

Министерство образования Нижегородской области
Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского

Всероссийская олимпиада школьников по химии

Муниципальный (районный) этап

15 ноября 2016 года

9 класс

Задание 1.

В таблице приведены окраски осадков, полученных сливанием водных растворов указанных веществ.

Реагенты	NaOH	KI	Na ₂ CO ₃	Na ₂ S	Na ₃ PO ₄
CuSO ₄	Голубой		Зеленый		
AgNO ₃		Желтый		Черный	Коричневый

1.1. Заполните пропуски в таблице, указав соответствующие цвета.

1.2. Запишите уравнения реакций, протекающие при получении всех осадков из таблицы.

(25 баллов)

Задание 2.

Эквимольную (содержащую равные количества вещества компонентов) смесь азота и водорода объемом 10 л пропустили при нагревании через платинированный асбест, в результате чего объем смеси снизился до 8 л. Рассчитайте выход аммиака в процентах от теоретического.

(25 баллов)

Задание 3.

Газообразное вещество **X** светло-желтого цвета при полном взаимодействии с 1.56 г металлического калия образует 2.32 г бесцветных кристаллов бинарного соединения.

3.1. Установите формулу газа **X**.

3.2. Рассчитайте объем исходного газа **X**, вступивший в реакцию, измеренный при нормальных условиях.

(25 баллов)

Задание 4.

Рассчитайте массу 10 % раствора сульфата натрия, которую необходимо добавить к 250 г 25 % раствора нитрата бария, чтобы снизить массовую долю нитрата бария до 20 %.

(25 баллов)

Министерство образования и науки Нижегородской области
Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского

Всероссийская олимпиада школьников по химии

Муниципальный (районный) этап

15 ноября 2016 года

9 класс

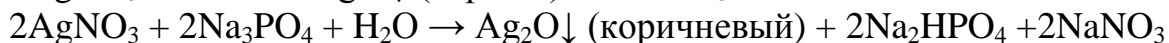
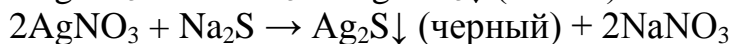
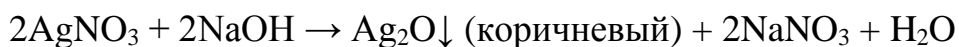
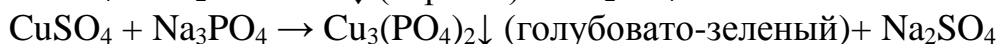
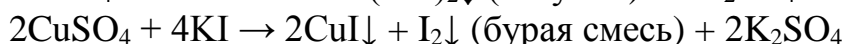
Решение задач

Задание 1.

1.1. Заполненная таблица.

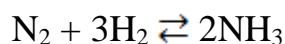
Реагенты	NaOH	KI	Na ₂ CO ₃	Na ₂ S	Na ₃ PO ₄
CuSO ₄	Голубой	Бурый	Зеленый	Черный	Голубовато-зеленый
AgNO ₃	Коричневый	Желтый	Белый	Черный	Коричневый

1.2. Уравнения реакций.



Задание 2.

Уравнение взаимодействия азота и водорода



Эквимольные количества означает равенство количества вещества водорода и азота и равенство объемов этих газов. На основании уравнения реакции определяем, что водород взят в недостатке, а азот – в избытке.

Поскольку реакция является обратимой, то пусть к моменту наступления равновесия прореагировало x л водорода. Составим таблицу, выразив в литрах текущие значения объемов.

	N ₂	H ₂	NH ₃
Было	5	5	0
Реагировало	-1/3x	-x	+2x/3
Стало	5 - 1/3x	5 - x	2x/3

Объем конечной смеси будет равен $5 - 1/3x + 5 - x + 2x/3 = 8$ л, откуда $x = 3$ л. Фактически полученный объем аммиака равен $2/3 \cdot 3 \text{ л} = 2 \text{ л}$.

Выход определяется как отношение фактического объема полученного аммиака к теоретически возможному объему.

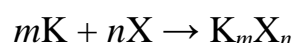
Теоретически возможный объем аммиака рассчитывается из условия, если весь исходный водород прореагирует. При этом образуется $10/3$ л аммиака. Выход продукта будет равен

$$\eta = \frac{V_{\text{факт}}}{V_{\text{теор}}} 100\%$$

$$\eta = \frac{2 \text{ л}}{\frac{10}{3} \text{ л}} 100\% = 60\%$$

Задание 3.

3.1. Поскольку при взаимодействии с калием образовался бинарный продукт, уравнение взаимодействия можно записать в общем виде



Количество вещества калия

$$n(K) = \frac{m(K)}{M(K)} = \frac{1.56 \text{ г}}{39 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0.04 \text{ моль}$$

Количество вещества образовавшегося соединения

$$n(K_mX_n) = \frac{n(K)}{m} = \frac{0.04}{m} \text{ моль}$$

Молярная масса образовавшегося соединения

$$M(K_mX_n) = \frac{m(K_mX_n)}{n(K_mX_n)} = \frac{2.32 \text{ г}}{\frac{0.04}{m} \text{ моль}} = 58m \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

Следовательно, на элемент X в формульной единице K_mX_n приходится $M(X_n) = M(K_mX_n) - M(K_m) = 58m - 39m = 19m$.

Случай $m = 1$ соответствует фтору $M(X) = 19 \text{ г/моль}$. Формула соединения KF. Задавая другие натуральные m , мы выходим за рамки возможных атомных масс, начиная с $m > 13$, не встретив других вариантов элементов. Таким образом, X – это F₂, а Y – это KF.

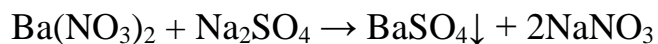
Уравнение реакции $2K + F_2 \rightarrow 2KF$.

3.2. Объем фтора, участвующего в реакции

$$V(F_2) = n(F_2) \times V_m = \frac{1}{2} n(K) \times V_m = 0.02 \text{ моль} \times 22.4 \frac{\text{л}}{\text{моль}} = 448 \text{ мл.}$$

Задание 4.

Уравнение взаимодействия



Масса нитрата бария в исходном растворе равна $250 \cdot 0.25 = 62.5$ г.

Обозначим x г – массу раствора сульфата натрия. Тогда масса сульфата натрия в нем $0.1x$ г, а количество вещества $(0.1x)/142$ моль. Согласно химическому уравнению количество вещества нитрата бария, вступившего в реакцию, также равно $(0.1x)/142$ моль, а его масса $261 \cdot (0.1x)/142$ г. Масса нитрата бария, оставшегося в растворе, равна

$$62.5 - 261 \cdot (0.1x)/142.$$

В результате реакции образуется осадок, который не входит в массу раствора. Масса осадка сульфата бария определяется количеством вещества прореагировавшего сульфата натрия и составляет

$$233 \cdot (0.1x)/142 \text{ г.}$$

Масса конечного раствора равна сумме масс смешанных растворов за вычетом массы осадка, а именно,

$$250 + x - 233 \cdot (0.1x)/142 \text{ г.}$$

Получаем уравнение для массовой доли нитрата бария

$$\omega(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = \frac{62.5 - 261 \frac{0.1x}{142}}{250 + x - 233 \frac{0.1x}{142}} = 0.2$$

из которого находим $x = 35.6$ г.

Рекомендации по оценке решения

Задача 1	
За указание окраски осадков (5 осадков) – по 1 баллу	5 баллов
За уравнения реакций (10 уравнений) – по 2 балла	20 баллов
Всего	25 баллов

Задача 2	
За уравнение реакции	2 балла
За вывод о недостатке водорода	3 балла
За расчет фактически полученного объема аммиака	10 баллов
За расчет теоретически возможного объема аммиака	5 баллов
За расчет выхода реакции	5 баллов
Всего	25 баллов

Задача 3	
За уравнение реакции в общем виде	4 балла
За расчет количества вещества калия	3 балла
За расчет молярной массы второго элемента	5 баллов
За вывод о фторе	5 баллов
За уравнение реакции образования фторида калия	3 балла
За расчет объема фтора	5 баллов
Всего	25 баллов

Задача 4	
За уравнение реакции образования осадка	3 балла
За расчет массы нитрата бария в исходном растворе	2 балла
За выражение массы нитрата бария, оставшегося в растворе	4 балла
За выражение массы осадка	4 балла
За выражение массы конечного раствора	4 балла
За выражение массовой доли нитрата бария	4 балла
За расчет необходимой массы раствора сульфата натрия	4 балла
Всего	25 баллов

Максимальная возможная оценка

100 баллов