

# Часть 1

Олимпиада: **Химия 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21300284**

ID профиля: **170510**

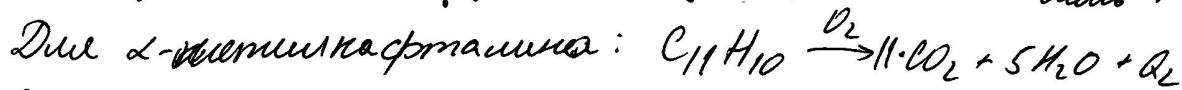
Вариант 1

Задача №3 3 см.

Рассчитаем теплоту реакции сгорания  $\alpha$ -нафталина и уретана:



$$Q_1 = Q_f(CO_2) \cdot 16 + 17 \cdot Q_f(H_2O) - Q_f(C_{16}H_{34}) = 10698,6 \frac{kJ}{моль} \text{ для 1 моль } C_{16}H_{34}$$



$$Q_2 = Q_f(CO_2) \cdot 11 + Q_f(H_2O) \cdot 5 - Q_f(C_{11}H_{10}) = 5712,5 \frac{kJ}{моль} \text{ для 1 моль } C_{11}H_{10}$$

Если в состав керосина входят только  $C_{16}H_{34}$  и  $C_{11}H_{10}$ , то пусть  $C_{16}H_{34}$   $x$  мм, а  $C_{11}H_{10}$   $y$  мм, тогда  $Q_1 \cdot \frac{0,773 \cdot x}{M_{C_{16}H_{34}}} + Q_2 \cdot \frac{1,02 \cdot y}{M_{C_{11}H_{10}}} = 3927,8 kJ$  по закону сохранения энергии и  $x+y=100$  мм. Составим систему уравнений.

$$\begin{cases} 10698,6 \cdot \frac{0,773 \cdot x}{226} + 5712,5 \cdot \frac{1,02 \cdot y}{142} = 3927,8 \\ x+y=100 \end{cases}$$

Тогда получаем из уравнений  $x = 39,53$  мм;  $y = 60,47$  мм. По определению удельного тепла, удельное тепло керосина равно  $\frac{39,53}{60,47+39,53} \cdot 100 = 59,53$

$$2) \text{ Для расчета найдем среднюю плотность керосина } \rho_k = \frac{m(C_{16}H_{34}) + m(C_{11}H_{10})}{V_k} = \frac{\rho(C_{16}H_{34}) \cdot V(C_{16}H_{34}) + \rho(C_{11}H_{10}) \cdot V(C_{11}H_{10})}{100 \text{ мм}} = 0,9224 \frac{г}{мм} = 0,9224 \frac{г}{см^3}, \text{ тогда}$$

из предыдущего пункта найдем, что на 92,242. Вычитаем 3927,8 кДж, тогда на 1 тонну вычитается  $Q' = 3927,8 \cdot \frac{1 \cdot 10^6}{92,24} = 4,2582,394 \text{ кДж}$ , тогда если на 1 моль  $H_2$  вычитается 285,8 кДж, то нужно  $n(H_2) = \frac{Q'}{Q(H_2)} = 148993,68$  моль, это при н.у. составляет 3337458,7 л водорода

3) Найдем кол-во  $H_2$ , а потом сравним:

$$pV = nRT \Rightarrow n = \frac{pV}{RT} = \frac{10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{8,317 \cdot 298} = 316,4 \text{ моль} \Rightarrow \text{запас энергии равен}$$

$$Q'(H_2) = 316,4 \cdot 285,8 = 90,427,12 \frac{kJ}{г} \text{, где керосин } Q'(кр.) = 316,4 \cdot 1,02 \text{ вычит } 3927,8$$

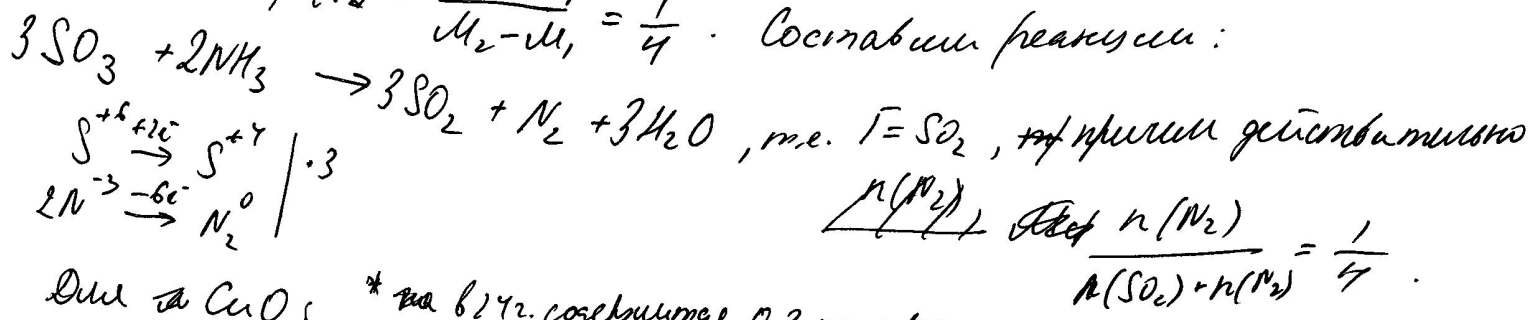
$$M_{кр}(г) = 0,3953 \cdot 226 + 0,6047 \cdot 142 = 89,94 \frac{г}{мм} \Rightarrow \text{на 1 мм керосина}$$

Считаем теплоту для керосина  $\alpha$  и разность масс топлива. Ответ 7-а.

1 стр.

Задача N1

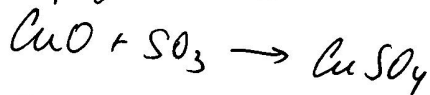
Если общая формула оксида  $X_2O_n$ , где  $n$  - валентность  $X$ , то  
 где  $A$  получаем, что при  $n=3$ ,  $M(X) = 32 \frac{г}{моль}$ , это соответствует  
 сере ( $S$ ). Для  $n=2$  в случае вещества  $B$  получаем  $M(X') = 64 \frac{г}{моль}$ ,  
 это очень близко к  $Cu$ . Но ~~так~~  $M(CuO) = M(SO_3)$ , т.е. скорее  
 всего это найденный оксид. Известно, что после реакции  
 с  $NH_3$   $D(M) = 13,75 \Rightarrow M_{мин} = 55 \frac{г}{моль} \Rightarrow$  если  $\phi_1 \cdot M_1 + (1-\phi_2) M_2 =$   
 $= M_{ф} \Rightarrow \phi(N) = \frac{M_2 - M_{ф}}{M_2 - M_1} = \frac{1}{4}$ . Составим реакцию:



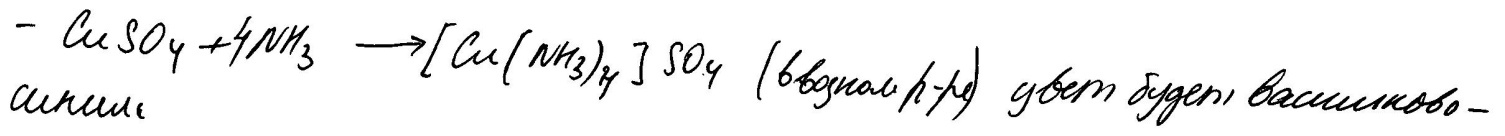
Для  $A$   $CuO$ : \* на 61% содержится  $O$ , 3 моля  $Fe$ , а в  $4,9\%$  - 0,2 моля газа  $NH_3$ ,  
 т.е.  $0,3:0,2 = 3:2$ , это соответствует с уравнением.

$$3CuO + 2NH_3 \rightarrow 3Cu + N_2 + 3H_2O, \text{ применим в ур-ниях } 1 \text{ и } 2 \text{ коэф.}$$

образование  $B$ : т.е.  $A = Cu$  соответс.

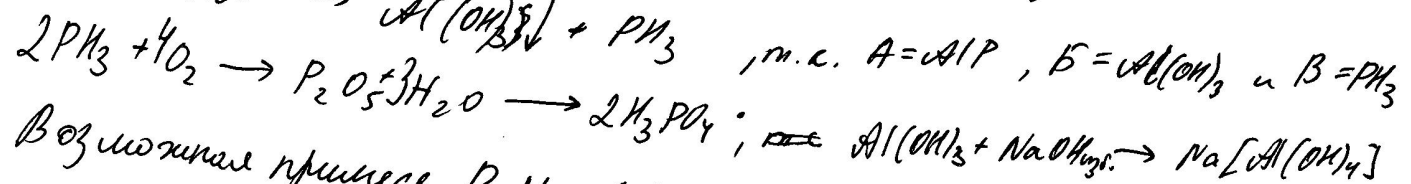
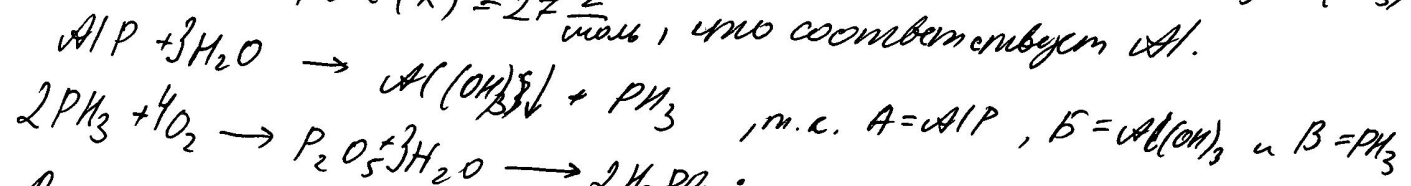


- Если  $CuSO_4$  растворить в воде, то  $Cu^{2+}$  возьмет себе аква сферу, т.  
 соединение будет голубого цвета формулой  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ , где кристи-  
 ллическая вода придает этот цвет, т.е. объяснив это можно с помощью  
 теории ТКП.



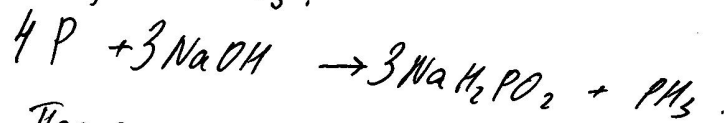
## Задача №2

Если предположить, что выделяющийся газ В - фосфин  $\text{PH}_3$ , это разумно, потому что он азотист и образуется при действии на Р щелочью. Тогда  $n(\text{PH}_3) = \frac{V(\text{PH}_3)}{V_{\text{н.}}} = 0,1 \text{ моль}$ , по закону сохр. массы масса остатка =  $m_{\text{ост}} - M(\text{P}) \cdot n = 5,82 - 31 \cdot 0,1 = 2,72$ . ~~III~~ Если металл растворим в избытке щелочи, то он амфотерен и можно предположить, что имеет валентности III. Тогда  $n(\text{PH}_3) = n(\text{X})$ , где X остаток,  $M(\text{X}) = 27 \frac{2}{\text{моль}}$ , что соответствует Al.



Возможная примесь  $\text{P}_2\text{H}_4$  (вроде  $\text{P}_2\text{H}_6$  не существует), т.е.  $\text{P}_2\text{H}_4 + 3,5\text{O}_2 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} 2\text{H}_3\text{PO}_4$ , т.е.  $\Gamma = \text{P}_2\text{H}_4$

Получили  $\text{PH}_3$ :



После окисления  $\text{PH}_3$  образовалось  $\text{H}_3\text{PO}_4$  причем в том же кол-ве, т.е.  $n(\text{PH}_3) = n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,1 \text{ моль}$ , тогда после приливания 10 мл р-ра концентрированной азотной кислоты  $C = \frac{n}{V} = \frac{n(\text{H}_3\text{PO}_4)}{V(\text{H}_2\text{O})} = 0,01 \text{ М}$ , тогда в пробе 150 мл  $n(\text{H}_3\text{PO}_4) = V_1 \cdot C = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$ . Кол-во NaOH в реактиве =  $50 \text{ мл} \cdot 0,01 \text{ М} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$ . Т.е. щелочи в избытке по отношению к той части диссоциирующей  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , т.е. сначала будет реакция  $\text{NaOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ , а после  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaHPO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ . Тогда в конечном р-ре:  $n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0$ ,  $n(\text{NaH}_2\text{PO}_4) = 1 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$ ,  $n(\text{NaHPO}_4) = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$

Вообще приготовленный раствор будет проявлять буферные свойства, и если не ошибаюсь, торн имеет в кислой зоне, т.к.  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  влечет сильную  $\text{NaHPO}_4$  (по какому соотношению по константам)

# Часть 2

Олимпиада: **Химия 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21300284**

ID профиля: **170510**

Вариант 1

Задача №6

смр 3

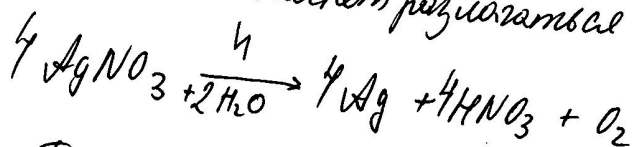
Закон электролиза  $m = k \cdot I \cdot t$ , где  $k = \frac{M}{F \cdot n}$ , рассчитаем кол-во  
 $\Delta t = 52 \text{ мин} = 19320 \text{ с.}$

$$n(\text{AgNO}_3) = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{Pb(NO}_3)_2) = 0,2 \text{ моль} \quad m(\text{H}_2\text{O}) = 499,7 \text{ г} \Rightarrow n(\text{H}_2\text{O}) = 27,76$$

$$n(\text{Ni(NO}_3)_2) = 0,2 \text{ моль}$$

П.к.  $\text{Ag}^+$  имеет самое "неактивное" в данном р-ре, оно сначала  
 восстанавливается до  $\text{Ag}$ , п.к.  $\text{Pb}^{2+}$  и  $\text{Ni}^{2+}$  стоят ниже водорода, то  
 после этого начнет разлагаться вода.



После этого будет разложение воды  $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$

Тогда по закону электролиза  $m(\text{Ag}) = \frac{M(\text{Ag})}{F} \cdot I \cdot t = 107,87 \cdot 3 \cdot 19320 = 64,78 \text{ г.}$

Это значит, что электролиз по сфед  $\text{AgNO}_3$  прошел не полностью. До полностью  
 по серебра в р-ре  $m(\text{Ag}) = \frac{M(\text{Ag})}{F} \cdot I \cdot t = 107,87 \cdot 0,4 \cdot 19320 = 83,14 \text{ г.}$   
 тогда потом начнется выделение  $\text{H}_2$ , причем  $n(\text{H}_2) = \frac{I \cdot t}{2F} = 0,1 \text{ моль}$   
 \* (n=2, т.к. чтобы водород улетел на  $2\text{H}^+$  нужно  $2\text{e}^-$ ). Анализируем

оставшийся р-р:

$$n(\text{Pb(NO}_3)_2) = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{Ni(NO}_3)_2) = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{AgNO}_3) = 0$$

$$n(\text{HNO}_3) = n(\text{Ag}) = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = n_0(\text{H}_2\text{O}) - \frac{1}{2}n(\text{Ag}) = n(\text{H}_2) = 27,26 \text{ моль}$$

Кат. и катод.  
соотношения.

\* Время которое электролизова-  
лось  $\text{Ag}^+$  равно

$$\frac{0,4 \cdot F}{I} = \Delta t = 12868,6 \text{ с}$$

Тогда оставшееся время:

$$t_1 = 6453,3 \Rightarrow n(\text{H}_2) = \frac{I \cdot t_1}{2F} = 0,1 \text{ моль}$$

Общая масса р-ра  $m(\text{Pb(NO}_3)_2) + m(\text{Ni(NO}_3)_2) + m(\text{HNO}_3) + m(\text{H}_2\text{O}) = 618,68 \text{ г}$ , причем  
 массовая доля  $\text{HNO}_3$   $\omega = \frac{m(\text{HNO}_3)}{m_{\text{р-ра}}} = 0,0407 \Rightarrow$  в 100 г будет кислота 4,07 г.

или  $6,46 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$ , т.к. кислота сильная  $\Rightarrow$  полная диссоциация, то

$$n(\text{HNO}_3) = n(\text{H}^+), \text{ pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg[\text{HNO}_3], \text{ где } [\text{HNO}_3] = 6,46 \cdot 10^{-3} : 100 = 6,46 \cdot 10^{-5} \text{ м} \Rightarrow \text{pH} \approx 4,12$$

снр 1

Задача №4

Рассчитаем дробную-формулу вещества А:

$$n(C) = n(CO_2) = \frac{15,61}{22,4} \text{ моль} = 0,7 \text{ моль}$$

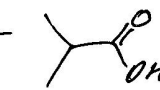
$$n(H) = 2n(H_2O) = 2 \cdot \frac{12,6}{18} \text{ моль} = 1,4 \text{ моль}$$

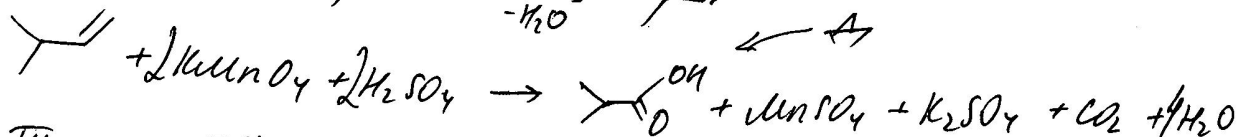
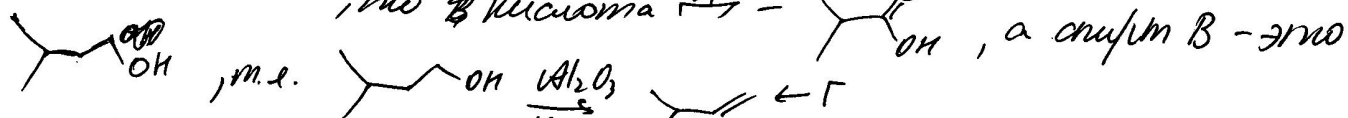
$$n(O) = \frac{m(A) - m(C) - m(H)}{m(O)} = 0,2 \text{ моль}$$

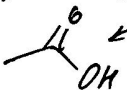
Поэтому вещество формулой  $(C_7H_{14}O_2)_n$

При титровании ушло  $n(NaOH) = c(NaOH) \cdot V(NaOH) = 0,1 \text{ моль}$

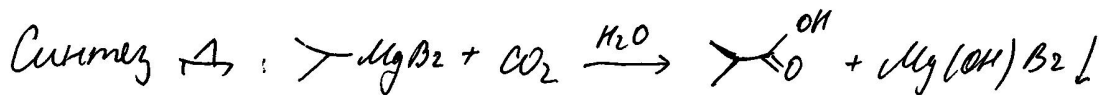
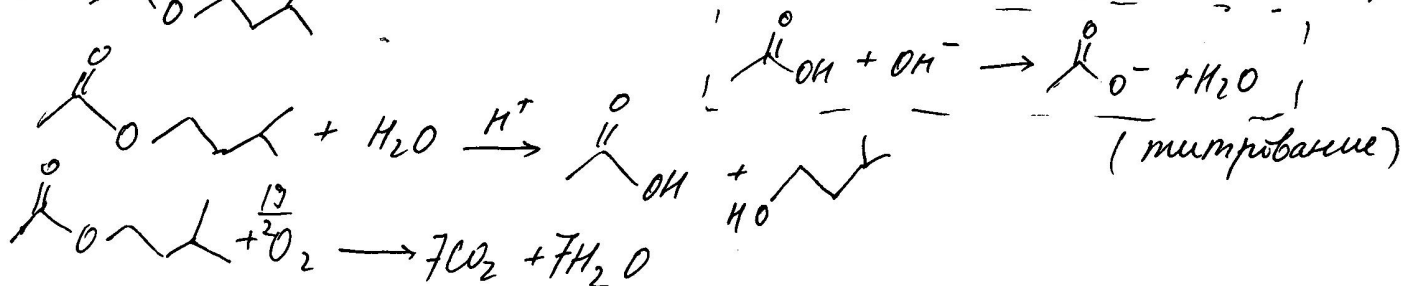
Рассчитаем спирт В, при дегидратации спиртов образуется <sup>2 атома</sup> алкена, поэтому ~~в~~ сами в др. кислоте 2 кислорода, то

$M_k = 32 : 0,3636 = 88 \frac{г}{\text{моль}}$ , что соответствует  $C_4H_8O_2$ , раз она содержит третичный атом, то В кислота А - , а спирт В - это



Поэтому найдем В, т.к. известно 132. А  $\Rightarrow n(A) = \frac{m(A)}{M(A)} = 0,1 \text{ моль}$ , это верно и для кислоты и спирта с данным титрованием (если кислота одноосновная), тогда  $M(B) = \frac{m(B)}{n(A)} = 60 \frac{г}{\text{моль}}$ , тогда кислота формулой  ← Б

удовлетворяет условию. Значит вещество А - эфир 



Б - уксусная кислота

Г - 3-метилбутан-1-ен

А - изобутановая кислота

В - 3-метилбутан-1-ол

А - ~~эфир~~ ацето(2-метил)бутановый эфир

Задача 5

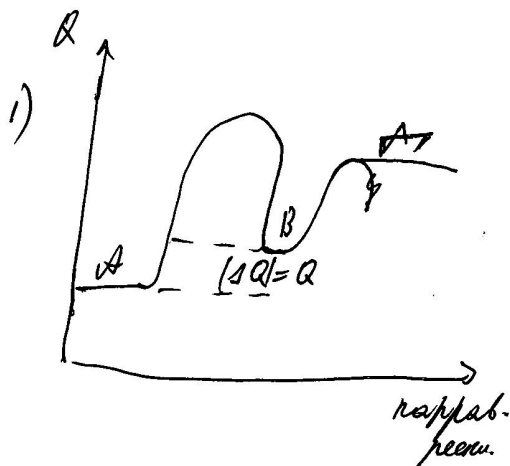
опр 2

Средняя кинетич. энергия зависит от  $T$ , которая по закону  
многозначности  $Q = \Delta U + A'$  ~~пропорциональна~~ может зависеть от  $T$ .

$k_1 \Rightarrow$  рассмотрим  $\ln(k)$ :  $\ln k_1 = -E_A \cdot \ln A^{-1} \cdot \frac{1}{RT} = E_A \cdot K$ , где

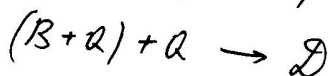
$K = \frac{\ln A^{-1}}{RT}$ ; если  $\ln k = \ln k_1$ ,  $k_1 = k_2$ , то  $\ln(k) = \ln(k_1) \Rightarrow$

$$\Rightarrow E_{A_1} k_1 = E_{A_2} k_2$$



т.е.  $E_A \sim T \Rightarrow E_A(A \rightarrow B)$ , где  $A \rightarrow B + Q$ ,

$E_A(A \rightarrow B) \sim \Delta Q$ , где  $E_A(B \rightarrow D) \sim \Delta Q$ , т.е.



Реакция будет эндотермической, т.е.  
для образования  $D$  нужно поглотить энергию  
а начальная  $Q$  была в  $4$  раза  
меньше  $E_A$ .