

Волны

N1

Уг-е плоской гармонической волны. Характеристики волны: период, частота, длина волны, волновое число и волновой вектор. Будем считать эти величины в СИ. Уравнение сферической волны (от центра):

Уг-е плоской гармонической волны по оси OX:

$$E(x,t) = E_0 \cos(\omega t - kx)$$

в произвольном направлении вместо $x \rightarrow \vec{r}$.

[с]

Период: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{N}$ частот. и. $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

[с']

частота: $\nu = \frac{1}{T} = \frac{N}{1}$ период: $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

[м]

длина волны: $\lambda = v \cdot T$ (фаза колес: $\varphi = \frac{2\pi}{T} t$)

[м']

волновое число: $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ [м']

(связывающее расстояние с изменением фазы) $k = \frac{\omega}{v}$

Уг-е сферической волны:

$$E = \frac{A_0}{R} \cos(\omega t + (\vec{k}, \vec{R}) + \alpha) + \frac{A_0}{R} \cos(\omega t - (\vec{k}, \vec{R}) + \beta)$$

N2

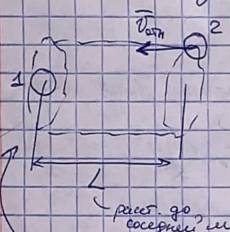
Понятие эффективного диаметра молекулы.

Вывод формулы для длины свободного пробега молекулы идеального газа.

Эффективный диаметр молекулы - расстояние, на которое сближаются центры молекул при столкновении.

Длина свободного пробега молекулы

- это среднее расстояние, кот. пролетает молекула между двумя последовательными столкновениями с другими молекулами



Рассмотрим газ из одинаковых молекул. Две молекулы столкнутся, если их центры окажутся не дальше чем $d = 2r$ от центра другой. Пусть одна молекула, а вторая неподвижна.

равно до столкновения молекулы

Вектор скорости молекулы

Вектор скорости: $V_0 = L \cdot n$

Вектор скорости: $V = N \cdot V_0$, N - концентрация молекул

$n = \frac{N}{V} = \frac{N}{N \cdot V_0} = \frac{1}{V_0} = \frac{1}{L \cdot n \cdot d^2}$ $L = \frac{1}{n \cdot d^2}$

$\Delta t = \frac{L}{V_{отн}} = \frac{1}{\langle v \rangle}$ $\Rightarrow \lambda = \frac{\langle v \rangle}{V_{отн}} L$

$\vec{V}_{отн} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$

$\langle \vec{v}_{отн}^2 \rangle = \langle (\vec{v}_2 - \vec{v}_1)^2 \rangle = \langle v_2^2 \rangle + \langle v_1^2 \rangle - 2 \langle \vec{v}_1 \cdot \vec{v}_2 \rangle$

$\cos \alpha = 0$, т.к. \vec{v}_1 и \vec{v}_2 направлены в разные стороны.

$\int \cos \alpha d\alpha = \int \cos \alpha d\alpha = 0 \Rightarrow \langle \cos \alpha \rangle = 0$

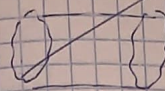
$\Rightarrow \langle \vec{v}_{отн}^2 \rangle = \langle v_2^2 \rangle + \langle v_1^2 \rangle = 2 \langle v^2 \rangle$

$\Rightarrow \langle V_{отн} \rangle \approx \sqrt{2} \langle v \rangle$

$\lambda = \frac{1}{\sqrt{2} n d^2}$

или $\sigma = \pi d^2$ - эффективное сечение взаимодействия

Длина свободного пробега - среднее расстояние, кот. пролетает молекула между двумя последовательными столкновениями с другими молекулами



N3

На танкете лодка массой $m = 3$ кг, брошенная под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту, достигла скорости $A = 160$ м/с. Через какое время лодка упадет на дно?

Дано:

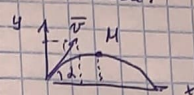
$m = 3$ кг

$\alpha = 60^\circ$

$A = 160$ м/с

$t = ?$

Решение:



$E_k = A = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \sqrt{\frac{2A}{m}}$

y: $v \sin \alpha = v_y$ $v_m = 0$

x: $v_x = v \cos \alpha$ $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} \Delta t$

$v_y = g t \tan \alpha$

$\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{v \sin \alpha}{v \cos \alpha}$

$\tan \alpha = \frac{g}{g}$

$\tan \alpha = \frac{\sqrt{2 \cdot 160}}{g} \cdot \sin 60$

$t = 1.83$ с

Ответ: 1.83 с.

$\Rightarrow \lambda = \frac{1}{\sqrt{2} n d^2}$