

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

**Задача 11-1**

Для получения серебристо-белого металла **X** минерал **A** сплавляют с  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в струе кислорода и полученную массу растворяют в горячей воде. Образовавшийся черно-коричневый осадок отфильтровывают, а оставшийся желтый раствор вещества **B** концентрируют и пропускают через него ток сухого  $\text{HCl}$ . При этом из раствора выпадает желтый аморфный осадок кислоты, которую отделяют, промывают, высушивают и прокаливают. Образовавшееся при этом лимонно-желтое соединение **Г** прокаливают в струе водорода и получают **X**, причем из 500.0 мг соединения **Г** образуется 396.5 мг **X**.

1. Установите химические формулы веществ **A**, **B**, **Г**, **X**, если черно-коричневый осадок содержит железо и марганец. Ответ подтвердите соответствующими расчетами. Напишите уравнения протекающих реакций.

2. Зачем концентрируют раствор?

3. Почему пропускают ток газообразного  $\text{HCl}$ , а не используют водный раствор  $\text{HCl}$ ?

4. Как называется минерал **A**?

При расчетах используйте значения атомных масс элементов с одним знаком после запятой.

**Задача 11-2**

К 800 мл раствора соляной кислоты с концентрацией 0.0125 моль/л прилили 200 мл раствора  $\text{AgNO}_3$  с концентрацией 0.0550 моль/л. Известно, что при этих условиях поверхность образовавшегося осадка адсорбирует свободные ионы  $\text{Ag}^+$  из раствора таким образом, что каждые 100 ионов  $\text{Cl}^-$  на поверхности кристалла притягивают 5 ионов  $\text{Ag}^+$ .

1. Вычислите массу образовавшегося осадка  $\text{AgCl}$ .

2. Вычислите заряд, который приобретает поверхность каждой частицы осадка вследствие адсорбции ионов  $\text{Ag}^+$  из раствора исходя из предположения, что все кристаллы осадка одинаковые и имеют форму куба, на ребре которого размещается 20 ионов  $\text{Ag}^+$  и 20 ионов  $\text{Cl}^-$ .

3. Вычислите массу ионов  $\text{Ag}^+$ , адсорбированных поверхностью всего осадка.

**Задача 11-3**

Расшифруйте превращения на основе газообразного углеводорода **A**. Массовая доля углерода в органических соединениях **A**, **B** равна 85.71%, 38.71% соответственно. Вещества **C** и **D** являются изомерами, **E** и **G** — изомеры, **F** и **H** — изомеры. Молекулы **D**, **F**, **H** являются гетероциклическими (цикл не только из углеродных атомов). Массовая доля кислорода в соединениях **C**, **F** равна 36.36%, а в соединении **E** — 45.28%. Расшифруйте состав и напишите структурные формулы 8 веществ **A-H**, составьте уравнения 8 реакций.

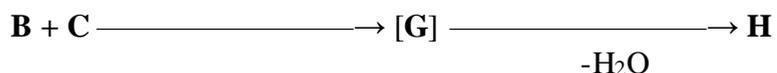


$\text{NaOH, t}$

$\text{H}^+, \text{ t}$



Вещество **H** получается нагреванием смеси **B** и **C** (1:1) в кипящем толуоле в присутствии катализатора пара-толуолсульфоукислоты с непрерывной отгонкой выделяющейся воды.



#### Задача 11-4

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, отсюда 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<sup>+</sup> в этом растворе.