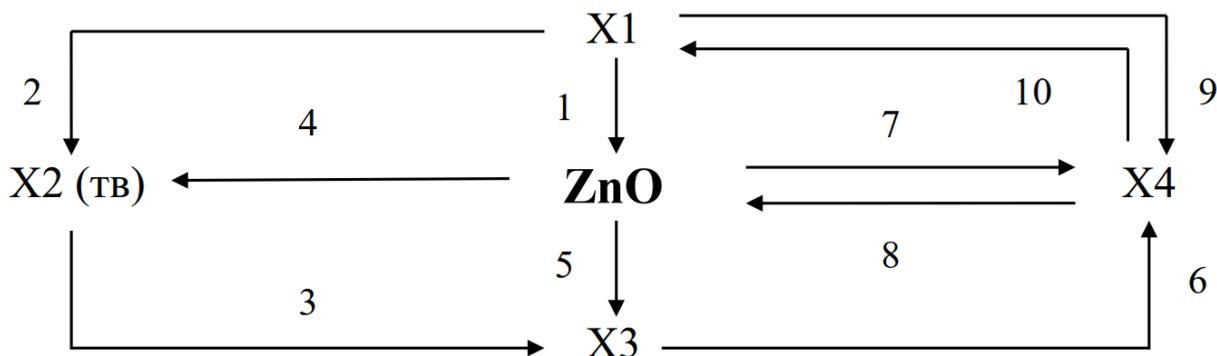


ХИМИЯ

Задания 2 (очного) этапа 2024 г.

9 класс

X1. Составьте уравнения реакций, соответствующих схеме превращений. Реакция 8 является окислительно-восстановительной, реакции 2 и 4 протекают при сплавлении. Определите вещества X1 – X4 и назовите их.



| Решение | Баллы |
|---|-----------|
| 1) $\text{Zn}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t} \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O}$ | 1 |
| 2) $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} (\text{ТВ}) \xrightarrow{t} \text{Na}_2\text{ZnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (сплавление) | 1 |
| 3) $\text{Na}_2\text{ZnO}_2 + 4 \text{HCl} (\text{изб}) \rightarrow \text{ZnCl}_2 + 2 \text{NaCl} + 2 \text{H}_2\text{O}$ | 1 |
| 4) $\text{ZnO} + \text{Na}_2\text{O} (\text{ТВ}) \xrightarrow{t} \text{Na}_2\text{ZnO}_2$ (сплавление) | 1 |
| 5) $\text{ZnO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ | 1 |
| 6) $\text{ZnCl}_2 + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{AgCl}$ | 1 |
| 7) $\text{ZnO} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$ | 1 |
| 8) $2 \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t} 2 \text{ZnO} + 4 \text{NO}_2 + \text{O}_2$ | 1 |
| 9) $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ | 1 |
| 10) $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 + 2 \text{NaNO}_3$ | 1 |
| X1 – $\text{Zn}(\text{OH})_2$ гидроксид цинка | 10 |

| | |
|--|-----------|
| X2 – Na₂ZnO₂ цинкат натрия | |
| X3 – ZnCl₂ хлорид цинка (или другая растворимая соль цинка, анион которой можно осадить) | |
| X4 – Zn(NO₃)₂ нитрат цинка | |
| Итого | 10 |

Возможны другие варианты решения, не противоречащие условию задания.

X2. Вещество **А** белого цвета при прокаливании полностью разлагается без остатка с образованием газовой смеси **Б**, одним из компонентов является газ **В**, не поддерживающий горение. Если смесь **Б** пропустить через суспензию карбоната кальция, то образуется прозрачный раствор вещества **Г**. При нагревании раствора **Г** при 100⁰С образуется осадок и один из компонентов газовой смеси **Б**. При внесении в газовую смесь **Б** медной проволоки, она приобретает красный цвет. При этом образуется газ **Д** с относительной плотностью по сероводороду 0,824. При добавлении к раствору вещества **А** раствора хлорида алюминия, наблюдается образование белого осадка **Е** и выделение газа **В**, входящего в состав газовой смеси **Б**.

Задания.

- 1) Составьте уравнения описанных реакций.
- 2) Рассчитайте молярную массу газа **Д**, приведите его формулу.
- 3) Рассчитайте массу вещества **А**, если газовая смесь **Б** занимает объем 7,33л при температуре 25⁰С и давлении 101,3 кПа.
- 4) Укажите формулы веществ **А-Е**.

| Решение | Баллы |
|---|--------------|
| $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ | 1 |
| $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ | 1 |
| $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ | 1 |
| $2\text{NH}_3 + 3\text{CuO} \rightarrow 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ | 1 |
| $3(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{CO}_2 + 6\text{NH}_4\text{Cl}$ | 2 |
| $M = 0,824 \times 34 = 28 \text{ г/моль}$ | 0,5 |
| $\text{Д} - \text{N}_2$ | 0,5 |
| $p \times V = nRT$ | |
| $n(\text{Б}) = 101,3 \times 7,33 / (8,31 \times 298) = 0,3 \text{ моль}$ | 1 |
| $n(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 = n(\text{CO}_2) = 0,1 \text{ моль}$ | |
| $m((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 0,1 \times 96 = 9,6 \text{ г}$ | 1 |
| А - (NH₄)₂CO₃ | 0,2 |

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| Б - NH ₃ и CO ₂ | 0,2 |
| В - CO ₂ | 0,2 |
| Г- Ca(HCO ₃) ₂ | 0,2 |
| Е - Al(OH) ₃ | 0,2 |
| Итого | 10 |

Х 3. Соляные пещеры с давних пор используются в народной медицине. Минералы пещер используются в виде соляных аэрозолей для профилактики и лечения аллергических и легочных заболеваний. Минерал имеет горьковатый вкус, обладает тусклым блеском и представляет собой конгломерат хлоридов натрия и калия с примесью хлорида магния и сульфата кальция.

Применение минерала в медицинской практике обуславливает необходимость его идентификации и установление состава.

С этой целью образцы минерала по 12 грамм растворили в трех одинаковых пробирках и наблюдали образование мутного раствора. После отделения не растворившейся части образца в первую пробирку добавили избыток раствора едкого кали. Осадок отделили, высушили и прокалили при температуре 400⁰С. Масса остатка составила 0,400 грамма.

Во вторую пробирку добавили раствор хлорида бария. После отделения и высушивания остатка его масса составила 1,165 грамма.

В третью пробирку прилили раствор нитрата серебра. Осадок отделили и высушили. Масса осадка составила 25,960 грамма.

Дополнительно было установлено, что массовая доля калия в образце минерала равна 32,5%(масс.).

Выполните следующие задания:

- 1) Составьте уравнения описанных реакций.
- 2) Произведя необходимые расчеты, определите состав минерала (%масс.).
- 3) Объясните преимущества применения минерала в виде аэрозоля.

| Решение | Баллы |
|--|-------|
| $MgCl_2 + 2KOH \rightarrow Mg(OH)_2 + 2KCl$ | 1 |
| $Mg(OH)_2 \xrightarrow{t} MgO + H_2O$ | 1 |
| $CaSO_4 + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4 + CaCl_2$ | 1 |
| $2AgNO_3 + MgCl_2 \rightarrow 2AgCl + Mg(NO_3)_2$ | 1 |
| $AgNO_3 + NaCl \rightarrow AgCl + NaNO_3$ | 1 |
| $AgNO_3 + KCl \rightarrow AgCl + KNO_3$ | 1 |
| $2AgNO_3 + CaSO_4 \rightarrow Ag_2SO_4 + Ca(NO_3)_2$ | |

| | |
|---|-----------|
| $n(\text{MgO}) = n(\text{MgCl}_2) = 0,4/40 = 0,01$ моль $m(\text{MgCl}_2) = 0,01 \times 95 = 0,95$ г $n(\text{BaSO}_4) = n(\text{CaSO}_4) = 1,165/233 = 0,005$ моль $m(\text{CaSO}_4) = 0,005 \times 136 = 0,68$ г | 2 |
| $n(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 0,005$ моль $m(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 0,005 \times 312 = 1,56$ г $m(\text{AgCl}) = 25,96 - 1,56 = 24,4$ г $n(\text{AgCl})_{\text{общ}} = 0,17$ моль $n(\text{K}) = 12 \times 0,325/39 = 0,1$ моль $m(\text{KCl}) = 0,1 \times 74,5 = 7,45$ г $m(\text{NaCl}) = (0,17 - 0,1 - 0,02) \times 58,5 = 2,925$ г | 3 |
| $\omega(\text{KCl}) = 7,45/12 = 0,62$ (62%) $\omega(\text{NaCl}) = 2,925/12 = 0,244$ (24,4%) $\omega(\text{CaSO}_4) = 0,68/12 = 0,057$ (5,7%) $\omega(\text{MgCl}_2) = 0,95/12 = 0,079$ (7,9%) | 2 |
| Использование лекарственной формы в виде аэрозоля увеличивает биодоступность, а, следовательно, и эффективность препарата. | 1 |
| Итого | 15 |

Х4. Растворы хлорида кальция применяются в медицине при острой гипокальциемии, отравлении солями магния, щавелевой кислотой, а также растворимыми солями фтороводородной кислоты. Для получения насыщенного раствора хлорида кальция его гексагидрат растворили в 41 мл воды (растворимость безводной соли при данных условиях составляет 74,5 г на 100 г воды). Полученный раствор разделили на две колбы, при добавлении к первой колбе 200 г раствора нитрата серебра выпал осадок массой 57,4 г. Определите, какую массу фторида натрия можно осадить раствором второй колбы. Рассчитайте массовую долю вещества после отделения осадка в первой колбе.

| | |
|----------------|--------------|
| Решение | Баллы |
|----------------|--------------|

| | |
|--|-----------|
| $\text{CaCl}_2 + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{AgCl} \quad (1)$ | 2 |
| $\text{CaCl}_2 + 2\text{NaF} \rightarrow \text{CaF}_2 + 2\text{NaCl} \quad (2)$ | 2 |
| $\omega(\text{насыщенного раствора}) = 74,5/174,5 = 0,4269 \text{ или } 42,69\%$ | 2 |
| Пусть $n(\text{CaCl}_2) = x$ моль, тогда $0,4269 = \frac{111x}{219x+41}$ | 2 |
| $x = 1$ моль | |
| $n(\text{AgCl}) = 57,4/143,5 = 0,4$ моль $n(\text{CaCl}_2)$ в 1 колбе = $1/2n(\text{AgCl}) = 0,4/2 = 0,2$ моль (это 1/5 часть от исходного количества) $n(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{CaCl}_2) = 0,2$ моль $m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 0,2 \times 164 = 32,8$ г | 3 |
| $n(\text{CaCl}_2)_{\text{во 2 колбе}} = 1 - 0,2 = 0,8$ моль $n(\text{NaF}) = 2 n(\text{CaCl}_2) = 2 \times 0,8 = 1,6$ моль $m(\text{NaF}) = 1,6 \times 42 = \mathbf{67,2}$ г | 2 |
| $m(\text{раствора CaCl}_2)_{\text{общ}} = 219 \times 1 + 41 = 260$ г $m(\text{раствора CaCl}_2)_{1 \text{ колбы}} = 260 \times 1/5 = 52$ г $m(\text{раствора CaCl}_2)_{1 \text{ колбы после реакции}} = 52 + 200 - 57,4 = 194,6$ г $\omega(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 32,8/194,6 = 0,1686$ или 16,86% | 4 |
| Итого | 15 |