

**Всероссийский конкурс научных работ школьников «Юниор»,  
профиль «Естественные науки»,  
Решения и критерии оценивания задач олимпиадной части финала конкурса  
2024-2025 учебного года, 10 класс  
Олимпиада по химии**

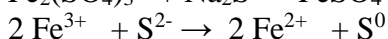
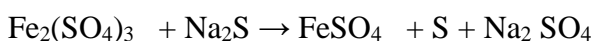
1. В окислительно-восстановительной реакции конфигурации валентных электронов двух элементов в соединениях меняются следующим образом:  $3d^5 \rightarrow 3d^6$  и  $3s^2 3p^6 \rightarrow 3s^2 3p^4$ . Определите эти элементы и напишите два варианта уравнения реакции, протекающей в водном растворе. Докажите возможность самопроизвольного протекания этих реакций. Для решения используйте предложенные справочные материалы.

*Решение:*

Элемент с электронной конфигурацией валентных электронов  $3d^5$  – это ион железа  $Fe^{3+}$ . Элемент с электронной конфигурацией валентных электронов  $3d^6$  — это ион железа  $Fe^{2+}$ .

Элемент с электронной конфигурацией валентных электронов  $3s^2 3p^6$  это сульфид ион  $S^{2-}$ . Элемент с электронной конфигурацией валентных электронов  $3s^2 3p^4$  это сера.

Реакция



$$\Delta_r G^\circ = 2\Delta_f G^\circ(Fe^{2+}) - 2\Delta_f G^\circ(Fe^{3+}) - \Delta_f G^\circ(S^{2-}) = 2(-84,88) - 2(-10,53) - 85,4 = -234,1 \text{ кДж.}$$

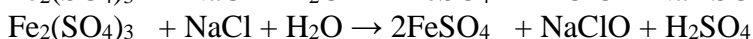
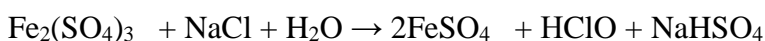
*Ответ:* Реакция возможна, так как  $\Delta_r G^\circ < 0$  и пойдет самопроизвольно.

Вариант 2. Элемент с электронной конфигурацией валентных электронов  $3d^5$  – это ион железа  $Fe^{3+}$ .

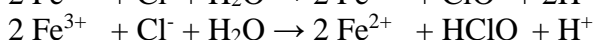
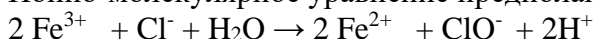
Элемент с электронной конфигурацией валентных электронов  $3d^6$  это ион железа  $Fe^{2+}$

Элемент с электронной конфигурацией валентных электронов  $3s^2 3p^6$  — это хлорид ион  $Cl^-$ . Элемент с электронной конфигурацией валентных электронов  $3s^2 3p^4$  – это  $Cl^+$  в анионе  $ClO^-$  или  $HClO$

Реакция



Ионно-молекулярное уравнение предполагаемой реакции



$$\Delta_r G^\circ = 2\Delta_f G^\circ(Fe^{2+}) + \Delta_f G^\circ(HClO^-) - 2\Delta_f G^\circ(Fe^{3+}) - \Delta_f G^\circ(Cl^-) - \Delta_f G^\circ(H_2O) = 2(-84,88) + 71,0 - 2(-10,53) - (-237,23) - (-131,29) = +290,82 \text{ кДж.}$$

*Ответ:* Реакция невозможна, так как  $\Delta_r G^\circ > 0$  и не пойдет самопроизвольно.

2. Вещество А с молярной массой 100 г/моль получено при действии фторида водорода на газообразный хлороформ с последующим пиролизом образующегося промежуточного вещества В при температуре 600-800°C над серебряным или платиновым катализатором. Молярная масса вещества В равна 86,5 г/моль.

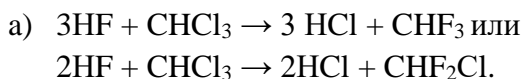
Вещество А полимеризуется в водной среде с  $pH = 0,6-1,4$  при температуре 70-80 °C и давлении 4-10 МПа в присутствии инициатора. Молярная масса полимера X равна 100000 – 500000 г/моль. Полимер X обладает высокой химической инертностью. Он не реагирует с концентрированными растворами щелочей, кислот и даже с царской водкой. При слабом нагревании X способен реагировать только с расплавами щелочных металлов и фтором. При температуре выше 200°C полимер начинает разлагаться с выделением токсичных веществ С и D. Наиболее

токсично вещество D. Молярные массы веществ С и D равны соответственно 414 г/моль и 200 г/моль.

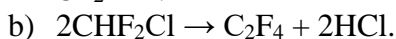
Несмотря на химическую инертность X при низких температурах, при температуре выше 500° X интенсивно реагирует с порошком магния, это свойство используется в некоторых зажигательных смесях для создания ярких вспышек.

- Напишите реакцию фторида водорода с газообразным хлороформом. Определите вещество **В**, назовите его.
- Напишите реакцию пиролиза вещества **В** образованием вещества **А** и реакцию полимеризации вещества **А**.
- Напишите формулы веществ **А**, **В** и **Х**. Как называются вещества **А** и **Х**?
- Рассчитайте степень полимеризации **Х**.
- Напишите схемы уравнений, в результате которых получаются **С** и **Д**. Назовите эти вещества.
- Напишите уравнение реакции получения вспышечной композиции.

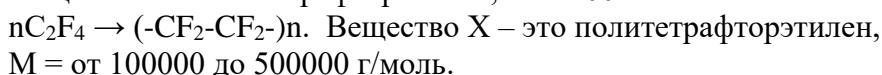
*Решение:*



Так как молярная масса вещества В равна 86,5 г/моль, то вещество В – это дифторхлорметан  $\text{CF}_2\text{HCl}$ .

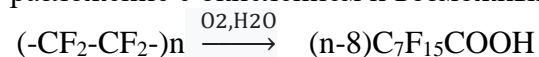


c) Вещество А – это тетрафторэтилен,  $M = 100$  г/моль.



d) Степень полимеризации  $h$  от 1000 до 5000.

e) При нагревании тетрафторэтилена в присутствии кислорода воздуха и воды происходит его разложение с окислением и возможным образованием перфтороктановой кислоты.

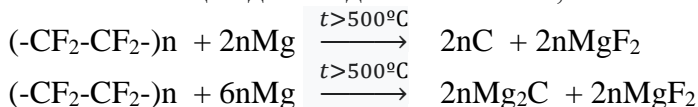


Вещество С – это перфтороктановая кислота  $\text{C}_7\text{F}_{15}\text{COOH}$ ,  $M = 414$  г/моль,

При пиролизе тетрафторэтилена при температуре 750 °С образуется перфторизобутилен.

$(-\text{CF}_2-\text{CF}_2-)_n \rightarrow (n-4) (\text{CF}_3)_2\text{C}=\text{CF}_2$ . Вещество D – это перфторизобутилен  $\text{C}_4\text{F}_8$ ,  $M = 200$  г/моль. По токсичности перфторизобутилен в 10 раз сильнее фосгена и вдыхание его даже небольшого количества может оказаться смертельным.

f) На основе смеси пирофорного магния и порошкообразного политетрафторэтилена разработан композиция для создания вспышек, исключительно ярких в инфракрасной части спектра:



*Ответ:* А –  $\text{C}_2\text{F}_4$ ; В –  $\text{CF}_2\text{HCl}$ ; X –  $(-\text{CF}_2-\text{CF}_2-)_n$ ;  $h$  от 1000 до 5000; С –  $\text{C}_7\text{F}_{15}\text{COOH}$ ; D –  $\text{C}_4\text{F}_8$ ; вспышечная смесь –  $(-\text{CF}_2-\text{CF}_2-)_n + \text{Mg}$

3. Смесь двух предельных углеводородов объемом 10 л сожгли. Один из углеводородов – это гексан, его объемная доля в смеси равна 0,39. Плотность смеси по водороду = 38,8.

Определите, какой второй углеводород находится в смеси и количество теплоты, которое выделится при сгорании 10 л этой смеси? При решении используйте справочные данные по энтальпиям (теплотам) сгорания.

*Решение:*

$M$  смеси =  $38,8 \cdot 2 = 77,6$  г/моль.  $M$  пентана = 72,15 г/моль.

Определим второй углеводород:

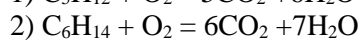
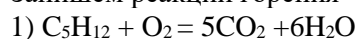
В одном моль смеси 0,61 моль неизвестного углеводорода и 0,39 моль  $C_6H_{14}$ .  
 $M_{\text{смеси}} = 0,39 \cdot M(C_6H_{14}) + 0,61 \cdot M(C_nH_{2n+2}) = 77,6 \text{ г/моль}$

Тогда  $M(C_nH_{2n+2}) = 72,15 = 12n + 2n + 2$ ,

Отсюда  $n = 5$ .

Неизвестный углеводород – пентан,  $C_5H_{12}$

Запишем реакции горения



В смеси содержатся 3,9 л гексана и 6,1 л пентана.

Теплоты сгорания гексана и пентана возьмем из справочника:

$\Delta H(C_5H_{12}) = -3482,6 \text{ кДж/моль}$ ;  $\Delta H(C_6H_{14}) = -4130,07 \text{ кДж/моль}$ ;

Рассчитаем теплоту сгорания 6,1 л  $C_5H_{12}$

22,4 л – (-3482,6 кДж/моль)

6,1 л –  $\Delta H_1$

$\Delta H_1 = -948,4 \text{ кДж}$

Рассчитаем теплоту сгорания 3,9 л  $C_6H_{14}$

22,4 л – (-4130,07 кДж/моль)

3,9 л –  $\Delta H_2$

$\Delta H_2 = -719,1$

$\Delta H_1 + \Delta H_2 = -1667,5 \text{ кДж}$

*Ответ:* выделится 1667,5 кДж.

Председатель методической комиссии,  
Январь 2025 г.