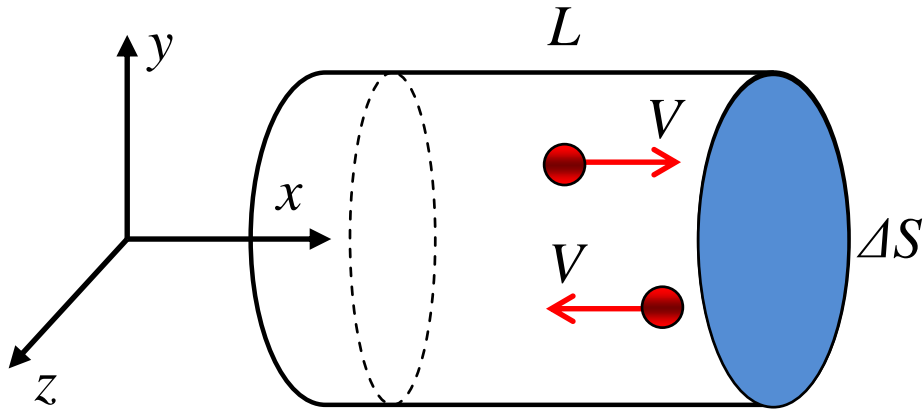


# Лекция 12

***Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.  
Барометрическая формула.  
Распределение Больцмана.***

# Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов



$$L = V \Delta t$$

$$N = n \Delta S V \Delta t$$

$$\Delta p = p - (-p) = 2p = 2mV$$

$$f = \frac{dp}{dt} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

$$N = N_x + N_y + N_z$$

$$N_x = N_y = N_z$$

$$N_x = N_x^- + N_x^+$$

$$N_x^- = N_x^+$$

$$N_x^+ = N / (3 \cdot 2)$$

$$F = f N_x^+ = \frac{\Delta p}{\Delta t} \frac{N}{6} = \frac{2mVN}{6\Delta t} = \frac{1}{3} mnV^2 \Delta S$$

$$P = \frac{F}{\Delta S} = \frac{f N_x^+}{\Delta S} = \frac{1}{3} mnV^2$$

# Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов

$$P = \frac{1}{3} mnV^2$$

$$\langle V_{кв} \rangle = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N V_i^2}$$

средняя квадратичная скорость

$$P = \frac{1}{3} mn \langle V_{кв} \rangle^2$$

$$\langle E_k \rangle = \frac{m \langle V_{кв} \rangle^2}{2}$$

$$P = \frac{2}{3} n \langle E_k \rangle$$

# Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов

Для одного моля газа

$$N_A = nV_\mu$$

$$\mu = mN_A$$

$$PV_\mu = \frac{1}{3} N_A m \langle V_{кв} \rangle^2 = \frac{1}{3} \mu \langle V_{кв} \rangle^2$$

$$PV_\mu = RT$$

$$\langle V_{кв} \rangle = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

$$\langle E_k \rangle = \frac{m \langle V_{кв} \rangle^2}{2}$$

$$\langle E_k \rangle = \frac{3}{2} kT$$

Водород  $T = 300K$   $\langle V_{кв} \rangle = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}} \approx 1900 \text{ м/с}$

$$\langle E_k \rangle = \frac{3}{2} kT$$

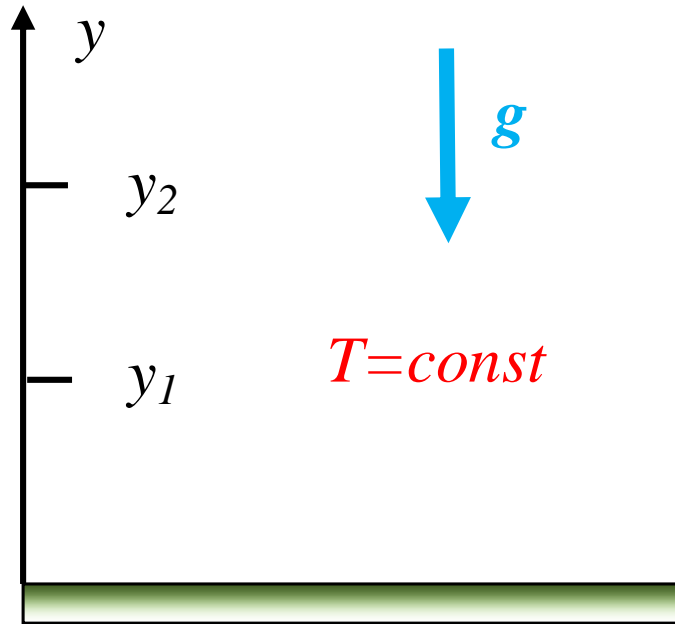
Термодинамическая температура есть мера средней кинетической энергии поступательного движения молекул идеального газа.

$$\langle V_{кв} \rangle = 0 \text{ м/с} \quad T = 0K$$

Кельвин - единица измерения температуры по термодинамической шкале, для которой тройной точке воды соответствует значение  $273,16 \text{ K}$ . Значение выбрано чтобы один градус Цельсия равнялся одному градусу Кельвина.

# Барометрическая формула.

Идеальный газ находится в поле силы тяжести



$$P = \rho gh \quad \text{гидростатическое давление}$$

$$dy = y_2 - y_1 \quad dP = -\rho g dy$$

$$PV = \nu RT \quad P = \frac{\rho}{\mu} RT$$

$$\rho = P\mu / RT$$

$$dP = -\frac{P\mu g}{RT} dy$$

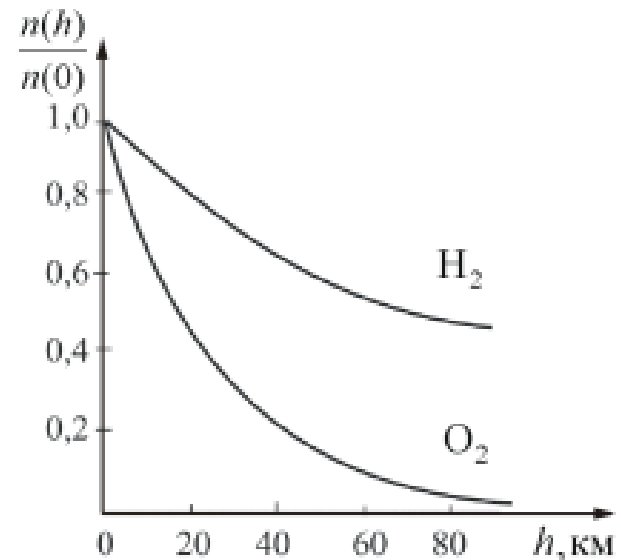
# Барометрическая формула.

$$dP = -\frac{P\mu g}{RT} dy \quad \rightarrow \quad \frac{dP}{P} = -\frac{\mu g}{RT} dy$$

$$\ln(P) - \ln(P_0) = -\frac{\mu g}{RT} y$$

$$P = P_0 e^{-\frac{\mu g}{RT} y}$$

$$P(0) = P_0$$



# Распределение Больцмана

$$P = P_0 e^{-\frac{\mu g}{RT} y}$$

$$\frac{\mu g}{RT} y = \frac{m N_A g}{RT} y = \frac{mgy}{kT} = \frac{\varepsilon_p}{kT}$$

Идеальный газ находится в поле консервативных сил в состоянии теплового равновесия.

$$P = nkT$$

$$n = n_0 \exp\left(-\frac{\varepsilon_p}{kT}\right)$$