

Задания 3 тура интернет-олимпиады 2021-22 (7-8 кл) по химии с решениями

Задача 1.

Посмотрите фильм по адресу: <https://www.youtube.com/watch?v=Ss5MbtNKC4>

В фильме использованы: вода (плотность 1,00 г/см³), натрий (плотность 0,97 г/см³), керосин (плотность 0,81 г/см³).

Как будет протекать показанный процесс, если натрий заменить литием (плотность 0,53 г/см³)? А кальцием (плотность 1,54 г/см³)?

Решение:

Литий легче керосина, он будет плавать в нем и не дойдет до слоя воды (1 балл). Реакция будет гораздо слабее – литий прореагирует лишь со следами воды, растворенной в керосине (1 балл).

Кальций упадет на дно сосуда, под воду (1 балл). Он будет спокойно реагировать с водой и немного всплывать со дна за счет покрывающих металл пузырьков водорода (1 балл). Реакция будет не такой эффектной, как с натрием.

Итого 4 балла.

Задача 2.

Приходите к нам в химию, у нас есть:



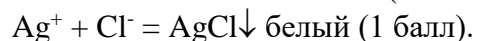
Как различить эти растворы? Приведите описание процедуры и, если при этом протекают реакции, напишите их уравнения.

Решение:

Для начала используем индикатор. Например, метилоранж будет желтым в растворах соли и щелочей, а в растворах кислот – красным. Фенолфталеин будет малиновым в растворах щелочей, а в растворах соли и кислот – бесцветным. Можно использовать и другие индикаторы, но обязательно указывать их названия и окраску в растворах (2 балла).

С помощью индикаторов мы однозначно определили раствор NaCl, а оставшиеся растворы поделили на две группы – кислоты и основания.

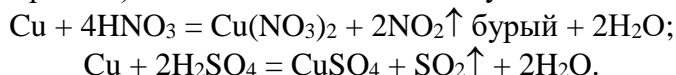
Серную и соляную кислоту можно определить по характерным реакциям ионного обмена:



Азотная кислота не дает осадка ни с солями бария, ни с солями серебра (1 балл).

Различение кислот на основании их окислительных свойств – плохой способ, поскольку азотная и серная кислота проявляют их лишь в достаточно концентрированных растворах, а мы не знаем, какова концентрация имеющихся растворов. Тем не менее,

продуманную схему различения по окислительным свойствам можно оценить в 2 балла (максимум). Например, азотная и серная кислоты способны окислять медь, при этом с азотной кислотой образуется бурый газ, а с серной бесцветный, соляная же кислота (в рамках школьной программы) с медью не взаимодействует:



Однако отметим, что упоминание образования голубого раствора в описании – ошибка. Голубой цвет имеет аквакомплекс $\text{Cu}(\text{II})$, а в концентрированных кислотах ионы меди не гидратированы. Раствор, образующийся в азотной кислоте, будет зеленым, а в серной – бесцветным.

Как различить растворы щелочей? Ионы калия и натрия практически не проявляют склонности к реакциям ионного обмена. Можно попытаться различить их по окрашиванию пламени (разумеется, при условии, что растворы были приготовлены на дистиллированной воде): ион Na^+ придает пламени ярко-желтую окраску, а K^+ – бледно-фиолетовую или бледно-розовую (2 балла).

Итого 7 баллов.

Задача 3.

Мешок из тонкого полиэтилена весом 4,0 г и объемом 5,6 л заполнили газом А. Затем мешок поместили в камеру, наполненную углекислым газом при н.у. Мешок свободно плавает (не поднимается и не опускается). Предложите не менее трех вариантов формулы газа А, приведите расчеты.

Решение:

Найдем массу 5,6 л углекислого газа (1 балл):

$$m = M \cdot v = M \cdot V / V_m = 44 \cdot 5,6 / 22,4 = 11 \text{ г.}$$

Мешок с газом А должен весить столько же, иначе он либо упадет, либо взлетит. Тогда газ А весит $11 - 4 = 7$ г. Молярная масса газа А (2 балла):

$$M = m / v = m \cdot V_m / V = 7 \cdot 22,4 / 5,6 = 28 \text{ г/моль.}$$

Это может быть азот N_2 , угарный газ CO , этилен C_2H_4 , диборан B_2H_6 , а также дейтероацетилен C_2D_2 (3 балла за не менее чем 3 варианта).

Итого 6 баллов.

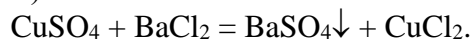
Задача 4.

Из голубого раствора при добавлении раствора хлорида бария выпадает белый осадок. Из этого голубого раствора при охлаждении выделились голубые кристаллы массой 5 г. Их растерли и нагревали при 160°C до тех пор, пока их масса не перестала изменяться, при этом вещество стало белым. Напишите уравнение реакции и определите массу конечного продукта.

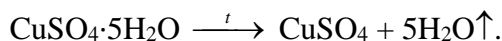
Избыток того же голубого раствора прореагировал с 50 г 4%-го раствора гидроксида натрия. Выпал сине-голубой осадок. Его высушили и нагревали при 400°C до тех пор, пока его масса не перестала изменяться, при этом вещество стало черным. Напишите уравнения реакций и определите массу конечного продукта.

Решение:

Из описания следует, что речь идет о растворе сульфата меди (II). Выпадение белого осадка сульфата бария (1 балл):



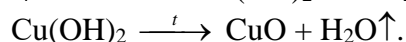
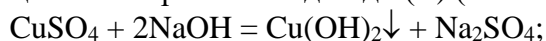
При охлаждении раствора выпадает кристаллогидрат (медный купорос). При аккуратном нагревании он дегидратируется до неокрашенного безводного сульфата меди (II) (1 балл):



Найдем массу CuSO_4 (1 балл):

$$m(\text{CuSO}_4) = M(\text{CuSO}_4) \cdot m(\text{гидрата}) / M(\text{гидрата}) = 160 \cdot 5 / 250 = 3,2 \text{ г.}$$

При действии щелочи из раствора сульфата меди выпадает гидроксид меди, который при прокаливании превращается в черный оксид меди (II) (2 балла):



$$m(\text{CuO}) = M(\text{CuO}) \cdot \nu(\text{CuO}) = M(\text{CuO}) \cdot \nu(\text{NaOH})/2$$

(при расчете не забываем, что щелочь в недостатке).

$$m(\text{NaOH}) = m(\text{p-ра}) \cdot \omega = 50 \cdot 0,04 = 2 \text{ г};$$

$$\nu(\text{NaOH}) = m(\text{NaOH})/M(\text{NaOH}) = 2/40 = 0,05 \text{ моль};$$

$$m(\text{CuO}) = M(\text{CuO}) \cdot \nu(\text{NaOH})/2 = 80 \cdot 0,05/2 = 2 \text{ г (2 балла)}.$$

Итого 7 баллов.

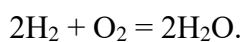
Задача 5.

Напишите 4 реакции получения воды: 1) реакцию соединения, 2) реакцию разложения, 3) реакцию замещения, 4) реакцию обмена.

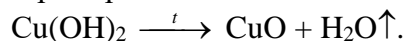
Решение:

По 1 баллу за реакцию каждого типа.

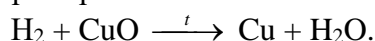
Реакция соединения:



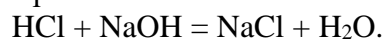
Реакция разложения – например:



Реакция замещения – например:



Реакция обмена – например:



Итого 4 балла.

Всего за комплект – 28 баллов.