



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

Вариант 2

Место проведения МОСКВА
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников ЛОМОНОСОВ ПО ХИМИИ
наименование олимпиады

по _____
профиль олимпиады

БРАТИЛОВА НИКИТА СЕРГЕЕВИЧА
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«3» марта 2024 года

Подпись участника
Норат

Углеводороды

92

Задача № 1

$nH_2 - CH_2 - C(=O) - OH$ - гликоли, $n \geq 7$, т.к. алкано и карбоксильная группа компенсируют друг друга (дают равное число) Значит, это алканол № 1

$nH_2 - CH_2 - C(=O) - OH$ - алканол, алкилкорень больше, чем карбоксильный, значит, это алканол № 3

$nH_2 - CH_2 - C(=O) - OH$ - алкилкарбинол, карбоксильная группа больше, значит, это алканол № 2

Ответ: алканол - 3 +
 гликоли - 1 +
 алкилкарбинолы - 2 +

Задача № 2

CO и CO_2 $M(см.) = 2 \cdot 9,4 = 37,6 \text{ г/моль}$

Пусть доля CO - x , а CO_2 - $(1-x)$

$28x + 44(1-x) = 37,6$

$x = 0,4$, значит, $\varphi(CO) = 40\%$, $\varphi(CO_2) = 60\%$ +

Пусть всего было 1 моль смеси т.к. объем увеличился в 1,3 раза, то общее количество газов стало 1,3 моль
 В изначальной смеси было 0,4 моль CO и 0,6 моль CO_2
 $CO_2 + C \rightarrow CO$ Пусть через y моль CO_2 и образовалось $2y$ моль CO

$0,4 + 0,6 - y + 2y = 1,3$ $y = 0,3$ моль

Значит, через 0,3 моль CO_2

тогда в смеси $0,6 - 0,3 = 0,3$ моль CO_2 и $0,4 + 0,6 = 1$ моль CO

$\varphi(CO) = \frac{1}{1,3}$ $\varphi(CO_2) = \frac{0,3}{1,3}$

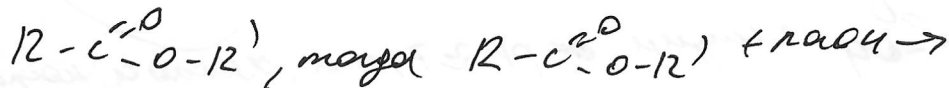
$M(см.) = \frac{1}{1,3} \cdot 28 + \frac{0,3}{1,3} \cdot 44 = 31,69 \text{ г/моль}$ $D(см) = 31,69 : 4 = 7,92$
 Ответ: 7,92 +

1 2 3 4 5 6 7 8 / 2
 6 10 12 8 14 12 16 14 / 92
 Корр. Вкладываем

Задача № 3

Частовели

Пусть жир. спирт был

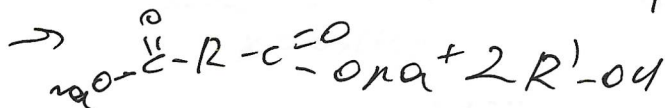
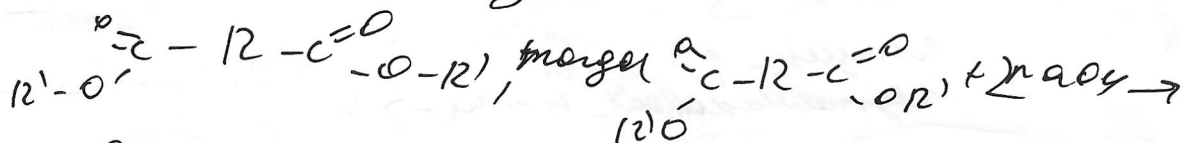


$$n(R-C(=O)OR') = n(R-C(=O)ONa) = n(R'-OH)$$

$$\frac{30,3}{14(R) + 14(R') + 44} = \frac{29,3}{23 + 14(R) + 44} = \frac{18}{14(R') + 17}$$

По условию получаем, что $14(R) = 14$; $14(R') = 43$, мал
 но $14(R)$ не имеет смысла = 14, т.к. R не имеет смысла
 CH_2 .

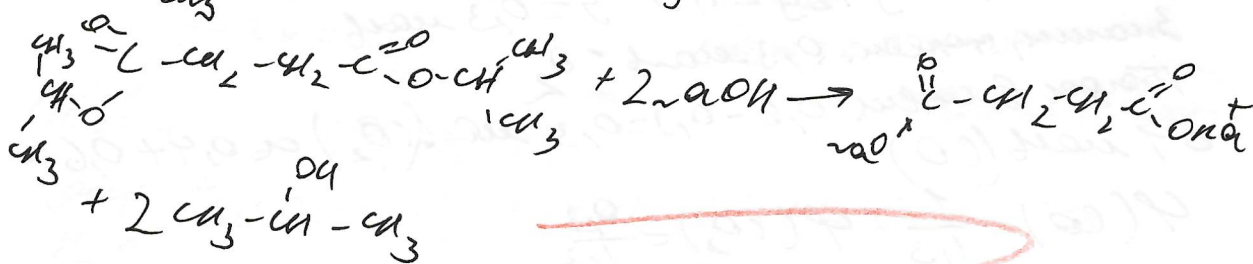
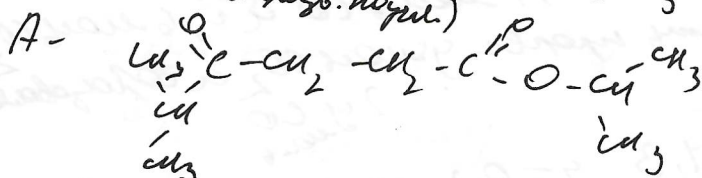
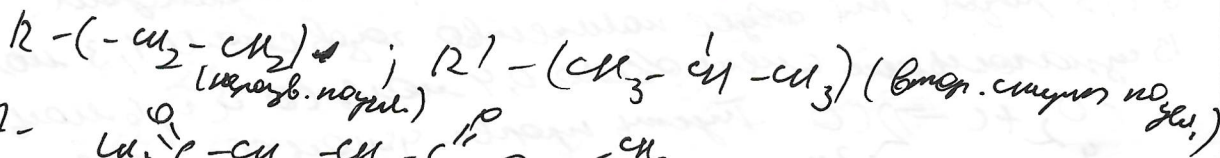
Пусть жир. спирт был



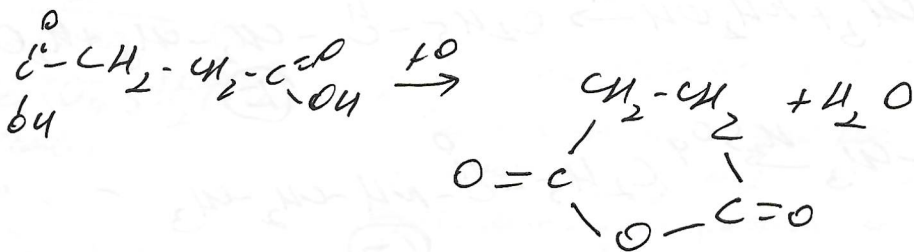
$$n(R'-O-C(=O)-R-C(=O)-ONa) = n(R'-O-C(=O)-R-C(=O)-ONa) = \frac{1}{2} n(R'-OH)$$

$$\frac{30,3}{14(R) + 2 \cdot 14(R') + 88} = \frac{29,3}{46 + 14(R) + 88} = \frac{1}{2} \cdot \frac{18}{14(R') + 17}$$

$$R = 28 \text{ мал } R' = 43 \text{ мал}$$



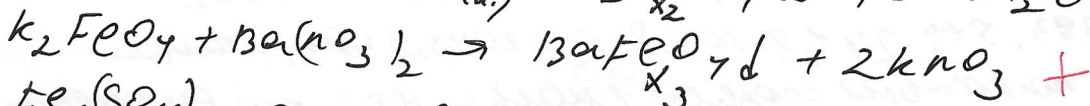
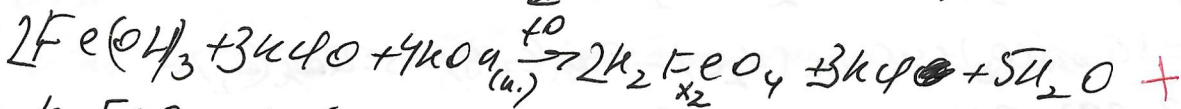
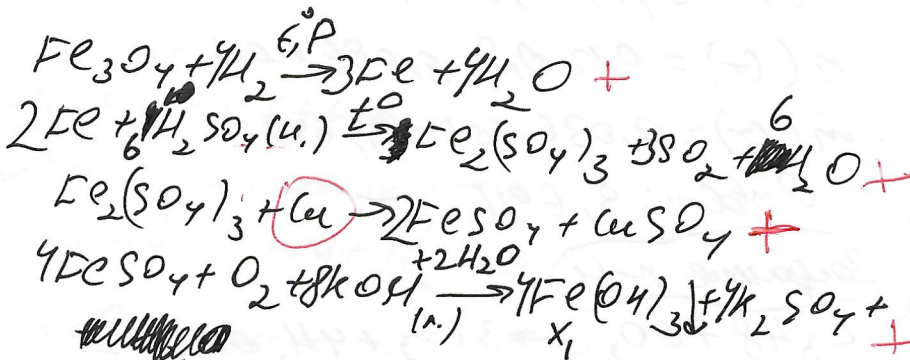
Учитывая



$n(\text{и-мб}) = 118 \text{ г/моль}$ $n(\text{акрилонитрил}) = 100 \text{ г/моль}$ +
 потеря = $\frac{118 - 100}{118} \cdot 100\% = 15,25\%$ от массы +
 ответ: 15,25%

Задача n 6

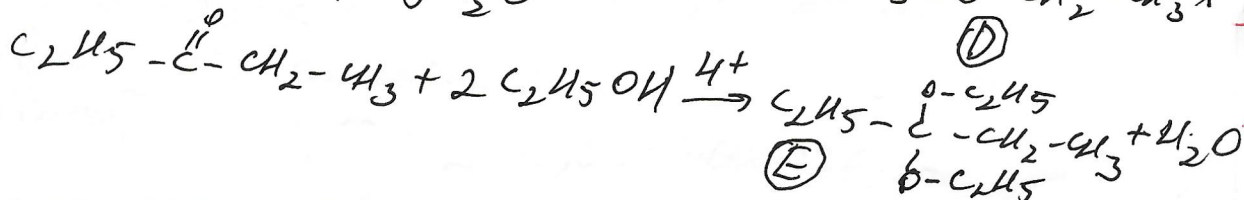
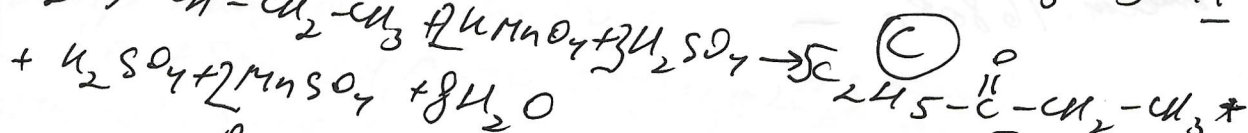
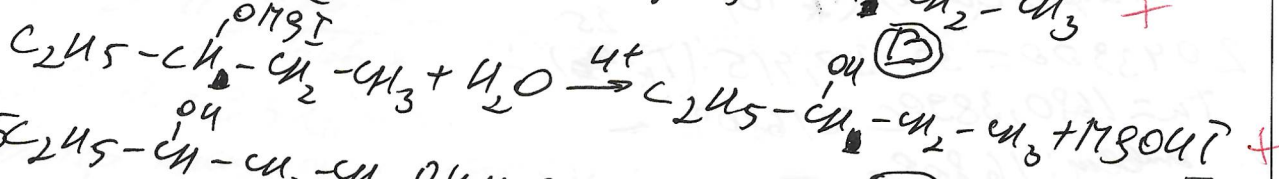
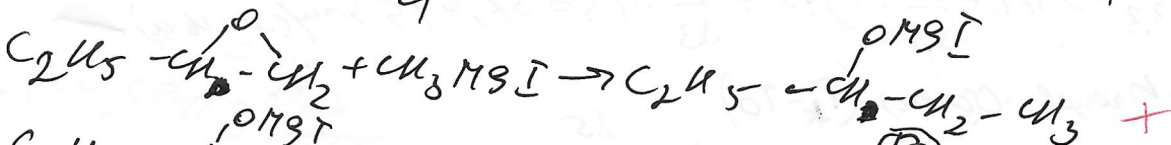
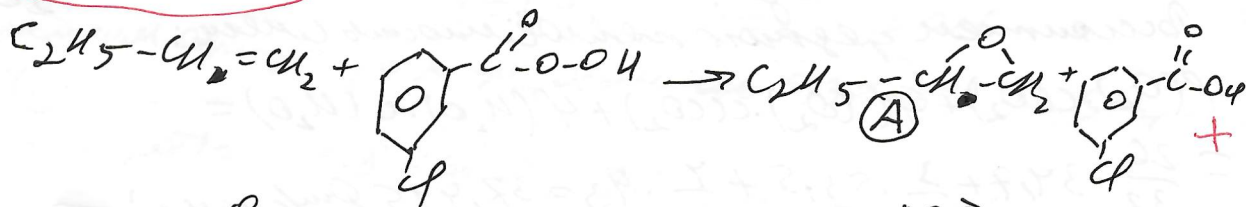
- металлы А - Fe
 $X_1 - \text{Fe}(\text{OH})_3$
 $X_2 - \text{K}_2\text{FeO}_4$
 $X_3 - \text{BaFeO}_4$

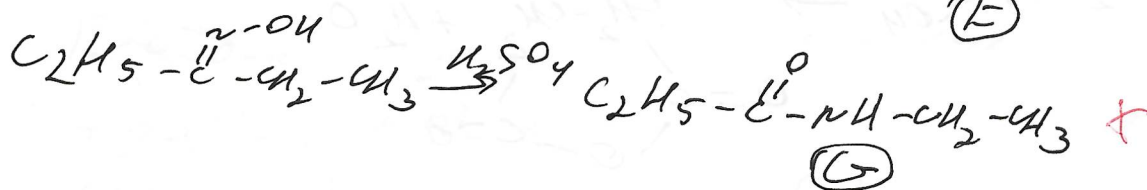
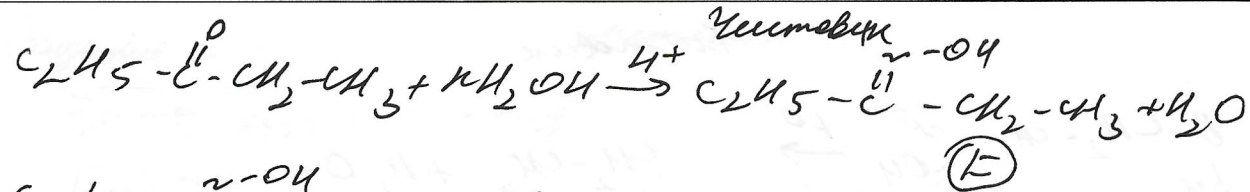


$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ - желтоватый, буроватый порошок +
 (темный)

FeSO_4 - зеленоватый порошок +

Задача n 7





~~какая-то химия~~

$$n(D) = \frac{12,9}{86} = 0,15 \text{ моль}$$

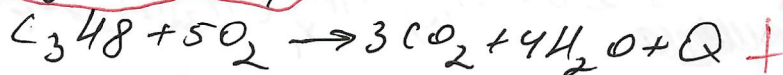
$$n(F) = 0,15 \cdot 0,8 = 0,12 \text{ моль}$$

$$n(G) = 0,12 \cdot 0,8 = 0,096 \text{ моль}$$

$$m(G) = 0,096 \cdot 101 = 9,6962$$

Ответ: 9,6962 +

Задача 14



$$Q = 3Q_{\text{ок}}(CO_2) + 4Q_{\text{ок}}(H_2O) - Q_{\text{ок}}(C_3H_8) - 5 \cdot Q_{\text{ок}}(O_2) =$$

$$= 3 \cdot 393,5 + 4 \cdot 241,8 - 103,8 - 0 = 2043,9 \text{ кДж/моль} +$$

т.е. полностью сгорело 1 моль C_3H_8 , то выделившаяся тепло $Q = 2043,9 \text{ кДж} = 2043900 \text{ Дж}$

Взвешиваем оставшиеся $31 - 5 = 26$ моль O_2 ; 3 моль CO_2 ; 4 моль H_2O .
т.е. всего 33 моль газов.

Рассчитаем среднюю теплоемкость смеси:

$$C(O_2) \cdot C(O_2) + C(CO_2) \cdot C(CO_2) + C(H_2O) \cdot C(H_2O) =$$

$$= \frac{26}{33} \cdot 34,7 + \frac{3}{33} \cdot 53,5 + \frac{4}{33} \cdot 43 = 37,415 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{K)}$$

$$Q = n_{\text{газ}} \cdot C(\text{смеси}) \cdot (T_{\text{к}} - T_0)$$

$$2043900 = 33 \cdot 37,415 \cdot (T_{\text{к}} - 25) +$$

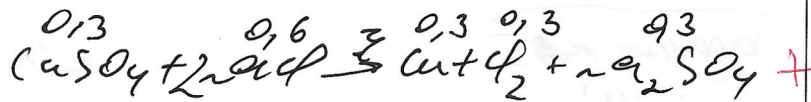
$$T_{\text{к}} = 1680,389^\circ\text{C} \approx 1680^\circ\text{C}$$

Ответ: 1680°C -

Чистовик

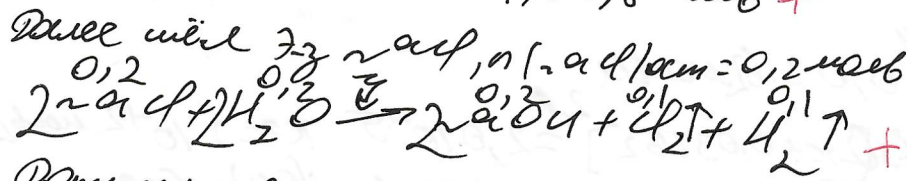
Задача 8

$\text{CaSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ и NaCl
 $m(\text{смеси}) = 121,8 \text{ г}$
 $\frac{V_A}{V_B} = 1,2$
 $m(\text{H}_2\text{O}) = 0,6 \text{ г}$



Если считать, что на начало вы-
 жения газ, значит в какой-то момент
 сульфат перешел в хлорид и начал
 выделять H_2 и H_2O

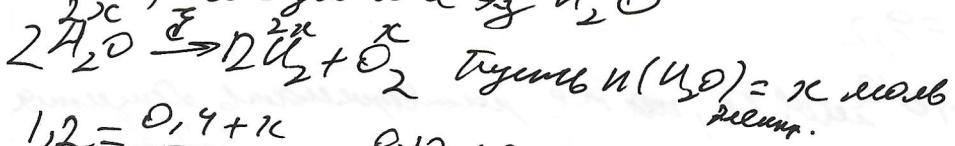
$n(\text{Ca}) = \frac{19,2}{64} = 0,3 \text{ моль}$
 $n(\text{CaSO}_4) = 0,3 \text{ моль}$
 $n(\text{CaSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,3 \text{ моль} +$
 $m(\text{CaSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 75 \text{ г}$
 $m(\text{NaCl}) = 121,8 - 75 = 46,8 \text{ г}$
 $n(\text{NaCl}) = 0,8 \text{ моль} +$



Допустим все NaCl испарился, тогда

$\frac{V(A)}{V(B)} = \frac{0,3 + 0,1}{0,1} = \frac{0,4}{0,1} = 4$ Отклонение слишком большое,

Значит, ещё дальше из H_2O



$1,2 = \frac{0,4 + x}{0,1 + 2x}$ $0,12 + 2,4x = 0,4 + x$
 $0,128 = 1,4x$ $x = 0,2 \text{ моль}$

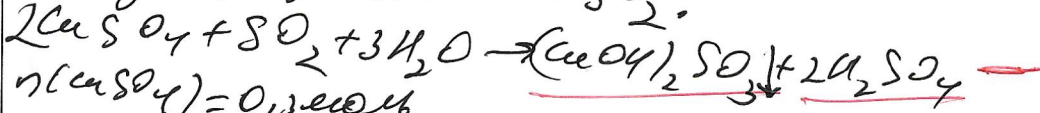
Итак в итоге, в H_2O осталось $0,3 \text{ моль Na}_2\text{SO}_4$

$m(\text{р-ра}) = 121,8 + 600 - 19,2 - 0,4 \cdot 57 - 0,2 \cdot 32 -$
 $- 0,15 \cdot 2 = 668,8 \text{ г} +$

$w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{0,3 \cdot 142}{668,8} \cdot 100\% = 6,389\% +$

$w(\text{H}_2\text{O}) = 93,61\% -$

Тогда пропуская CaSO_4 :



$n(\text{CaSO}_4) = 0,3 \text{ моль}$
 $n((\text{CaO})_2\text{SO}_3) = 0,15 \text{ моль} -$

$m((\text{CaO})_2\text{SO}_3) = 0,15 \cdot 242 = 36,3 \text{ г}$ $m(\text{H}_2\text{O}) = 36,3 \text{ г} -$

Чистовик

Задача №5



$$1) \text{PP} = [\text{Ni}^{2+}] [\text{OH}^-]^2 = 2,0 \cdot 10^{-15}$$

$$x \cdot (2x)^2 = 2,0 \cdot 10^{-15}$$

$$4x^3 = 2,0 \cdot 10^{-15}$$

$$x = 7,937 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л} +$$

$$c(\text{Ni}^{2+}) = c(\text{Ni}(\text{OH})_2) =$$

$$= 7,937 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л}$$

$$\text{растворимость } \text{Ni}(\text{OH})_2 =$$

$$= 7,937 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л}$$

$$2) [\text{OH}^-] = 1,5874 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$$

$$\text{pOH} = -\log_{10}(1,5874 \cdot 10^{-5}) =$$

$$= 4,8$$

$$\text{pH} = 9,2 +$$

$$3) \text{pH} = 12,5$$

$$\text{pOH} = 1,5$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} = 0,03162 \text{ моль/л}$$

$$\text{PP} = [\text{Ni}^{2+}] [2x + 0,03162]^2 = 2,0 \cdot 10^{-15} \quad x \approx 2 \cdot 10^{-12} \text{ моль/л} +$$

Таким образом растворимость $\text{Ni}(\text{OH})_2$ будет стремиться к 0, концентрат OH^- слишком обильный и учитывая PP, $\text{Ni}(\text{OH})_2$ практически не растворяется

Ответ: 1) растворимость = $7,937 \cdot 10^{-6}$ моль/л

$$2) \text{pH} = 9,2$$

$$3) \approx 2 \cdot 10^{-12} \text{ моль/л, т.е. растворимость стремится к 0}$$

$$\frac{30,3}{M(R) + 2M(R') + 88} = \frac{24,3}{96 + M(R) + 88} = \frac{18}{\sum M(R') + 17}$$

Черновик

$$1383,8 + 30,3M(R) + 2666,4 = 24,3M(R) + 48,6M(R') + 2138,4$$

$$1321,8 + 6M(R) = 48,6M(R') \quad M(R') = \frac{1921,8 + 6M(R)}{48,6}$$

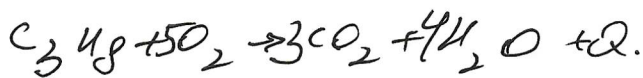
$$1321,8 + 6M(R) + 826,2 = 2412 + 18M(R)$$

$$336 = 12M(R) \quad M(R) = 28$$

$$n = (C_{12} - C_{12}) \quad n = 43$$



24



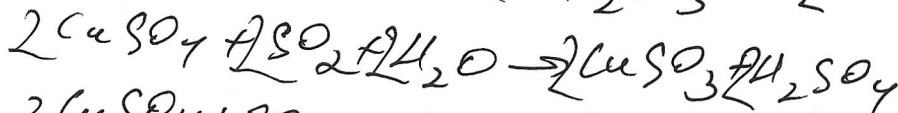
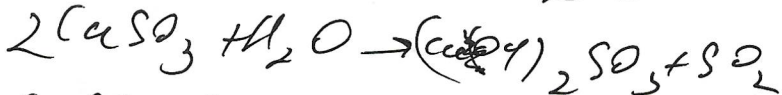
$$Q = 3 \cdot 393,5 + 4 \cdot 241,8 - 103,8 = 2043,9 \text{ кДж/моль}$$

$$3 \text{ моль } CO_2 + 4 \text{ моль } H_2O + 26 \text{ моль } O_2 \quad 33 \text{ моль}$$

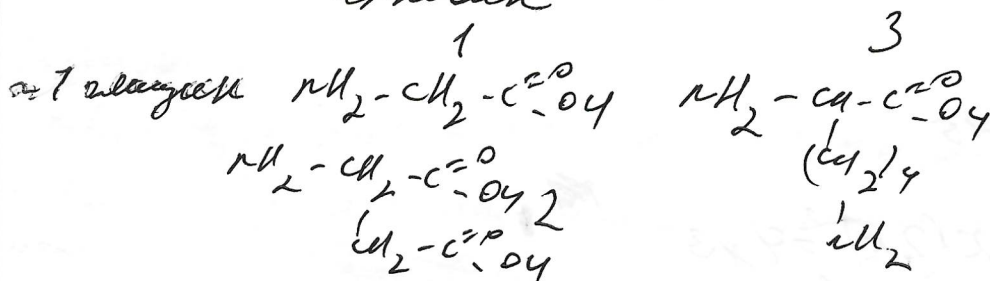
$$\frac{3 \cdot 393,5}{33} + \frac{4 \cdot 53,5}{33} + \frac{4 \cdot 43}{33} + \frac{26 \cdot 39,7}{33} = 37,415 \text{ мДж/моль}$$

$$2043,9 = 33 \cdot 37,415 \quad (T = 25)$$

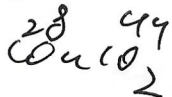
$$1680,39 \text{ } ^\circ\text{C}$$



Черновик



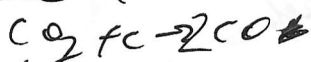
2



37,6 моль

$$28x + 44(1-x) = 37,6$$

~~CO~~



$$28x + 44 - 44x = 37,6$$

$$-16x = -6,4$$

$$x = 0,4$$

40% CO и 60% CO₂

40x 60x

~~40x~~ $100x \rightarrow 130x$

$$y = 30x$$

$$130x = 40x + 60x + y + 2y$$

$$40x +$$

$$2x - x = 30x = 30$$

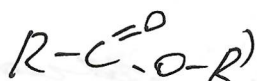
$$100x \quad 30x$$

$$M = 28 \cdot \frac{10}{13} + \frac{3}{13} \cdot 44 = 37,69$$

$$D = 9,4225$$

3

30,3



24,3

= 18

$$\frac{M(R) + M(R') + 44}{23 + M(R) + 44 M(R') + 17} = \frac{18}{24,3}$$

$$686,9 + 30,3M(R) + 1333,2 = 24,3M(R) + 24,3(M(R) + 1068,2)$$

$$360,8 + 6M(R) = 24,3M(R')$$

$$M(R') = \frac{360,8 + 6M(R)}{24,3}$$

$$360,8 + 6M(R) + 413,1 = 1206 + 18M(R)$$

$$168 = 12M(R) \quad M(R) = 14 \quad M(R') = 43$$

Черновик

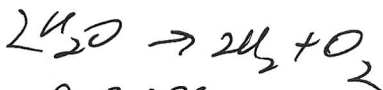
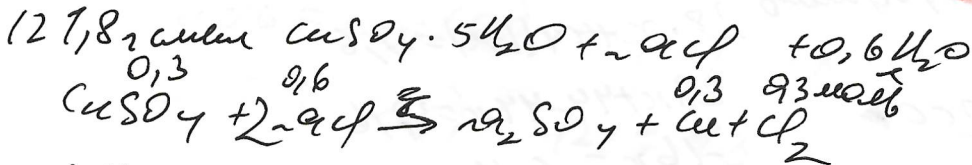
~ 5

$$n_p = 2,0 \cdot 10^{-15}$$

$$2,0 \cdot 10^{-15} = x(2x)^2 = 4x^3$$

$$x = 7,337 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л}$$

~ 8



$$\frac{0,3 + 2x}{2x} = 1,3$$

$$3,9x = 0,3 + x$$

$$2,9x = 0,3$$

$$x = 0,103$$

$n(\text{HCl}) = 0,3 \text{ моль}$

Температура HCl $\rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$

$m(\text{HCl}) = 26,2$

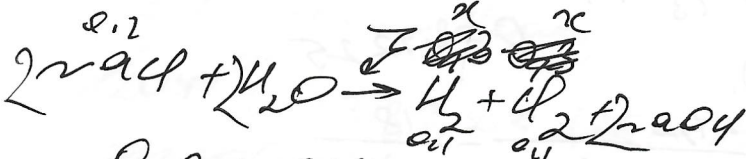
$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 26,8$

$0,18 \text{ HCl} \rightarrow 0,4 \text{ моль } \text{Cl}_2$



~~остаток~~
~~ОА~~

$$\frac{0,3 + x}{2x} = 1,3$$



$$\frac{0,3 + x + y}{x + 2y} = 1,3$$

$$x + 2y$$

$$0,3 + x + y = 1,3x + 2,6y$$

$$0,3 - 0,3y = 1,6y$$

$$3 - 3x = 16y$$

$$\frac{0,4}{0,11} = 1,2$$

$$\frac{0,4 + x}{0,1 + 2x} = 1,2$$

$$0,1012 + 2,4 = 0,9 + x$$

~~для расчета~~

