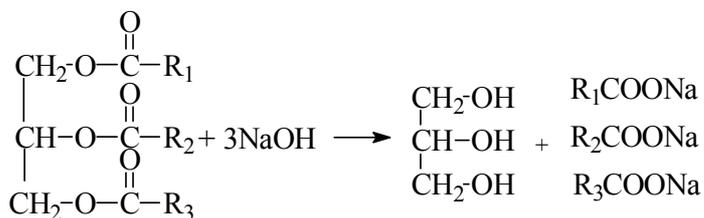


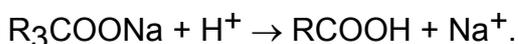
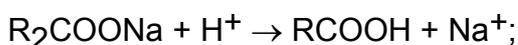
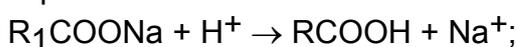
## 11 класс

### Задача 1.

При щелочном гидролизе жира протекает реакция:



Подкисление полученного раствора приводит к переходу солей высших карбоновых кислот в кислоты:



Судя по тому, что после гидролиза выделено лишь три вещества, можно заключить, что в состав жира входят кислотные остатки лишь двух карбоновых кислот.

Вещество X – это глицерин. При добавлении к нему свежеприготовленного гидроксида меди(II) образуется ярко-синий глицерат меди(II):

Вещества Y и Z – это карбоновые кислоты. Найдем их формулы. Вещество Y присоединяет хлор и образует дихлорпроизводное, значит – это непредельная карбоновая кислота с одной двойной связью и ее формулу в общем виде можно записать так:

$\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{COOH}$ . Формула дихлорпроизводного -  $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{Cl}_2\text{COOH}$ . Зная массовую долю хлора, найдем молярную массу дихлорпроизводного:

$$\begin{aligned} \omega(\text{Cl}) &= \frac{m(\text{Cl})}{m(\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{Cl}_2\text{COOH})} = \\ &= \frac{M(\text{Cl}) \cdot n(\text{Cl})}{M(\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{Cl}_2\text{COOH}) \cdot n(\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{Cl}_2\text{COOH})} \\ &= \frac{M(\text{Cl}) \cdot 2 \cdot n(\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{Cl}_2\text{COOH})}{M(\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{Cl}_2\text{COOH}) \cdot n(\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{Cl}_2\text{COOH})} = \\ &= \frac{2 \cdot M(\text{Cl})}{M(\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{Cl}_2\text{COOH})}. \end{aligned}$$

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{Cl}_2\text{COOH}) = \frac{2 \cdot M(\text{Cl})}{\omega(\text{Cl})} = \frac{2 \cdot 35,5}{0,2011} = 353 \text{ г / моль}.$$

Теперь найдем молярную массу и формулу радикала:

$$\begin{aligned} M(\text{C}_n\text{H}_{2n-1}) &= \\ &= M(\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{Cl}_2\text{COOH}) - [2 \cdot M(\text{Cl}) + M(\text{C}) + 2 \cdot M(\text{O}) + M(\text{H})] = \\ &= 353 - [35,5 \cdot 2 + 12 + 16 \cdot 2 + 1] = 237 \text{ г / моль}. \end{aligned}$$

$$12 \cdot n + 2 \cdot n - 1 = 237; n = 17.$$

Таким образом, вещество Y – это олеиновая кислота:  $C_{17}H_{33}COOH$ .

Вещество Z не присоединяет галогены, значит это предельная кислота с общей формулой:  $C_mH_{2m+1}COOH$ . Аналогично, зная массовую долю кислорода в кислоте, найдем формулу этой кислоты:

$$\omega(O) = \frac{m(O)}{m(C_mH_{2\cdot m+1}COOH)} = \frac{2 \cdot M(O)}{M(C_mH_{2\cdot m+1}COOH)}$$

$$M(C_mH_{2\cdot m+1}COOH) = \frac{2 \cdot M(O)}{\omega(O)} = \frac{2 \cdot 16}{0,2758} = 116 \text{ г / моль .}$$

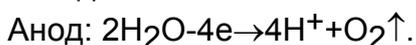
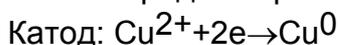
Теперь найдем молярную массу и формулу радикала:

$$M(C_mH_{2m+1}) = 116 - (12 + 16 \cdot 2 + 1) = 71 \text{ г/моль.}$$

$12 \cdot m + 2 \cdot m + 1 = 71$ ;  $n = 5$ . Вещество Z – капроновая или гексановая кислота:  $C_5H_{12}COOH$ .

### Задача 2.

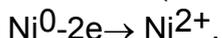
На электродах первого электролизера протекают реакции:



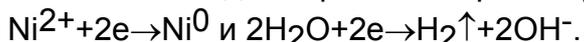
Суммарная реакция, протекающая в электролизере, отражается следующим уравнением:  $2CuSO_4 + 2H_2O \rightarrow 2Cu^0 + 2H_2SO_4 + O_2 \uparrow$ .

Масса первого электролизера уменьшилась за счет выделившегося кислорода.  $n(O_2) = 1,6 \text{ г} / 32 \text{ (г/моль)} = 0,05 \text{ моль}$ . Следовательно, количество меди, выделившейся на катоде равно  $n(Cu) = 2 \cdot n(O_2) = 2 \cdot 0,05 \text{ моль} = 0,1 \text{ моль}$ , а ее масса  $m(Cu) = 0,1 \text{ моль} \cdot 63,5 \text{ г/моль} = 6,35 \text{ г}$ . Масса анода не изменилась. В первом электролизере также образовалось 0,1 моль  $H_2SO_4$ .

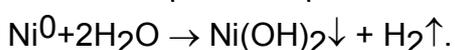
На аноде (никелевом) второго электролизера происходит окисление никеля:



Аналогично меди  $n(Ni) = 0,1 \text{ моль}$  или  $m(Ni) = 0,1 \text{ моль} \cdot 58,7 \text{ г/моль} = 5,87 \text{ г}$  никеля перешло в раствор. Таким образом, анод второго электролизера стал легче на 5,87 г. На катоде второго электролизера протекает два процесса:



Таким образом, во втором электролизере протекают две параллельных реакции:



Из уравнений реакций видно, что сумма количеств никеля и водорода, выделившихся на катоде равна количеству никеля, растворившегося на аноде:  $n(Ni) + n(H_2) = 0,1 \text{ моль}$ . Масса второго электролизера уменьшилась за счет выделившегося водорода, его количество равно:  $n(H_2) = 0,1 \text{ г} / (2 \text{ г/моль}) = 0,05 \text{ моль}$ .

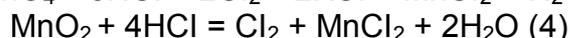
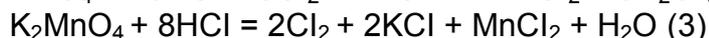
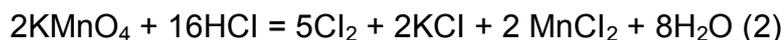
Следовательно, количество выделившегося на катоде никеля  $n(Ni) = 0,05 \text{ моль}$ , а масса  $m(Ni) = 0,05 \text{ моль} \cdot 58,7 \text{ г/моль} = 2,935 \text{ г}$ . Во втором электролизере также образовался гидроксид никеля в количестве:  $n(Ni(OH)_2) = 0,05 \text{ моль}$ .

### Задача 3.

При нагревании перманганат калия разлагается по уравнению:



Продукты окисления и сам перманганат калия окисляют соляную кислоту до хлора:



Уменьшение массы смеси при разложении происходит за счёт кислорода:

$$m(\text{O}_2) = 28,44 - 27,16 = 1,28 \text{ г}, \quad \varphi(\text{O}_2) = 1,28/32 = 0,04 \text{ моль.}$$

После первой реакции в смеси осталось:

$$\varphi(\text{KMnO}_4) = 28,44/158 - 0,04 \cdot 2 = 0,1 \text{ моль}; \quad \varphi(\text{K}_2\text{MnO}_4) = 0,04 \text{ моль}; \quad \varphi(\text{MnO}_2) = 0,04 \text{ моль.}$$

В результате реакций 2-4 израсходовано  $0,1 \cdot 8 + 0,04 \cdot 8 + 0,04 \cdot 4 = 1,28$  моль HCl, и образовалось  $0,1 \cdot 2,5 + 0,04 \cdot 2 + 0,04 \cdot 1 = 0,37$  моль хлора. Объём хлора равен  $0,37 \cdot 22,4 = 8,288$  л.

Масса хлороводорода равна  $1,28 \cdot 36,5 = 46,72$  г, масса раствора соляной кислоты  $46,72/0,365 = 128$  г, объём раствора  $128/1,18 = 108,5$  мл.

#### Задача 4.

Расход HCl составил 20% от 3 моль, т.е. прореагировало 0.6 моль.

Уравнение получения 2-хлорбутана:

	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$	+	HCl	$\leftrightarrow$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{CHCl}-\text{CH}_3$	+	Q
Было, моль	1		3		0		
Прореагировало	0,6		0,6		0		
Выделилось	0		0		0,6		
Стало	0,4		2,4		0,6		

Следовательно,  $C(\text{C}_4\text{H}_8) = 0,4$  моль/л,  $C(\text{HCl}) = 2,4$  моль/л,  $C(\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}) = 0,6$  моль/л.

Определим  $K_c = C(\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}) / [C(\text{C}_4\text{H}_8) \cdot C(\text{HCl})] = 0,6 / (0,4 \cdot 2,4) = 0,625$  л/моль.

С увеличением температуры выход экзотермической реакции снизится.