Часть 1

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

Шифр: **21300732**

ID профиля: **804224**

Вариант 2

Листовик.

Задача 1.

Значение молярной массы повторяется целым, если число кислорода в молекулах равно 3, $M = 100\ г/моль$

Выделяющийся при сливании газ, вероятнее всего $CO_2(г)$, тогда

А – карбонат.

$M(\text{металла}) = 100 - 48 - 12 = 40\ г/моль$ – Ca, $\Rightarrow$ А – $CaCO_3$

Разложение Б с поглощением кислорода, говорит о том, что это соединение – высший оксид, тогда

$M(\text{второго металла в Б}) = 100 - 48 = 52\ г/моль$ – Cr, $\Rightarrow$ Б – CrO_3

Проверим:

$CaCO_3 \xrightarrow{t} CaO + CO_2\uparrow$

$n(CO_2) = \frac{8,96\ л}{22,4\ л/моль} = 0,4\ моль$

$n(CaCO_3) = \frac{40\ г}{100\ г/моль} = 0,4\ моль$

$CrO_3 \Rightarrow \text{оксид} + O_2$

$n(CrO_3) = 0,4\ моль$

$n(O_2) = \frac{6,72\ л}{22,4\ л/моль} = 0,3\ моль$ } коэффициенты относятся как 4:3, $\Rightarrow$

$\Rightarrow 4CrO_3 \rightarrow 2Cr_2O_3 + 3O_2$

Д – CaO

$m(CaO) = 56\ г/моль \cdot 0,4\ моль = 22,4\ г$

Е – Cr_2O_3

$m(Cr_2O_3) = 0,2\ моль \cdot 152\ г/моль = 30,4\ г.$

$m(CaO) + m(Cr_2O_3) = 52,8\ г$, $\Rightarrow$ кроме соединения * ничего не образуется по соотношению n:

$CaO + Cr_2O_3 \rightarrow$ *.

~~Вторая – химическая формула~~ формула – * – $Ca_2Cr_2O_5$

~~$0,2\ моль \rightarrow 264\ г/моль$~~

$\frac{52,8\ г}{0,2\ моль} = 264\ г/моль$

Реакции:

1) $CaCO_3 + CrO_3 \xrightarrow{t} \underset{\text{соединение В}}{CaCrO_4} + CO_2\uparrow$

2) $CaCO_3 \xrightarrow{t} CaO + CO_2$

3) $4CrO_3 \xrightarrow{t} 2Cr_2O_3 + 3O_2$

4) $2CaO + Cr_2O_3 \xrightarrow{t} Ca_2Cr_2O_5$

Задача 2. Листовик

1) $\rho = \frac{0{,}001251 г}{0{,}001 л}$

$n = \frac{0{,}001 л}{22{,}4 л/моль}$

$M = \frac{m}{n} = 28 г/моль$ - азот, $\Rightarrow$ А - азид
Б - нитрид

Т.к. цвет пламени карминово-красный, катион соли - Li.
X - N_2, Y - Li, A - LiN_3, Б - Li_3N.

2) $2LiN_3 \rightarrow 2Li + 3N_2\uparrow$

$2Li_3N \rightarrow 6Li + N_2\uparrow$

$2Li + 2H_2O \rightarrow 2LiOH + H_2\uparrow$

$x + 3y$ моль

86,9 кПа · 44,8 л = n · 8,314 · 283

$n = 1{,}6$, $n(Li) = 3{,}2$

$x + 3y = 3{,}2$

$x \cdot 49 + y \cdot 35 = 50$

$y = 0{,}9536$ моль $x = 0{,}3392$ моль

3) $LiN_3 + H_2O \rightarrow LiOH + HN_3$ pH > 7

$Li_3N + 3H_2O \rightarrow NH_3 + 3LiOH$ pH > 7

$N_3^- + HOH \rightarrow HN_3 + OH^-$

$N^{3-} + 3HOH \rightarrow NH_3 + 3OH^-$

Листовик.

Задача 3.

1) $8C + 8H_2 \rightarrow C_8H_{18} + 208\ кДж/моль$

$7C + 8H_2 \rightarrow C_7H_{16} + 224\ кДж/моль$

$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O + 285{,}8\ кДж/моль$

$C + O_2 \rightarrow CO_2 + 393{,}5\ кДж/моль$

$C_8H_{18} + \frac{25}{2}O_2 \rightarrow 8CO_2 + 9H_2O$

$\Delta Q = 8 \cdot 285{,}8 + 8 \cdot 393{,}5 - 208 - \frac{25}{2} \cdot 0 = 5512{,}2\ кДж/моль$ на 1 моль

$C_7H_{16} + 11O_2 \rightarrow 7CO_2 + 8H_2O$

$\Delta Q = 7 \cdot 393{,}5 + 8 \cdot 285{,}8 - 224 - 11 \cdot 0 = 4816{,}8\ кДж/моль$ – на 1 моль

Пусть $n(C_8H_{18}) = x$, $n(C_7H_{16}) = y$, тогда

$V(C_8H_{18}) = 114x_2 : 0{,}69^2/_{см^3} = 165{,}2174x$

$V(C_7H_{16}) = 100y_2 : 0{,}684^2/_{см^3} = 146{,}2y$

По вышесказанной теории: $3333{,}8 = 5512{,}2 \cdot x + 4816{,}8 \cdot y$

Составим систему:

$165{,}2174x + 146{,}2y = 100 \mid \cdot 32{,}85$

$5512{,}2x + 4816{,}8y = 3333{,}8$

Вычтем 1 уравнение из второго

$68{,}7x = 38$

$x = 0{,}5684$ моль, $y = 0{,}04166$ моль

$V(C_8H_{18}) = 938\ см^3$

$V(C_7H_{16}) = 6{,}1\ см^3$

$\Rightarrow \omega(C_8H_8) = 93{,}9\%$ – октановое число

2) $\frac{93{,}9\ см^3}{100\ мл} = \frac{938\ см^3}{1\ л}, \Rightarrow \frac{37560\ см^3}{40\ л}, \Rightarrow m = 25916{,}4\ г, \Rightarrow n = 227{,}337$ моль

$\frac{6{,}1\ см^3}{100\ мл} = \frac{61\ см^3}{1\ л}, \Rightarrow \frac{2440\ см^3}{40\ л}, \Rightarrow m = 1668{,}96\ г, \Rightarrow n = 16{,}6896$ моль

$\Rightarrow$

$\Delta Q = 5512{,}2 \cdot 227{,}337 + 4816{,}8 \cdot 16{,}6896 = 1333519{,}146\ кДж$

$n(H_2) = \frac{1333519{,}146\ кДж}{285{,}8\ кДж/моль} = 4665{,}9$ моль

$V(H_2) = n \cdot 22{,}4\ л/моль = 104516{,}5461\ л$

3) $98600\ кПа \cdot 40\ л = n \cdot 8{,}314 \cdot 298\ К$

$n = 3976{,}44$ моль, $\Rightarrow \Delta Q = 9043838{,}552\ кДж$ – в 14,75 раз меньше, чем ΔQ 40 л бензина

m(бензина 40 л) $= 25{,}9164 + 1{,}66896 = 27{,}58536$ кг. – в 8,77 раз меньше, чем m 40 л водорода

$\Rightarrow$ нецелесообразно, но взрывоопасно.

Черновик.

A $\frac{16}{0,48}$

XO — $x = 17,3$ —

X_2O_3 $x = 8,4$ Be^{+2}

XO_2 $x = 34,7$ ~~Cl~~

X_2O_3 $x = 26$ Al ≈

X_2O_5 $x = 43,3$ Sc?

X_2O_7 $x = 60,7$ Ni?

X_2O_2

$S + CO_2$

XCO_3

100

$CaCO_3 + S$

$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2\uparrow$

SO_3

$4CrO_3 \rightarrow 2Cr_2O_3$

CrO

$CaCO_3 + CrO_3 \Rightarrow$

$CaCO_3 + CrO_3 \Rightarrow CaCrO_4 + CO_2$

$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$

0,4 моль 0,4 моль 0,4 моль

$4CrO_3 \rightarrow 2Cr_2O_3 + 3O_2$

0,4 моль 0,2 моль 0,3 моль

$2CaO + Cr_2O_3 \rightarrow$

0,2 моль

CrO_4

Cr_2O_7

$CaCr_2O_7$

538

$2Ca_2Cr_2O_4$

$Ca_2Cr_2O_5$

Перлинки:

Li - перлинка

Na - пепт

K - фиол

$LiNO_3 \rightarrow LiO + NO_2 + O_2$

$pV = nRT$

$101{,}325 \cdot 44848 = n \cdot 8{,}314 \cdot 293$

$LiNO_3$

$8C + 9H_2 \rightarrow C_8H_{18} + 208$

$7C + 8H_2 \rightarrow C_7H_{16} + 224$

$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O + 285{,}8$

$C + O_2 \rightarrow CO_2 + 393{,}5$

$\frac{см^3}{мл} : \frac{2}{см^3}$ $см^3 = 0{,}01 \cdot 0{,}01$

$\rho = \frac{m}{V}$ $\frac{m}{\rho}$

$\frac{2}{см^2}$

$\frac{2 \cdot см^2}{2}$

$0{,}69 = \frac{114x}{100-}$

$V = \frac{m}{\rho}$

$x_{моль}$ $y_{моль}$

$C_8H_{18} + \frac{25}{2}O_2 \rightarrow 8CO_2 + 9H_2O$ на 1 моль

$C_7H_6 + 11O_2 \rightarrow 7CO_2 + 8H_2O$ на 1 моль

$8 + 14 = 22$

на 1 моль C_8H_{18}: $Q = 9 \cdot 285{,}8 + 8 \cdot 393{,}5 - 208 - \frac{25}{2} \cdot 0 = 5512{,}2$

C_7H_{16}: $Q = 7 \cdot 393{,}5 + 8 \cdot 285{,}8 - 224 - 11 \cdot 0 = 4816{,}9$

C_8H_8 $V_1 = 114x \cdot 0{,}69$

$V_2 = 100y \cdot 0{,}684$

$78{,}66x + 68{,}4y = 100$ мл. $+ 0{,}4225$

$5512{,}2x + 4816{,}9y = 93338$

Черновик:

$LiNO_3$ 5

$A \rightarrow X + Y$

$LiN_3 \rightarrow Li + N_2$

$Li + N_2 \rightarrow Li_3N$

$LiNO_2 \rightarrow Li$ ~~N_2O_3~~ $Li_2Cr_2O_7 \rightarrow$

$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0,0012512}{1\ см^3 = 0,001\ дм^3 = 0,001\ л : 22,4}$ 2/моль

$\frac{m}{n}$

$1 = 0,1 \cdot 0,1 \cdot 0,1$

$2\overset{x}{LiN_3} \rightarrow 2Li + 3N_2$

$2\overset{y}{Li_3N} \rightarrow 6Li + N_2$

0,001

$88x + 70y = 50$

$x + 3y = 3,2 \mid \cdot 88$

0,5 162

1,653

740 мм. рт. ст

$100 \cdot 44,848 = n \cdot 8,314 \cdot 293$

x	1,5
81,475	1,6
66,5	
27,158	0,5
54,317	1
~~82,34~~	1,7

43,45

$88x + 294y = 313,6$

$224y = 263,6$

0,5 112

0,8

28

1,4

$88x + 70y = 50$

$67,2x + 22,4y = 1,6 \mid \cdot$

$88x + 32,67y = 2,33$

$37,33y = 47,67$

1,5

$70 \cdot \mid 3x + y = 0,8$

$210x + 70y = 112$

$- \quad 88x + 70y = 50$

$112x = 62$

0,5536

$CO\ Cr_2O_4$

$N_3^- + H\dot{O}H \rightarrow H$

$CuO + Cr_2O_5 \rightarrow$

$49x + 35y = 50$ 1,09

$x + 3y = 3,2$ 2,18

$49x + 147y = 106,8$

$112y = 56$

$y = 0,5$

~~2883~~

~~5512,2x + 4816,8y = 3333,8~~

~~=~~ 5538,438x + 4816,8y = 7042,25

− 5512,2x + 4816,8y = 3333,8

27,235x = 3708,45

x = 136,1

$V_1 = \frac{114x}{0,69}$

$V_2 = \frac{100y}{0,68y}$

0,57моль 0,04моль

165,2174x + 146,2y = 100 | · 32,95

5512,2x + 4816,8y = 3333,8

− 5443,5x + 4816,8y = 3294,7

68,7x = 39,1

68,72768

x = 0,57 моль

y =

5512,2

− 54

19,6 МПа = 19600 кПа

$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O + 285,8$

$см^3 = 0,1 см \cdot 0,1 \cdot 0,1 = 0,001$

$\rho = \frac{m}{V}$ $n = \frac{m}{M}$ $pV = nRT$

19600кПа · 40 = n · 8,314 · 298

Часть 2

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

Шифр: **21300732**

ID профиля: **804224**

Вариант 2

Листовик, задача 4.

1) Органические соединения, используемые в качестве ароматизаторов, - сложные эфиры.

$C_xH_yO_z + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

$n(CO_2) = \frac{11{,}2\text{л}}{22{,}4\text{л/моль}} = 0{,}5\text{ моль} \Rightarrow m(C) = 0{,}5\text{ моль} \cdot 12\text{г/моль} = 6\text{г}$.

$n(H_2O) = \frac{9\text{г}}{18\text{г/моль}} = 0{,}5\text{ моль} \Rightarrow m(H) = 2 \cdot 1\text{г/моль} \cdot 0{,}5\text{ моль} = 1\text{г}$.

$m(O) = 10{,}2\text{г} - 6\text{г} - 1\text{г} = 3{,}2\text{г}$.

$\frac{6}{12} : \frac{3{,}2}{16} : \frac{1}{1} = C:O:H$

$5:2:10 = C:O:H \Rightarrow$ брутто-формула $C_5H_{10}O_2$

$C_xH_{2x+1}-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_yH_{2y+1} + H_2O \xrightarrow[[H^+]]{} C_xH_{2x+1}-OH + C_yH_{2y+1}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$

$n(C_5H_{10}O_2) = \frac{10{,}2\text{г}}{102\text{г/моль}} = 0{,}1\text{ моль} = n(\text{кислота})$

$M(\text{кислота}) = \frac{4{,}6\text{г}}{0{,}1\text{моль}} = 46\text{г/моль} \Rightarrow HCOOH$ — муравьиная кислота

тогда А: $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$ — изобутиловый эфир муравьиной кислоты

Б: $HC(=O)-OH$ — муравьиная кислота

В: $CH_3-CH(CH_2OH)-CH_3$ — изобутанол

$HC(=O)-OH + NaOH \rightarrow HC(=O)-ONa + H_2O$

0,1 моль 0,1 моль

$\frac{9\text{ моль}}{1000\text{ мл}} = \frac{x\text{ моль}}{50\text{ мл}} \Rightarrow x = 0{,}5\text{ моль}$

$CH_3-CH(CH_3)-CH_2-OH \xrightarrow[Al_2O_3]{300^\circ C} CH_3-C(CH_3)=CH_2 + \Gamma$

2-метилпропен-1

$M(\Delta_1) = \frac{16}{0{,}1959} = 58\text{г/моль}$

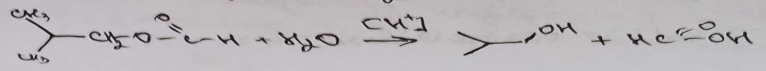
Δ_1 — $H_3C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$ — ацетон

Задача 6.

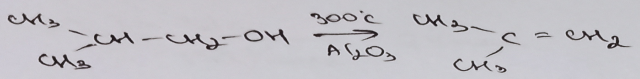
Задача 4 (продолжение). Школьник.

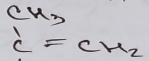
2) $2C_5H_{10}O_2 + \frac{13}{2}O_2 \rightarrow 5CO_2 + 5H_2O$

$2C_5H_{10}O_2 + 13O_2 \rightarrow 10CO_2 + 10H_2O$



$HCOOH + NaOH \Rightarrow HCOONa + H_2O$



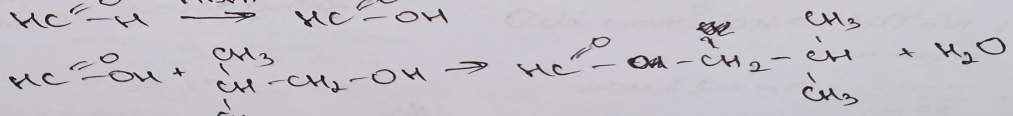
3) $4CH_4 \xrightarrow[Pt]{t} C_4H_8 + 4H_2$ (C_4H_8 – )

$C_4H_8 \xrightarrow[2)H_2O,кат]{1)B(CH_3CH(CH_3)CH_2)_3,эф} CH_3CH(CH_3)CH_2OH$ – бензильная группа для придания соединениям против вирусников

$2CH_4 \xrightarrow{t}_{Pt} C_2H_4 + 2H_2$

$C_2H_4 + O_2 \xrightarrow{кат} 2HC(=O)H$

$HC(=O)H \xrightarrow{NaOH} HC(=O)OH$



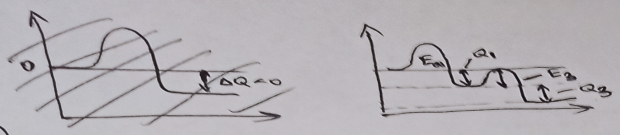
$FeSO_4 + 2H_2O \rightarrow Fe + H_2 + O_2 + H_2SO_4$

$CoSO_4 + 2H_2O \rightarrow Co + H_2 + O_2 + H_2SO_4$

$2CuSO_4 + 2H_2O \rightarrow 2Cu + O_2 + 2H_2SO_4$

Задача 5.

1)



2)

$\frac{3}{2}Q_3 = Ea_3$ } $\Rightarrow Q_3 = Q_3$

$\frac{3}{2}Q_1 = Ea_1$

$\frac{K_3}{K_1} = \frac{e^{\frac{-Ea_3}{RT}}}{e^{\frac{-Ea_1}{RT}}} = \frac{Ea_3}{Ea_1}, \Rightarrow Ea_3 = Ea_1$

$\frac{2}{3}Q_3 = Ea_1$ } $\Rightarrow \frac{3}{2}Q_3 = \frac{2}{3}Q_3$

$\frac{3}{2}Q_1 = Ea_1$

$\Rightarrow Q_3 = Q_1, \Rightarrow$

$\Rightarrow$ реакция экзо

3)

Задача 6.

$FeSO_4 + 2H_2O \rightarrow Fe + \overset{0,4}{H_2} + \overset{0,4}{O_2} + H_2SO_4$

$CoSO_4 + 2H_2O \rightarrow Co + \overset{0,4}{H_2} + \overset{0,2}{O_2} + H_2SO_4$

$\overset{0,388}{2CuSO_4} + 2H_2O \rightarrow 2Cu + \overset{0,194}{O_2} + 2H_2SO_4$

Сначала электролизу подвергнется $FeSO_4$ (Fe активнее Co и Cu), затем Co (Co активнее Cu), а затем Cu (наименее активный)

$n(FeSO_4) = \frac{60,8г}{152г/моль} = 0,4$ моль

$n(CoSO_4) = \frac{62г}{155г/моль} = 0,4$ моль

$n(CuSO_4) = \frac{64г}{160г/моль} = 0,4$ моль

$n = \frac{It}{F} = \frac{3А \cdot 98560с}{96500 Кл/моль} = 1,199$ моль

2) $m_{р-ра} = 1250,6г - 56 \cdot 0,4 - 59 \cdot 0,4 - 64 \cdot 0,388 - 0,8 \cdot 2 - 0,9995 \cdot 32 = 1115,48г.$

$m(H_2SO_4) = 98г/моль \cdot 1,199$ моль $= 117,502г.$

$m(CuSO_4) = 160г/моль \cdot 0,001$ моль $= 0,16г.$

$w(H_2SO_4) = \frac{117,502г}{1115,48г} \cdot 100\% = 10,258\%$

$w(CuSO_4) = \frac{0,16г}{1115,48г} \cdot 100\% = 0,014\%$

3) $0,001$ моль $= \frac{3А}{96500 Кл/моль} \cdot x$ сек

$x = 32,17$ сек $= 0,536$ мин

4) $m(H_2SO_4) = 20г \cdot 0,1025 = 2,051г.$

$n(H_2SO_4) = 0,021$ моль, $\Rightarrow c = \frac{0,021 моль}{200 мл} = \frac{0,105 моль}{1000 мл}$

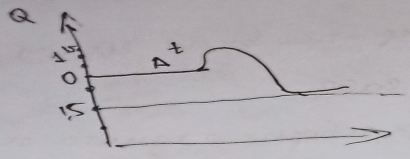
$H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$

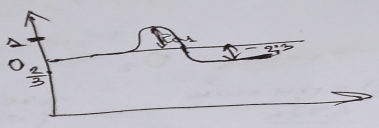
$n(CuSO_4) = 0,000175$ моль

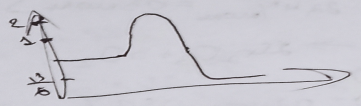
$Cu^{2+} + H_2O \rightarrow CuOH^+ + H^+$

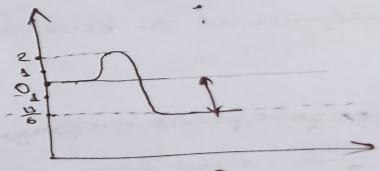
$c(H^+) = \frac{0,105 моль \cdot 2 + 0,000175 моль}{1}$

$pH = -\lg[H^+] = 0,68$









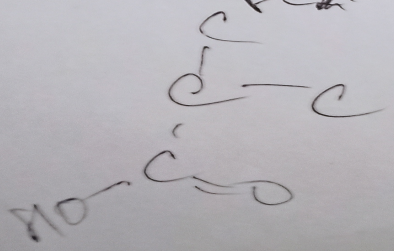
$$n = \frac{Q}{F} \cdot t$$

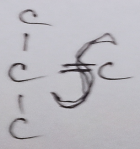
$$Q = \frac{3}{96500} \cdot 643 \quad 38580$$

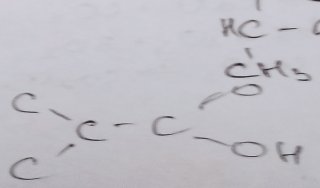
0,02

1,2 моль

$$Fe_2(SO_4)_3 + H_2O \rightarrow Fe + H_2 + O_2 + H_2SO_4$$







0,3686 88

Задача 6.

$FeSO_4 + 2H$ – восстановление.

Задача 4 (продолжение).

2) $FeSO_4 + 2H_2O \rightarrow Fe + H_2 + O_2 + H_2SO_4$

$CoSO_4 + 2H_2O \rightarrow Co + H_2 + O_2 + H_2SO_4$

$2CuSO_4 + 2H_2O \rightarrow 2Cu + O_2 + 2H_2SO_4$

$B \rightarrow A$, $1{,}5Q_2 = Ea_1$

$\frac{3}{2}Q_1 = \frac{2}{3} \cdot Ea_1 \mid : \frac{2}{3}$

$\frac{9}{4}Q_1 = Ea_1$

$Q_2 = Ea_1$

3) $C^{-2} + 1e^- \rightarrow C^{+2}$

$C^{-2} + 6e^- \rightarrow C^{+4}$

$C^{+2} = O^{-2}$

$CH_3 \quad -2+2$

$C = CH_2$

CH_3

10 | 5 | 10

$\frac{3}{2} \cdot 2$

$2 = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{3}$

$\frac{3}{2} \cdot \frac{1}{3} = \frac{2}{8}$

$Q_1 =$

$2C_4H_8 + 10KMnO_4 + 8H_2SO_4 \rightarrow C_3H_6O + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + CO_2 + 8H_2O$

$8 + 6 = 16$

$14 - 6 = 8$

8

2

16

6

$\frac{3}{2}Q_3$

$\frac{3}{4}Q_3 = Ea_1$

12

$+4H + 3O$

задача и продолжение).

а) $C_nH_{10}O_2 + \frac{13}{2}O_2 \rightarrow 5CO_2 + 5H_2O$

$2C_nH_{10}O_2 + 13O_2 \rightarrow 10CO_2 + 10H_2O$

Горючее.

$CH_3CH_2O\overset{O}{\overset{\|}{C}}CH_2-CH_3$

C_5O_2H

C_5

$CHO + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

0,5 0,5

m(C) = 6г. m(H) = 1г.

m(O) = 3,2г.

$\frac{6}{12} : \frac{3,2}{16} : \frac{1}{1} = C : O : H$

0,5 : 0,2 : 1

2,5 : 1 : 5

5 : 2 : 10

$C_5O_2H_{10}$

$C_2H_4 + O_2$ → $HC\overset{O}{\overset{\|}{-}}H$ + MBPA

$B(CH_3O)_3$

$CH_3-CH_2-CH_2-OH$

CH_3

CH_4

$HC\overset{O}{\overset{\|}{-}}OH$

$HC\overset{O}{\overset{\|}{-}}OH$

CH_3

$CH=CH_2$

$[H^+]CH_3$

4)

$CH_3CH_2-O\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_2-CH_3$

$C_nH_{n+1}-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_mH_{m+1} + H_2O \Rightarrow$

10,2 г. 0,1 моль

$C_nH_{n+1}OH + C_mH_{m+1}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$

0,1 моль

$\ln\frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{RT}\left(\frac{T_2}{T_1} - \right)$

15 - 2 = 13

$C=C$

$C=C-C$

$C-C-C$

C_3H_6O

$C-C-C$

бутил. метиловый эфир

пропил бутиловый эфир

метилпропиловый эфир

CH_3CH_2

C_4H_5 CH_3

Zn^{+3}

$Q_1 =$

$\Rightarrow$ рак