

LXXVIII Московская олимпиада школьников по химии

Заключительный этап

теоретический тур

20.02.2022 г.

8 класс

Для решения предлагается выбрать 5 задач из 6.

Ответы во всех задачах необходимо подтверждать расчетами и рассуждениями.

Задача 1.

Изменение цвета - важнейший признак химической реакции, широко используемый для обнаружения того или иного химического вещества. Предложите по одному примеру химического взаимодействия на каждый случай, описанный ниже. Приведите формулу или название веществ А-Е, укажите цвет каждого вещества или раствора. Для примеров 4 и 5 напишите уравнения реакций.

1. Бесцветные кристаллы вещества А растворили в чистой воде. В результате образовался окрашенный раствор.
2. Бесцветные кристаллы вещества В внесли в бесцветный раствор вещества С. В результате образовался окрашенный раствор.
3. Бесцветные кристаллы вещества D внесли в окрашенный раствор вещества Е. В результате окраска конечного раствора поменялась.
4. Смешали два бесцветных раствора - вещества F и вещества G. В результате образовался желтый осадок.
5. Смешали два бесцветных газа - H и I. В результате образовался окрашенный газ.

Примечание: в вопросах 1-3 нет других видимых признаков протекания реакции, таких как выпадение осадка или выделение газа. Одно и то же вещество в разных примерах может быть зашифровано разными буквами.

Задача 2.

В научно-фантастическом романе Александра Беляева “Продавец воздуха” описано изобретение, позволяющее хранить большие объемы воздуха в концентрированном виде при низких температурах:

“Бэйли открыл дверцы одного из шкафов и, выдвинув при помощи механизма ящик, показал содержимое: там лежали блестящие шарики величиною с грецкий орех.<..> Я протянул руку, чтобы взять один из них, но не смог этого сделать.

– Они все сплавлены вместе, – ответил я. Бэйли рассмеялся.

– Сколько весит один кубический метр обыкновенного комнатного воздуха? – спросил он меня.

– Около килограмма.

– Килограмм с четвертью. А в этом шарике заключен один кубический километр воздуха. Не всякая лошадь сvezет воз, нагруженный одним таким шариком.”

1. Могут ли эти шарики храниться при комнатной температуре? Что с ними произойдет? Какие условия являются подходящими для хранения таких шариков?
2. Что произойдет, если такой шарик бросить в глубокое озеро?
3. Верно ли собеседники оценивают массу кубометра газообразного воздуха? Ответ обоснуйте при помощи расчетов, сделанных при нормальных условиях.
4. На основании приведенных в тексте данных рассчитайте массу и среднюю плотность шариков, если предположить, что их средний объем - 25 мл.
5. Если предположить, что все величины, описанные в тексте, верны, какие действия не могли бы произойти в реальности?

Задача 3.

В начале XX века многие фонари были газовыми. В качестве горючего газа применялось бинарное соединение **A**, молекула которого состоит из четырех атомов. Этот газ выделяется при постепенном добавлении воды к твердому бинарному соединению **B**. Для начала свечения газ нужно поджечь. Известно, что полное сгорание газа **A**, выделившегося при обработке водой 6,4 г вещества **B**, приводит к образованию только двух продуктов: 4,48 л (н. у.) углекислого газа и 1,8 г воды.

1. Определите формулы веществ **A** и **B**, напишите уравнения упомянутых в задании реакций. Ответ подтвердите расчетами.
2. Длительное использование такого фонаря в замкнутом пространстве опасно для жизни. Почему?
3. После окончания работы содержимое внутренней емкости фонаря перелили в химический стакан и добавили каплю раствора фенолфталеина. Как будет окрашено содержимое стакана после добавления индикатора и почему?
4. В настоящее время фонарь такой конструкции до сих пор используют спелеологи при исследовании пещер. Назовите два преимущества фонаря такой конструкции перед обычным, работающим от батареек.

Задача 4.

Смесь угарного и углекислого газов массой 57,8 г и объёмом 39,2 л (при н. у.) смешали с некоторым объёмом кислорода, содержащим $5,7792 \cdot 10^{24}$ электронов, а затем подожгли.

Полученный после окончания реакции газ пропустили в 353,5 г водного раствора гидроксида натрия, в котором на 1 формульную единицу вещества NaOH, приходится 9 молекул воды. При этом образовался раствор соли, которую можно купить в большинстве продуктовых магазинов.

- 1) В результате каких процессов могла бы образоваться смесь угарного и углекислого газов?
- 2) Определите массу взятого при смешении кислорода.
- 3) Определите объёмные доли угарного и углекислого газов в смеси.
- 4) Что представляет собой газ после смешения и поджигания смеси? Рассчитайте его общее количество (в моль)
- 5) Определите массовую долю гидроксида натрия во взятом для поглощения газа растворе. Какая соль при этом образовалась? Приведите ее тривиальное название и напишите уравнение реакции поглощения газа. Где применяется эта соль? Приведите 2 примера применения этой соли.

Задача 5.

Твердое вещество **А** - минерал, который входит в состав зубной эмали и представляет собой безводную смешанную соль (содержит атомы одного металла и кислотные остатки двух различных кислот). При обработке образца вещества **А** строго рассчитанным объемом водного раствора серной кислоты при 220 °С сформировался осадок соли **Б** массой 51 г, содержащий 23,53 % серы (по массе). При внесении небольшого количества **Б** в бесцветное пламя окраска пламени меняется на кирпично-красную. Из оставшегося после растворения минерала **А** раствора методом вакуумной отгонки (метод позволяет собирать газы, хорошо растворимые в жидкостях) собрали газ **В**, разрушающий стеклянную посуду. При в растворе осталось вещество **Г**. Объем газа **В** после приведения к нормальным условиям составил 1680 мл. Известно, что молекулы газа **В** в 10 раз тяжелее молекул водорода. После полной нейтрализации оставшегося в растворе вещества **Г** раствором гидроксида калия образовалось вещество **Д**. При прибавлении к полученному раствору вещества **Д** раствора нитрата серебра выпадает 94,275 г желтого осадка соли **Е**, состоящей из трех элементов. Соль **Е** растворима в азотной кислоте.

1. Определите состав веществ **Б** - **Е** и состав минерала **А**.
2. Приведите уравнения всех описанных химических реакций.
3. Для чего в промышленности используется процесс растворения вещества **А** в серной кислоте?
4. Используя полученные при решении задачи знания о веществе **А**, объясните одну из причин возникновения заболевания зубов у человека, учитывая, что вещество **А** входит в состав зубной эмали.

Задача 6.

Окраска безводного хлорида кобальта (II) (голубой цвет) и его различных кристаллогидратов (цвет от сине-фиолетового до розового) может быть использована для создания тест-систем для определения влажности. Навеску безводного хлорида кобальта (II) массой 26 г растворили в горячей воде (70 °С) массой 34 г. После охлаждения полученного раствора до 20 °С выпало 26,2 г розовых кристаллов одного из кристаллогидратов, а массовая доля соли в оставшемся растворе составила 34,6 %. Осадок отфильтровали, фильтрат разделили на две части. В одну из частей погрузили магниевую пластину заведомо избыточной массы. После окончания реакции пластину вынули, промыли холодной водой, высушили и взвесили. Оказалось, что масса увеличилась на 2,1 г по сравнению с начальной.

1. Определите состав розового кристаллогидрата хлорида кобальта. Ответ подтвердите расчетами.
2. Какая масса магния прореагировала с первой частью фильтрата?
3. Какова масса второй части фильтрата?
4. В каком случае может быть применена тест-система для определения влажности?