МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Хайрутдинов Тимур Саматович**

Класс: **9**

Технический балл: **70**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

Шифр	Проверил	1	2	3	4	5	6	Σ	Комментарий
8990259	В.В.Еремин	10	12	3	9	14	22	70	№ 2 – Ошибка во втором уравнении системы (метана должно быть 1-x+2-2y). Система решена неверно. Итого – минус 3 балла. № 3 – в черновике формула H_2S. № 4 – неверная теплота образования, минус 6 баллов. № 5 – все верно, но нет последнего ответа. № 6 – неверные уравнения реакций с O_2 и получение PF_3, минус 3 балла.

Беловик

(2) $CH_4 \xrightarrow{t} C + 2H_2$

$2CH_4 \xrightarrow{t} C_2H_2 + 3H_2$

$p = 1{,}6p_0$ $\quad D_{H_2} = 3{,}5 \Rightarrow M = 3{,}5 \cdot 2 = 7$

$\frac{p}{p_0} = \frac{n_2 \cancel{RT}}{\cancel{V}} \cdot \frac{\cancel{V}}{n_1 \cancel{RT}} = \frac{n_2}{n_1}$ (сюда не входит сажа, т.к. не создаёт давления)

	CH_4	C	H_2	CH_4	C_2H_4	H_2
было(моль)	1	0	0	2	0	0
стало	$1-x$	x	$2x$	$2-2y$	y	$3y$

$$\begin{cases} \frac{(1-x)+2x+2-2y+y+3y}{3} = 1{,}6 \leftarrow \text{через } \frac{n_2}{n_1} = 1{,}6 \\ \frac{2(3y+2x)}{4{,}8} + \frac{26y}{4{,}8} + \frac{16(1-x)(2-y)}{4{,}8} = 7 \leftarrow \text{через Массы} \end{cases}$$

$x = 2{,}5$
$y = -3{,}2$
не подходит
$y < 0$

$x = 0{,}65$
$y = 0{,}5$
подходит

было CH_4 — 3 моль
стало CH_4 $(1-0{,}65) + (2 - 2 \cdot 0{,}5) = 1{,}35$ моль
на сажу — $\frac{0{,}65}{3} \Leftrightarrow 21{,}667\%$
на C_2H_2 — $\frac{1}{3} \Leftrightarrow 33{,}33\%$

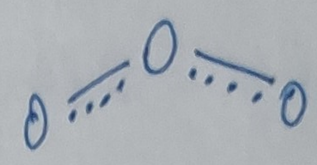
(1) ~~$H-N=C=S$~~
~~всего $\bar{e}$ — 30~~
~~в связях —~~

$N \equiv C - C \equiv N$ ← это $(CN)_2$
всего $\bar{e}$ — 28
в связях — 14 $\bar{e}$
есть вероятность, что я его нарисовал неправильно

(3) прост + Y → $X\uparrow$ + Z
$3r$ $\quad 12r \quad 5r$ $\quad 36r \quad 12r$
$17r$
$48r$

Беловик

(4) $O_2 \longrightarrow O + O$ $\quad Q_1 = -498 \frac{кДж}{моль}$



$O_2 + O \longrightarrow O_3$ $\quad Q_2 = 106 \frac{кДж}{моль}$

$O_3 \longrightarrow 3O$ $\quad Q_3 = ?$

$Q_2 = Q_1 - Q_3 = 106$

$106 = -498 - Q_3 \Rightarrow Q_3 = -604 \frac{кДж}{моль}$ (на моль O_3)

т.к. в Q_3 мы рвём 2 связи $O \cdots O$, то $O \cdots O = \frac{Q_3}{2} = \frac{-604}{2} = -302$ кДж

$Q_f(O_3) = -Q_3 = -(-604) = 604 \frac{кДж}{моль}$

(6) $\underset{8,86г}{X} \xrightarrow{t} \underset{12}{Y} + \underset{4,86г}{Z}$

$\underset{8,86г}{X} + O_2 \longrightarrow \underset{1,429г}{YO} + Z$

окисл. с прауз. формулой

пусть $n(Y) = n(YO)$, тогда

$\frac{1}{M(Y)} = \frac{1,429}{M(Y) + 16n}$

перебирая n находим, что при $n = 1,5$

$M(Y) = 56 \Rightarrow$ Y – Fe

К.4 5 у железа может достигаться в комплексах $Fe(CO)_5$; $Fe_2(CO)_9$. Проверим оба случая

$Fe(CO)_5$: $8,86 : \frac{1}{56} = 496 - 56 = 440 : 5 = 88 \Rightarrow PF_3$

$Fe_2(CO)_9$: $8,86 : \frac{1}{2 \cdot 56} = 992 - 2 \cdot 56 = 880 : 9 \approx 98$

тогда X – $Fe(PF_3)_5$; Y – Fe; Z – PF_3

$Fe(PF_3)_5 \xrightarrow{t} Fe + 5PF_3$

$2Fe(PF_3)_5 + \frac{3}{2}O_2 \longrightarrow Fe_2O_3 + 10PF_3$

$FeI_2 + Zn + 5PF_3 \longrightarrow Fe(PF_3)_5 + ZnI_2$

$2PCl_3 + 3F_2 \longrightarrow 2PF_3 + 3Cl_2$

$PF_3 + 3H_2O \longrightarrow H_3PO_3 + 3HF$

Черно

(1)

Беловик

(5)

3/4

HCl $c_1 M$ $NaOH$ $c_2 M$

$HCl + NaOH \rightarrow H_2O + NaCl$

HCl 3л + $NaOH$ 2л $\rightarrow [H^+]$

0,1 M $\Leftrightarrow$ 0,5 моль

$3c_1 - 2c_2 = 0{,}6$ моль

(3)

HCl 9л + $NaOH$ 3л $\rightarrow H_2O$

$4c_1 = 3c_2$

$c_1 = 1{,}5$

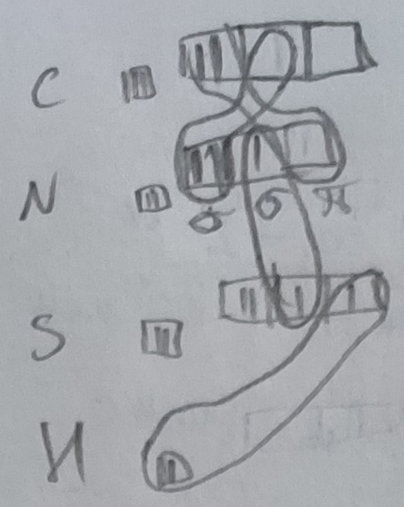
$c_2 = 2$

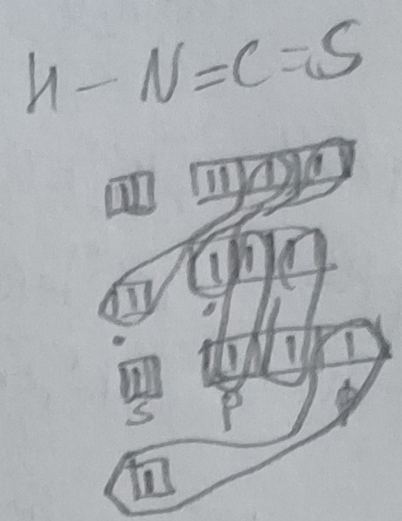
для pH=0

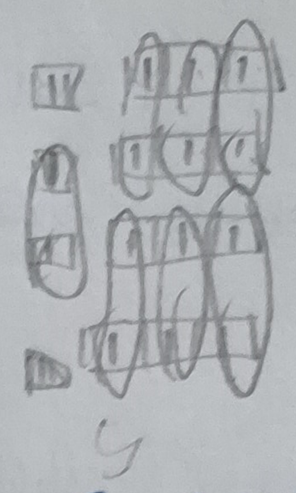
2л HCl + 1л $NaOH$

Черновик

① HCNS







$N \equiv C - C \equiv N$

② $CH_4 \xrightarrow{t} C + 2H_2$ (x моль, x моль, 2x моль)

$2CH_4 \xrightarrow{t} C_2H_2 + 3H_2$ (2y моль, y моль, 3y моль)

$2x + 26y + 16z = 7$

$p_0 = \frac{n_1 RT}{V}$ $\quad p = \frac{n_2 RT}{V}$

$\frac{p}{p_0} = 1{,}6 = \frac{n_2 RT}{V} \cdot \frac{V}{n_1 RT} = \frac{n_2}{n_1} = 1{,}6$

$x + 2y$

	CH_4	C	H_2	CH_4	C_2H_4	H_2
было	1	0	0	2	0	0
стало	1-x	x	2x	2-2y	y	3y

$\frac{(1-x) + 2x + 2 - 2y + y + 3y}{3} = 1{,}6$

$\frac{1 + x + 2 + 2y}{3} = 1{,}6$

$\begin{cases} 3 + x + 2y = 4{,}8 \\ 2(3y + 2x) + 26y + 16(1-x)(2-y) = 7 \end{cases}$

$6y + 4x + 26y + 16(2 - y - 2x + xy) = 33{,}6$

$\cancel{6y} + \cancel{4x} + \cancel{26y} + 32 - \cancel{16y} - \cancel{32x} + 16xy = 33{,}6$

$-16y - 28x + 16xy + 32 = 33{,}6$

$x = 1{,}8 - 2y$

$16y - 28(1{,}8 - 2y) + 16(1{,}8 - 2y)y = 1{,}6$

$16y - 50{,}4 + 56y + 28{,}8y - 32y^2 - 1{,}6 = 0$

$-32y^2 + 100{,}8y - 52 = 0$

$x = 2{,}5 \quad y = 0{,}65$

③ м.б. H_2S

$S + O_2 \longrightarrow H_2S\uparrow + Z$

0,375 моль; 12 г; 5 г; 0,375 моль; 4,25 г; кислота

на SO_2

$S + O_2 \longrightarrow SO_2 + Z$

12 г; 5 г; 0,375 моль; 4,75 г; 0,375 моль

$S + O_2 \longrightarrow X + Z$

12 г; 5 г; 0,375 моль; 12,75 г; 4,25 г; M = 34; H_2S

O_2: 12 г, 5 г

$S + O_2 \longrightarrow X\uparrow + Z$

32 г; 14 г; 36 г; 12 г

14 г: 12 г, 5 г; 36 г: 31 г, 5 г