Часть 1

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

Шифр: **21300951**

ID профиля: **371116**

Вариант 2

Чистовик В2 Химия, 11 кл

1.

Для начала найдем молярную массу A и B:

Если в соединении будет 1 атом кислорода, то $M = \frac{16}{0{,}48} = 33{,}3\ \frac{г}{моль}$

Если в соединении будет 2 атома кислорода, то $M = \frac{32}{0{,}48} = 66{,}6\ \frac{г}{моль}$

Если 3 атома кислорода, то $M = \frac{48}{0{,}48} = 100\ \frac{г}{моль}$

Значит, в A и B по 3 атома кислорода. И $n(A) = n(B) = 0{,}48$

Т.к. кислород занимает $48\ г$ в молярной массе, то остальная часть занимает $52\ г$

Молекулы, которые удовлетворяют условию:

$CaCO_3$; $MgSiO_3$; CrO_3.

Проверим реакции:

1) $CrO_3 + CaCO_3 \xrightarrow{t^\circ} CaCrO_4 + \underline{CO_2}$ — газ — схема 1.

Значит, $A = CaCO_3$; $B = CrO_3$.

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

$D = CaO$; $Г = CO_2$

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

$E = Cr_2O_3$

~~4) $2CaO + Cr_2O_3 + O_2 \rightarrow Ca_2CrO_5$~~

~~$X = Ca_2CrO_5$~~

$MgSiO_3 \xrightarrow{t^\circ} MgCrO_4 + \underline{SiO_2}$ — Не газ.

$\nu(CaCO_3) = \frac{40{,}2}{100\ г/моль} = 0{,}4$ моль; $\nu(CO_2) = \frac{8{,}96}{22{,}4\ л/моль} = 0{,}4$ моль

$\nu(CaCO_3) = \nu(CO_2)$

$\nu(CrO_3) = 0{,}4$ моль; $\nu(O_2) = \frac{6{,}72}{22{,}4\ л/моль} = 0{,}3$ моль.

$4\nu(CrO_3) = 3\nu(O_2)$

(1)

Чистовик

1.

4) $2CaO + Cr_2O_3 \xrightarrow{t^\circ} Ca_2O(CrO_2)_2$

~~$\nu(CaO) = 2\nu(Cr_2O_3)$~~

$\nu(Ca_2O(CrO_2)_2) = \frac{52{,}6}{264} = 0{,}2$ моль

~~$\nu(CaO) = 2\nu(Ca_2O(CrO_2)_2)$~~

$\nu(Ca_2O(CrO_2)_2) = \nu(Cr_2O_3)$.

Ответ: А – $CaCO_3$; Б – CrO_3; Г – CO_2; Д – CaO; Е – Cr_2O_3;
Ж – $Ca_2O(CrO_2)_2$.

~~образует~~

$2\underset{0{,}4\text{ моль}}{CaO} + \underset{0{,}2\text{ моль}}{Cr_2O_3} \rightarrow$ ~~$Ca_2O(CrO_2)_2$~~ $Ca_2O(CrO_2)_2$.

$\frac{1}{2}\nu(CaO) = \nu(Ca_2O(CrO_2)_2) = \frac{52{,}6}{264} = 0{,}2$ моль

Ж – $Ca_2O(CrO_2)_2$

2

Чистовик

3. 1) $C_8H_{18} + \frac{25}{2}O_2 \to 8CO_2 + 9H_2O$

$Q(\text{сгорание}) = 258{,}8 \cdot 9 + 393{,}5 \cdot 8 - 208 = 5512{,}2$ $\left[\frac{кДж}{моль}\right]$

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

$Q(\text{сгорание}) = 258{,}8 \cdot 8 + 393{,}5 \cdot 7 - 224 = 4816{,}9$ $\left[\frac{кДж}{моль}\right]$.

$Q(C_8H_{18}\text{ ск}) \cdot V(C_8H_{18}) + Q(C_7H_{16}) \cdot V(C_7H_{16}) = Q(\text{бензин ск})$

$V(\text{бензин}) = 100\text{ мл} = V(C_8H_{18}) + V(C_7H_{16})$

$5512{,}2 \cdot \frac{m_{C_8}}{M_{C_8}} + 4816{,}9 \cdot \frac{m_{C_7}}{M_{C_7}} = 3333{,}8$

$5512{,}2 \cdot \frac{\rho_{C_8} \cdot V_{C_8}}{114} + 4816{,}9 \cdot \frac{\rho_{C_7} \cdot V_{C_7}}{100} = 3333{,}8$

$5512{,}2 \cdot \frac{0{,}69 \cdot V_{C_8}}{114} + 4816{,}9 \cdot \frac{0{,}684 \cdot V_{C_7}}{100} = 3333{,}8$

$33{,}36 V_{C_8} + 32{,}95 V_{C_7} = 3333{,}8$

$1{,}0124 V_{C_8} + V_{C_7} = 101{,}177$

$V_{C_8} + V_{C_7} = 100.$

$V_{C_7} = 100 - V_{C_8}.$

$0{,}0124 V_{C_8} = 0{,}177$

$V_{C_8} = 95$ мл. $\Rightarrow V_{C_7} = 5$ мл

$\varphi(C_8H_{18}) = \frac{95}{100} \cdot 100\% = 95\%$

Октановое число = 95

Ответ: 95.

(3)

3. Условие

2) 40000 мл — Q
100 мл — 3333,3 кДж
$Q_{сг}$ = 1333520 кДж.

$H_2 + 0{,}5\,O_2 = H_2O$ + 285,8 кДж/моль

$\nu(H_2) = \frac{Q_{сг}}{Q_{H_2}}$ $\nu(H_2) = 4665{,}9$ моль $\left(\frac{1333520}{285{,}8}\right)$

$V(H_2) = 4665{,}9$ моль $\cdot 22{,}4 \frac{л}{моль} = 104576{,}6$ л.

Ответ 2: 104576,6 л водорода

3) $\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p_1 V_1}{T_1}$

$\frac{101{,}325\ кПа \cdot V_0}{273} = \frac{196\ кПа \cdot 40}{298}$

$V_1 = \frac{196 \cdot 40}{101{,}325}$ $V_0 = 77{,}4$ л.

$\rho = \frac{76500\ г}{77400\ мл} = 0{,}98 \frac{г}{см^3}$

Хотя плотность водорода больше плотность бензина, менять бензин на водород не будет, так как при сгорании бензина больше тепла. (1)

Ответ 3: Нет

Числовым

2. A – NH_4NO_2 → N_2 + H_2O

(5)

Черновик

1) A ; B ... $M_A = M_B$

$\frac{16}{0,48} = 33,33$.

$\frac{32}{0,48} = 66,66$.

$M(O_3) = 100$.

XO_3 ; YO_3.

$X + Y = 52$ г/моль

$XO_3 + YO_3 \rightarrow XY + 4O_2$

Ост. масса 52 г/моль = 14 : 21

$A + B = 52$ г/моль.

$CaCO_3$ $MgSiO_3$

$CaSiO_3 + MgCO_3$

$O_3 + N =$

Li_3PO_4

$A \xrightarrow{t^\circ} D + F$ (8,96 л)

0,4 моль 0,4 моль

$3B \rightarrow E + 4O_2$

3 моль 0,5 моль

$D + E \xrightarrow{t^\circ, 52^\circ} ?$

$CuO + Cr_2O_3 \rightarrow Ca(CrO_2)_2$

0,4 моль 0,2 моль

$A \xrightarrow{t^\circ} X + Y$

$B = X + Y$.

$A = B$ тип солей

$Ca_2O(CrO_2)_2$

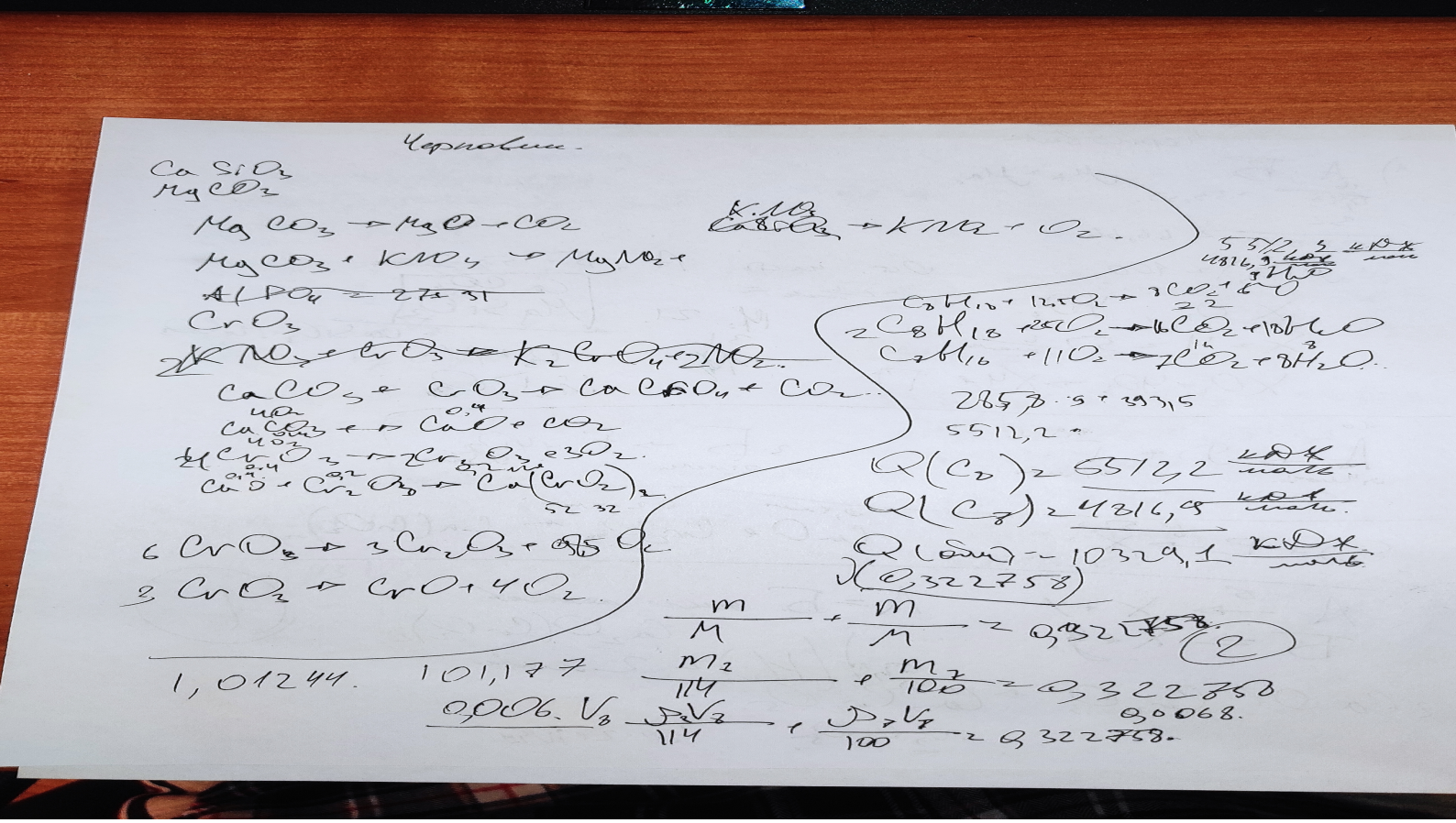
$(H_2) = 2$ моль

$2CaO + Cr_2O_3 \rightarrow Ca_2Cr_2O_5$

SO_2 Cr_2O_5

40 · 2 = 104

1


Черновик.
$CaSiO_3$
$MgCO_3$
$MgCO_3 \to MgO + CO_2$
$MgCO_3 + KMnO_4 \to MgMnO_2 +$
$AlPO_4$
Cr_2O_3
$KNO_3 + Cr_2O_3 \to K_2CrO_4 + NO_2$
$CaCO_3 + Cr_2O_3 \to CaCrO_4 + CO_2$
$CaCO_3 \to CaO + CO_2$
$6CrO_3 \to 3Cr_2O_3 + 3O_2$
$2CrO_2 \to Cr_2O_3 + O_2$
$C_8H_{18} + 12,5O_2 \to 8CO_2 + 9H_2O$
$2C_8H_{18} + 25O_2 \to 16CO_2 + 18H_2O$
$C_8H_{16} + 11O_2 \to 8CO_2 + 8H_2O$
$Q(C_2) = 5512,2$
$Q(C_8) = 4816,8$
$Q(\text{сум}) = 10329,1$
$X(0,322758)$
$\frac{m}{M} + \frac{m}{M} = 0,322758$
$\frac{m_2}{114} + \frac{m_2}{100} = 0,322758$
$1,01244$
$101,177$
$0,006$
$0,0068$

Черновик

$\rho_в V_в = 1{,}14 \rho_т V_т = 36{,}8$

$0{,}69 V_в + 0{,}78 V_т = 36{,}8$

$V_в + V_т = 100$

$V_в = 100 - V_т$

$100 - V_т + 1{,}13 V_т = 53{,}3$

$0{,}13 V_т = -$

$0{,}0006 V_т + 0{,}00068 V_т = 0{,}322753$

$0{,}0006 (V_в + 1{,}13 V_т) = 0{,}322753$

$V_в + 1{,}13 V_т = 53{,}8$

$\frac{56{,}2 \cdot 100 \rho_в V_в}{114} + \frac{46{,}64 \rho_т V_т}{100} =$

$= 3333{,}6$

$V_в + V_т = 100$

$33{,}36 V_в + 32{,}94 V_т = 3333{,}8$

$1{,}01 V_в + V_т = 33{,}2$

$V_в + V_т = 100$

$1{,}01 V_в + V_т = 101{,}2$

$V_т = 100 - V_в$

$0{,}01 V_в = 1{,}2$

3

Часть 2

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

Шифр: **21300951**

ID профиля: **371116**

Вариант 2

Чистовик. Часть 2

4. $C_xH_yO_z + O_2 \to CO_2 + H_2O$

$\nu(CO_2) = 0{,}5$ моль $= \nu(C)$ $\quad \nu(H_2O) = \frac{9}{18} = 0{,}5$ моль $\quad \nu(H) = 1$ моль

$m(O) = 10{,}2 - 0{,}5 \cdot 12 - 1 \cdot 1 = 3{,}2$ г.

$\nu(O) = \frac{3{,}2}{16} = 0{,}2$ моль

$x : y : z = \nu(C) : \nu(H) : \nu(O) = 0{,}5 : 1 : 0{,}2 = 5 : 10 : 2$.

$C_5H_{10}O_2$ $\quad 10{,}2$ г. $\quad 4{,}6$ г.

$R-C(=O)-O-R_1 + H_2O \xrightarrow{H^+} R-C(=O)-OH + R_1-OH$

$\nu(C_5H_{10}O_2) = \frac{10{,}2}{102} = 0{,}1$ моль $= \nu(R-C(=O)-OH) = \nu(NaOH)$

$M(R-C(=O)-OH) = \frac{4{,}6}{0{,}1} = 46$ г/моль

$M(R) = 46 - M(C(=O)-OH) = 46 - 45 = 1$ г/моль.

$R-C(=O)-OH + NaOH \to R-C(=O)-ONa + H_2O$

$\nu(NaOH) = 0{,}05 \text{ л} \cdot 2 \cdot M = 0{,}1$ моль

Б $= H-C(=O)-OH$ – метановая (муравьиная) кислота

Спирт $= C_4H_{10}O$. (1)

$R_1-OH \xrightarrow[t]{Al_2O_3}$ Алкен. ; Алкен $+ [O] \to$ Кетон.

$\omega(O)_{кетон} = 27{,}59\%$. $\quad M(\text{кетона}) = \frac{16}{0{,}2759} = 58$ г/моль.

$C_nH_{2n}O$ – кетон.

$12n + 2n + 16 = 58$

$n = 3$

Числовик. Часть 2

С формулой C_3H_6O есть только один кетон – ацетон (пропанон)

$H_3C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$ – Д

Его можно получить окислением $H_3C-\underset{CH_3}{\overset{}{C}}H-CH_2-Br$ – Г (1-бром-2-метилпропан)

Скорее всего изначальный спирт – изобутанол. В = $H_3C-\underset{CH_3}{\overset{}{C}}H-CH_2OH$

Сложный эфир А = $H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2-\underset{CH_3}{\overset{}{C}}H-CH_3$ изобутилформиат

1) $H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2-\underset{CH_3}{\overset{}{C}}H-CH_3 + H_2O \xrightarrow{H^+} H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + CH_3-\underset{CH_3}{\overset{}{C}}H-CH_2OH$

2) $H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + NaOH \rightarrow H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O^-Na^+ + H_2O$

3) $CH_3-\underset{CH_3}{\overset{}{C}}H-CH_2OH \xrightarrow[t^\circ]{H_2SO_4} CH_2=\underset{CH_3}{\overset{}{C}}-CH_3 + H_2O$

4) $5CH_2=\underset{CH_3}{\overset{}{C}}-CH_3 + 8KMn^{+7}O_4 + 12H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 + 5C^{+4}O_2 + 8Mn^{+2}SO_4 + 4K_2SO_4 + 17H_2O$

(2)

Схема синтеза:

$CH_4 \xrightarrow{t^\circ} HC\equiv CH \xrightarrow[CuCl]{NH_4Cl} HC\equiv C-CH=CH_2 \xrightarrow{H_2} H_3C-(CH_2)_2-CH_3 \xrightarrow{Al_2O_3} H_3C-\underset{CH_3}{\overset{}{C}}H-CH_3 \xrightarrow{Cr_2O_3} H_2C=\underset{CH_3}{\overset{}{C}}-CH_3$

$CH_4 \xrightarrow[t, cat]{+H_2O} CO + H_2 \xrightarrow[t]{ZnO, Al_2O_3} CH_3OH \xrightarrow[H_2SO_4]{KMnO_4} H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$

$H_2C=\underset{CH_3}{\overset{}{C}}-CH_3 \xrightarrow[HBr]{} H_3C-\underset{CH_3}{\overset{}{C}}H-CH_2Br \xrightarrow[KOH]{H_2O} H_3C-\underset{CH_3}{\overset{}{C}}H-CH_2OH$

$H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + H_3C-\underset{CH_3}{\overset{}{C}}H-CH_2OH \xrightarrow{H^+} H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2-\underset{CH_3}{\overset{}{C}}H-CH_3 + H_2O$

Числовик. Часть 2

4. Ответ: А = $H-C(=O)-O-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$; Б = $H-C(=O)-OH$; В = $CH_3-CH(CH_3)-CH_2OH$

Г = $CH_3-C(CH_3)=CH_2$; Д = $H_3C-C\equiv C-CH_3$

---

6. 1) $CoSO_4 + 2H_2O \xrightarrow{0,4\ моль;\ эл.ток} Co + H_2 + H_2SO_4 + O_2$

2) $FeSO_4 + 2H_2O \xrightarrow{0,2\ моль;\ эл.ток} Fe + H_2 + H_2SO_4 + O_2$

3) $2CuSO_4 + 2H_2O \xrightarrow{2,5\ моль;\ эл.ток} 2Cu + 2H_2SO_4 + O_2$

Электролиз солей металлов будет проходить в порядке уменьшения их активности ($CuSO_4 \to CoSO_4 \to FeSO_4$).

В растворе: $FeSO_4$ и H_2SO_4

Сумарная кислота прореагировала не полностью.

Воспользовавшись уравнением Фарадея, можно сказать, что:

$\nu(FeSO_4\ прореаг) = 0,3$ моль $\Rightarrow \nu(FeSO_4\ ост) = 0,1$ моль.

$\nu(H_2SO_4) = 0,4$ моль $+ 2,5$ моль $+ 0,3$ моль $= 3,2$ моль

(3)

$m_{р-ра\ после} = 1250,6г - 0,4$ моль $(59 + 32 + 4 \cdot 16) - 0,3(56 + 32) - 2,5(64 + \frac{1}{2} \cdot 32) =$

$= 986,4г$

H_2SO_4: 986,4г — 3,2 моль

$20_г$ — X.

$X = 0,065$ моль

$FeSO_4$: 986,4г — 0,1 моль

$2a$ — y моль

$y = 0,02$ моль

"Ислочник" часть 2

$V_{р\text{-}ра\ в\ колбе} = 200\ мл. = 0{,}2\ л$

$\nu(H_2SO_4) = 0{,}065\ моль$

$C(H_2SO_4) = \frac{0{,}065\ моль}{0{,}2\ л} = 0{,}325\ М.$

$C(H^+) = 2 \cdot C(H_2SO_4) = 0{,}65\ М.$

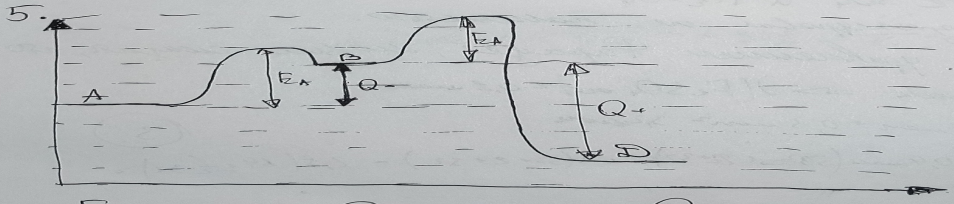
$pH = -\lg 0{,}65$ $\quad pH = 0{,}187$

Образовавшиеся OH^- в результате гидролиза $FeSO_4$ можно ~~[illegible]~~ не учитывать

Нужно еще 77 минут.

Ответ: $pH = 0{,}187$; $t = 77$ минут

5.



(4)

$E_{A\ общ} = 6.$ $\quad Q_- = 2.$ $\quad Q_+ = 4{,}5.$

$Q_{итог} = 4{,}5 - 6 - 2 = -3{,}5.$

Реакция - эндотермическая.

Числовик. Часть 2

5. $\frac{E_{A \to B}}{E_{B \to A}} = \frac{3}{1} = 3:1$

$E_{A \to B} = 3E_{B \to A}$ $\quad (E_{A_1} = 3E_{A_2})$

$K_2 = A \cdot e^{-\frac{E_{A_2}}{RT}}$

$K_1 = A \cdot e^{-\frac{3E_{A_2}}{RT}}$

$\frac{K_2}{K_1} = \frac{A \cdot e^{-\frac{E_{A_2}}{RT}}}{A \cdot e^{-\frac{3E_{A_2}}{RT}}} = \frac{}{e^{-\frac{2E_{A_2}}{RT}}}$

Ответ: $\frac{E_{A_1}}{E_{A_2}} = 3:1$, $\frac{K_2}{K_1} = e^{\frac{2E_{A_2}}{RT}}$ (5)

Черновик

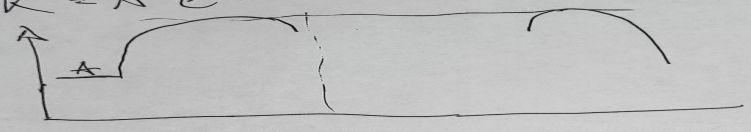
$C_5H_{12}O_3 - CH_2O_2 = C_4H_{10}O$

$CH_4 + H_2O \rightarrow CO + H_2 \xrightarrow{ZnO,\ t°} CH_4O$

$\rightarrow CH \equiv CH \longrightarrow CH \equiv C-CH=CH_2 \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-CH_3 \rightarrow CH_3-CH_2-$

№5

$K = A \cdot e^{\frac{-E_a}{RT}}$



1,5 $Q_{BD} = E_{AB}$

$\frac{2}{3} E_{AB} = Q_{AD}$

1

Черновик

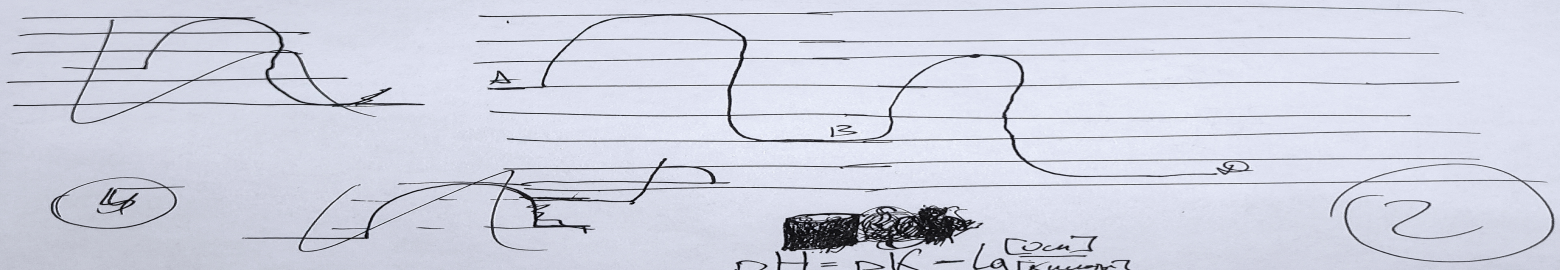
$2CoSO_4 \xrightarrow{электр.} Co + H_2 + H_2SO_4 + O_2$

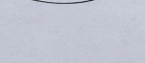
2 т. I.

152

$pH = -\lg c$

A → B → D





$pH = pK - \lg \frac{[соль]}{[кислота]}$

Уравнение Гендерсона-Гассельбаха

Гасселбаха Уравнение Гендерсона