

## Задания заключительного тура

### Всероссийского конкурса научных работ школьников «Юниор» 2014-2015 учебного года секция биологии и экологии, 10 класс

1. Рассчитайте массу водного раствора нитрата аммония, в котором содержится  $9,03 \cdot 10^{23}$  атомов кислорода, если массовая доля нитрата аммония в растворе равна 0,2.
2. В 1%-ный водный раствор хлорида натрия опущены два электрода, представляющие собой тонкие палладиевые пластинки. Один электрод покрыт с одной стороны лаком. При пропускании постоянного электрического тока через раствор один из электродов изгибается.
  - а) Какой из электродов изгибается и в какую сторону?
  - б) Объясните причину изгибания электрода.
3. При нагревании изоамилового спирта с серной кислотой происходит образование смеси нескольких веществ. Какие реакции могут происходить при нагревании этой смеси? Напишите структурные формулы пяти соединений, которые могут входить в состав этой смеси.
4. Твердое галогенопроизводное предельного углеводорода содержит 89,9% галогена по массе и имеет молярную массу 237 г/моль. Образец этого галогенопроизводного прокипятили с водным раствором гидроксида бария. При этом выпал осадок, растворимый в разбавленной азотной кислоте. Прокаливание осадка приводит к образованию газообразных продуктов с относительной плотностью по водороду, равной 18. Установите молекулярную формулу галогенопроизводного и напишите уравнения проведенных реакций.

### Решения

1. В водном растворе нитрата аммония содержится 1,5 моль атомов кислорода ( $\nu(\text{O}) = 9,03 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23} = 1,5$  моль). Введем обозначения для количественного состава водного раствора нитрата аммония:  $x$  – количество вещества воды ( $x = \nu(\text{H}_2\text{O})$ );  $y$  – количество вещества нитрата аммония ( $y = \nu(\text{NaNO}_3)$ ). Тогда в воде содержится  $x$  моль кислорода, а в нитрате аммония –  $3y$  моль кислорода, а в растворе  $x + 3y = 1,5$  моль кислорода. Выразим массу воды, нитрата натрия и массовую долю нитрата натрия в растворе:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = M(\text{H}_2\text{O}) \cdot x = 18x$$

$$m(\text{NaNO}_3) = M(\text{NaNO}_3) \cdot 3y = 80y$$

$$\omega(\text{NaNO}_3) = 80y / (18x + 80y) = 0,2$$

Решая систему уравнений, определим  $x$  и  $y$ :

$$x + 3y = 1,5$$

$$80y / (18x + 80y) = 0,2$$

$$x = 1,28 \text{ моль}; \quad y = 0,073 \text{ моль};$$

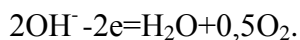
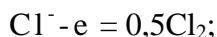
Тогда масса раствора  $m_{\text{р-ра}} = 18x + 80y = 28,9$  г.

**Ответ:**  $m_{\text{р-ра}} = 28,9$  г.

2. а) Электрод, покрытый лаком, изгибается так, что не покрытая лаком сторона становится выпуклой. Это возможно в том случае, когда покрытый лаком электрод является катодом (+).

1. При пропускании электрического тока через раствор идут следующие реакции.

На аноде:

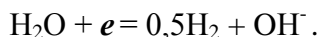


Возможна еще реакция:



Вещества, выделяющиеся на аноде, не реагируют с палладием.

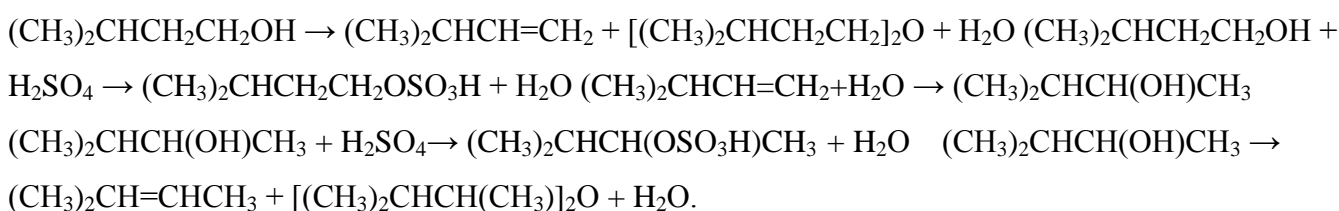
На катоде выделяется водород:



Водород с палладием не реагирует, но очень хорошо растворяется в палладии - до 850 объемов водорода на один объем палладия. При растворении водорода объем палладия увеличивается, что и служит причиной изгибания электрода.

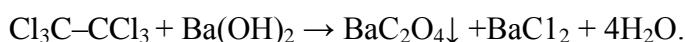
3. При нагревании спиртов с серной кислотой в зависимости от условий проведения эксперимента (концентрации кислоты, соотношения реагентов, температуры, порядка смешения реагентов) протекают различные процессы: дегидратация спиртов с образованием алкенов, простых эфиров спиртов и воды, алкилирование серной кислоты спиртами с образованием алкилсульфатов, гидратация образующихся алкенов до изомерных спиртов (способ превращения первичных спиртов во вторичные) и их последующая дегидратация. В случае изоамилового спирта (3-метилбутанола-1) среди продуктов реакции могут быть:

3-метилбутен-1, диизоамиловый эфир, изоамилсульфат, 3-метилбутанол-2, 2-метилбутен-2, а также вода.

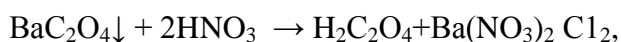


4. Формула предельного галогенопроизводного –  $\text{C}_x\text{H}_y\text{Hal}_z$ . Масса галогена в одном моле равна  $237 \cdot 0,899 = 213$  г. Из всех галогенов уравнению  $z \cdot A(\text{Hal}) = 213$  удовлетворяет только хлор ( $A=35,5$ ;  $z=6$ ). На углеводородный радикал приходится масса  $237 - 213 = 24$ , откуда  $x = 2$ , а  $y = 0$ . Искомое галогенпроизводное – гексахлорэтан  $\text{C}_2\text{Cl}_6$ .

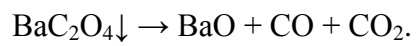
При щелочном гидролизе соединений ( в растворе гидроксида бария), содержащих радикал  $\text{CCl}_3$ , образуются соли карбоновых кислот, следовательно при гидролизе  $\text{Cl}_3\text{C}-\text{CCl}_3$  образуется соль двухосновной карбоновой кислоты (щавелевой):



Нерастворимый в воде оксалат бария растворяется в разбавленной азотной кислоте:



а при прокаливании выделяет смесь  $\text{CO}$  и  $\text{CO}_2$  в молярном соотношении 1:1:



Средняя молярная масса полученной газовой смеси равна:

$$\langle M \rangle = (28 + 44)/2 = 36 \text{ г/моль}.$$

**Ответ:** галогенпроизводное  $\text{C}_2\text{Cl}_6$ .