюміній сульфату до 20 °С (розчинність солі дорівнює 89 г при 100 °С і 36,4г при 20 °С) викристалізовується Al2(SO4)3∙18H2O.

1. Обчисліть масу кристалогідрату алюміній сульфату, який викристалізовується.
2. Обчисліть масову частку солі що залишилась в розчині.
3. Обчисліть масову частку солі в розчині, приготовленому розчиненням половини одержаного кристалогідрату в 600 мл води (при 20 °С).

**( 14 балів)**

**Розвязок:**

Обчислюємо масу солі і води у гарячому розчині при t = 100°С за формулою:

S100°С = $\frac{m(Al2\left(SO4\right)3)}{m(H2O)}$ ∙100.

Нехай m(Al2(SO4)3) = x г, тоді m(H2O) = (472,5 – x) г.

89 = $\frac{x}{472,5-x}$ ∙100

x = 222,5 г

отже m(Al2(SO4)3) = 222,5 г, тоді m(H2O) = 472,5- 222,5 = 250 г. **(3 б)**

Нехай після охолодження розчину алюміній сульфату до 20°С в осад випав кристалогідрат Al2(SO4)3∙18H2O масою y (г).

Визначаємо маси безводної солі і води в цьому кристалогідраті:

ω((Al2(SO4)3) = M((Al2(SO4)3) / M Al2(SO4)3∙18H2O

M((Al2(SO4)3) = 342 г/моль

M (Al2(SO4)3∙18H2O) = 666 г/моль

ω((Al2(SO4)3) = 342/666 = 0,5135 ω((H2O) = 1 – 0,5135 = 0,4865

тоді m↓(Al2(SO4)3) = 0,5135∙y г, a m↓(H2O) = 0,4865∙y г. **(4 б)**

Складаємо рівняння за формулою:

S20°C = $\frac{m\left(Al2\left(SO4\right)3\right)-m\downright (Al2(SO4)3)}{m\left(H2O\right)-m\downright (H2O) }$∙100

36,4 = $\frac{222,5-0,5135y}{250-0,4865y}$∙100

y = 391

m (Al2(SO4)3∙18H2O) = 391 г**. (3 б)**

Обчислюємо масову частку солі,що залишилась в розчині:

ω'((Al2(SO4)3) = $\frac{222,5-0,5135×391}{472,5-391}=0,2665$ (26,65%) **(2 б)**

обчислюємо масову частку солі в розчині, приготовленому розчиненням половини одержаного кристалогідрату в 600 мл води (при 20 °С):

ω''((Al2(SO4)3) = $\frac{0,5135×195,5}{195,5+600}=0,126$ (12,6%) **(2 б)**

**Задача6.** Дано схему хімічних перетворень:



Відомо

 **X i Y** – прості речовини

**A, B, C, D, E** – бінарні сполуки

**A** - Це безбарвний, дуже отруйний, [горючий газ](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D1%80%D1%8E%D1%87%D0%B8%D0%B9_%D0%B3%D0%B0%D0%B7) з характерним неприємним запахом тухлих [яєць](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%B9%D1%86%D0%B5%22%20%5Co%20%22%D0%AF%D0%B9%D1%86%D0%B5).

**G** -  стара назва - купоросне масло була відома з давніх часів. Перші згадки про неї можна знайти в текстах [алхіміка](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D1%85%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%8F%22%20%5Co%20%22%D0%90%D0%BB%D1%85%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%8F) Джабіра ібн Хайяна [VIII-го століття](https://uk.wikipedia.org/wiki/8_%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%82%D1%82%D1%8F).

**F** - використовують в будівництві.

**H** - використовують щодня в школі та створенні скульптур.

Масова частка елемента **Y** в сполуці **H** становить 40 %

1. Визначте речовини
2. Назвіть відповідні речовини
3. Запишіть відповідні рівняння хімічних реакцій **(20 балів)**

**Розвязок:**



**X**- S сірка

**Y**- Ca кальцій

**A-** H2S гідроген сульфід

**B**-CaS кальцій сульфід

**C**-SO2 сульфур (IV) оксид

**D**-CaO кальцій оксид

**E**-SO3 сульфур (VI) оксид

**F**-Ca(OH)2 кальцій гідроксид

**G**-H2SO4 сульфатна кислота

**H**-CaCO3 кальцій карбонат

**I**-Ca(HCO3)2 кальцій гідрогенкарбонат

**J**-CaSO4 кальцій сульфат

|  |  |
| --- | --- |
| № тесту | Варіант відповіді |
| 1 | а |
| 2 | г |
| 3 | в |
| 4 | б |
| 5 | б |
| 6 | б |
| 7 | б |
| 8 | а |
| 9 | б |
| 10 | а |

ω(Са) = $\frac{A\_{r(Ca)}}{M\_{r}(CaCO3)}=40 \%$