

## Семинар 12

*Столкновения, длина свободного пробега. Явления переноса.*

### Теория

#### **Диффузия (перенос вещества)**

Коэффициент диффузии:  $D = \frac{1}{3} \lambda \langle v \rangle$  (м<sup>2</sup>/с).

Закон Фика (стационарная диффузия):  $j = -D \frac{dn}{dx}$ .

Нестационарная диффузия:  $\frac{\partial n}{\partial t} = D \left( \frac{\partial^2 n}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 n}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 n}{\partial z^2} \right) = D \Delta n$ .

Число соударений со стенкой:  $dN = \frac{n \langle v \rangle}{4} S dt$ .

Длина свободного пробега:  $\lambda = \frac{1}{n\sigma}$ ,  $\sigma = \pi \frac{d^2}{4}$ ,  $n = \frac{p}{kT}$ .

#### **Вязкость (перенос импульса)**

Коэффициент вязкости:  $\eta = \frac{1}{3} \lambda \langle v \rangle \rho = D\rho$  (пуаз).

Закон Ньютона:  $\tau_x = \frac{F_x}{S} = -\eta \frac{dv_x}{dy}$ .

Закон Стокса:  $F = 6\pi\eta r v$  (для шара).

Формула Пуазейля:  $Q = \frac{\pi r^4}{8\eta l} \Delta p$  (истечение флюида через капилляр)

#### **Теплопроводность (перенос тепловой энергии)**

Коэффициент теплопроводности:  $\chi = \frac{1}{3} \lambda \langle v \rangle \rho \frac{C_v}{\mu} = D\rho \frac{C_v}{\mu}$ .

Закон Фурье (стационарная теплопроводность):  $q = -\chi \frac{dT}{dx}$ .

Нестационарная теплопроводность:  $\frac{\partial T}{\partial t} = B \Delta T$ ,

$B = \frac{\chi \mu}{\rho C_v}$  – коэффициент температуропроводности.