

Решение олимпиадных задач
Муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников
2023/24 уч.гг
Иркутская область
8 класс

Задача 8-1

В четырех пронумерованных банках находятся: фосфорный ангидрид, оксид кальция, хлорид бария и нитрат свинца. Определите, в какой из банок находится каждое вещество, если известно, что:

1. вещества №3 и №4 бурно реагируют с водой;
2. вещества №1 и №2 растворяются в воде;
3. растворы веществ №1 и №4 реагируют со всеми остальными растворами;
4. раствор №3 реагирует с раствором №4 и №1 с образованием осадков.

Приведите логику решения. Напишите уравнения реакций. **(20 баллов)**

РЕШЕНИЕ

P_2O_5 – вещество №3 или 4 0,5 балла

CaO – вещество №3 или 4 0,5 балла

$BaCl_2$ – это вещество №1 или 2 0,5 балла

$Pb(NO_3)_2$ – вещество №1 или 2 0,5 балла

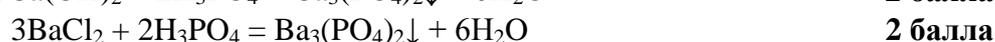
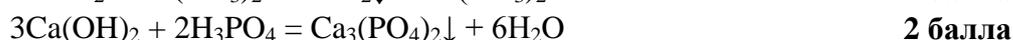
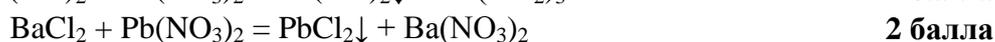
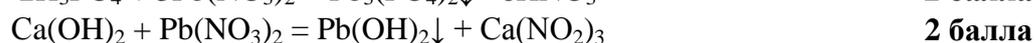


$BaCl_2$ и $Pb(NO_3)_2$ –растворимы в воде 1 балл

Со всеми остальными растворами реагируют:

№1 - $Pb(NO_3)_2$ 1 балл

№4 – H_3PO_4 1 балл

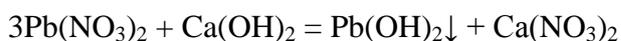
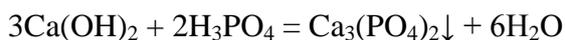


Значит в банке №1 - $Pb(NO_3)_2$ 0,25 балла

№4 - P_2O_5 0,25 балла

Тогда в банке №3 - CaO 0,25 балла

№2 - $BaCl_2$ 0,25 балла



Ответ: банка №1 $Pb(NO_3)_2$

 банка №2 $BaCl_2$

 банка №3 CaO

 банка №4 P_2O_5

Задача 8-2

Атмосфера Титана, крупнейшего спутника Сатурна, состоит преимущественно из газа, молекула которого содержит два одинаковых атома, а его название переводится как «безжизненный». Определите, о каком газе идет речь, если плотность его при н.у. составляет 0,001251 г/мл? Объясните происхождение названия газа, укажите его латинское название. (20 баллов)

РЕШЕНИЕ

1. Для идентификации газа требуется узнать его молярную массу по формуле $M = \frac{m}{\nu}$ (1), но нет массы газа и нет его количества, однако, дана плотность газа и сказано, что условия нормальные.

2. Плотность газа связана с массой через формулу $\rho = \frac{m}{V}$, тогда $m = \rho * V$ (2).

3. Так как условия нормальные, то количество вещества можно записать, используя молярный объем: $\nu = \frac{V}{V_m}$ (3).

6 баллов (по 2 балла за каждую верно записанную формулу 1-3)

4. Если подставить формулы (2) и (3) в (1), то получим:

$$M = \frac{\rho * V * V_m}{\nu} \quad (4).$$

3 балла

5. В формуле (4) $V_m = 22,4$ л/моль, $\rho = 0,001251$ г/мл, но требуется привести к одной размерности (л или мл), тогда либо $V_m = 22400$ мл/моль, либо плотность $\rho = 1,251$ г/л

3 балла

6. Подставив значения в формулу (4), получаем:

$$M = 22400 \text{ мл/моль} * 0,001251 \text{ г/мл} = 28,0 \text{ г/моль}.$$

$$\text{Или } M = 22,400 \text{ л/моль} * 1,251 \text{ г/л} = 28,0 \text{ г/моль}.$$

2 балла

7. Так как газ - просто вещество, а его молекула двухатомна, то легко можно определить, что масса одного атома = 14 г/моль, значит, это азот.

3 балла

8. Название « против жизни» (a zoos) дали этому газу при открытии, так как газ не поддерживает процессы дыхания и горения.

2 балла

(если в обосновании указано только дыхание или горение, то 1 балл)

9. Латинское название азота –nitrogenium

1 балл

ИТОГО

20 баллов

Задача 8-3

В частной коллекции одного начинающего минералога произошло ЧП: потерялись идентификационные номера с трех образцов минералов - тенардита (Na_2SO_4), барита (BaSO_4) и ангидрита (CaSO_4). Помогите идентифицировать вещества, пользуясь предоставленными вам водой, разбавленной соляной кислотой и кусочками образцов в трех пробирках. Опишите пошагово каждый этап анализа образцов и напишите уравнения химической реакции в молекулярном виде, а также в виде полного и сокращенного ионных уравнений. (20 баллов)

РЕШЕНИЕ

1. Проверить растворимость всех трех образцов: Na_2SO_4 – растворится в воде, BaSO_4 и CaSO_4 нерастворим и малорастворим соответственно. Идентифицировать первый образец – минерал тенардит – растворимая соль Na_2SO_4 .

3 балла

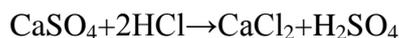
2. Пользуясь разбавленной соляной кислотой, идентифицировать ангидрит (CaSO_4) – в отличие от BaSO_4 , CaSO_4 вступает в реакцию с разбавленной соляной кислотой.

7 баллов

3. По остаточному принципу идентифицировать барит (BaSO_4), нерастворимый ни в воде, ни в разбавленной соляной кислоте.

3 балла

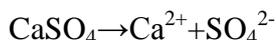
4. Написать уравнение:



3 балла



2 балла



2 балла

ИТОГО

20 баллов

Задача 8-4

При взаимодействии оксида серы (VI) с водой получили раствор с массовой долей серной кислоты = 25%. При добавлении к этому раствору избытка $\text{Ba}(\text{OH})_2$ выпал осадок массой 29,13 г. Какие массы SO_3 и H_2O были затрачены на образование раствора кислоты? (20 баллов)

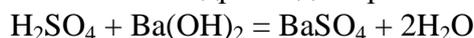
РЕШЕНИЕ

1. Уравнение реакции оксида серы с водой:



2 балла

2. Реакция серной кислоты и гидроксида бария:



2 балла

3. Находим количество молей осадка BaSO_4

$$n(\text{BaSO}_4) = 29,13/233 = 0,125 \text{ моль}$$

2 балла

4. По уравнениям реакций видно, что

$$n(\text{BaSO}_4) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{SO}_3) = 0,125 \text{ моль}$$

2 балла

5. $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,125 * 98 = 12,25 \text{ г.}$

1 балл

6. $m(\text{SO}_3) = 0,125 * 80 = 10 \text{ г.}$

1 балл

7. $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(\text{H}_2\text{SO}_4)/[m(\text{SO}_3)+m(\text{H}_2\text{O})] = 0,25$

4 балла

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 12,25/[10 + m(\text{H}_2\text{O})] = 0,25$$

2 балла

8. $m(\text{H}_2\text{O}) = 39 \text{ г.}$

4 балла

9. $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 12,25/[10 + 39] = 0,25$ или 25% - проверка

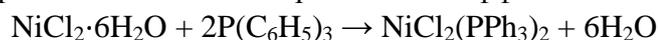
Ответ: $m(\text{SO}_3) = 10 \text{ г.}$, $m(\text{H}_2\text{O}) = 39 \text{ г.}$

Задача 8-5

Студент в лаборатории решил приготовить катализатор состава $\text{NiCl}_2(\text{P}(\text{C}_6\text{H}_5)_3)_2$, необходимый ему для выполнения дипломной работы. Для этого он взял 0.96 г соли никеля общей формулы $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ и 2.30 г соединения трехвалентного фосфора $\text{P}(\text{C}_6\text{H}_5)_3$, а затем смешал их в колбе и кипятил в растворе этанола в течение 1 часа, после чего наблюдал образование темно-голубого осадка. После фильтрования им было получено 1.23 г синего порошка катализатора. Запишите уравнение реакции, определите с каким выходом (в %) удалось синтезировать катализатор. **(20 баллов)**

РЕШЕНИЕ

а) Первым этапом является написание уравнения химической реакции, т.к. формулы основного продукта реакции и исходных веществ известны, остается определить побочный продукт и расставить стехиометрические коэффициенты в реакции:



(2 балла)

б) Далее необходимо определить, какое вещество было взято в избытке или недостатке. Для этого требуется рассчитать молекулярные массы реагентов и определить количества вещества.

$$M_r(\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = A_r(\text{Ni}) + 2A_r(\text{Cl}) + 12A_r(\text{H}) + 6A_r(\text{O}) = 237.7 \text{ г/моль.}$$

(2 балла)

$$M_r(\text{P}(\text{C}_6\text{H}_5)_3) = A_r(\text{P}) + 18A_r(\text{C}) + 15A_r(\text{H}) = 262.3 \text{ г/моль.}$$

(2 балла)

$$M_r = m/n \Rightarrow n = m/M_r$$

(2 балла)

$$n(\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 0.96 \text{ г} / 237.7 \text{ г/моль} = 0.00404 \text{ моль} = 4.04 \text{ ммоль}$$

(2 балла)

$$n(\text{P}(\text{C}_6\text{H}_5)_3) = 2.30 \text{ г} / 262.3 \text{ г/моль} = 0.00877 \text{ моль} = 8.77 \text{ ммоль}$$

(2 балла)

По уравнению реакции нужно использовать 2 экв. $\text{P}(\text{C}_6\text{H}_5)_3$ по отношению к соединению никеля. Это соответствует $4.04 \cdot 2 = 8.08$ ммоль $\text{P}(\text{C}_6\text{H}_5)_3$. Таким образом $\text{P}(\text{C}_6\text{H}_5)_3$ был взят в избытке.

(2 балла)

с) Для определения выхода вещества нужно знать молекулярную массу продукта и рассчитать число молей продукта.

$$M_r(\text{NiCl}_2(\text{PPh}_3)_2) = A_r(\text{Ni}) + 2A_r(\text{Cl}) + 2A_r(\text{P}) + 36A_r(\text{C}) + 30A_r(\text{H}) = 654.2 \text{ г/моль.}$$

(2 балла)

$$n = m/M_r = 1.23 \text{ г} / 654.2 \text{ г/моль}^{-1} = 0.00188 \text{ моль} = 1.88 \text{ ммоль}$$

(2 балла)

$$\text{Выход: } Y = (n_{\text{эксп.}}/n_{\text{теор.}}) 100\% = (1.88/4.04) \cdot 100\% = 46.5\% \approx 47\%.$$

(2 балла)