

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ. 2024-2025 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 9 класс

Задание 1

Для реакции $4\text{NH}_3(\text{г}) + 3\text{O}_2(\text{г}) \rightarrow 2\text{N}_2(\text{г}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{г})$ заполните пропуски в соотношениях:

- 1) количество вещества: 8 моль + ... \rightarrow ... + ...
- 2) массы: ... + ... \rightarrow ... + 54 г
- 3) объемы: ... + 33 л \rightarrow ... + ...
- 4) количество молекул: ... + ... \rightarrow $5 \cdot 10^{21}$ молекул + ...

Решение, критерии оценивания:

- 1) 8 моль + 6 моль \rightarrow 4 моль + 12 моль.
- 2) 34 г + 48 г \rightarrow 28 г + 54 г.
- 3) 44 л + 33 л \rightarrow 22 л + 66 л.
- 4) 10^{22} молекул + $7,5 \cdot 10^{21}$ молекул \rightarrow $5 \cdot 10^{21}$ молекул + $1,5 \cdot 10^{22}$ молекул.

За каждое правильно установленное значение 1 балл.

Всего за задачу 12 баллов

Задание 2

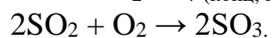
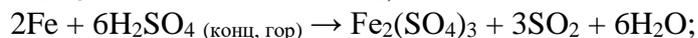
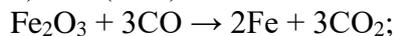
Вещество А представляет собой гексагидрат некоторой соли; его используют ювелиры и кузнецы для протравки серебра и его сплавов. При нагревании вещества А удаляется кристаллизационная вода, а затем соль разлагается с образованием веществ Б (газ, бесцветный), В (твердое, красно-бурое), Г (газ, бурый цвет). При восстановлении вещества В угарным газом образуется вещество Д серебристо-белого цвета, которое растворимо в горячей концентрированной серной кислоте с образованием газа Е. Газ Е под действием катализатора и температуры взаимодействует с веществом Б – эта реакция имеет большое значение в промышленности.

- 1) Назовите вещества А, Б, В, Г, Д, Е. Для веществ Г и Е укажите тривиальное название.
- 2) Составьте уравнения всех реакций, о которых говорится в условии.
- 3) Рассчитайте объем газа Е, который образуется при растворении в горячей концентрированной серной кислоте вещества Д, полученного исходя из вещества А массой 94 г.
- 4) Какое промышленное значение имеет реакция между веществами Е и Б?

Решение, критерии оценивания:

1) А – гексагидрат нитрата железа (III), Б – кислород, В – оксид железа (III), Г – оксид азота (IV), бурый газ, Д – железо, Е – оксид серы (IV), сернистый газ.

За каждое название 2 балла – в сумме 16 баллов.



За каждое правильно записанное уравнение реакции 2 балла – в сумме 8 баллов.

$$3) \nu(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 94/350 = 0,269 \text{ моль};$$

$$\nu(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = \nu(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 0,269 \text{ моль};$$

$$\nu(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,5\nu(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 0,134 \text{ моль};$$

$$\nu(\text{Fe}) = 2\nu(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,269 \text{ моль};$$

$$\nu(\text{SO}_2) = 3/2 \nu(\text{Fe}) = 0,403 \text{ моль};$$

$$V(\text{SO}_2) = 0,403 \cdot 22,4 = 9,024 \text{ л}.$$

Расчёт объёма сернистого газа 5 баллов

- 4) Вторая стадия получения серной кислоты в промышленности. – 1 балл

Всего за задачу 30 баллов

Задание 3

Самый эффективный способ обезвреживания загрязненных сточных вод химических предприятий – обработка промышленных стоков веществами, осаждающими вредные примеси в виде труднорастворимых соединений. При этом реагент-осадитель может оказаться как в избытке, так и в недостатке. Во втором случае, очевидно, требуемая степень очистки стоков не будет достигнута. Предприятие подает на участок водоочистки сточную воду, содержащую 3,31 кг нитрата свинца (II). Осаждение катионов свинца ведут, добавляя к раствору 2266 г карбоната калия.

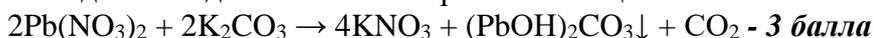
- 1) Определите, какие ионы присутствуют в конечном растворе? Ответ подтвердите расчетом.
- 2) Какой цвет имеет лакмус в образовавшемся после протекания реакции растворе? Объясните свой ответ, при необходимости составьте уравнения химических реакций.
- 3) Рассчитайте массу выпадающего осадка.

Решение, критерии оценивания:

1) В конечном растворе присутствуют следующие ионы: K^+ , NO_3^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- , OH^- .

По 1 баллу за указание каждого иона – 5 баллов

В осадок выпадает основной карбонат свинца:



Если ученик приводит уравнение реакции: $Pb(NO_3)_2 + K_2CO_3 \rightarrow 2KNO_3 + PbCO_3\downarrow$ то оценка - 1 балл

$\nu(Pb(NO_3)_2) = 3310/331 = 10$ моль;

$\nu(K_2CO_3) = 2266/138 = 16,42$ моль – избыток. - 1 балл

2) Лакмус имеет синий цвет. - 1 балл

Среда конечного раствора слабощелочная, т.к. протекает обратимый гидролиз по аниону: - 1 балл



3) $Pb(NO_3)_2 + K_2CO_3 \rightarrow 2KNO_3 + PbCO_3\downarrow$

$\nu(PbOH)_2CO_3 = \nu(Pb(NO_3)_2) = 10$ моль;

$m(PbOH)_2CO_3 = 10 \cdot 508 = 5080$ г – 5 баллов

Если расчёт идёт на среднюю соль, то

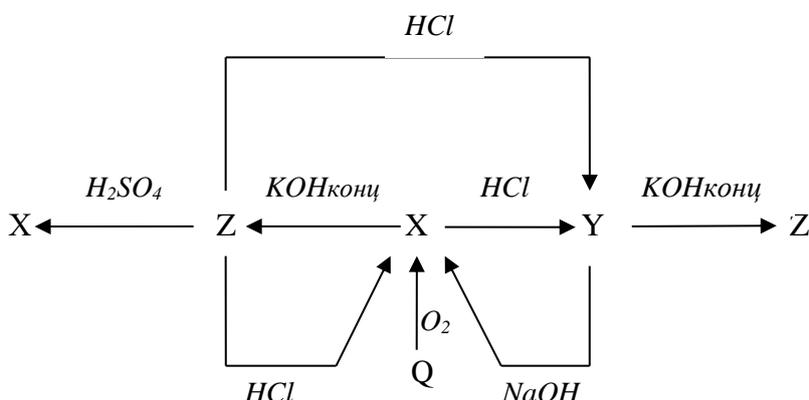
$\nu(PbCO_3) = \nu(Pb(NO_3)_2) = 10$ моль;

$m(PbCO_3) = 10 \cdot 267 = 2670$ г – 1 балл

Всего за задачу 18 баллов

Задание 4

На рисунке изображена схема превращения веществ:



Известно, что вещество Q представляет собой нерастворимое в воде вещество коричневого цвета, которое легко окисляется кислородом воздуха. Раствор вещества Y имеет сине-зеленый (иногда зеленый) цвет.

- 1) Определите название веществ X, Y, Z, Q.
- 2) К каким классам они относятся?
- 3) Какого цвета вещество X?

- 4) Что происходит с веществом X при нагревании? Запишите уравнение реакции.
 5) Составьте уравнения представленных на схеме реакций.

Решение, критерии оценивания:

1), 2) X – гидроксид хрома (III), амфотерный гидроксид.

Y – хлорид хрома (III), средняя соль.

Z – гексагидроксохромат (III) калия, *допустимо тетрагидроксохромат (III) калия* комплексная соль.

Q – гидроксид хрома (II), основание.

По 2 балла за правильное название вещества и класс соединения – 16 баллов

3) X – серо-зеленого цвета. – **1 балл**

4) $2\text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$. – **1 балл**

5) $4\text{Cr}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Cr}(\text{OH})_3$;

$\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} \rightarrow \text{CrCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$;

$\text{CrCl}_3 + 6\text{KOH}_{\text{конц}} \rightarrow \text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + 3\text{KCl}$;

$\text{CrCl}_3 + 3\text{NaOH}_{\text{разб}} \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{NaCl}$;

$\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{KOH}_{\text{конц}} \rightarrow \text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$ *допустимо K [Cr(OH)₄]*;

$\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + 6\text{HCl}_{\text{(изб)}} \rightarrow 3\text{KCl} + \text{CrCl}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$;

$2\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 6\text{H}_2\text{O}$;

$\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + 3\text{HCl}_{\text{(нед)}} \rightarrow 3\text{KCl} + \text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{O}$.

За каждое правильно записанное уравнение реакции 1 балла – в сумме 8 баллов.

Всего за задачу 26 балла

Задание 5

С детства всем знакома зеленка – раствор красителя бриллиантового зеленого, которым обычно смазывают ссадины и порезы. Бриллиантовым зеленым пропитаны марлевые подушечки на бактерицидном пластыре отечественного производства. Массовая доля азота, серы, кислорода в зеленке составляет 5,79%, 6,61%, 13,22% соответственно, а массовая доля углерода в 9 раз больше массовой доли водорода.

- 1) Определите молекулярную формулу бриллиантового зеленого. Приведите все необходимые расчеты.
- 2) В рекомендуемых концентрациях при медицинском применении зеленка раздражающего действия не оказывает. Сколько молекул красителя бриллиантового зеленого содержится в одной капле его 2%-го водного раствора? Объем одной капли раствора равен 0,05 мл. Плотность раствора примите равной плотности воды.

Решение, критерии оценивания:

1) $\omega(\text{бриллиантового зеленого}) = 100\%$. Пусть $\omega(\text{H}) = x\%$, тогда $\omega(\text{C}) = 9x\% \rightarrow$

$9x + x + 13,22 + 5,79 + 6,61 = 100$; $10x = 74,38$; $x = 7,438 (\%)$.

$\omega(\text{H}) = 7,438\%$, $\omega(\text{C}) = 66,942\%$.

Пусть $m(\text{бриллиантового зеленого}) = 100\text{г}$.

$\nu(\text{C}) : \nu(\text{H}) : \nu(\text{O}) : \nu(\text{S}) : \nu(\text{N}) = 66,942/12 : 7,438/1 : 13,22/16 : 6,61/32 : 5,79/14 = 5,5785 : 7,438 : 0,82625 : 0,2066 : 0,4136 = 27 : 36 : 4 : 1 : 2$

$\text{C}_{27}\text{H}_{36}\text{O}_4\text{SN}_2$.

Установление формулы вещества – 10 баллов

2) $m(\text{р-ра зеленки}) = 0,05\text{мл} \cdot 1\text{г/мл} = 0,05\text{г}$.

$m(\text{бриллиантового зеленого}) = 0,05 \cdot 0,02 = 0,001\text{г}$;

$\nu(\text{бриллиантового зеленого}) = 0,001/484 = 0,000002\text{моль}$;

$N(\text{бриллиантового зеленого}) = 0,000002\text{моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ молекул/моль} = 1,24 \cdot 10^{18} \text{ молекул}$.

Расчёт числа молекул 4 балла

Всего за задачу 14 баллов

Всего за работу: 100 баллов