



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Дорофеева Екатерина Александровна**

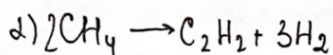
Класс: **8**

Технический балл: **97**

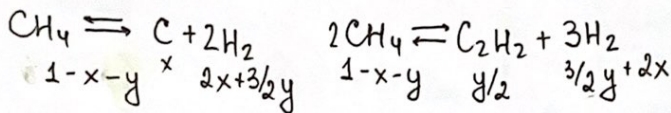
Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

10113865	1 Всё верно. Итог: 10 баллов
	2 Всё верно. Итог: 15 баллов
	3 Ошибка в вычислении соединения Y; 12 баллов
	4 Всё верно; итого: 15 баллов
	5 Всё верно. Итого: 20
	6 Всё верно. 25 баллов
	Итого: 97 баллов

Спиридонов В.В.

Задание 1.Дициан $(CN)_2$ Общее число электронов: $N(e^-) = 2 \cdot (7+6) = 26e^-$ Число e^- , участвующих в одр. связях: $N(e^-)_{odr} = 2 \cdot N_{odr} = 2 \cdot 7 = 14e^-$ Задание 2.

$$M_{cp} = 3,5 \cdot 2 = 7 \text{ моль}$$



$$\sum n = 1-x-y+2x+y/2+3/2y = 1+x+y$$

~~$1-x-y+2x+3/2y$~~ (газообразных в-в)

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

$$\begin{cases} x+y=0,6. \end{cases}$$

$$\frac{1}{1+x+y} \cdot (2 \cdot (2x+3/2y) + 16 \cdot (1-x-y) + 26 \cdot y/2) = 7$$

$$\begin{cases} x+y=0,6 \\ \frac{1}{1+x+y} \cdot (4x+3y+16-16x-16y+13y) = 7 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x+y=0,6 \\ \frac{1}{1+x+y} (16-12x) = 7 \end{cases}$$

$$16-12x = 7+7x+7y$$

$$\begin{cases} 7y+19x=9 \\ x+y=0,6 \end{cases}$$

$$x = \text{одн} 0,4$$

$$y = \text{одн} 0,2$$

(на схеме снизу подписаны общие равновесные кол-ва веществ для 2х параллельно протекающих реакций).

Т.о. в сажу превратилось $x=0,4$ моль CH_4 ,
а в ацетилен $-y=0,2$ моль CH_4 .

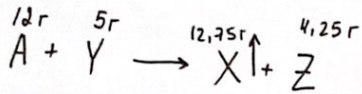
$$J(CH_4 \rightarrow C) = \frac{0,4}{1} = 0,4 \text{ или } 40\%$$

$$J(CH_4 \rightarrow C_2H_2) = \frac{0,2}{1} = 0,2 \text{ или } 20\%$$

Задача 3

Чистовик 2

Пусть А - тв. простое в-во, входящее в состав X, смешали 12г А и 5г Y, тогда ур-е реакции:



$m(Z) = \frac{12+5}{4} = 4,25\text{г}$, тогда по закону сохр-я массы:

$m(X) = 17 - 4,25 = 12,75\text{г}$.

Из них 12г - m(A) \Rightarrow m(2го компонента) = 0,75г, $\omega = \frac{0,75}{12,75} = 0,05882$.

Судя по такой маленькой массовой доле, это водород. Если в X 2 атома H, $M(X) = 34\text{ г/моль}$ - $\begin{matrix} \text{H}_2\text{S, A-S} \\ \text{X} \end{matrix}$

$\omega(H)_Y = \frac{0,75}{5} = 0,15$ или 15%

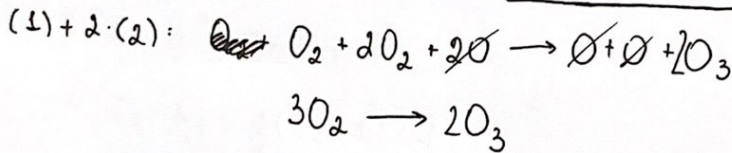
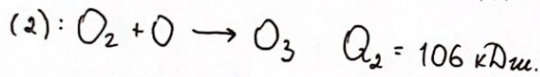
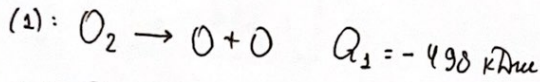
Y имеет состав H_nZ . При

$n=1$ $M(Z) = 51,67\text{ г/моль}$

$n=2$ $M(Z) = 11\text{ г/моль}$ - B.

$n=3$ $M(Z) = 17\text{ г/моль}$

Задача 4.



$Q = Q_1 + 2Q_2 = -498 + 2 \cdot 106 = -286\text{ кДж}$.

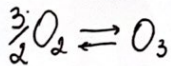
2 моль O_3 - -286 кДж

1 моль O_3 - x кДж

$x = -143\text{ кДж}$ - Q отр 1 моль O_3
из O_2

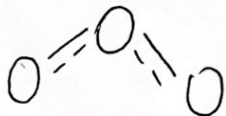
$E_{cb}(O=O)_O_2 = 498\text{ кДж}$.

$Q_{обр. O_3} = 2E_{cb}(O \cdots O)_{O_3} - \frac{3}{2}E_{cb}(O=O)_O_2 = -143$

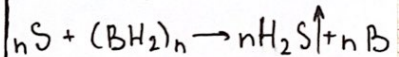


$2E_{cb}(O \cdots O)_{O_3} = \frac{3}{2} \cdot E_{cb}(O=O)_{O_2} - 143$

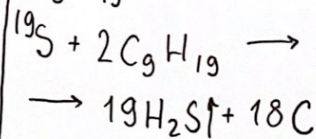
$E_{cb}(O \cdots O)_{O_3} = \frac{\frac{3}{2}E_{cb}(O=O)_{O_2} - 143}{2} = \frac{\frac{3}{2} \cdot 498 - 143}{2} = \frac{302}{2} = \frac{302}{2}\text{ кДж/моль}$



т.о. Y имеет состав $(BH_2)_n$ (полимер)



Так же по массовой доле H в Y подходит C_9H_{19}



Задача 5 . Пусть соотношения объемов показывает кол-во литров
 $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
 принятых веществ.

$$\begin{cases} 4c_1 = 3c_2 \\ 3c_1 - 2c_2 = 0,1 \cdot (3+2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} 4c_1 - 3c_2 = 0 \\ 3c_1 - 2c_2 - 0,3 - 0,2 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 4c_1 - 3c_2 = 0 \\ 3c_1 - 2c_2 = 0,5 \end{cases}$$

$$\begin{cases} c_1 = 1,5 \text{ M} \\ c_2 = 2 \text{ M} \end{cases}$$

$$x c_1 - y c_2 = 1 \cdot (x+y)$$

$$x c_1 - y c_2 - x - y = 0$$

$$x(c_1 - 1) - y(c_2 + 1) = 0$$

$$x(c_1 - 1) = y(c_2 + 1)$$

$$\frac{x}{y} = \frac{c_2 + 1}{c_1 - 1} = \frac{3}{0,5} = 6$$

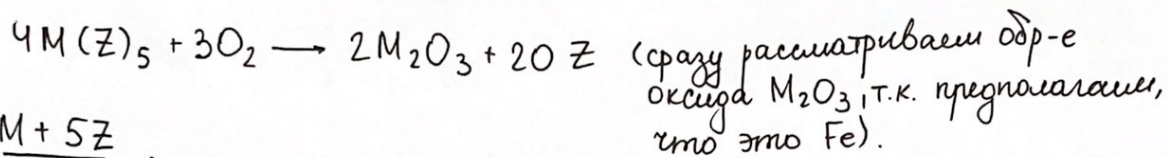
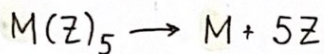
$$V(\text{HCl}) : V(\text{NaOH}) = \boxed{6 : 1}$$

Задача 6.

Из описания можно догадаться, что металл Y - Fe.

X имеет состав $\text{Fe}(\text{Z})_5$.

Проверка того, что Y - Fe:



$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\text{M} + 5\text{Z}}{\text{M}} = 8,86 \\ \frac{4\text{M} + 96}{4\text{M} + 20\text{Z}} = \frac{1}{6,2} \end{array} \right.$$

$$\frac{4\text{M} + 96}{4\text{M} + 20\text{Z}} = \frac{1}{6,2}$$

$$\# \text{Z} = \frac{7,86\text{M}}{5} = 1,572\text{M}$$

$$24,8\text{M} + 595,2 = 4\text{M} + 31,44\text{M}$$

$$10,64\text{M} = 595,2$$

$$\text{M} = 56 \text{ г/моль} - \text{Fe}, \Rightarrow \boxed{\text{Y} - \text{Fe}}, \text{однозначно.}$$

Тогда $\text{M}(\text{Z}) = 88 \text{ г/моль}$.

Из условий синтеза понятно, что Z содержит галоген.

Если этот галоген фтор, молярная масса второго эл.:

$$\text{M}(\text{Э}) = 88 - n \cdot 19.$$

$$\text{При } n=3 \quad \text{M}(\text{Э}) = 31 \text{ г/моль} - \text{P.}$$

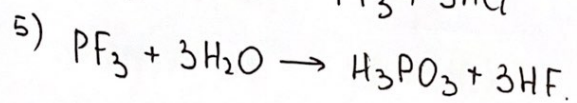
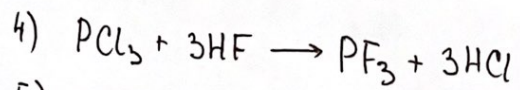
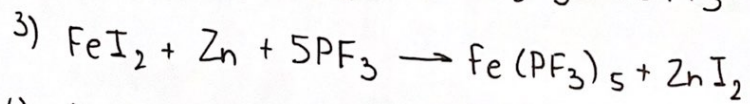
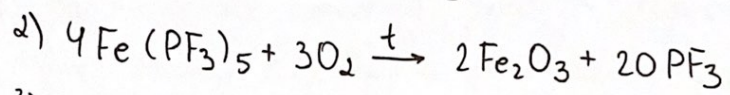
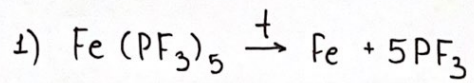
$$n=4 \quad \text{M}(\text{Э}) = 12 \text{ г/моль} - \text{C.}$$

Т.е. Z - PF_3 или CF_4 , однако при гидролизе CF_4 не образуется 2х к-т (H_2CO_3 разлаг. на CO_2 и H_2O) $\Rightarrow \boxed{\text{Z} - \text{PF}_3}$.

Тогда $\boxed{\text{X} - \text{Fe}(\text{PF}_3)_5}$.

продолжение на след. листе: \rightarrow

Ур-я р-ции (к загаре 6):



Задание 6.

~~Черновик~~

Черновик 6

Из описания понятно, что X - карбонил металла, вероятно всего, железа (проверим расчетами), Z - CO.

$$\frac{M(\text{Me}) + 5 \cdot 28}{M(\text{Me})} = 8,86$$

$$M(\text{Me}) + 140 = 8,86 M(\text{Me})$$

$$M(\text{Me}) = 17,8 \text{ г/моль} - \text{не подходит.}$$

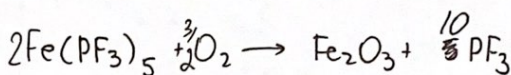
Кратно 5: ^{20}Ne , ^{31}P , ^{40}Ar , ^{39}K , ^{40}Ca ,
 ^{45}Sc , ^{51}V , Mn
 Кратно 12: ^{12}C , ^{24}Mg , $^{35,5}\text{Cl}$, ^{48}Ti

~~Знач~~

$$\frac{56 + 5x}{56} = 8,86$$

$$x = 88 \text{ г/моль}$$

PF₃?



CF₄

X - Fe(PF₃)₅

Y - Fe

Z - ~~CF₄~~ PF₃

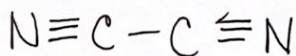
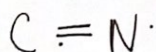
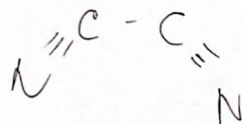
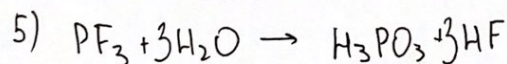
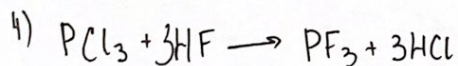
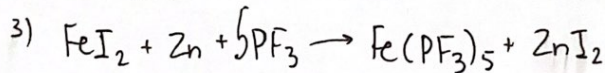
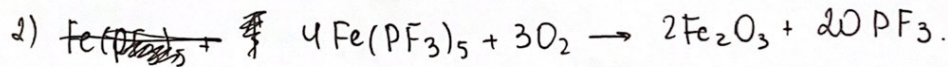
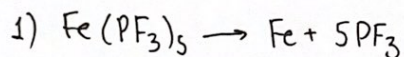
Z.A. - Y



ЧМ(A) =

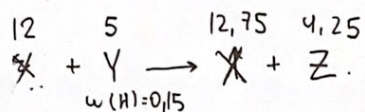
$$\frac{XZ}{X+ZA} = \frac{3}{4}$$

0,254



Черновик

Черновик 7.

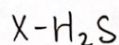


$$\begin{array}{r} 750 \overline{) 500} \\ 500 \\ \hline 2500 \\ -2500 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$12r \text{ X и } 0,75r \text{ A}$$

$$w(A) = 0,05882 \quad \text{при } n(H) = 2 \quad M(X) = 32r$$

S +



~~$$\frac{x}{12x + y} = 0,15$$~~
~~$$x = 1,8x + 0,15y$$~~

$$0,4 \text{ моль } CH_4 \quad x = 0,25$$

$$1 \text{ моль } H_2 \quad x = 0,625$$

$$0,2 \text{ моль } CH_4 \quad x = 0,125$$

$\sum n = 1,6$

$$\frac{x}{12y + x} = 0,15$$

$$x = 1,8y + 0,15x$$

$$0,85x = 1,8y$$

$$x = 2,1176y$$

$M_{cp} =$

$$x = 0,4$$

$$y = 0,2$$

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

$$[H^+] = 10^{-pH}$$