

Московский физико-технический институт  
(государственный университет)

Лабораторная работа по общему курсу физики  
Термодинамика и молекулярная физика

### **2.2.1. Исследование диффузии газов**

Талашкевич Даниил Александрович  
Группа Б01-009

Долгопрудный  
19.04.2021

Пусть имеются 2 разных газа, например воздух и этилен. Концентрацию этилена считаем малой по сравнению с концентрацией воздуха. Изучим их взаимную диффузию. Пусть  $\frac{dN_{12}}{dt}$  – количество столкновений молекулы газа 1 с молекулами газа 2 в единицу времени, аналогично введём  $\frac{dN_{21}}{dt}$ . Пусть  $\Delta p_1$  – усреднённое изменение импульса молекулы газа 1 за одно столкновение. Значит в единицу времени полное изменение импульса молекулы газа 1 равно  $\Delta p_1 \frac{dN_{12}}{dt} = F_1$  – средняя сила, действующая на молекулу газа 1.

Найдём величину  $\frac{dN_{12}}{dt}$ . Эта величина определяется стандартным выражением  $\frac{dN_{12}}{dt} = n_2 \sigma_{12} v_{\text{отн}}$ , которое можно получить, расписывая число соударений через соударения с молекулами газа 1 через расписывания числа соударений через концентрацию и т.д.. Так как температура газов одинакова, то в среднем  $m_1 v_1^2 = m_2 v_2^2$ , а

$$v_{\text{отн}} = v_1 \sqrt{\frac{m_1}{\mu}} = v_1 \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{m_2}} \quad (1)$$

$$\frac{dN_{12}}{dt} = n_2 \sigma_{12} v_{\text{отн}} = n_2 \sigma_{12} v_1 \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{m_2}} \Rightarrow \lambda = \frac{1}{n_2 \sigma_{12} \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{m_2}}} \quad (2)$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}} \quad (3)$$

$$D = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}} \frac{1}{n_2 \sigma_{12} \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{m_2}}} \quad (4)$$

В нашей ситуации  $M = 28$  г/моль. Эта величина почти равна молярной массе воздуха, поэтому

$$\begin{aligned} D &= \frac{1}{3} \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}} \frac{1}{n_2 \sigma_{12} \sqrt{2}} = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{RT}{\pi M}} \frac{kT}{\sigma_{12} p} = \\ &= \frac{8}{3} \sqrt{\frac{RT}{\pi M}} \frac{kT}{\pi (d_1 + d_2)^2 p} = 9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с} \end{aligned} \quad (5)$$