

ЛХХІІ Московская олимпиада школьников по химии

Заключительный этап

Теоретический тур

21 февраля 2016 года

9 класс

Решения всех заданий считаются полными только в том случае, если записаны все необходимые уравнения реакций, расчеты и рассуждения.

9-1. На чашках механических весов уравновешены два стакана, в каждом из которых содержится по 50 г 20%-ной соляной кислоты. В первый стакан поместили 1,0 г металлического магния, во второй стакан – 1,0 г металлического алюминия.

Изменится ли равновесие после окончания реакций?

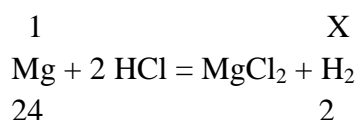
Если равновесие изменится, то какой из стаканов станет тяжелее?

Напишите уравнения реакций, приведите расчеты.

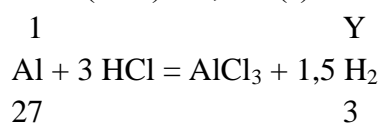
Решение

1) В каждом стакане по $50 \cdot 0,2 = 10$ (г) HCl. Кислота в избытке, ее в 10 раз больше по массе, по уравнениям (ниже) нужно меньше.

Магний выделит меньше водорода на 1 г металла, равновесие изменится.



$X = 1(2/24) = 0,083$ (г) водорода на 1 г магния;



Для алюминия аналогично получим $1(3/27) = 0,111$ (г) водорода на 1 г.

В стакане с алюминием потеря веса больше.

Стакан с алюминием станет легче стакана с магнием на $0,111 - 0,083 = 0,028$ (г).

Баллы 9-1. Всего 8 баллов

Равновесие изменится – 1 балл

Тяжелее стал стакан с магнием – 1 балл

Уравнения реакций – по 1, всего 2 балла

Расчет, доказывающий, что стакан с магнием стал тяжелее - 2 балла

Расчет, показывающий, что кислота в избытке – 2 балла

9-2. Из приведенного списка выберите вещества, из которых можно в одну стадию получить газообразный кислород:

Вещества: 1) CO₂, 2) Ca(MnO₄)₂, 3) BaO₂, 4) H₂O, 5) H₂O₂, 6) SiO₂.

Напишите уравнения возможных реакций, укажите условия их проведения.

Решение

1) $2 \text{CO}_2 + 2 \text{Na}_2\text{O}_2 = 2 \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ реакция с пероксидом

2) $\text{Ca}(\text{MnO}_4)_2 = \text{CaMnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$ нагревание

3) $2 \text{BaO}_2 = 2 \text{BaO} + \text{O}_2$ нагревание

4) $2 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$ электролиз (указать, какой газ на (+), какой на (-)).

5) $2 \text{H}_2\text{O}_2 = 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ каталитическое разложение

Баллы 9-2. Всего 14 баллов

Реакция 1 с указанием условий – 4 балла

Реакции 2, 4 с указанием условий – по 3 балла

Реакции 3, 5 с условиями – по 2 балла

9-3. К идеально растяжимой резиновой оболочке массой 4,0 г подвесили груз массой 5,0 г.

Сколько л водорода нужно поместить в оболочку, чтобы полученный шарик начал двигаться вверх при н.у.?

Какой будет при этом диаметр шарика (см), если считать его сферическим? Объем шара вычисляется по формуле $V = 4/3\pi R^3$.

Сколько г гидрида кальция понадобится для получения этого объема водорода при реакции гидрида с водой? Напишите уравнение реакции.

Решение

1) Масса шарика с грузом 9,0 г. Подъемная сила 1 моль водорода при н.у. (молекулярная масса воздуха 29) : $29 - 2 = 27$ (г) Чтобы поднять 9,0 г, объем водорода должен быть больше 1/3 моль, т.е. больше $22,4/3 = 7,47$ л или 7467 см^3

2) $7467 = 4/3 * 3,14 * R^3$; $R = (1784)^{1/3} = 12,13$ см. Диаметр шарика более 24,26 см

3) $\text{CaH}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2 \text{H}_2$

42 г CaH_2 дают 2 моль водорода; для получения более 1/3 моль надо 7,0 г гидрида кальция

Баллы 9-3. Всего 10 баллов

Расчет объема водорода – 4 балла

Вычисление диаметра шара – 2 балла

Уравнение реакции 2 балла

Расчет массы гидрида 2 балла

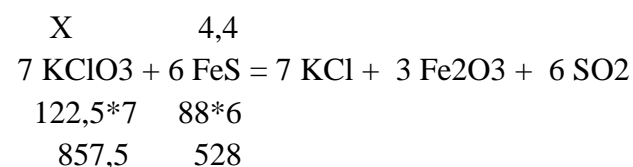
9-4. Смесь твердых хлората калия и сульфида железа горит по схеме:



Расставьте коэффициенты в уравнении реакции.

Сколько г хлората калия нужно для полного сгорания 4,4 г сульфида железа?

Решение



$$\text{X} = 7,15 \text{ г}$$

Баллы 9-4. Всего 5 баллов

Коэффициенты в уравнении 2 балла

Расчет массы хлората 3 балла

9-5. Обычно для получения водорода в лаборатории используют цинк и соляную кислоту. Серная кислота считается менее пригодной для этой цели. Юный химик решил для ускорения процесса получать водород из цинка и 50%-ной серной кислоты.

Какими газами может быть загрязнен выделяющийся водород?
Какие реакции возможны между серной кислотой и цинком?
Напишите уравнения возможных реакций (не более четырех).

Решение

$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Zn} = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$ наиболее разбавленная кислота

$2 \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Zn} = \text{ZnSO}_4 + \text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

$4 \text{H}_2\text{SO}_4 + 3 \text{Zn} = 3 \text{ZnSO}_4 + \text{S} + 4 \text{H}_2\text{O}$

$5 \text{H}_2\text{SO}_4 + 4 \text{Zn} = 4 \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{S} + 4 \text{H}_2\text{O}$ наиболее концентрированная кислота при нагревании

Баллы 9-5. Всего 12 баллов

Примесные газы 4 балла

Возможные 4 реакции (уравнения с условиями) 8 баллов

9-6. В четырех пробирках без этикеток находятся твердые образцы удобрений: аммиачная селитра, калиевая селитра, сульфат калия, гидрофосфат аммония.

Предложите способы различения содержимого пробирок, требующие минимального количества реактивов.

Приведите уравнения всех использованных для анализа реакций.

Рекомендации к решению

1) С твердой щелочью определяем соли аммония (по запаху аммиака или влажной индикаторной бумагой):

$\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3$

2) В расплаве одной из аммониевых солей легко сгорает тлеющий уголек:

$2 \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{C} = 2 \text{N}_2 + 4 \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

Таким образом, определены нитрат аммония и гидрофосфат аммония

3) В расплаве одной из оставшихся солей сгорает тлеющий уголек:

$4 \text{KNO}_3 + 5 \text{C} = 2 \text{K}_2\text{CO}_3 + 2 \text{N}_2 + 3 \text{CO}_2$

Таким образом, определены нитрат калия и сульфат калия (сульфат – как оставшийся)

Баллы 9-6. Всего 20 баллов

За доказанное содержимое каждой из 4-х пробирок **по 2 балла, всего 8 баллов**

Описание хода анализа **4 балла**, если потрачено не более 2-х реактивов.

Уравнения реакций при анализе (по 2 за реакцию, более 4-х реакций НЕ оценивается, поскольку явно не минимум реактивов) **8 баллов**

Всего 69 баллов