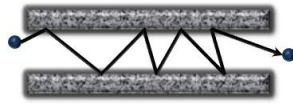
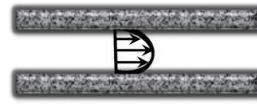




Физика для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Задача 9. Из крайности в крайность



диффузия Кнудсена



вязкое течение

Известно, что механизм диффузии газов через пористые среды во многом обусловлен числом Кнудсена Kn , которое равно отношению длины свободного пробега молекул этого газа λ к диаметру пор d . Так, при $Kn \ll 1$ реализуется вязкое течение газа в порах, а при $Kn \gg 1$ – кнудсеновская диффузия. Принципиальное отличие этих двух механизмов состоит в том, что вязкий поток газа представляет собой движение сжимаемой сплошной среды, а в случае кнудсеновской диффузии молекулы проникают через пористую среду как изолированные частицы. Вязкий поток газа задаётся выражением:

$$J_p = \frac{\pi d^4}{128\eta} \cdot \frac{\Delta P}{L} \cdot \frac{P_1 + P_2}{2P_2},$$

где η – динамическая вязкость газа, P_1 – давление на входе в пору, P_2 – давление на выходе из поры, L – длина пор. Кнудсеновский поток газа через единицу площади мембраны можно рассчитать по формуле:

$$J_{Kn} = \frac{2dV_m}{3L} \cdot \sqrt{\frac{2}{\pi MRT}} \cdot \Delta P,$$

где V_m – молярный объём, M – молярная масса газа, R – универсальная газовая постоянная, T – температура.

1. На основе представленных данных оцените наибольший диаметр пор, для которых ещё может наблюдаться ощутимый вклад Кнудсеновской диффузии при пропускании азота под давлением 1 атм и при температуре 27 °С. Диаметр молекулы азота равен 0.37 нм. **(4 балла)**
2. Представьте, что для экспериментов доступны мембраны трёх видов со средним диаметром пор 10 нм, 50 нм и 100 нм. Какую из них следует выбрать для более эффективного разделения смеси N_2 ($d = 0.37$ нм, $\eta = 1778$ Па·с) и He ($d = 0.256$ нм, $\eta = 1968$ Па·с), взятых в мольном соотношении 1:1 при давлении 1 атм? Ответ обоснуйте. Каким при этом в идеале будет мольное соотношение газов в смеси, прошедшей через мембрану? **(6 баллов)**

Всего – 10 баллов