

КРИТЕРИИ И МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ

ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ТУРА

муниципального этапа всероссийской олимпиады школьников по химии

2022-2023 учебный год

9 класс

Задание 1 «Химические удобрения»

| Участок 1 | баллы |
|--|--------------|
| Рассчитаем массу калия в 260 г калийной селитры (KNO_3): $m_K = \frac{260 \cdot 39}{101} = 100 \text{ г}$ | 1 |
| Рассчитаем массу азота в 260 г калийной селитры (KNO_3): $m_N = \frac{260 \cdot 14}{101} = 36 \text{ г}$ | 1 |
| Рассчитаем массу азота в 740 г аммофоса ($NH_4H_2PO_4$): $m_N = \frac{740 \cdot 14}{115} = 90 \text{ г}$ | 1 |
| Рассчитаем массу фосфора в 740 г аммофоса ($NH_4H_2PO_4$): $m_P = \frac{740 \cdot 31}{115} = 199 \text{ г}$ | 1 |
| $m_{\text{общ. N}} = 36 + 90 = 126 \text{ г}$ | 1 |
| Соотношение N:P:K составляет 126:199:100 (примерно 9:14:7) Картофель поглощает элементы в пропорции 9:4:16, мы видим значительный недостаток калия, значит, будет поглощен весь калий, а лишний фосфор и азот останутся в земле и картофель вырастет ровно настолько, насколько ему хватит калия. | 1 |
| Участок 2 | |
| Рассчитаем массу азота в 260 г аммофоса ($NH_4H_2PO_4$): $m_N = \frac{260 \cdot 14}{115} = 32 \text{ г}$ | 1 |

| | |
|--|-----------|
| <p>Рассчитаем массу фосфора в 260 г аммофоса ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$):</p> $m_{\text{P}} = \frac{260 \cdot 31}{115} = 70 \text{ г}$ | 1 |
| <p>Рассчитаем массу калия в 740 г калийной селитры (KNO_3):</p> $m_{\text{K}} = \frac{740 \cdot 39}{101} = 286 \text{ г}$ | 1 |
| <p>Рассчитаем массу азота в 740 г калийной селитры (KNO_3):</p> $m_{\text{N}} = \frac{740 \cdot 14}{101} = 103 \text{ г}$ | 1 |
| $m_{\text{общ. N}} = 32 + 103 = 135 \text{ г}$ | 1 |
| <p>Соотношение N:P:K составляет 135 : 70 : 286 (примерно 8 : 4 : 16) Картофель поглощает элементы в пропорции 9:4:16, мы видим незначительный недостаток азота, значит, будет поглощен весь азот, практически весь фосфор и калий. Урожайность на втором участке будет выше, чем на первом.</p> | 1 |
| <p><u>Азот</u> – один из самых нужных элементов для питания растений и образования хлорофилла, играющего важную роль в фотосинтезе. <u>Фосфор</u> обеспечивает энергетические процессы в клетках растений. Он необходим для быстрого созревания и перехода к цветению. <u>Калий</u> позволяет растениям экономичнее использовать воду, усиливает синтез витамина С и ускоряет развитие корневой системы. Калий положительно влияет на устойчивость растений к засухе, вредителям, низким температурам.</p> | 3 |
| Итого | 15 |

Примечание: расчет может быть выполнен иначе, но ответ должен быть тот же!

Задание 2 «Химический хамелеон»

| | баллы |
|---|-----------|
| Реакция 1: $2\text{KMnO}_4 = \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{O}_2 + \text{MnO}_2$ | 5 |
| Реакция 2: $4\text{MnO}_2 + \text{NaClO}_4 + 4\text{Na}_2\text{CO}_3 = 4\text{Na}_2\text{MnO}_4 + 4\text{CO}_2 + \text{NaCl}$ | 5 |
| Реакция 3: $3\text{MnSO}_4 + 2\text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 5\text{MnO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ При взаимодействии бесцветного раствора сульфата марганца(II) и малинового раствора перманганата калия образуется черный осадок | 5 |
| Итого | 15 |

Примечание: если продукты реакции записаны верно, но неправильно подобраны коэффициенты, снижать на 2 балла.

Задание 3 «Бромид калия – медицинский препарат»

| | баллы |
|--|----------|
| $\text{KBr} + \text{AgNO}_3 = \text{AgBr} + \text{KNO}_3$ | 1 |
| $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{AgNO}_3 = \text{AgCl} + \text{NH}_4\text{NO}_3$ | 1 |
| $2\text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KOH} = 2\text{Ag} + \text{O}_2 + 2\text{KNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ | 3 |
| $n(\text{O}_2) = \frac{5,6}{22,4} = 0,25$ моль | 1 |
| $n(\text{AgNO}_3) = 2n(\text{O}_2) = 0,25 \cdot 2 = 0,5$ моль | 1 |
| Пусть количество чистого бромида калия $n(\text{KBr}) = x$ моль, Количество примесей $n(\text{NH}_4\text{Cl}) = y$ моль, тогда $x + y = 0,5$ моль | 1 |
| $M(\text{KBr}) = 119$ г/моль; $m(\text{KBr}) = 119x$ г | 1 |
| $M(\text{NH}_4\text{Cl}) = 53,5$ г/моль; $m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 53,5y$ г | 1 |
| $m(\text{KBr}) + m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 56,88$ г ; $119x + 53,5y = 56,88$ | 1 |

| | |
|--|-----------|
| Решаем систему уравнений: $x+y = 0,5$ моль $119x + 53,5y = 56,88$ $y = 0,04$ моль | 2 |
| $m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 53,5 \cdot 0,04 = 2,14$ г | 1 |
| Рассчитаем $\omega(\text{NH}_4\text{Cl})$ в образце $\omega(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{2,14}{56,88} = 0,0376$ или 3,76 % | 1 |
| Итого | 15 |

Примечание: расчет может быть выполнен иначе, но ответ должен быть тот же!

Задание 4 «О соединениях серы»

| | баллы |
|---|----------|
| При нагревании до 180 - 200 С ⁰ кристаллогидраты теряют воду: $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + x\text{H}_2\text{O}$ | 1 |
| $M(\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 516$ г/моль; $M(\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = 516 + 18x$ г/моль; Пусть масса кристаллогидрата 100 г, тогда масса безводной соли 54,43 г. | 3 |
| $n(\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = n(\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)$ | 1 |
| $\frac{100}{516+18x} = \frac{54,43}{516}$, $x=24$ | 3 |
| Формула алюмокалиевых квасцов $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ или $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. | 1 |
| Вместо иона алюминия в состав квасцов могут входить ионы других трехвалентных металлов – хрома, железа, а вместо иона калия – ионы натрия, аммония. | 2 |

| | |
|---|-----------|
| Например, железоаммонийные квасцы $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$, хромокалиевые квасцы $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ | |
| Применяются квасцы для дубления кож, в качестве протравы для крашения хлопчатобумажных тканей | 1 |
| <p>Определим состав соли $\text{K}_x\text{Cr}_y\text{O}_z$.</p> <p>Пусть масса соли 100 г, тогда $m_{\text{K}} = 26,53$ г; $n_{\text{K}} = \frac{26,53}{39} = 0,68$ моль;</p> <p>$m_{\text{Cr}} = 35,37$ г; $n_{\text{Cr}} = \frac{35,37}{52} = 0,68$ моль;</p> <p>$m_{\text{O}} = 38,10$ г; $n_{\text{O}} = \frac{38,10}{16} = 2,38$ моль;</p> <p>$x:y:z = 0,68 : 0,68 : 2,38$ или $1 : 1 : 3,5$ или $2:2:7$</p> <p>Формула соли $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.</p> | 3 |
| $\text{SO}_2 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (1) | 1 |
| $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{K}_2\text{SO}_3 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ (2) | 3 |
| <p>$M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 294$ г/моль; $n(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = \frac{7,35}{294} = 0,025$ моль;</p> <p>$n(\text{K}_2\text{SO}_3) = 3n(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,075$ моль; по уравнению (2)</p> <p>$n(\text{KOH}) = 2n(\text{K}_2\text{SO}_3) = 0,15$ моль по уравнению (1)</p> | 3 |
| $m(\text{KOH}) = 0,15 \cdot 56 = 8,4$ г | 1 |
| $m_{\text{р-ра}}(\text{KOH}) = \frac{8,4}{0,2} = 42$ г | 1 |
| $V_{\text{р-ра}}(\text{KOH}) = \frac{42}{1,3} = 32,3$ мл | 1 |
| Итого | 25 |

Примечание: расчет может быть выполнен иначе, но ответ должен быть тот же!

Задание 5 «Определи металлы»

| | баллы |
|--|----------|
| <p>С растворами щелочей реагируют только те металлы, соединения которых амфотерны</p> $X + 2NaOH + 2H_2O = Na_2[X(OH)_4] + H_2\uparrow$ <p>Если указана реакция, протекающая при сплавлении:</p> $X + 2NaOH = Na_2XO_2 + H_2\uparrow$, оценивать на балл ниже $Y + NaOH \neq Z + NaOH \neq$ | 3 |
| $n(H_2) = \frac{0,224}{22,4} = 0,01 \text{ моль}; n(X) = n(H_2)$ | 1 |
| $m(X) = 10 - 9,35 = 0,65 \text{ г}$ | 1 |
| $M(X) = \frac{0,65}{0,01} = 65 \text{ г/моль}$ <p>Неизвестный металл X - цинк</p> | 1 |
| $Y + H_2SO_{4(\text{разб.})} = YSO_4 + H_2\uparrow; Z + H_2SO_{4(\text{разб.})} \neq$ | 2 |
| $n(H_2) = \frac{0,56}{22,4} = 0,025 \text{ моль}; n(Y) = n(H_2)$ | 1 |
| $m(Y) = 9,35 - 7,95 = 1,4 \text{ г}$ | 1 |
| $M(Y) = \frac{1,4}{0,025} = 56 \text{ г/моль}$ <p>Неизвестный металл Y, стоящий в ряду напряжения до водорода - железо</p> | 1 |
| $Z + 2H_2SO_{4(\text{конц.})} = ZSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O;$ | 2 |
| $n(SO_2) = \frac{2,8}{22,4} = 0,125 \text{ моль}; n(SO_2) = n(Z)$ | 1 |
| $m(Z) = 7,95 \text{ г}; M(Z) = \frac{7,95}{0,125} = 63,6 \text{ г/моль}$ <p>Неизвестный металл Z, стоящий в ряду напряжения после водорода - медь</p> <p>Качественный состав: X – цинк, Y – железо, Z – медь</p> | 1 |
| <p>Рассчитаем $\omega(Zn)$, $\omega(Fe)$ и $\omega(Cu)$: $\omega(Zn) = \frac{0,65}{10} = 0,065$ (6,5 %)</p> | 1 |
| $\omega(Fe) = \frac{1,4}{10} = 0,14$ (14 %) | 1 |

| | |
|--|-----------|
| $\omega(\text{Cu}) = 1 - 0,065 - 0,14 = 0,795$ или $\omega(\text{Cu}) = \frac{7,95}{10} = 0,795$ (79,5%) | 1 |
| $\text{ZnO} + \text{C} = \text{Zn} + \text{CO}$ | 2 |
| $\text{CuSO}_4 + \text{Fe} = \text{Cu} + \text{FeSO}_4$ | 2 |
| $4\text{Mg} + \text{Fe}_3\text{O}_4 = 3\text{Fe} + 4\text{MgO}$ | 2 |
| $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} = 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ | 2 |
| $2\text{Fe}^{+3} + 6\text{e} \rightarrow 2\text{Fe}^0 \quad \quad 1$ или $\text{Fe}^{+3} + 3\text{e} \rightarrow \text{Fe}^0 \quad \quad 2$ $\text{C}^{+2} - 2\text{e} \rightarrow \text{C}^{+4} \quad \quad 3$ $\text{C}^{+2} - 2\text{e} \rightarrow \text{C}^{+4} \quad \quad 3$ | 2 |
| $\text{Fe}^{+3}(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ – окислитель, C^{+2} (CO) – восстановитель | 2 |
| Итого | 30 |

Примечание: расчет может быть выполнен иначе, но ответ должен быть тот же!

Максимальный итоговый балл – 100.