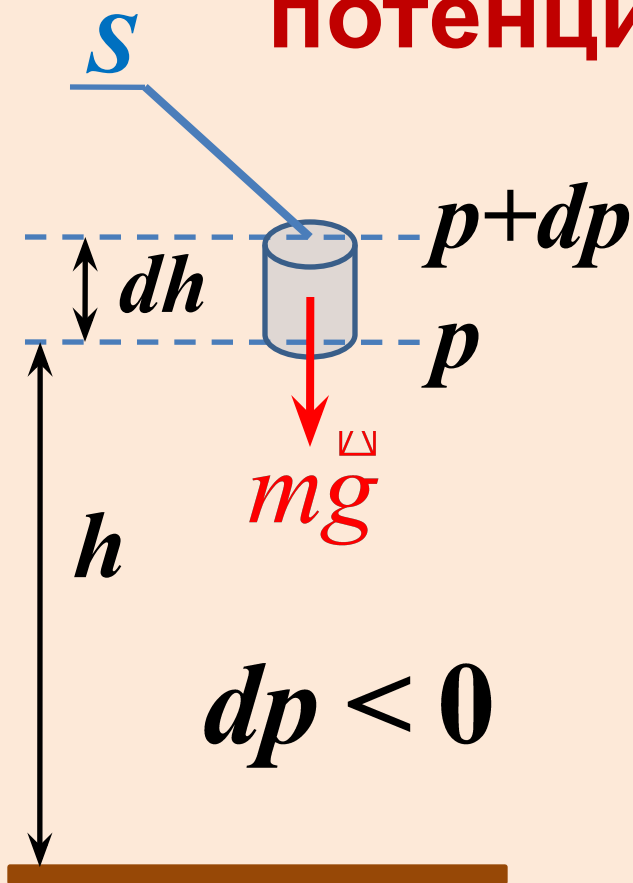


Распределение молекул в потенциальном поле сил



$$p - (p + dp) = \frac{\rho S g dh}{S}$$

$$dp = -\rho g dh$$

$$p = \frac{\rho}{M} RT$$

$$\rho = p \frac{M}{RT}$$

$$dp = -p \frac{Mg}{RT} dh$$

$$\frac{dp}{p} = -\frac{Mg}{RT} dh$$

$$\int \frac{dp}{p} = -\frac{Mg}{RT} \int dh$$

$$\ln p = -\frac{Mgh}{RT} + \ln C$$

$$p = C e^{-\frac{Mgh}{RT}}$$

Постоянную C определим из граничных условий: при $h = 0, p = p_0$.

Барометрическая формула:

$$p = p_0 e^{-\frac{Mgh}{RT}}$$

**показывает, как давление меняется с
высотой.**

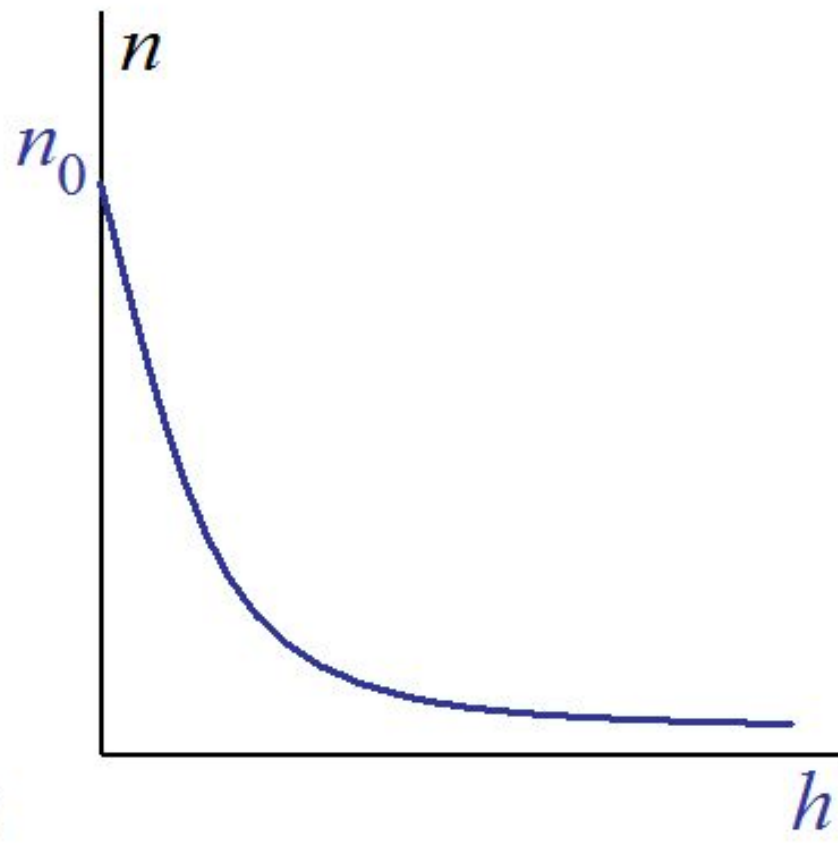
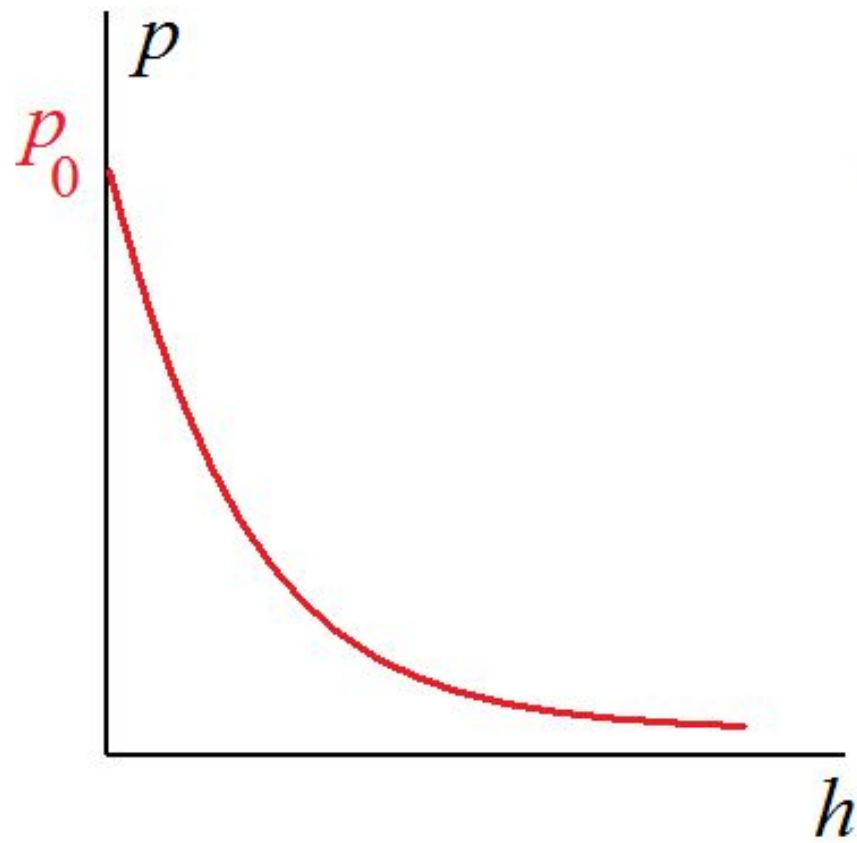
Считаем атмосферу изотермической,
тогда

$$p = nkT \quad \text{и} \quad p_0 = n_0kT$$

$$n = n_0 e^{-\frac{Mgh}{RT}}$$



так концентрация молекул меняется с
высотой



Заметим, что $\frac{M}{R} = \frac{m_0}{k}$, а $m_0 gh = W$,

тогда

$$n = n_0 e^{-\frac{W_{\Pi}}{kT}}$$



распределение Больцмана

Справедливо для молекул в
любом потенциальном поле сил.

Распределение Максвелла скоростей молекул

У всех молекул разные скорости.
При столкновениях эти скорости
изменяются.

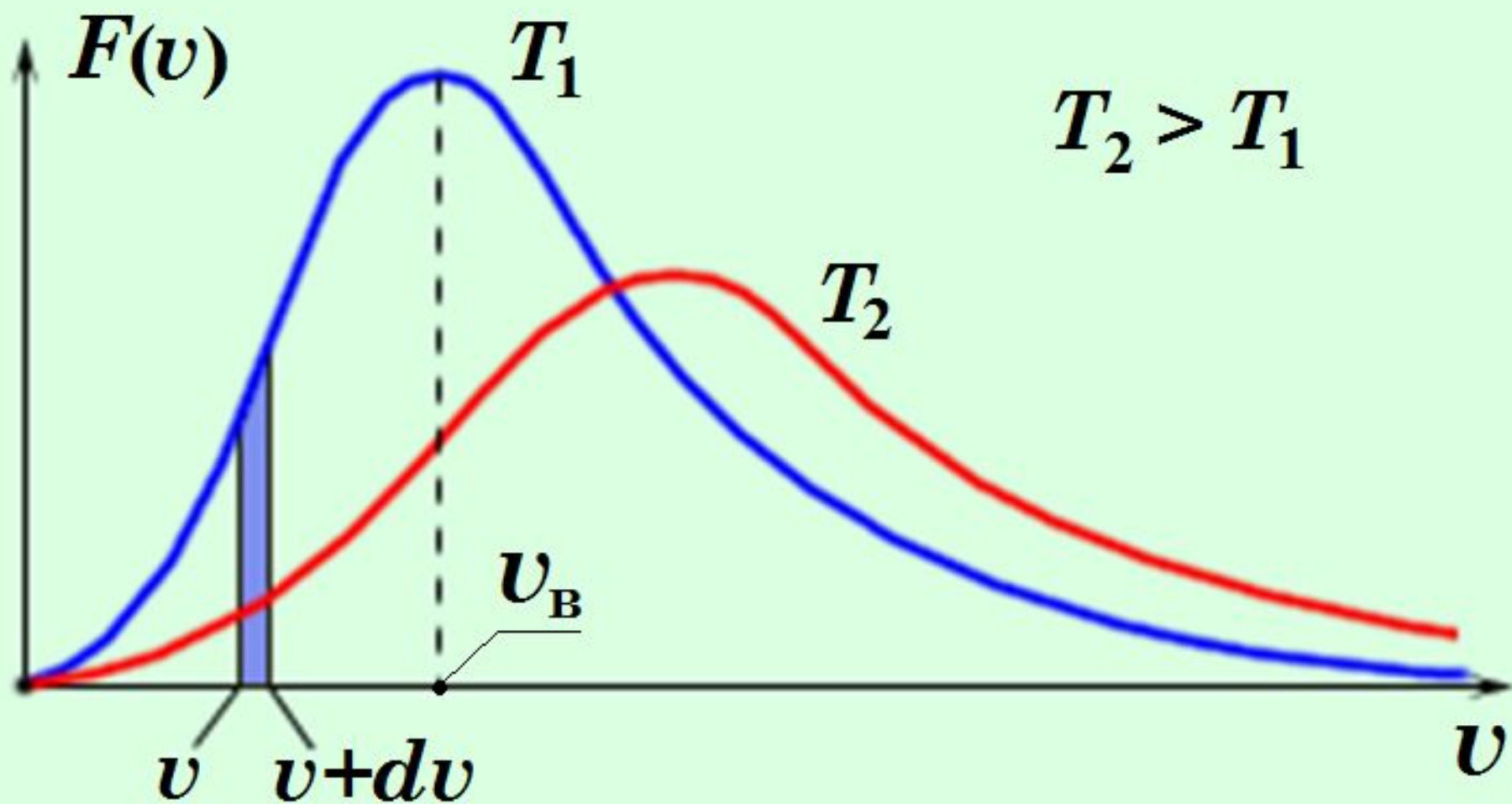
ЗАДАЧА:

найти долю молекул,
скорости которых лежат в
заданном интервале от v до v
 $+dv$.

$$\frac{dN}{N} = F(v)dv$$

$F(v)$ - функция распределения
Максвелла

$$F(v) = 4\pi v^2 \left(\frac{m_0}{2\pi kT} \right)^{3/2} e^{-\frac{m_0 v^2}{2kT}}$$



Характерные скорости молекул

Скорость, соответствующая максимуму функции распределения, называется наиболее вероятной.

$$v_{\text{в}} = \sqrt{\frac{2kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{2RT}{M}}$$

Средняя скорость

$$\langle \mathbf{v} \rangle = \int_0^{\infty} \mathbf{v} F(\mathbf{v}) d\mathbf{v}$$

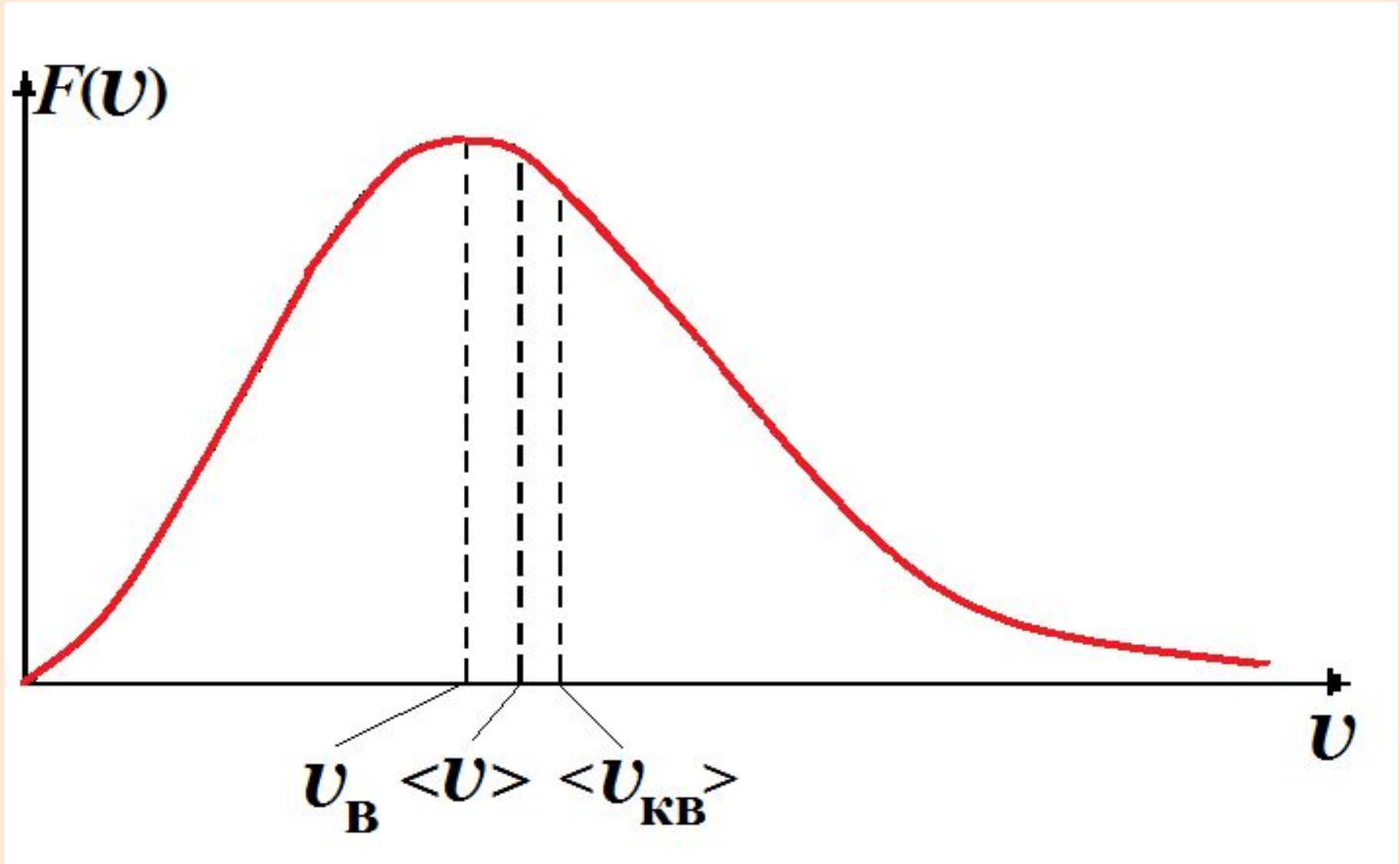
$$\langle \mathbf{v} \rangle = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m_0}} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$$

Среднеквадратичная скорость

$$\langle \mathbf{v}^2 \rangle = \int_0^{\infty} \mathbf{v}^2 H(\mathbf{v}) d\mathbf{v}$$

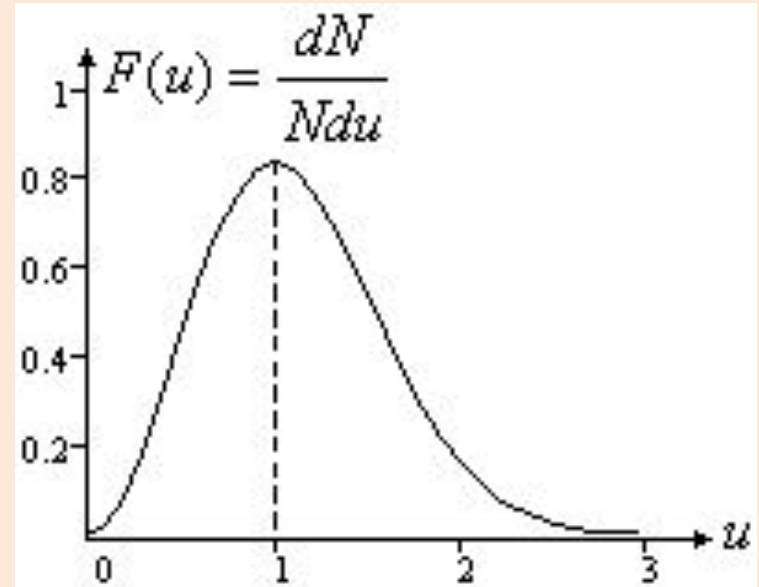
$$\mathbf{v}_{\text{КВ}} = \sqrt{\langle \mathbf{v}^2 \rangle} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

$$v_B : \langle v \rangle : v_{KB} = \sqrt{2} : \sqrt{8/\pi} : \sqrt{3} = 1 : 1,13 : 1,22$$



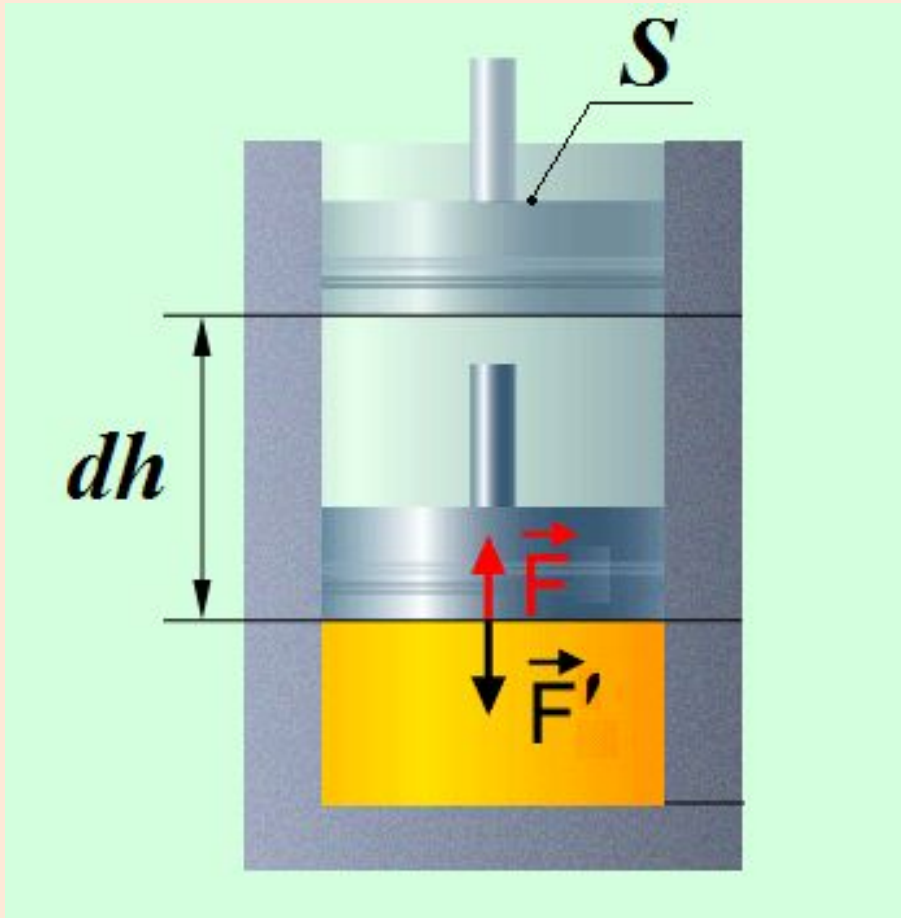
Введем относительную скорость

$$u = \frac{v}{v_B}$$



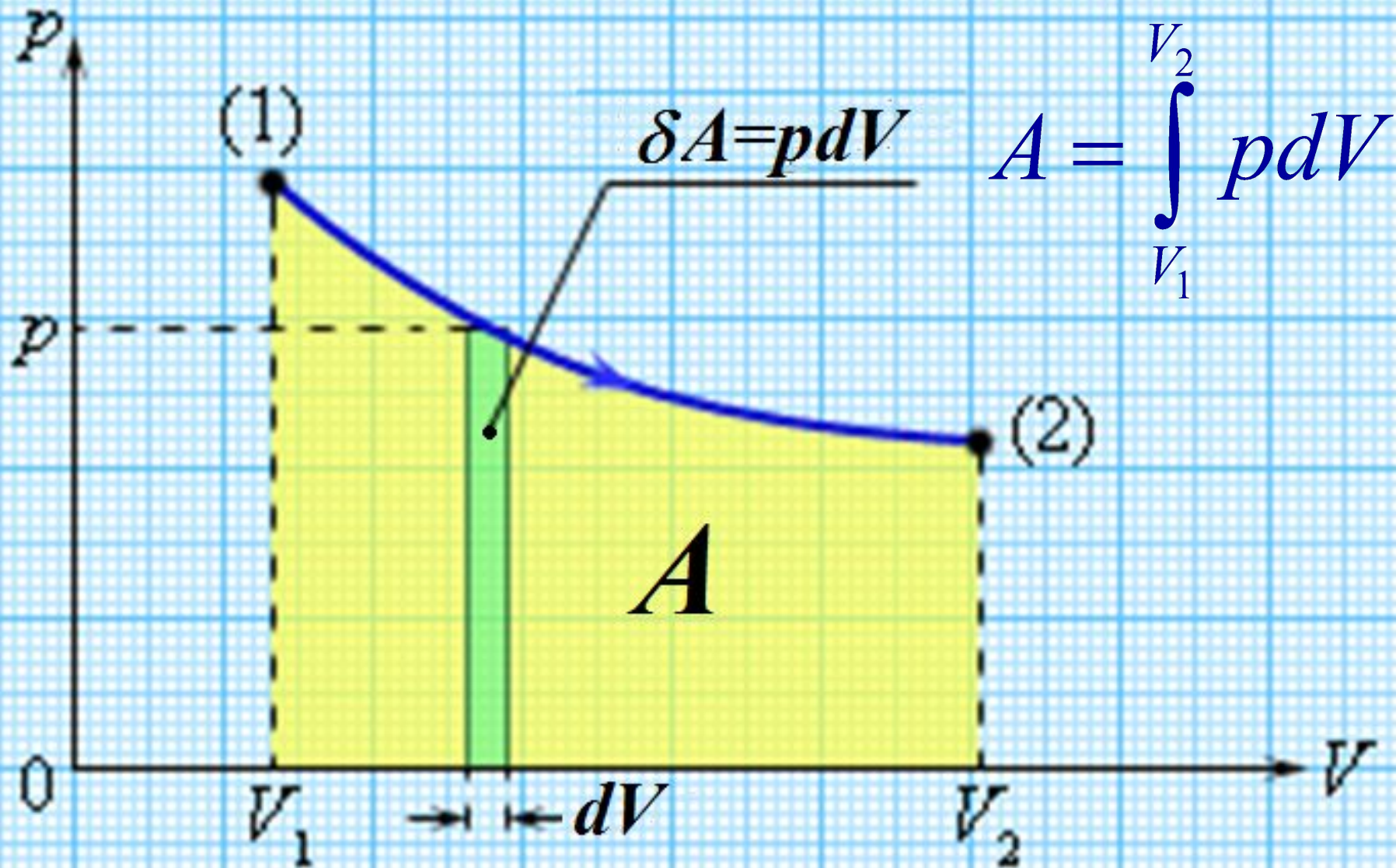
$$F(u) = \frac{dN}{N du} = \frac{4}{\sqrt{\pi}} e^{-u^2} u^2$$

Работа газа



$$\delta A = Fdh = pSdh$$

$$\delta A = pdV$$



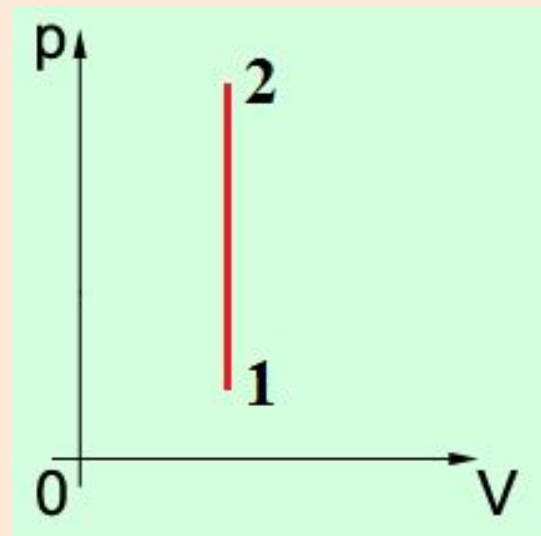
Работа газа равна площади под кривой $p(V)$.

Работа газа при изопроцессах

1. Изохорный процесс.

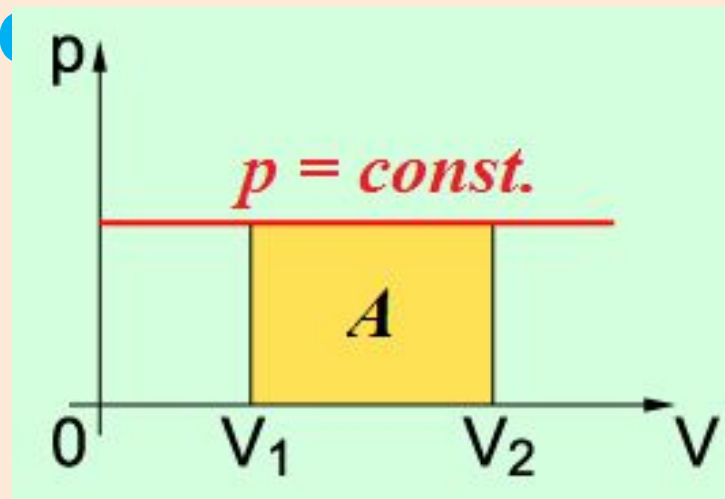
$$V = \text{const.}, \quad dV = 0$$

$$A = 0$$



2. Изобарный процесс

$$A = p \int_{V_1}^{V_2} dV = p(V_2 - V_1)$$



3. Изотермический процесс.

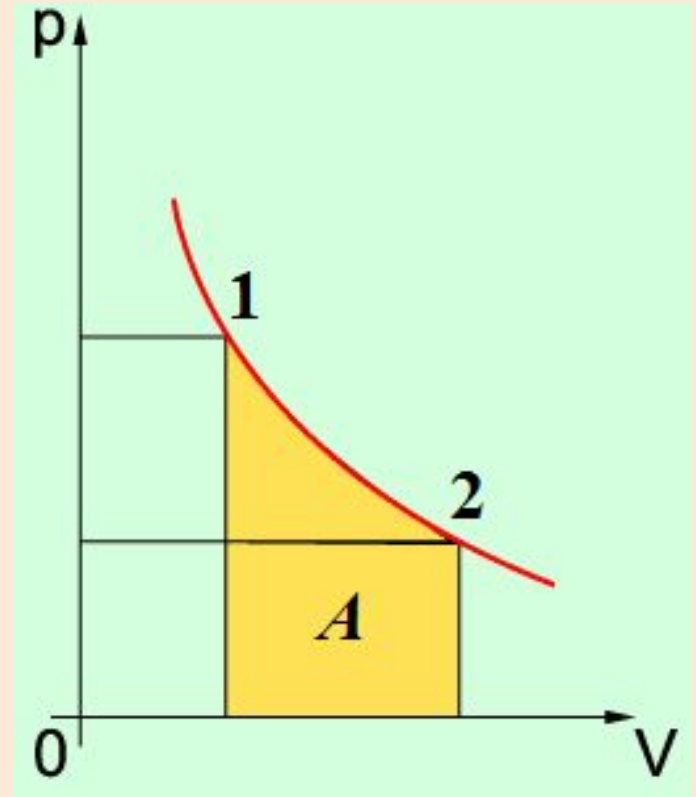
Выразим p из уравнения М-Ж ($pV = \nu RT$) :

$$p = \nu RT \cdot \frac{1}{V}$$

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p dV = \int_{V_1}^{V_2} \nu RT \frac{dV}{V}$$

$$A = \nu RT \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V}$$

$$A = \nu RT (\ln V_2 - \ln V_1)$$



$$A = \nu RT \ln \frac{V_2}{V_1}$$