



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Тиганов Ярослав Сергеевич**

Класс: **11**

Технический балл: **93**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

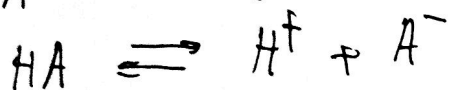
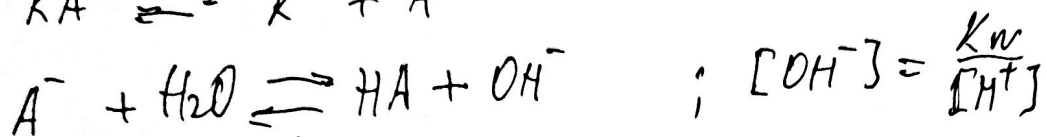
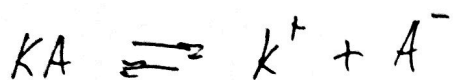
Шифр работы:	9807471
Оценка:	93
Экзаменатор:	Пичугина
Описание работы:	
№ 1	8 баллов
№ 2	16 баллов
№ 3	14 баллов (не верно рассчитана k из-за размерности K в литрах)
№ 4	20 баллов
№ 5	20 баллов
№ 6	15 баллов (не верно Д, Е, масса)

Чистовик лист 2

Задание 2

$\text{pH} = -\log_{10}([\text{H}^+]) \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-11} \text{ M}$; Пусть концентрация кислоты:

$$K_{\text{дис}} = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{[\text{H}^+]([\text{H}^+] + C(\text{KA}))}{C(\text{KA}) - [\text{OH}^-]} ; \text{ т.к. :}$$



$$10^{-10} = \frac{10^{-11} (10^{-11} + C(\text{KA}))}{C(\text{KA}) - 10^{-3}} \Rightarrow C(\text{KA}) = 1,11 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$\text{Ответ: } C(\text{KA}) = 1,11 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Условие сум 3

Задача 3

$$M_{\text{смеси}} = \frac{1,86 \cdot 2 M(A) + 1 \cdot M(A)}{2,86} = 75,92 \text{ г/моль}$$

$$M(B) = 2 M(A) ; M(A) = 46 \text{ г/моль}$$

Получа: A - NO_2 ; B - N_2O_4

$$P(\text{NO}_2) = X(\text{NO}_2) \cdot P_{\text{смеси}} = \frac{1}{2,86} \cdot 1 \text{ атм} = 0,35 \text{ атм} \approx 0,355 \text{ бар}$$

$$P(\text{N}_2\text{O}_4) = \frac{1,86}{2,86} \cdot 1 = 0,65 \text{ атм} \approx 0,659 \text{ бар}$$

$$K_p = \frac{P(\text{N}_2\text{O}_4)}{P(\text{NO}_2)^2} = \frac{0,659}{0,355^2} = 5,23$$

$$K_p = \frac{k_{\text{прям}}}{k_{\text{обр}}} \Rightarrow k_{\text{разлож. B}} = \frac{k_{\text{прям}}}{K_p}$$

$$k_{\text{разлож. B}} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{5,23} = 9,56 \cdot 10^{-4} \frac{1}{\text{сек} \cdot \text{мм}}$$

Чистовик лист 2,

Задача № 4

$$pV = \nu RT$$

$$\nu_{\text{смеси газ}} = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 11,15}{8,314 \cdot 453} = 0,3 \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{смеси газ}} = \nu_{\text{спиртов}} = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow M_{\text{смеси}} = \frac{15,9}{0,3} = 53 \text{ г/моль}$$

Один спирт должен быть тяжелее 53 г/моль, другой легче. Продукты их дегидратации должны быть газобразными

Получи состав смеси: CCO ; CCCO (или ~~CCCO~~)

$$M(\text{CCO}) = 46 \text{ г/моль} ; M(\text{CCCO}) = 60 \text{ г/моль}$$

Пусть был 1 моль смеси; $X(\text{CCO}) = x$; $X(\text{CCCO}) = 1-x$

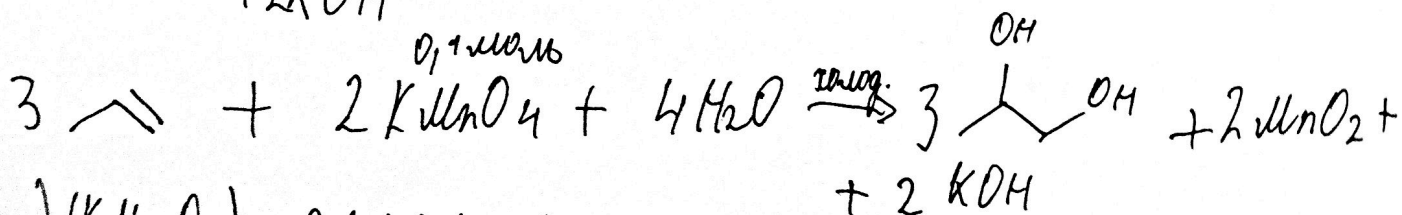
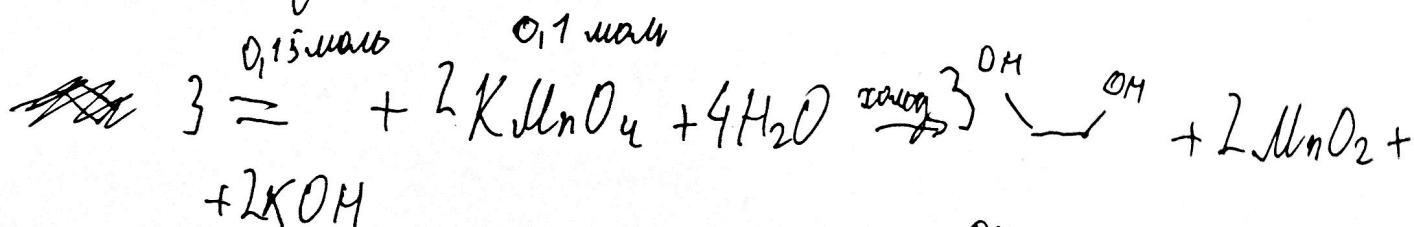
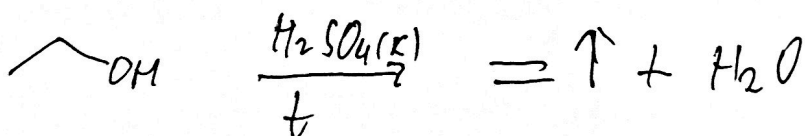
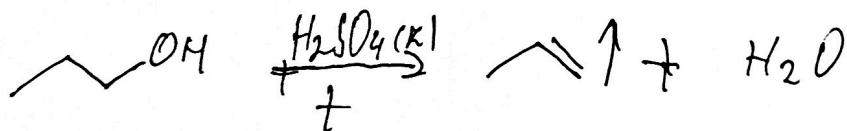
$$M_{\text{ср}} = 46x + 60(1-x) = 53 \Rightarrow x = 0,5$$

$$\text{или } \nu(\text{CCO})_{\text{в смеси}} = 0,5 \cdot 0,3 = 0,15 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{CCCO})_{\text{в смеси}} = 0,15 \text{ моль}$$

$$W(\text{CCO}) = \frac{0,15 \cdot 46}{15,9} \cdot 100\% = 43,4\%$$

$$W(\text{CCCO}) = 56,6\%$$

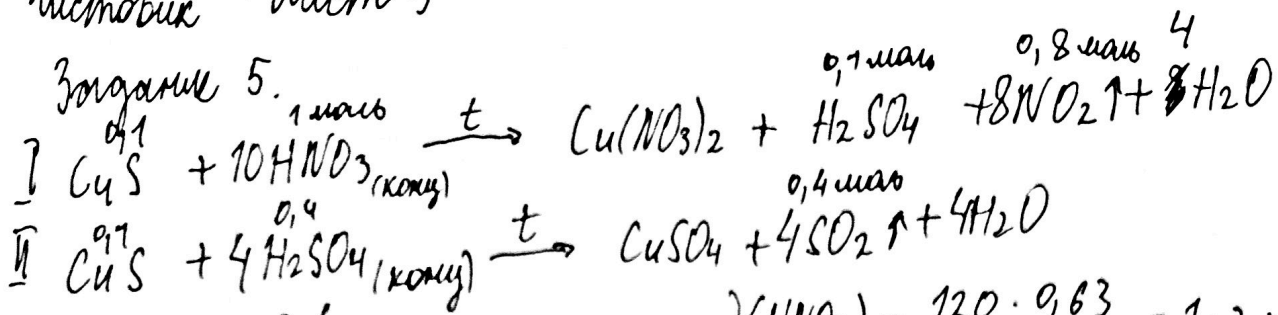


$$\nu(\text{KMnO}_4) = 0,1 + 0,1 = 0,2 \text{ моль}$$

$$V(\text{KMnO}_4)_{\text{р-р}} = \frac{0,2}{0,4} = 0,5 \text{ л}$$

Чистовик лист 5

Задача 5.



$$\nu(\text{CuS}) = \frac{9,6}{96} = 0,1 \text{ моль} ; \nu(\text{HNO}_3) = \frac{120 \cdot 9,63}{63} = 1,2 \text{ моль} ;$$

$$\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{142,7 \cdot 0,98}{98} = 1,427 \text{ моль}$$

Таким образом CuS находится в недостатке

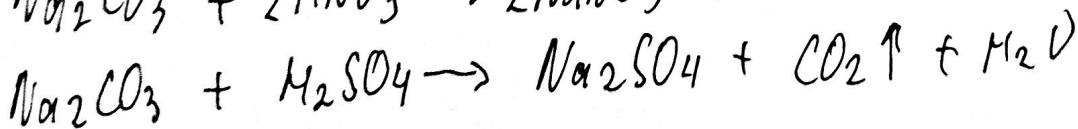
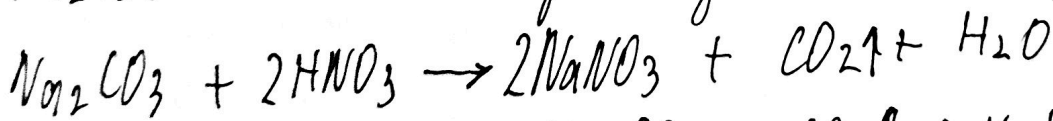
$$m_{\text{I стакана}} = 9,6 + 120 - \underbrace{0,8 \cdot 46}_{m(\text{NO}_2)} = 92,8 \text{ г}$$

$$m_{\text{II стакана}} = 9,6 + 142,7 - \underbrace{0,4 \cdot 64}_{m(\text{SO}_2)} = 126,7 \text{ г}$$

$$\text{Разница в массе стаканов: } 126,7 - 92,8 = 33,9 \text{ г}$$

$m_{\text{II стакана}}$ на 33,9 г больше

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ необходимо добавлять в первый стакан:



$M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 286 \text{ г/моль}$; т.к. из уравнений реакций

видно, что $\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \nu(\text{CO}_2)$; пусть $\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = x \text{ моль}$

$$286x - 44x = 33,9 \Rightarrow x = 0,14 \text{ моль, что возможно, т.к.}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 286 \cdot 0,14 = 40,04 \text{ г}$$

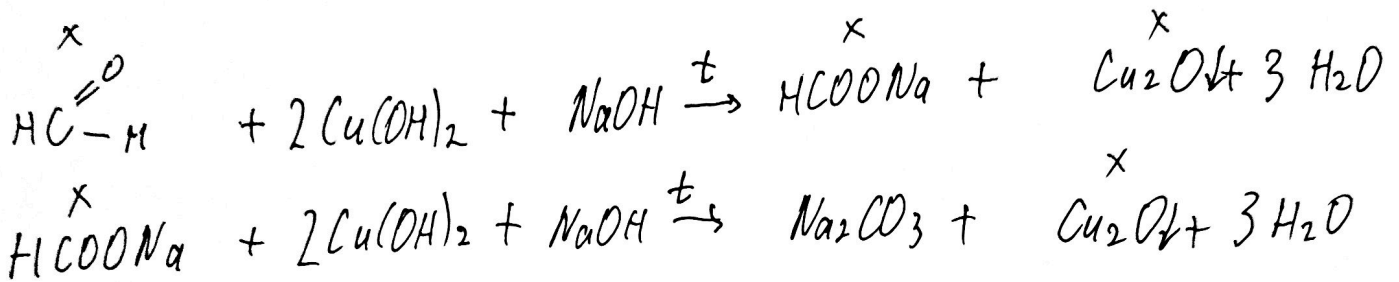
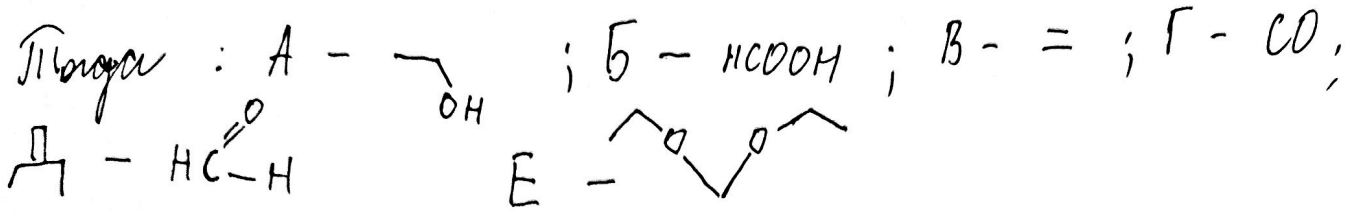
$$\nu(\text{HNO}_3)_{\text{ост. I}} = 0,2 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{I}} = 0,1 \text{ моль}$$

Чистовик лист 6

Задача № 6

Масса газов = $0,875 \cdot 32 = 28$ г/моль - масса молярная
 А или Б кислоты масса соответств. CO и =

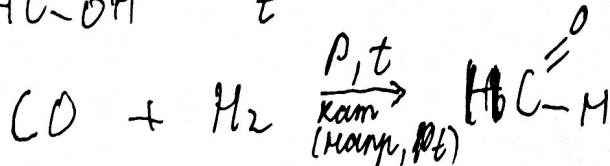
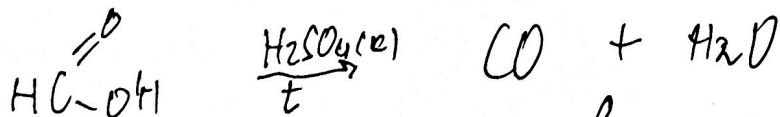
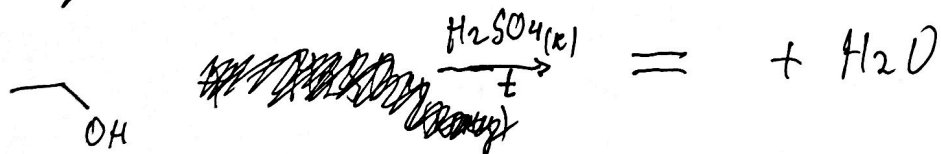


Осажда - Cu_2O ; $n(\text{Cu}_2\text{O}) = \frac{21,6}{144} = 0,15$ моль

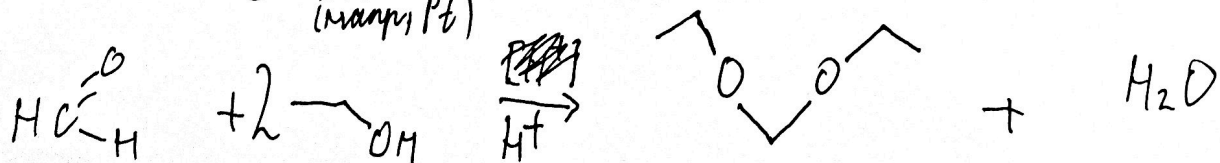
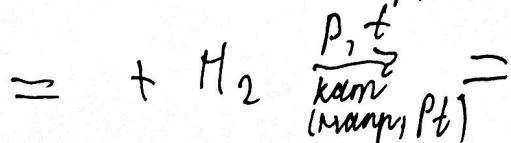
Пусть $n(\text{H}_2\text{CO}) = x$ моль :

$$2x = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow x = 0,075 \text{ моль}$$

$$m(\text{H}_2\text{CO}) = 0,075 \cdot 30 = 2,25 \text{ г}$$

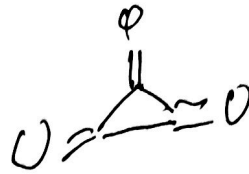
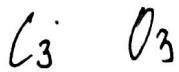
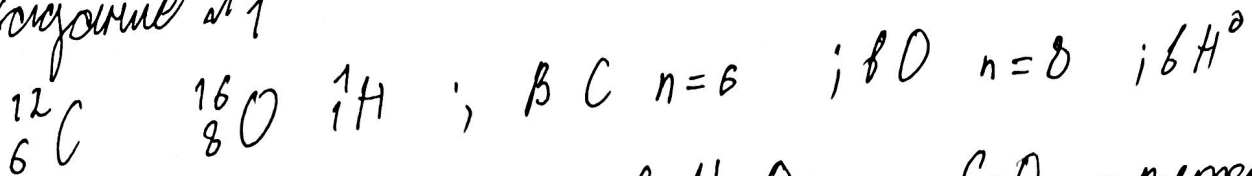


(исходя из условия)

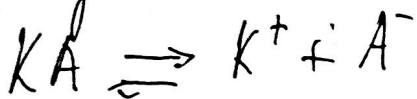


Черновик лист 7

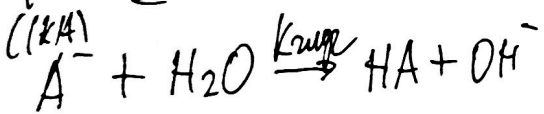
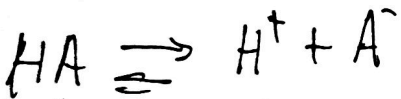
Задача 1



Задача 12



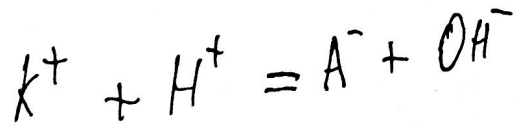
$$K_{\text{гидр}} = \frac{[\text{H}^+](\text{[H}^+] + \text{[KA]})}{(\text{[KA]} - \text{[H}^+])}$$



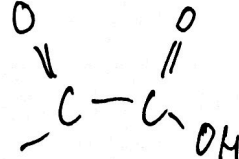
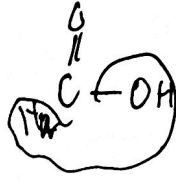
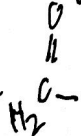
$[\text{HA}] =$

$$K_{\text{гидр}} = \frac{[\text{HA}][\text{OH}^-]}{[\text{A}^-]}$$

$\frac{K_w}{K_a} = \gamma$ $[\text{HA}] = \frac{K_a [\text{A}^-] [\text{H}^+]}{K_w}$



Задача 6



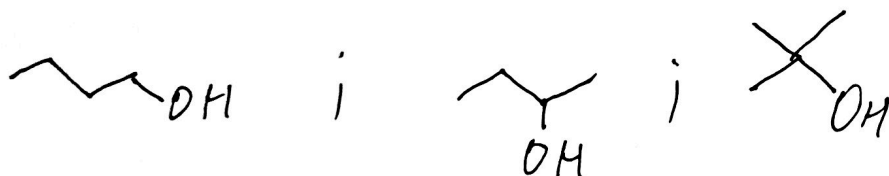
Чистовик лист 1

Задача №1

Атом C содержит $6p=6$; атом O — $6p=8$; атом H — $1p=1$.
Единственная возможная разрывная комбинация атомов, соответствующая условию задачи:

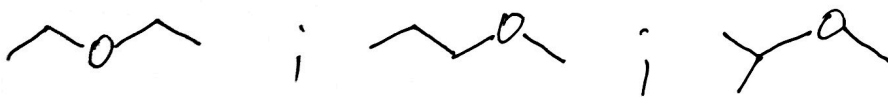
$C_4H_{10}O$ — в этом соединении $42e$ и $32p$

В первой пробирке могли находиться:



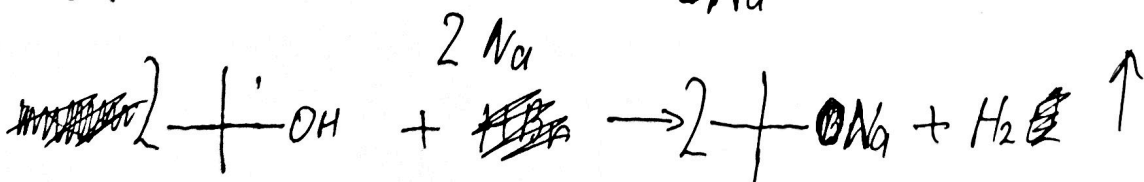
— оснóвател-
ные спирты

Потому во второй пробирке могли находиться:



— простые
эфиры

Реакции:



Сложные эфиры не вступают в эту реакцию
из-за H_2 позволяет различить спирты и эфиры.