**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 | Na2CO3 | Na2S | Na3PO4 |
| CuSO4 | Голубой |  | Зеленый |  |  |
| AgNO3 |  | 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.**

Эквимолярную (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 | Na2CO3 | Na2S | Na3PO4 |
| CuSO4 | Голубой | Бурый | Зеленый | Черный | Голубовато-зеленый |
| AgNO3 | Коричневый | Желтый | Белый | Черный | Коричневый |

1.2. Уравнения реакций.

CuSO4 + 2NaOH → Cu(OH)2↓ (голубой) + Na2SO4

2CuSO4 + 4KI → 2CuI↓ + I2↓ (бурая смесь) + 2K2SO4

2CuSO4 + 2Na2CO3 + H2O → (CuOH)2CO3↓ (зеленый)+ 2Na2SO4 + CO2

CuSO4 + Na2S → CuS↓ (черный) + Na2SO4

CuSO4 + Na3PO4 → Cu3(PO4)2↓ (голубовато-зеленый)+ Na2SO4

2AgNO3 + 2NaOH → Ag2O↓ (коричневый) + 2NaNO3 + H2O

AgNO3 + KI → AgI↓ (желтый) + KNO3

2AgNO3 + Na2CO3 →Ag2CO3↓ (белый) + 2NaNO3

2AgNO3 + Na2S → Ag2S↓ (черный) + 2NaNO3

2AgNO3 + 2Na3PO4 + H2O → Ag2O↓ (коричневый) + 2Na2HPO4 +2NaNO3

**Задание 2.**

Уравнение взаимодействия азота и водорода

N2 + 3H2 2NH3

Эквимолярные 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.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | N2 | H2 | NH3 |
| Было | 5 | 5 | 0 |
| Реагировало | −1/3*x*  | −*x* | +2*x*/3 |
| Стало | 5 – 1/3*x* | 5 − *x* | 2*x*/3 |

Объем конечной смеси будет равен 5 – 1/3*x+*5 – *x +* 2*x*/3 = 8 л, откуда *x* = 3 л. Фактически полученный объем аммиака равен 2/3*·*3 л = 2 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

$$η=\frac{V\_{факт}}{V\_{теор}}100\%$$

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

**Задание 3.**

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

*m*K + *n*X → K*m*X*n*

Количество вещества калия

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

Количество вещества образовавшегося соединения

$$n\left(K\_{m}X\_{n}\right)=\frac{n\left(K\right)}{m}=\frac{0.04}{m} моль$$

Молярная масса образовавшегося соединения



Следовательно, на элемент X в формульной единице K*m*X*n* приходится

.

Случай *m*= 1 соответствует фтору *M*(X) = 19 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 + F2 → 2KF.

3.2. Объем фтора, участвующего в реакции

$$V\left(F\_{2}\right)=n\left(F\_{2}\right)×V\_{m}=\frac{1}{2}n\left(K\right)×V\_{m}=0.02 моль×22.4\frac{л}{моль}=448 мл. $$

**Задание 4.**

Уравнение взаимодействия

Ba(NO3)2 + Na2SO4 → BaSO4↓ + 2NaNO3

Масса нитрата бария в исходном растворе равна 250 · 0.25 = 62.5 г.

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

62.5 − 261 · (0.1*x*)/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 · (0.1*x*)/142 г.

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

250 + *x* − 233 · (0.1*x*)/142 г.

Получаем уравнение для массовой доли нитрата бария

$$ω\left(Ba(NO\_{3})\_{2}\right)=\frac{62.5-261\frac{0.1x}{142}}{250+x-233\frac{0.1x}{142}}=0.2$$

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