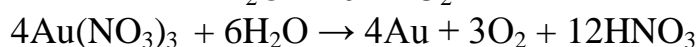


## 10 класс

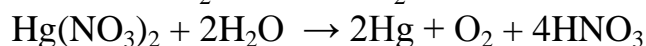
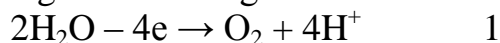
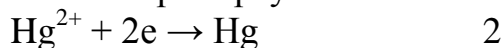
**10.1** При пропускании через 120 мл раствора, содержащего смесь  $\text{Au}(\text{NO}_3)_3$  и  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ , тока силой 0,9 А в течение 120 минут на катоде выделилась смесь металлов общей массой 5,99 г. Напишите уравнения электролиза каждой соли и определите молярные концентрации солей в исходном растворе, если известно, что на катоде не выделялись газы, а после окончания электролиза раствор не содержит ионов металлов.

### Решение:

1. Уравнение электролиза нитрата золота:



2. Уравнение электролиза нитрата ртути:



3. Составим уравнение для определения массы вещества, выделившегося на катоде.

Обозначим количество солей в растворе  $\nu(\text{Au}(\text{NO}_3)_3) = x$  моль, а  $\nu(\text{Hg}(\text{NO}_3)_2) = y$  моль. тогда количества образовавшихся металлов также равны  $\nu(\text{Au}) = x$  моль, а  $\nu(\text{Hg}) = y$  моль.

По условию масса смеси металлов, выделившихся на катоде, равна 5.99, отсюда:  $197x + 201y = 5,99$  г.

4. Определим число молей электронов, затраченных на восстановление веществ на катоде.

Количество электронов, прошедших через раствор:

$$\nu(\text{e}) = I \cdot t / F = 0,9 \cdot 120 \cdot 60 / 96500 = 0,067 \text{ моль.}$$

5. Составим уравнение для расчета числа молей электронов, затраченных на восстановление веществ на катоде:

Из уравнений восстановления ионов металла следует:

$$3x + 2y = 0,067.$$

6. Определим число молей солей в исходном растворе.

Составим систему из двух уравнений:

$$197x + 201y = 5,99$$

$$3x + 2y = 0,067,$$

решая которую, находим:  $x = 0,007$  моль;  $y = 0,023$  моль.

7. Определим молярные концентрации в исходном растворе.

Молярные концентрации солей в исходном растворе:

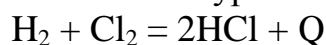
$$C_M(\text{Au}(\text{NO}_3)_3) = \nu/V = 0,007/0,12 = 0,058 \text{ M};$$

$$C_M(\text{Hg}(\text{NO}_3)_2) = \nu/V = 0,023/0,12 = 0,19 \text{ M}.$$

**10.2** В закрытой стеклянной колбе объемом 50 л находится при нормальных условиях смесь водорода и хлора, имеющая плотность 1,32 г/л. Сколько теплоты выделится при освещении колбы синим светом? Теплота образования HCl составляет 92 кДж/моль.

**Решение:**

1. Составим уравнение реакции:



2. Составим систему уравнений:

Обозначено  $\nu(\text{H}_2) = x$ ,  $\nu(\text{Cl}_2) = y$  моль;

$$2x + 71y = 500 * 1,32$$

$$x + y = 50 / 22,4$$

$$x = 1,34 \quad y = 0,89$$

Таким образом,  $\text{Cl}_2$  – в недостатке.

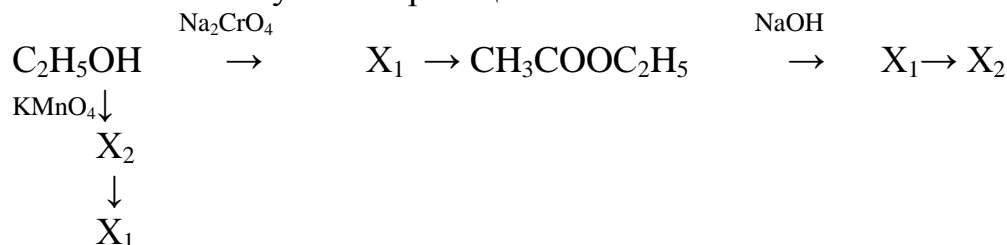
3. Найдено количество образовавшегося хлороводорода:

$$\nu(\text{HCl}) = 2 * 0,89 = 1,78 \text{ моль}$$

4. Рассчитано количество выделившейся теплоты:

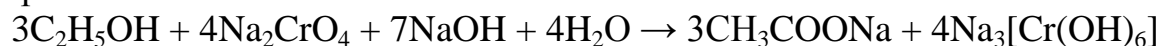
$$Q = 1,72 * 92 = 164 \text{ кДж}$$

**10.3** Напишите уравнения реакций, соответствующие следующей схеме. Укажите условия реакций.



**Решение:**

1. Этанол окисляется до ацетата натрия хроматом натрия в щелочном растворе:



2. Этилацетат можно получить из ацетата натрия действием этилийодида:  
 $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{J} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NaJ}$

3. Этилацетат гидролизуеться под действием щелочей:  
 $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

4. Этанол окисляется до уксусной кислоты перманганатом калия в кислом растворе:  
 $5\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 4\text{KMnO}_4 + 6\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{MnSO}_4 + 11\text{H}_2\text{O}$

5. Уксусную кислоту (как слабую кислоту) можно вытеснить из ацетатов сильными кислотами:  
 $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaCl}$

6. Сложные эфиры образуются при нагревании уксусной кислоты с этанолом в присутствии серной кислоты:  
$$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow{t, \text{H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$$

**10.4** Гексагидрат сульфата цинка и моногидрат сульфата цинка смешали в отношении 1:3 по массе. Какую массу такой смеси нужно растворить в 5 моль воды для получения 15%-ного раствора сульфата цинка?

**Решение:**

1. Найдём соотношение масс  $\text{ZnSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  в смеси.  
Искомую массу смеси обозначим за  $x$ :  
 $m(\text{ZnSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 0,25x$   
 $m(\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 0,75x$

2. Выразим массу безводного сульфата цинка в составе этой смеси.  
 $v(\text{ZnSO}_4) = v(\text{ZnSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) + v(\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 0,25x/269 + 0,75x/179 = 0,00512x$   
 $m(\text{ZnSO}_4) = 0,00512x \cdot 161 = 0,824x$

3. Рассчитаем массу безводного сульфата цинка.  
Масса полученного раствора равна: 90 г (масса воды) +  $x$  г (масса смеси).

Массовая доля сульфата цинка составляет:  
 $w(\text{ZnSO}_4) = 0,824x / (x + 90) = 0,15$   
 $x = 20,0 \text{ г}$

**10.5** После проведения реакции в смеси двух газов (с исходной плотностью по воздуху 1,048) ее плотность по воздуху увеличилась до 1,310. При пропускании продуктов реакции через раствор гидроксида натрия их объем уменьшается вдвое, а плотность остатка по гелию составляет 8,000. Определите качественный и количественный состав (в объемных %) исходной газовой смеси и состав смеси после реакции. Напишите уравнения происходящих реакций.

**Решение:**

1. Определим молярную массу остатка.

$M_{\text{остатка}} = 8 \cdot 4 = 32$  (г/моль), эта  $M$  может соответствовать кислороду –  $O_2$ .

2. Определим молярную массу второго газа.

Поскольку этот газ составлял ровно половину от продуктов реакции, то для  $x$  - мол. масса второго газа имеем  $(x+32)/2=1,31 \cdot 29$ .

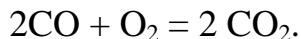
Откуда  $x=1,31 \cdot 29 \cdot 2 - 32 = 43,98$  (г/моль), что может соответствовать газам  $CO_2$ ,  $N_2O$ ,  $C_3H_8$ .

3. Определим состав газовой смеси, взаимодействующей со щелочью.

Раствором щелочи может поглощаться  $CO_2$ . Тогда в смеси после реакции могут быть  $CO_2$  и  $O_2$  – (избыток) (1:1).

4. Определим качественный состав исходной газовой смеси.

Такая смесь может образоваться после взаимодействия  $CO$  и  $O_2$  (в избытке  $O_2$ ):



5. Определим количественный состав исходной смеси.

Тогда исходная газовая смесь –  $CO$  и  $O_2$  в соотношении 2:1: ( $1+2=3$ ), или 40%  $CO$  и 60 %  $O_2$ .

6. Определим количественный состав смеси после реакции.

Состав смеси после реакции:  $CO_2$  (50%),  $O_2$  (50%).

7. Уравнение взаимодействия газовой смеси 2 со щелочью:

