Часть 1

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

Шифр: **21300684**

ID профиля: **808306**

Вариант 1

Задача 1

А $\omega_0 = 60\%$.

Б $\omega_0 = 20\%$.

А + Б → В

А + NH_3 → Г + N_2 + H_2O

Б + NH_3 → Д + N_2 + H_2O

А – пр. в-во

Г – газ с резким запахом

кол-во O	1	2	3	4	5
M_A	~27	~53	(80)		
$M_Б$	(~80)	160	240		

M_A соответствует SO_3

$M_Б$ соответствует CuO

на оксиды массой 24 г потребовался 9,48 л н.у. (0,3 моль) NH_3

Т.к. коэффициенты перед одинаковыми газами в обоих случаях одинаковые. M_A – SO_3

одинаковые их молярные массы равны. $M_A = 80$ г/моль

$M_Б = 80$ г/моль, т.е. коэффициенты

2 ē переход Б – CuO

$3SO_3 + 2NH_3 \xrightarrow{t} N_2 + 3H_2O + 3SO_2$ ← Газ с резким запахом

$3CuO + 2NH_3 \xrightarrow{t} N_2 + 3H_2O + 3Cu$ ← пр. в-во: запахом

нужно 24 г. оксида или 0,3 моль в реакции 3 : 2 NH_3 соотношении в расчетах 0,3 : 0,2 не совпало

$D_{He} = 13,75$ $D_{He} \cdot M_{He} = \overline{M}_{смеси}$

$$\frac{3 \cdot M_{SO_2} + M_{N_2}}{4} = D_{He} \cdot \overline{M}$$

$$\frac{3 \cdot 64 \text{ г/моль} + 28 \text{ г/моль}}{4} = 4 \cdot 13,75$$

$55 = 55$ совпало ✓

[3]

Ответ: 1) А – SO_3 Б – CuO В – $CuSO_4$ Г – SO_2 Д – Cu

$3SO_3 + 2NH_3 \xrightarrow{t} N_2 + 3H_2O + 3SO_2$

2) $3CuO + 2NH_3 \xrightarrow{t} N_2 + 3H_2O + 3Cu$

$CuO + SO_3 \longrightarrow CuSO_4$

в избытке аммиака

4) $CuSO_4 + 4NH_3 \longrightarrow [Cu(NH_3)_4]SO_4$

↑ гол. цвет. ↑ насыщенно-синий цвет.

↑ исх. цвет (после NH_3)

Несмотря на то что в-во в $CuSO_4$ белый его гидрат ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) и раствор имеют голубой цвет.

[1]

Задача 2

$A + H_2O \longrightarrow Б\downarrow + В\uparrow$ Необратимый гидролиз бинарного соединения идет у нитридов фосфидов карбидов силицидов и т.д.

$В\uparrow + O_2 \xrightarrow{Г} Д$

$NaOH + X \longrightarrow В\uparrow + \ldots$

Только фосфор реагирует с щелочами, так как образуется токсичный фосфин при нагреве ($N_2 + NaOH \not\rightarrow$; $SiH_4 \rightarrow$ с щелочами идет до H_2, силан не токсичен)

2,24 л (н.у.) газа в = 0,1 моль газа в фосфиде

Me	С.О.				
	+3	$AlP + 3H_2O \longrightarrow Al(OH)_3\downarrow + PH_3\uparrow$	$M_A = 58$ г/моль	$M_Y = 27$ г/моль	(A1) V
	+2	$Y_3P_2 + 6H_2O \longrightarrow 3Y(OH)_2\downarrow + PH_3\uparrow$	$M_A = 116$ г/моль	$M_Y = 54$ г/моль X	
Y – Me в изв.	+1	$Y_3P + 3H_2O \longrightarrow 3YOH\downarrow + PH_3\uparrow$	$M_A = 58$ г/моль	$M_Y = 9$ г/моль X	

A — AlP

$AlP + 3H_2O + 2NaOH + 2P \xrightarrow{t} Na_2HPO_3 + PH_3\uparrow$

0,1 моль $PH_3 + 2O_2 \longrightarrow \underset{0,1\text{ м}}{H_3PO_4}$ H_3PO_4 в 10 л

0,01 М р-р H_3PO_4 в 150 мл — $1,5\cdot10^{-3}$ моль H_3PO_4

в 50 мл 0,04 М NaOH — $2\cdot10^{-3}$ моль NaOH

$H_3PO_4 + 3NaOH \longrightarrow Na_3PO_4 + 3H_2O$ H^+ — $1,5\cdot10^{-3}$ моль; OH^- — $2\cdot10^{-3}$ моль

в итоге $2\cdot10^{-3}$ моль Na_3PO_4, $8,33\cdot10^{-4}$ моль H_3PO_4 (избыток)

Ответ: A — AlP фосфид алюминия Б — $Al(OH)_3$ — гидроксид алюминия

В — PH_3 фосфин Х — фосфор Д — ортофосфорная кислота

$AlP + 3H_2O \longrightarrow Al(OH)_3 + PH_3\uparrow$

(А) (Б) (В)

$PH_3 + 2O_2 \xrightarrow{Г} H_3PO_4$

$H_3PO_4 + 2NaOH + 2P \xrightarrow{t} Na_2HPO_3 + PH_3\uparrow$

(А)

$Al(OH)_3 + NaOH_{(изб.)} \longrightarrow Na[Al(OH)_4]$

$AlO_3 + NaOH + H_3PO_4 \longrightarrow Na_3PO_4 + 3H_2O$

3) образуется 0,01 М Na_3PO_4 и ~ $4,17\cdot10^{-3}$ М H_3PO_4

свойства: кислотные (был избыток H_3PO_4)

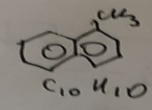
фосфатные (выпадение $Ca_3(PO_4)_2$)

р-ров натрия (выпадение пентагидроксоалюмината натрия)

св-ва водных р-ров (гидролиз карбида)

2

Задача 3

$C_{16}H_{34}$ и  $C_{10}H_{10}$

$C_{16}H_{34} + \frac{49}{2} O_2 \longrightarrow 16\,CO_2 + 17\,H_2O$

$\nu \Delta Q = 16 \cdot Q_{CO_2} - Q_{C_{10}H_{34}} + 17 Q_{H_2O} = 10\,698{,}6 \frac{кДж}{моль}$

$C_{10}H_{10} \cdot \frac{25}{2} O_2 \longrightarrow 10 CO_2 + 5 H_2O$

$\Delta Q = 10 \cdot Q_{CO_2} + 5 \cdot Q_{H_2O} - Q_{C_{10}H_{10}} = 5319 \frac{кДж}{моль}$

0,775 г/мл — декан

0,025 г/мл — метил нафталин

Пусть $\nu_{декана} = x$

$\nu_{м\text{-}нафт} = y$

Тогда

$$\begin{cases} \frac{x\ моль \cdot 288\ г/моль}{0{,}775\ мл} + \frac{130\ г/мл \cdot y\ моль}{1{,}025\ г/мл} = 100\ мл \\ x\ моль \cdot 10\,698{,}6 \frac{кДж}{моль} + 5319 \frac{кДж}{моль} \cdot y\ моль = 3927{,}8\ кДж \end{cases}$$

$y = -2{,}42x + 0{,}78$ (из 1-го уравнения)

Тогда (подставим во второе)

$-2173{,}4x + 4148{,}82 = 3927{,}8$

$\Rightarrow 173{,}4x = 221{,}02$

$x = 0{,}1$ моль

Тогда

$10\,698{,}8 \frac{кДж}{моль} + 5319 \frac{кДж}{моль}$ $\quad \nu = 3927{,}8$ кДж

$y = 0{,}54$ моль

	ν	m	V
$C_{10}H_{10}$	0,54 моль	70,2 г	69 мл
$C_{16}H_{34}$	1 моль	23,8 г	31 мл

$\rho = \frac{69 \cdot \rho_{C_{10}} + 31 \rho_{C_{16}}}{100} = 0{,}9434$ г/мл

в 10^6 г — $1{,}06 \cdot 10^6$ моль керосина

из $1{,}06 \cdot 10^6$ мл

$Q_к = 1{,}06 \cdot 10^4 \frac{г}{100\ г} \cdot 3927{,}8 \frac{кДж}{100\ мл} = 4\,163\,468\,0$ кДж

$\frac{Q_к}{Q_{H_2}} = \nu_{H_2} = \frac{4\,163\,468\,0\ кДж}{285{,}8 \frac{кДж}{моль}} \approx 1\,456\,78$ моль

$\nu_{H_2} \cdot V_{моль} = 22{,}4 \frac{л}{моль} \cdot 145678\ моль$

$= 3\,263\,180\ л$

3

Задача 3
(продолжение)

3 263 180 л H_2

$\rho' = \frac{76{,}5\,кг}{40\,л} = 1{,}9125\,\frac{кг}{л}$

$\rho' \cdot V_{H_2} = 3263180\,л \cdot 1{,}9125\,\frac{кг}{л} =$
6240 кг

Черновик

А — 60%.
Б — 20%.

$A + Б \longrightarrow В$

$A + NH_3 \xrightarrow{t} M + H_2O$

$Б + NH_3 \xrightarrow{t} N_2 + H_2O$ (2)

одинаковые коэффициенты одинаковые и так не С.О.

Кол-во O	1	2	3	4	5
M_A	27	53	80		
$M_Б$	80	160	240		

M_{max} 13,75 с Не

$\overline{M} = 55$ г/моль

Пусть 3

$M_{A_3} = S$

$M_{Б_3} = Te$

80 г/моль = 2 моль

Газ Г — газ с запахом

$3O_2$ 2г перед

$3SO_3 + 2NH_3 \longrightarrow N_2 + 3O_2 + 3H_2O$

0,2 моль

24г 0,3 моль 4,48л NH_3

$3Б + 2NH_3 \longrightarrow N_2 + 3A_1 + 3H_2O$

$3CuO + 2NH_3 \longrightarrow N_2 + 3Cu + 3H_2O$

$A + H_2O \longrightarrow Б\downarrow + газ\uparrow$

0,1 моль

Из нитрид(?) карбид(?) фосфид(??)

$X + NaOH \longrightarrow X\ldots$

$XP + 3H_2O \longrightarrow X(OH)_3 + PH_3\uparrow$

0,1 моль 0,1 моль

68 г/моль

AlP

$X_3P_2 + 6H_2O \longrightarrow 3X(OH)_2 + 2PH_3$

0,05 моль 0,1 моль

P 0,1 моль 0,01 моль

$\frac{0,1}{10}$

$1,5 \cdot 10^{-3}$

$2 \cdot 10^{-3}$

$0,5 \cdot 10^{-4}$

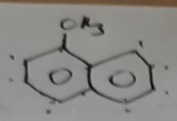
$5 \cdot 10^{-4}$ OH^-

116

$2NaOH + P \xrightarrow{t} Na_2HPO_3 + PH_3$

$PH_3 + 2O_2 \longrightarrow H_3PO_4$

0,1 моль 0,1 моль

$C_{16}H_{34}$ и  $C_{10}H_{10}$ Черновик

$C_{16}H_{34} + \frac{49}{2}O_2 \longrightarrow 16CO_2 + 17H_2O$

$Q_{обр.}$ 456 3935 285,8

$C_{10}H_{10} + \frac{25}{2}O_2 \longrightarrow 10CO_2 + 5H_2O$

$Q_{обр}$ 45 395,5 285,8

$\left[\frac{X \cdot 238}{0,733} + \frac{130 \cdot y}{1,025}\right] = 100$

$X \cdot 10698,6 + 5319 \cdot y = 3927,8$

$307,9x + 127,45y = 100$

$y = -2,42x + 0,78$

$2864,85x = 221,02$

$x = 0,077$ моль

$5319 \cdot y = 3104$

$y = 0,58$ моль

$\rho = 0,94$ г/мл

$\frac{10^6}{0,934} = 1039,996 \approx 1,06 \cdot 10^6$ мл

41 634 680 кДж $1,06 \cdot 10^3$ л

145 677 моль H_2

или

291 355 г H_2

$\Delta Q = 5319$ кДж/моль

$\nu_{C_{10}H_{10}} = x$

$\nu_{C_{16}H_{34}} = y$

$10698,6 - 12372 = 221,02$

$2173,4x = 221,02$

$x = 0,1$ моль

$2858 \approx 5319y$

$y = 0,54$

$m_{C_{10}} = 70,25$ г

$m_{C_{16}} = 23,85$

$V_{C_{10}} = 31$ мл $V_{C_{16}} = 69$ мл

$\rho = 0,934$ г/мл

13,3265 C_9H_{14} 25 мл. цетан

73,45 метилнафталин 75 мл.

1 тонна $\rho = 0,94$ г/мл = 940 кг/м³

$0,94 \cdot 10^6$ г/м³

Часть 2

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

Шифр: **21300684**

ID профиля: **808306**

Вариант 1

Задача 6

$AgNO_3$ — 68 г, 0,4 моль
$Pb(NO_3)_2$ — 602 г, 0,2 моль
$Ni(NO_3)_2$ — 96,6 г, 0,4 моль

3А 5 ч 20 мин $\Rightarrow$ $\frac{F \cdot I \cdot t}{z} = q_e = \frac{3А \cdot 2\cancel{68}\ \frac{г}{моль} \cdot 19320\ с}{96500\ \frac{Кл}{моль}} =$ 0,6 моль

1 $AgNO_3 + H_2O \xrightarrow{\text{ч}} 2Ag\downarrow + \frac{1}{2}O_2\uparrow + 2HNO_3$
* $Pb(NO_3)_2 + H_2O \xrightarrow{\text{ч}} \frac{1}{2}O_2\uparrow + 2HNO_3 + PbO_2\downarrow$
* $Ni(NO_3)_2 + H_2O \xrightarrow{\text{ч}} \frac{1}{2}O_2\uparrow + 2HNO_3 + Ni\downarrow$

Реакции (часто ответ)

* вместо идет конкур. процесс с H_2O ч, $H_2 \uparrow + \frac{1}{2}O_2$ из эл. пробирки → это табл. напр. считать не будем

$Ni < Pb < Ag$ табл. напр.

Ag^+ на Ni получит $\frac{1}{e}$ не хватит $\bar{e}$ электролизом будут только $\frac{1}{2}Pb$ и Ag

0,4 моль $Ni(NO_3)_2$ и 1,2 моль HNO_3
0,1 моль $Pb(NO_3)_2$

Из р-ра ушли:
0,1 моль Pb
0,4 моль Ag
0,25 моль O_2

602,6 г р-ра осталось ⟸ $m = 16^{-}_{моль} \cdot 0,25 + 0,4 \cdot 108 + 0,1 \cdot 207 =$ 67,9 г

→ для полного электролиза нужно ещё 1 моль $\bar{e}$ это 96500 Кл при I = 3А $t = 32167\ с \approx 536$ мин.

0,002 моль HNO_3 в 100 г
0,0066 моль $Ni(NO_3)_2$
0,0016 моль $Pb(NO_3)_2$

в 100 мл: 0,02 моль HNO_3, 0,0664 $Ni(NO_3)_2$, 0,016 $Pb(NO_3)_2$

$pH = -\lg([H^+]) =$

(гидролиз Pb^{2+} и Ni^{2+} пренебр. т.к. они болтаются на ион H^+)

$[H^+] = \frac{\text{эквив}}{V} = \frac{0,2\ моль}{0,1\ л} = 0,2$ М

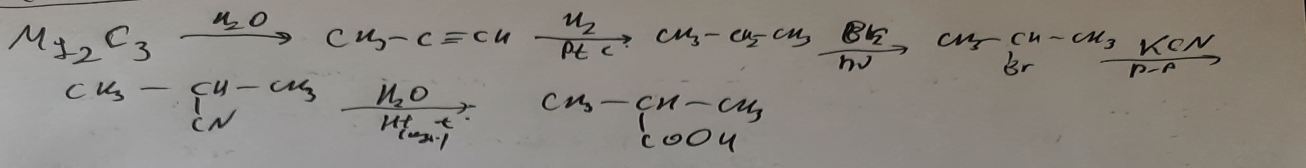
Ответ: pH = 0,7

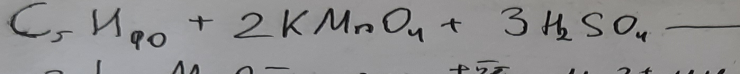
для полного электролиза нужно ещё 536 минут

в 602,6 г р-ра 0,4 моль $Ni(NO_3)_2$ 0,1 моль $Pb(NO_3)_2$ 0,2 моль HNO_3

реакции выше

Задача 4
(Редуктиза)





Задача 4

$A + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

CO_2: 15,68 л, 0,7 моль; H_2O: 12,6 мл, 0,7 моль

$m_{сгор} = m_C + m_{CO_2} + m_H + 2 \cdot m_{H_2O} = 9,8$ г

$m_A = 13$ г

$m_A - m_{сгор} = m_O = 3,2$ г

$\nu_O = 0,2$ моль

$C : H : O = 7 : 14 : 2$

это $C_7H_{14}O_2$ (это сл. эфир)

0,1 моль $NaOH$

$A + H_2O \xrightarrow{H^+}$ Б + В

Б – к-та, В – спирт

Б г к-ты $\Rightarrow \nu_Б = 0,1$ моль

$M_Б = \frac{m_Б}{\nu_Б} = 60$ г/моль

т.к. это одноосновная к-та

это CH_3COOH

$C_5H_{12}O$ ← эмпирическая формула В

$C_5H_{12}O \xrightarrow[600^\circ]{Al_2O_3} C_5H_{10} \xrightarrow[H^+]{KMnO_4} ? + Д$

к-та с третичным атомом углерода

из $C_5H_{10}O$ не могло получиться 2 одинаковых продукта при разрыве = CO_2, так что вторая – CO_2

это единственный вариант

$M' = 88$ г/моль $\omega_O = \frac{2 \cdot 16}{M'} = \frac{32}{88} = 30,36\%$

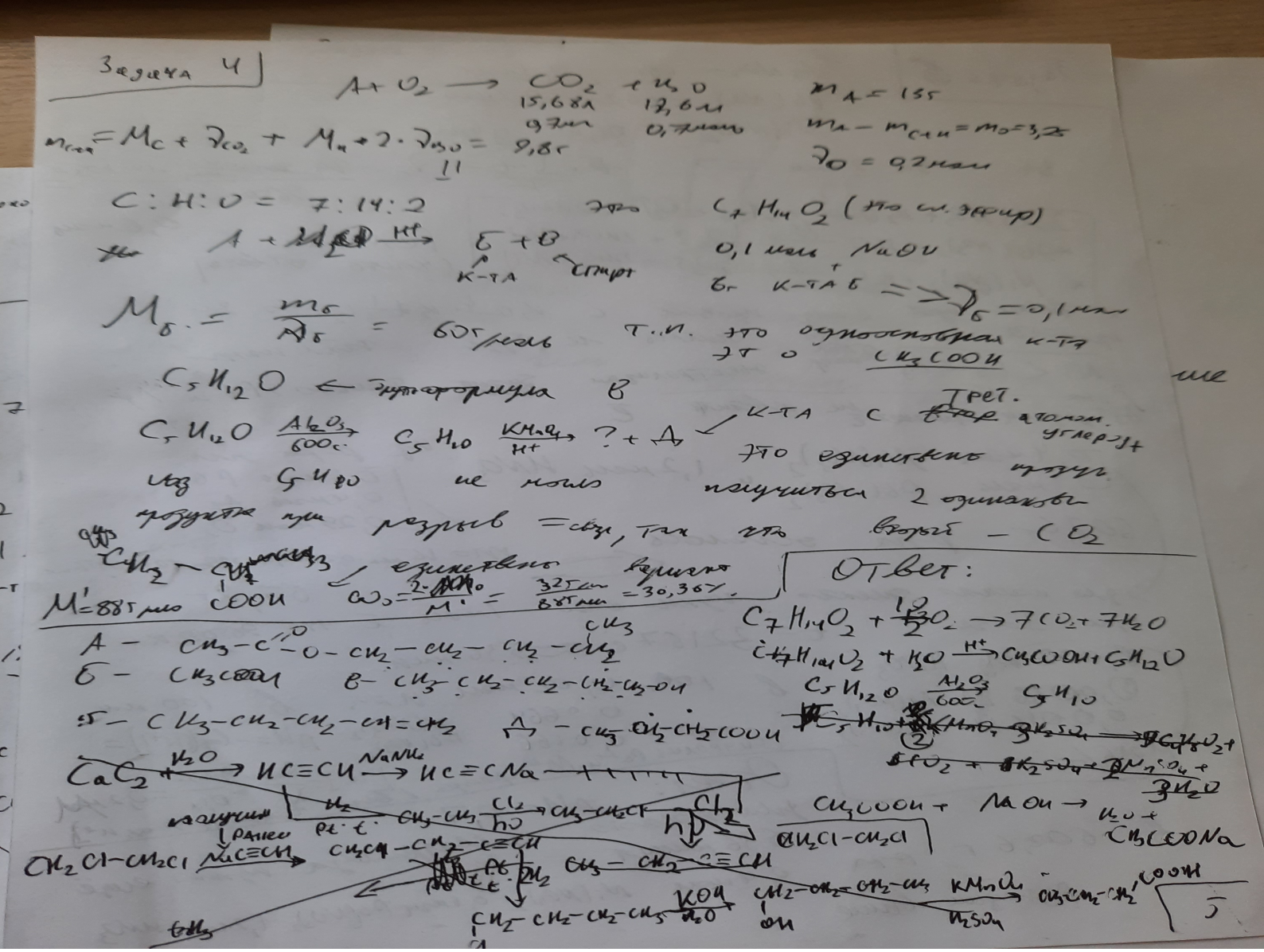
Ответ:

$C_7H_{14}O_2 + 10,5O_2 \rightarrow 7CO_2 + 7H_2O$

$C_7H_{14}O_2 + KOH \xrightarrow{H^+} CH_3COOH + C_5H_{12}O$

$C_5H_{12}O \xrightarrow[600^\circ]{Al_2O_3} C_5H_{10}$

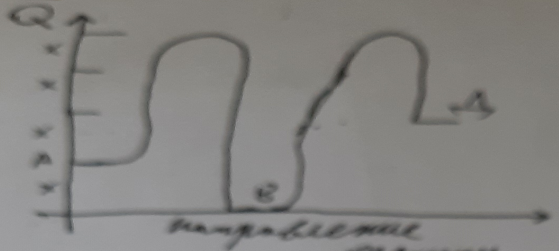
$CH_3COOH + NaOH \rightarrow H_2O + CH_3COONa$



Задача 5

X –

$K_1 = K_2$



в этом эффект ~~эффект~~ ~~эффект~~ т.к.

превращение B → A поглотило в 2 раза больше энергии чем ~~вызывало~~ путь A → B

~~задача 3~~
~~продолжение~~

~~3 263 180 л H_2~~

$\rho' = \frac{76{,}5\ кг}{40\ л} = 1{,}9125\ \frac{кг}{л}$

$\rho' \cdot V_{H_2} = 3263{,}180\ л \cdot 1{,}9125\ \frac{кг}{л} =$
6240 г

$A \xrightarrow{k_1} B \underset{k_2}{\overset{k_3}{\rightleftarrows}} A_1$

$k_1 = k_1$

Черновик

