

Задача 14.

При испытании одного из первых наносекундных импульсных лазеров ($1 \text{ нс} = 10^{-9} \text{ с}$) был проведен такой опыт. Кристаллы иода нагрели в вакууме до $116,5^\circ\text{C}$ (на 3°C выше температуры плавления), когда давление паров над жидким иодом равно 100 мм рт.ст. ($1,33 \times 10^5 \text{ Па}$). Пары облучали короткими лазерными импульсами, следующими через 10 мкс ($1 \text{ мкс} = 10^{-6} \text{ с}$); каждый импульс создавал 10^{16} атомов иода в 1 см^3 . Для тримолекулярной рекомбинации атомов иода $\text{I} + \text{I} + \text{I}_2 \rightarrow 2\text{I}_2$ константа скорости реакции 3-го порядка $k_{\text{III}} = 3 \times 10^{-30} \times \text{см}^6 \text{ с}^{-1}$. Константа равновесия термической диссоциации иода при температуре $116,5^\circ\text{C}$ $K = 1,1 \times 10^{-15} \text{ атм}$.

Вопросы и задания.

1. Почему для рекомбинации атомов иода необходима третья частица (в данном случае - молекула иода)?
2. Почему при медленном нагревании кристаллов иода на стеклянной пластинке не наблюдается их плавления?
3. Рассчитайте концентрацию молекулярного иода (молекул/ см^3) над жидким иодом при температуре опыта ($116,5^\circ\text{C}$).
4. Рассчитайте равновесную концентрацию атомарного иода ($[\text{I}]$, атом/ см^3) в результате термической диссоциации при температуре опыта.
5. Определите значение $[\text{I}]$ перед началом каждого импульса после установления стационарного режима (т.е. после бесконечно большого числа импульсов).
6. Постройте приблизительный (но в масштабе) график зависимости величины $[\text{I}]$ от времени от $t = 0$ до $t = 20 \text{ мкс}$ (до начала 3-го импульса). График подтвердите расчетом.

Указания. 1) Все газы считать идеальными. 2) Для бимолекулярной реакции $2\text{A} \rightarrow \text{B}$ зависимость концентрации А от времени задается уравнением $1/[\text{A}] - 1/[\text{A}]_0 = 2k_{\text{II}}t$, где k_{II} – константа скорости реакции 2-го порядка, $[\text{A}]$ и $[\text{A}]_0$ - текущая и начальная концентрация вещества А.