**Відповіді на тести:( за кожне завдання – 0,5 б) (разом 5 балів).**

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

**Задача 1.(14 балів)**

Суміш двох термічно нестійких оксидів металів помістили в пробірку, що закріплена в лапці штативу вертикально, і обережно нагріли до припинення виділення газу. Після охолодження в пробірці утворилась рідина срібного кольору масою 11,13 г. Сильне нагрівання цієї рідини в відкритій пробірці призводить до зменшення маси вмісту до 1,08 г., при цьому кількість речовини в пробірці зменшилась в 6 раз.

1. Встановіть якісний і кількісний склад ( в мас %) вихідної суміші оксидів.
2. Наведіть ще три способи отримання газу, що утворюється при нагріванні суміші оксидів.

**Розв’язання:**

Газ, що утворюється при розкладі оксидів – кисень. Залишок після розкладу оксидів – мабуть метали, їх форми. Рідкий при нормальних умовах метал, що утворює сплави (в тому числі, і рідкі) з іншими металами – ртуть. Таким чином, один із оксидів, що розклали, являється меркурій(ІІ) оксид, HgO

При нагріванні ртуть , дуже легко переходить в газоподібний стан. Отже, 1,08 г – це маса другого металу, що утворився при розкладі суміші оксидів. Оскільки при видаленні ртуті із суміші кількість речовини зменшилась в 6 раз, то ν (Me) : ν(Hg) = 1 : 5

ν(Hg) = (11,13 – 1,08)/201 = 0,05 моль; ν (Me) = 0,05/5 = 0,01 моль; M(Me) = 1,08/0,01 = 108 г/моль – це Ag (срібло). Таким чином, вихідна суміш оксидів містила меркурій(ІІ) оксид (HgO) і арґентум(І) оксид (Ag2O).

ν(HgO) = ν(Hg) = 0,05 моль; m(HgO) = 0,05 ∙ 217 = 10,85 г;

ν(Ag2O) =1/2 ν(Ag) = 0,005 моль; m(Ag 2O) = 0,005 ∙ 232 = 1,16 г;

ω(HgO) = 10,85 / (10,85 + 1,16) = 0,903 (90,3 %); ω(Ag 2O) = 9,7 %.

****

**Задача 2.(10 балів)**

Елемент **X**, що утворює газоподібну просту речовину,відкривали багато разів: подружжя Кюрі, Е.Резерфорд, Ф.Дорн, А.Л.Деб'єрн (1899 – 1904). Тільки в 1908 році В.Рамзаю вдалось визначити густину простої речовини, утвореної ізотопом нового елемента, який він назвав Нітон (**Nt**). Вона склала 9,911 г/л (н.у.). У природних умовах «Нітон» утворюється внаслідок перетворення:  . Відкриті Дорном та резерфордом за кілька років до цього «Торон»(**Tn**) і «Актинон» (**An**) є також ізотопами елементу **Х**. у природі вони утворюються за наступними схемами( літерами над стрілками позначено типи радіоактивного розпаду):



1. Визначте елемент **Х** та «Нітон». Визначте період напіврозпаду «Нітону», якщо кількість радіоактивного «Нітону» за 11,4 діб зменшилась у 8 разів?
2. Запишіть рівняння реакції утворення «Нітона».
3. Визначте відносні атомні маси «Торона» і «Актинона». Визначте зашифровані нукліди.
4. **Y**- одна з небагатоьох відомих сполук **X**. Питома активність (число розпадів на одиницю маси в одиницю часу) **Y** складає 85,4 % від активності **X**.Встановіть формулу речовини **Y**.

**Розв'язання:**

Молярна маса речовини: M = ρ ∙ Vm; M(**Nt**) = 9,911 ∙22,4 = 222. Серед ізотопів з масовим числом 222 газом є тільки Радон. **Nt** – 86Rn222.

Згідно із законом радіоактивного розпаду, N = N0( 1/2)n, де N0 – початкова кількість речовини, N – кількість речовини через деякий час, n = t / T, T – період піврозпаду. За умовою N / N0 = 1 / 8, а тому 1 / 8 = ( 1 / 2)n, звідки n = 3, t / T = 3, t = 3T. Тобто кількість речовини зменшилась у 8 разів за час, що дорівнює трьом періодам піврозпаду. Отже, 3T = 11,4. T = 11,4 / 3 = 3,8 (діб).

.





Питома активність радіоактивного розпаду залежить від масової частки радіонукліду в сполуці або суміші. Знаючи атомну массу **X** можна визначити молярну масу **Y**:

M**(Y**) = 222 / 0,854 = 260 г/моль. Це може бути тільки RnF2 .

**Задача 3.(8 балів)**

Царська вода (іноді – царська водка, [лат.](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *Aqua Regia, Aqua Regis, A.R*) – суміш концентрованих нітратної HNO3 ( 65-68% мас.) і хлоридної HCl (32-35 % мас.) кислот, взятих у співвідношенні 1:3 за об’ємом( масове співвідношення, в перерахунку на чисті речовини, становить 1:2). В лабораторії є 66 %-ний ( за масою) розчин нітратної кислоти( густина 1,3959 г/мл) і 35 %-ної ( за масою) хлоридної кислоти (густина 1,1740 г/мл).

1. Які об’єми нітратної і хлоридної кислот потрібно взяти, щоб приготувати 100 г царської води, якщо врахувати співвідношення мас розчинів в перерахунку на чисті речовини, як 1:2 (азотна до соляної)?
2. В якому мольному співвідношенні будуть знаходитись чисті речовини в цьому розчині?
3. Чому дана суміш отримала від [алхіміків](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D1%85%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%8F) назву *царська вода*?

**Розв’язання:**

Нехай маса 66 %-го розчину нітратної кислоти: m(HNO3) 66 %-ний р-н = x г,

а маса 35 %-го розчину хлоридної кислоти: m(HCl) 35 %-ний р-н = y г,

тоді маса розчину царської води: m(розчину) = x + y; ( x + y = 100 г).

m(HNO3) 66 %-ний р-н / m(HCl) 35 %-ний р-н= x/y =1: 2, звідси x = 33,33 г, y = 66,67 г.

V(HNO3) 66 %-ний р-н = 33,33 / 1,3959 = 23,88 мл; V(HCl) 35 %-ний р-н = 66,67 / 1,1740 = 56,8 мл.

m(HNO3) = 33,33∙ 0,66 = 22 г; m(HCl) = 66,67 ∙ 0,35 = 23,33 г.

ν(HNO3) = 22 / 63 = 0,35 моль; ν(HCl) = 23,33 / 36,5 = 0,639 моль;

ν(HNO3) / ν(HCl) = 0,35 / 0,639 = 1 : 1,83.

Дана суміш кислот розчиняє більшість металів, зокрема [золото](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BE), через що й отримала від [алхіміків](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D1%85%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%8F) назву *царська вода*, оскільки золото вважалося «царем металів»

**Задача 4.(12 балів)**

Суміш вуглекислого і чадного газів складена таким чином, що масова частка Оксигену в ній становить 70 %.

1. Визначте співвідношення об’ємів компонентів газової суміші.
2. Важча чи легша від повітря дана суміш газів? Відповідь обґрунтуйте. Обчисліть відносну густину суміші за повітрям.
3. Запропонуйте спосіб хімічного розділення даної газової суміші.

**Розв’язання:**

Нехай в суміші міститься νCO) = x моль і ν(CO2) = у моль, тоді V(CO) / V(CO2) = x / y

Кількість речовини атомів оксисену, що міститься в чадному газі: ν(O) = ν(CO) = x моль; в вуглекислому газі: ν(O) =2 ν(CO2) = 2y моль ;

Маса атомів оксисену в суміші становить: m(O) = 16 ∙(x + 2y) г.,

а масса суміші газів: m(CO і CO2) = (28∙x + 44∙y) г.

За визначенням масової частки: ω(O) = m(O) / m(CO і CO2);

16 ∙(x + 2y) / (28∙x + 44∙y) = 0,7

16x + 32y = 19,6x + 30,8y

1,2y = 3,6x

x/y = 1/3.

V(CO) / V(CO2) = 1 / 3.

Визначимо середню молярну масу суміші:

M(CO і CO2) =1/4M(CO) +3/4M(CO2) ; M(CO і CO2) = 40 г/моль. Отже суміш важча за повітря,о оскільки M(пов.) = 29 г/моль.

Обчислимо відносну густину суміші за повітрям: D(CO і CO2)пов. = 40 / 29= 1,38.

Хімічно суміш можна розділити наступним способом: при пропусканні через розчин вапняної води вуглекислий газ вступає в реакцію і поглинається, тоді як чадний – ні.

Ca(OH)2 + CO2 → CaCO3↓ + H2O.

Поглинутий вуглекислий газ можна регенерувати, прожарюванням кальцій карбонату:

CaCO3 → CaO + CO2↑.

**Задача 5.( 19 балів)**

Проста речовина **А** кількістю речовини 0,5 моль, утворена хімічним елементом  **X** , повністю реагує з киснем об'ємом 14 л. (н.у.). В результаті утворюється тверда біла речовина **В**, массою 35,5 г., при взаємодії якої з гарячою водою утворюється речовина **Г**. Розчин речовини **Г** змінює забарвлення метилоранжу на червоне.

1. Визначте елемент **X** .Напишіть рівняння реакцій,які відповідають такій схемі перетворень:



1. Вкажіть формули і назви речовин: **А, Б, В, Г, Д, Е,Ж**. Для речовин: **Г**, **Е і Ж** ( що мають однаковий якісний склад; M(**Ж) +** M(**Г**) **=** M(**Е**)) напишіть структурні формули.

**Розв'язання:**

При взаємодії простої речовини з киснем утворюються відповідні оксиди. Кількість речовини кисню, що вступив в реакцію, становить: ν(O2) = 14 / 22,4 = 0,625 моль. Маса кисню: m(O2) = 0,625 ∙ 32 = 20 г. За законом збереження маси речовин: m(X) = 35,5 – 20 = 15,5 г; молярна маса **X** становить: M(X) = 15,5 / 0,5 = 31 г/моль. **X** –це Фосфор (P). **А** – фосфор P ; **Б** –аргентум(І) оксид Ag2O ; **В** – фосфор(V) оксид P2O5; **Г** – ортофосфатна кислота H3PO4; **Д** –аргентум(І) ортофосфат Ag3PO4 ; **Е** – дифосфатна кислота H4P2O7; **Ж** – метафосфатна кислота HPO3.





**Задача 6.(12 балів)**

Хлорофіл- [зелений](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%80) [пігмент](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D1%96%D0%B3%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82), присутній в [клітинах](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0) [рослин](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D1%81%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B8), деяких [водоростей](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96) і [ціанобактерій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D1%96%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D1%97), що надає їм відповідного кольору, бере участь в фотосинтезі- являє собою складну органічну сполуку з молярною масою 892 г/моль. До складу хлорофілу входять( за масою): Mg – 2,69%, C – 73,99%, O – 8,97%, N – 6,27%,решта – Гідроген.

1. Обчисліть скільки атомів Магнію міститься в одній молекулі хлорофілу. Запишіть рівняння хімічної реакції горіння хлорофілу.
2. Твердий залишок, отриманий при спалюванні 100 г хлорофілу, розчинили в 100 г 10%-ного розчину хлоридної кислоти. Обчисліть масові частки речовин в отриманому розчині.

**Розв’язання:**

Оскільки молярна маса хлорофілу становить 892 г/моль, тоді маса Магнію в хлорофілі складає:

m(Mg) = 892 ∙ 0,0269 = 24 г/моль, що відповідає одному атому Магнію в молекулі(Ar(Mg) = 24).

Визначимо брутто-формулу хлорофілу: Mg : C : H : O : N = 2,69/24 : 73,99/12 : 8,08/1 : 8,9/16 : 6,27/14 =0,112 : 6,17 : 8,08 : 0,55 : 0,45 = 1 : 55 : 72 : 5 : 4 ; MgC55H72O5N4

Спалюваня складних речовин частіше всього відбувається до утворення оксидів тих елементів, що утворюють вихідну речовину. Таким чином твердим продуктом спалювання хлорофілу може бути тільки магній оксид MgO, який взаємодіє з хлоридною кислотою:

MgC55H72O5N4 + 73O2 → 55CO2 + 36H2O + MgO + 4NO,

або MgC55H72O5N4 + 71O2 → 55CO2 + 36H2O + MgO + 2N2 (1)

MgO + 2HCl →MCl2 + H2O (2)

Маса магнію, що міститься в 100 г хлорофілу: m(Mg) = 100∙0,0269 = 2,69 г, або ν(Mg) = 2,69 / 24 = 0,112 моль. За рівнянням реакції (2) маємо: ν(MCl2) = ν(MgO) = ν(Mg) = 0,112 моль; m(MgCl2) = 95 ∙0,112 = 10,64 г.

Обчислимо масу і кількість речовини хлоридної кислоти: m(HCl) = 100 ∙0,10 = 10 г, ν(HCl) = 10 / 36,5 = 0,274 моль. За рівнянням реакції (2) видно, що хлорид на кислота взята в надлишку. Надлишок кислоти становить: ν(HCl)над. = 0,274 – 2 ∙ 0,112 = 0,05 моль, m(HCl)над. = 36,5 ∙ 0,05 = 1,825 г.

Маса розчину, отриманого після реакції: m(р-ну) = 100 + 0,112 ∙ 40 = 104,5 г.

Масові частки речовин в отриманому розчині:

ω(MgCl2) = 10,64 / 104,5 = 0,102 (10,2 %); ω(HCl) = 1,825 / 104,5 = 0,0175 (1,75 %).