



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

## **ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА**

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Вампилова Алиса Максимовна**

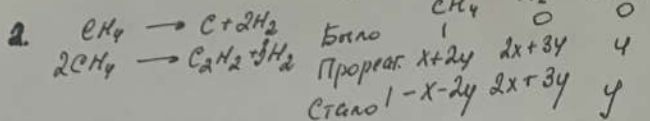
Класс: **9**

Технический балл: **77**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

Шифр	Проверил	1	2	3	4	5	6	$\Sigma$	Комментарий
9057854	В.В.Еремин	4	15	–	15	20	23	77	№ 1 – молекула нелинейная, 4 балла за число электронов № 6 – минус 2 балла за реакцию с O <sub>2</sub>

Чисовик 1



Итого было 1 моль  $CH_4$  по первой р-ии прореагировало  $x$  моль, по второй  $2y$  моль

Составим и решим систему ур-ий:  
 По ур-ию Клапейрона-Менделеева  $pV = \nu RT$ , т.е.  
 увеличим давление в сосуде соответствующе  
 увеличим кол-ва в.в.  $\nu_{доп} = 1.6$  моль.

$$1 - x - 2y + 2x + 3y + y = 1.6$$

$$1 + x + 2y = 1.6$$

$$x + 2y = 0.6 \text{ моль}$$

$$D(H_2) = 3.5, \text{ то есть } \bar{M}_{смеси} = 72 / \text{моль}$$

$$\bar{M} = \frac{m_{газов}}{\nu_{доп}}$$

$$\bar{M} = \frac{26 \cdot y + 2(2x + 3y) + 16 \cdot (1 - x - 2y)}{1.6} = 72$$

$$\begin{cases} x = 0.4 \\ x + 2y = 0.6 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 0.4 \\ y = 0.1 \end{cases}$$

по первой р-ии прореагировало 0.4 моль метана, т.е.  $\frac{0.4}{1} = 0.4$  или 40%, а по второй - 0.2 моль метана, или 20%

5. При смешивании р-ров в соотношении 4:3 происходит полная нейтрализация  $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$

$$c_1 = \frac{\nu_1}{V_1} \quad c_2 = \frac{\nu_2}{V_2}, \text{ при этом } \nu_1 = \nu_2$$

т.к. р-ия прошла полностью,  $\nu_1 = \nu_2$ , при этом  $\frac{V_1}{V_2} = \frac{4}{3}$

$$\frac{c_1}{c_2} = \frac{\nu_1 \cdot V_2}{V_1 \cdot \nu_2} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{3}{4}, \text{ т.е. } 4c_1 = 3c_2 \quad c_1 = \frac{3}{4}c_2$$

Рассмотрим смешивание в соотнош. 3:2:

$[H^+] = 0.1$  моль/л, т.е. часть  $HCl$  прореагировала с  $NaOH$ , а часть - нет.

$$[H^+] = \frac{\nu_{HCl_{исх}}}{V_{общ}} - \frac{\nu_{NaOH_{исх}}}{V_{общ}}$$

Воды.

$$\nu_{HCl_{исх}} = c_1 \cdot V_{1,1}$$

$$\nu_{NaOH_{исх}} = c_2 \cdot V_{2,1}$$

$$\nu_{HCl_{исх}} = \frac{3}{4}c_2 \cdot \frac{3}{2}V_{2,1}$$

$$\nu_{NaOH_{исх}} = c_2 \cdot V_{2,1}$$

$$\frac{V_{1,1}}{V_{2,1}} = \frac{3}{2} \quad 2V_{1,1} = 3V_{2,1}$$

$$V_{1,1} = \frac{3}{2}V_{2,1}$$

$$[H^+] = \frac{\frac{3}{4}c_2 \cdot \frac{3}{2}V_{2,1} - c_2 \cdot V_{2,1}}{\frac{3}{2}V_{2,1} + V_{2,1}} = 0.1 \text{ моль/л}$$

Пусть  $V_{2,1} = 1$  л, тогда

$$[H^+] = \frac{\frac{3}{4}c_2 \cdot 1.5 - c_2}{2.5} = 0.1$$

$$c_2 = 2 \text{ моль/л}$$

$$c_1 = 1.5 \text{ моль/л}$$

при смешении р-ров образуется р-р с  $pH=0$  Числовик 2  
 запишем выражение:

$$[H^+] = \frac{D_{HCl} \cdot V_{HCl} - D_{NaOH} \cdot V_{NaOH}}{V_{HCl} + V_{NaOH}} = 1$$

$$[H^+] = \frac{1.5V_{HCl} - 2V_{NaOH}}{V_{HCl} + V_{NaOH}} = 1$$

предположим, что  $V_{HCl} = 1$  л, тогда  
 $V_{NaOH}$  будет 0.1667 л, что  
 соответствует соотношению

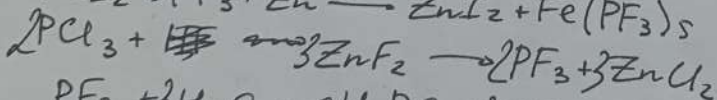
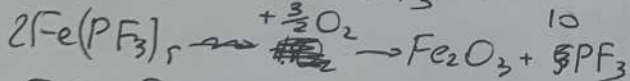
$$\frac{V_{HCl}}{V_{NaOH}} = \frac{6}{1}$$

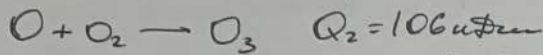
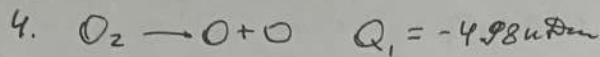
В. С.О.и к.г. 5 в комплексе сразу указывают на карбоксил или похожие соединения. к.ч. 5 имеет характерно для смеси. Однако в-во Z, на которое разлагается "карбоксил" гидролизует с обр. 2 ионов, а CO не взаимодействует с  $H_2O$ . Наиболее похожим по описанию магид -  $PF_3$ . Проверим:

пусть по р-ри разложим 1 моль  $Fe(PF_3)_5$ , тогда получим 56 г Fe, масса соединения по условию -  $56 \cdot 8.86 = 496$  г/моль  
 $\frac{496 - 56}{4} = 110$  г/моль, что соотв. молярной массе  $PF_3$ .

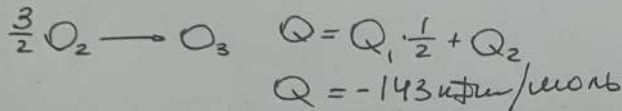
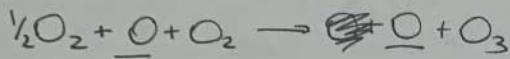
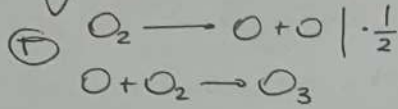
- X -  $Fe(PF_3)_5$  при нагревании в кислороде масса уменьшается не так сильно, поэтому в смеси всего образуется
- Y - Fe оксид Fe. при разложении 1 моль  $Fe(PF_3)_5$
- Z -  $PF_3$  масса предполагаемого оксида - 80 г/моль, что соотв.  $\frac{1}{2}Fe_2O_3$

Ур-ие р-ий:





Воспользуемся законом Гесса и просуммируем р-ии с удобными нам коэффициентами:



Первая р-ия соответствует разрыву связи  $O=O$ , т.е.  $E_{св} O=O = 498 \text{ кДж}$

$Q = E_{обр} - E_{разр}$ .

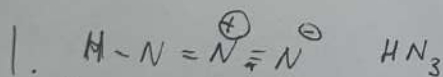
$Q = 2E(O=O) - \frac{3}{2} E_{св}(O=O) = -143$

$2E(O=O) = 604 \text{ кДж}$

$E_{св}(O=O) = 302 \text{ кДж}$

2. Найдем массу Z: пусть взяли 12г X и 5г Y, тогда масса Z -  $\frac{12+5}{4} = 4.25$ . Z ~~нигде~~ входит в Y. Найдем  $\omega_Z$ :  $\frac{4 \cdot 25}{5} = 0.85$

Этой массовой доле примерно соответствует AgF, ~~в~~ являющийся фторидом серебра.  $\Delta AgF = 0.04 \text{ моль}$



Всего  $e^-$ : 22

участвует вобр. связи:  $2 + 4 + 4 = 10e^-$