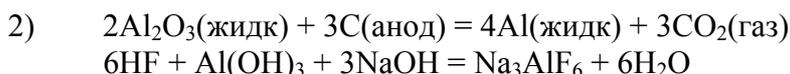
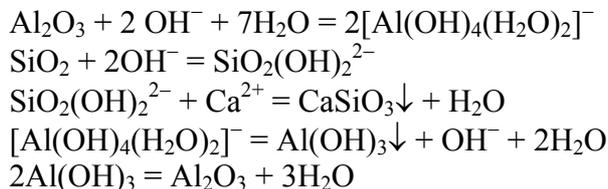


35^{ая} Международная Химическая Олимпиада
Задания теоретического Тура
РАЗДЕЛ D: Неорганическая химия
Решения.

Задание 34

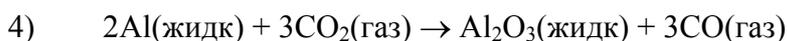
1)



$$\Delta_r H_{1213}^\circ = 2\Delta_f H_{1213}^\circ(\text{CO}) - \Delta_f H_{1213}^\circ(\text{CO}_2) = 2 \times (-111) - (-394) = 172 \text{ кДж}$$

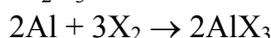
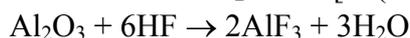
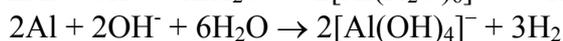
$$\Delta_r S_{1213}^\circ = 2S_{1213}^\circ(\text{CO}) - S_{1213}^\circ(\text{CO}_2) - S_{1213}^\circ(\text{C}) = 2 \times 198 - 214 - 6 = 176 \text{ Дж/К}$$

$$\Delta_r G_{1213}^\circ = \Delta_r H_{1213}^\circ - T\Delta_r S_{1213}^\circ = 172 - 1213 \times 0.176 = -41.5 \text{ кДж}$$

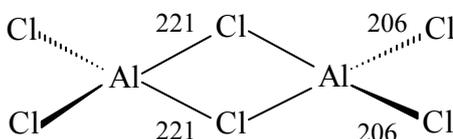


$$\begin{aligned} \Delta_r H_{1213}^\circ &= 3\Delta_f H_{1213}^\circ(\text{CO}) + \Delta_f H_{298}^\circ(\text{Al}_2\text{O}_3) + \Delta_{\text{пл}} H(\text{Al}_2\text{O}_3) - 3\Delta_f H_{1213}^\circ(\text{CO}_2) - 2\Delta_{\text{пл}} H(\text{Al}) = \\ &= 3 \times (-111) + (-1676) + 109 - 3 \times (-394) - 2 \times 11 = -740 \text{ кДж} \end{aligned}$$

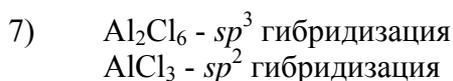
$$\Delta_r G_{1213}^\circ = \Delta_r H_{1213}^\circ - T\Delta_r S_{1213}^\circ = -740 - 1213 \times (-0.126) = -587 \text{ кДж}$$



6) Координационное число 4 соответствует sp^3 гибридизации атома алюминия. Пространственная структура имеет вид:



Мостиковая связь Al–Cl имеет бóльшую длину: 221 пм.



Задание 35

1) Из первой и второй строчек таблицы видно, что при увеличении концентрации ацетона в 2 раза время реакции уменьшилось в 2 раза. Это означает, что реакция имеет первый

порядок по ацетону. Время реакции обратно пропорционально начальной концентрации ацетона.

Из второй и четвертой строчек следует, что скорость реакции и время реакции не зависят от концентрации иода, т.е. имеет нулевой порядок по иоду. Следовательно, пустые клетки во втором столбце можно заполнить любыми числами, большими, чем 0.010 (именно такая концентрация иода израсходована в реакции). Заполненная таблица имеет вид:

[CH ₃ COCH ₃] (моль·л ⁻¹)	[I ₂] (моль·л ⁻¹)	Время (мин)
0.25	0.050	7.2
0.50	0.050	3.6
1.00	0.050	1.8
0.50	0.100	3.6
0.25	0.100	7.2
1.50	0.100	1.2
5.0	0.100	0.36

$$2) v = k [\text{CH}_3\text{COCH}_3],$$

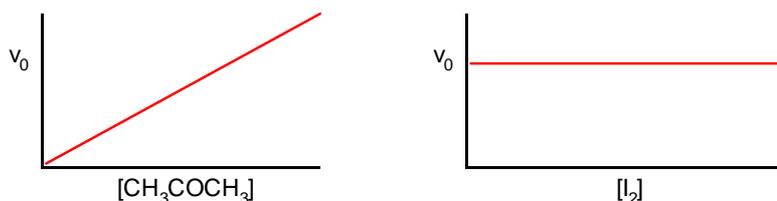
$$k = v / [\text{CH}_3\text{COCH}_3] = (0.010 / 7.2) / 0.25 = 5.56 \times 10^{-3} \text{ мин}^{-1} = 9.26 \times 10^{-5} \text{ с}^{-1}.$$

3) Реакция имеет первый порядок по ацетону. Период полупревращения ацетона:

$$\tau = \ln 2 / k = 125 \text{ мин.}$$

75% ацетона прореагирует за два периода полупревращения: $t = 2\tau = 250$ мин.

4) Скорость реакции прямо пропорциональна концентрации ацетона и не зависит от концентрации иода.



5) Из уравнения Аррениуса следует:

$$k = A \exp\left(-\frac{E_A}{RT}\right) \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{k_2}{k_1} = \frac{\exp\left(-\frac{E_A}{RT_2}\right)}{\exp\left(-\frac{E_A}{RT_1}\right)} = \exp\left(-\frac{E_A}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)\right) \Rightarrow$$

$$\ln \frac{v_2}{v_1} = -\frac{E_A}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right) \Rightarrow E_A = -R \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)^{-1} \ln \frac{v_2}{v_1} \Rightarrow$$

$$E_A = -8.314 \left(\frac{1}{308} - \frac{1}{298}\right)^{-1} \ln \frac{2}{1} = 52.9 \text{ кДж/моль}$$