

«БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ»  
 ФИНАЛЬНЫЙ ТУР  
 (25 февраля 2018 года)  
**10 класс**

**Задача 10-1**

Эквимольную смесь солей А и В массой 7.20 г нагрели до 200°C без доступа воздуха. При этом образовались только газообразные продукты, которые без охлаждения пропустили последовательно через трубки, наполненные безводным  $Mg(ClO_4)_2$  (1), раствором  $Ca(OH)_2$  (2), раскаленной медью (3). При этом массы трубок 1 и 3 увеличились соответственно на 3.60 г и 0.80 г (в трубке 3 образовался  $CuO$ ). Масса второй трубки не изменилась. В результате осталось лишь 2.24 л газа С (н.у.).

1. Определите соли А, В и газ С. Ответ подтвердите необходимыми расчетами.
2. Приведите уравнения соответствующих реакций.

**Задача 10-2**

Тяжелые металлы в окружающей среде опасны для здоровья человека. Санитарные службы устанавливают предельно допустимые концентрации токсикантов. Так, предельно допустимая концентрация (ПДК) свинца составляет 0.03 мг/л в питьевой воде и 30 мг/кг в почве.

1. Вычислите ПДК свинца в воде в моль/л.
2. В экологической лаборатории с целью проверки аналитических инструментов приходится готовить растворы с концентрацией свинца на уровне ПДК. Вычислите массу  $Pb(NO_3)_2$ , которую следует растворить в 100 мл воды для получения такого раствора. Как на самом деле готовят такой раствор в лаборатории?
3. Назовите главный источник загрязнения окружающей среды свинцом во второй половине прошлого столетия и его соединение, выбрасываемое в атмосферу.
4. В предположении, что вода полностью вымывает свинец из почвы, вычислите

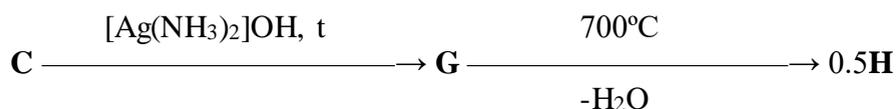
максимальную массу загрязненной на уровне ПДК почвы, сквозь которую может пройти 100 л дождевой воды при условии, чтобы концентрация свинца в воде не превысила ПДК.

5. Произведение молярных концентраций  $Pb^{2+}$  и  $CO_3^{2-}$ , если эти ионы одновременно присутствуют в растворе, не может превышать  $7.5 \cdot 10^{-14}$  моль<sup>2</sup>/л<sup>2</sup> («произведение растворимости»). Вычислите, какой объем углекислого газа (измеренного при 17°C и давления 767 мм рт. ст.) следует растворить в 1 л чистой воды (среда нейтральная), чтобы снизить в ней концентрацию свинца с 10 ПДК до 0.5 ПДК. Считайте, что другие примеси с  $CO_2$  не реагируют, кислотность среды в ходе реакций не изменяется, а из 1 моль растворенного  $CO_2$  в нейтральной среде переходят в ионы  $CO_3^{2-}$  лишь 0.039%.

6. Как вы думаете, почему ПДК свинца в почве значительно выше, чем в питьевой воде?

**Задача 10-3**

Расшифруйте превращения на основе газообразного углеводорода А. Массовая доля углерода в органических соединениях А, В равна 85.71%, 38.71% соответственно. Вещества С и D являются изомерами. Молекулы D, F являются циклическими простыми эфирами. Массовая доля кислорода в соединениях С, F равна 36.36%, в соединении E — 45.28%, в соединении G — 53.33%, в соединении H — 47.06%. Расшифруйте состав и напишите структурные формулы 8 веществ А-Н, составьте уравнения 8 реакций.



#### Задача 10-4

В 1792 г. в местечке Жавель под Парижем начали производить жавелевую воду пропусканием хлора через раствор КОН на холоду. Спустя 30 лет французский фармацевт А.Ж. Лабаррак усовершенствовал процесс, заменив КОН на дешевую кальцинированную соду. До сих пор это средство применяется для обеззараживания санитарных помещений, воды в бассейнах, для отбеливания ткани и бумаги.

Анализ образца жавелевой воды на содержание активного хлора провели следующим образом. Отобрали 50 г пробы этой воды, добавили избыток соляной кислоты, избыток йодида калия, затем оттитровали раствором тиосульфата натрия (0.1 моль/л) до полного обесцвечивания. Эквивалентный объем тиосульфата составил 20 мл, откуда вычисленная массовая доля активного хлора в жавелевой воде составила 0.142%.

1. Запишите 2 уравнения реакций, протекающих при получении жавелевой и лабарраковой воды.
2. Запишите 3 уравнения реакций, протекающих в ходе анализа при добавлении к жавелевой воде HCl, затем KI, затем тиосульфата натрия.
3. Выведите формулу расчета массовой доли активного хлора в жавелевой воде через эквивалентный объем раствора тиосульфата натрия (мл), концентрацию его (моль/л), массу анализируемой пробы (г).

Известно, что при растворении хлора в воде на холоду получается слабая кислота X и сильная кислота Y. Если из чистой кислоты X в количестве 4.44 моль приготовить 1 л водного раствора при комнатной температуре, то наблюдаются одновременно и обратимый распад кислоты на ионы со степенью диссоциации 0.01%, и обратимый распад кислоты до воды и оксида хлора со степенью диссоциации 10%.

4. Запишите 3 уравнения описанных реакций (хлора с водой, распада кислоты X с образованием ионов водорода, оксида хлора).
5. Вычислите молярную концентрацию оксида хлора и ионов  $H^+$  в этом растворе.