

Всероссийская олимпиада школьников по химии

Муниципальный этап

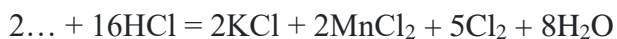
2023 – 2024 уч. г.

9 класс

В итоговую оценку из 6 задач засчитываются 5 решений, за которые участник набрал наибольшие баллы, то есть одна из задач с наименьшим баллом не учитывается.

Задача 1

В каждой из нижеперечисленных химических реакций пропущено одно вещество, обозначенное символом многоточия (в разных реакциях пропущены разные вещества).



1. Восстановите пропуски в уравнениях реакций, не изменяя коэффициенты.
2. Определите, какие реакции являются окислительно-восстановительными.

Задача 2

Неизвестное кристаллическое вещество **Ы** подвергли элементному анализу. При этом были полученные следующие данные о его составе:

Элемент	Cr	N	S	H
Массовая доля, %	10,88	2,93	13,39	5,86

Помимо указанных выше, вещество **Ы** содержит еще один элемент.

1. Определите недостающий элемент.
2. Определите брутто-формулу вещества **Ы**.
3. Укажите рациональную формулу **Ы**.

4. Назовите вещество **Ы**.

Задача 3

Простое твердое вещество, образованное одним из элементов первых трех периодов Периодической системы, прошло через огонь (**реакция 1**), а получившееся соединение — через воду (**реакция 2**). Через образовавшийся раствор пропускали ток хлора (**уравнение 3**), в результате чего были получены две кислоты, одна из которых способна преодолевать нагретые медные трубы лишь в разбавленном состоянии.

1. Укажите, о каком исходном веществе идет речь.
2. Приведите уравнения всех протекающих **реакций 1-3**.
3. Что произойдет с медными трубами, если кислота не будет разбавленной? Приведите уравнение реакции.

Задача 4

Твердое вещество, полученное при длительном пропускании тока водорода над 8,98 г смеси щелочного и щелочно-земельного металлов, внесли в 1 л воды, при этом выделилось 6,95 л газа (780 мм рт. ст., 17°C). При добавлении к полученному раствору избытка раствора соды выпало 7,38 г осадка. При растворении осадка в избытке разбавленной соляной кислоты выделилось 1,12 л газа (н.у.).

1. Определите, какие металлы были взяты для опыта? Ответ подтвердите расчетами.
2. Приведите уравнения всех упомянутых реакций.

Задача 5

Мартин после школьных уроков зашел в кабинет химии, чтобы уточнить домашнее задание, но учителя не было. Когда ученик выходил, он случайно задел банку с реактивом, и все содержимое вылилось на пол. Найдя на учительском столе записи, ученик не растерялся и решил приготовить такой же раствор самостоятельно. Он прочитал:

1. Приготовить концентрированный раствор. Для этого нужно взять 62,36 г $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ на 100 г воды (21% раствор)
2. Отобрать H_2SO_4 г полученного раствора и прибавить H_2O мл воды. Получаем 100 мл раствора H_2SO_4 с массовой долей 15% и плотностью 1,1 г/мл

К сожалению, часть данных была утеряна.

1. Рассчитайте, гептагидрат сульфата какого металла Мартин должен взять.

2. Определите массу концентрированного раствора и объем воды, которые нужно смешать.

На следующий день ребята делали практическую работу, в которой использовали приготовленный Мартином раствор. Они оставили 15% раствор сульфата в холодильнике на некоторое время. Так как растворимость веществ уменьшается при понижении температуры, часть растворенного вещества выпадала в осадок. Ребята фильтровали раствор и взвешивали массу осадка, а затем определяли массовую долю оставшейся в растворе соли.

3. Мартин взял 100 грамм 15% раствора и после проделанных выше манипуляций оказалось, что масса выпавшего кристаллогидрата составляет 5,56 грамма. Рассчитайте массовую долю соли в отфильтрованном растворе (учтите, что она выпадает в осадок в виде гептагидрата).

Задача 6

Для описания физико-химических процессов часто используются математические модели. Одной из наиболее известных моделей для описания газовых систем является «идеальный газ». В ней предполагается, что частицы газа не занимают объем и не взаимодействуют друг с другом. В любой модели имеются некоторые количественные характеристики. Состояние идеального газа описывается уравнением Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT,$$

где p – давление в Па, V – объём в м³, ν – количества вещества в молях, R – универсальная газовая постоянная равная 8,314 Дж/(моль·К), и T – температура в К (°C+273,15).

Однако любая идеальная модель предполагает серьезные упрощения, а значит и количественные значения будут не до конца корректными. Более точными уравнениями состояния реального газа являются уравнения Дитеричи и Ван-дер-Ваальса, которые представлены ниже:

$$p = \frac{\nu RT}{V - \nu b} - \frac{a\nu^2}{V^2}$$

$$\left(p + \frac{a\nu^2}{V^2}\right)\left(\frac{V}{\nu} - b\right) = RT,$$

где a и b – постоянные, описывающие взаимодействие молекул.

1. Какую размерность имеют коэффициенты a , b в уравнении Ван-дер-Ваальса?
2. Рассчитайте давление (в МПа) 1 моль гелия (He) в сосуде объёмом 1 л при 25°C, используя уравнения Менделеева-Клапейрона, Дитеричи и Ван-дер-Ваальса, при условии, что в системе СИ $a = 3,457 \cdot 10^{-3}$, $b = 2,37 \cdot 10^{-5}$.
3. Как Вы думаете, какое уравнение оптимальнее всего применять для описания газа в сосуде большого объёма – Ван-дер-Ваальса или Менделеева-Клапейрона? Ответ обоснуйте. Учтите, что при расчёте необходимо соблюсти баланс между простотой и точностью!

Примечание:

- помните про важность подстановки значений в нужной размерности (в СИ)!

- 1 МПа = 10^6 Па