

(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

БИЛЕТ № 22

К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ

по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 2

1. Основное уравнение МКТ идеального газа (с выводом). Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул (с выводом).

2. Постулаты специальной теории относительности (СТО). Область применимости СТО.

3. В упругой среде распространяется поперечная механическая волна. Амплитуда равна 2 мм, волновое число - 10 м^{-1} , а круговая частота - 1000 с^{-1} .

Найдите длину волны, фазовую скорость, а также максимальное значение ускорения частиц среды.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

23.04.2020г.

(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

22 Основное уравнение МКТ идеального газа (с выводом).
 Средняя кинематическая энергия поступательного движения молекул (вывод).

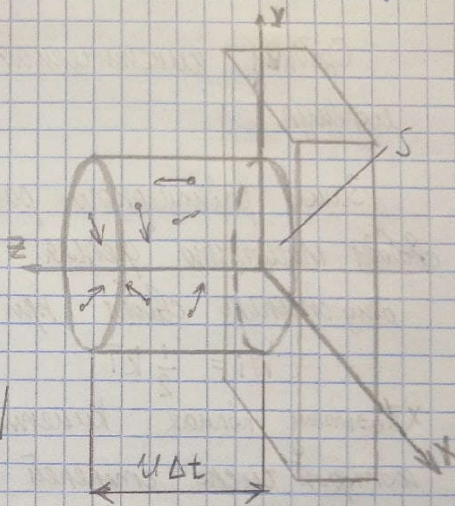
Пусть $v_1 = v_2 = \dots = v_i = \dots = v_n$; $i = \overline{1, n}$
 $w_1^{pot} = w_2^{pot} = \dots = w_i^{pot} = \dots = w_n^{pot} = 0$

$n = \frac{N}{V}$ - концентрация молекул газа

T - температура газа

u - средняя скорость поступательного движения молекул.

Удары молекул упругие $\Rightarrow |\vec{p}_{до}| = |\vec{p}_{после}|$
удар удар



За период времени Δt до стенки полетят только те молекулы, которые находятся от стенки на расстоянии не далее, чем $L = u \Delta t$

$$\left. \begin{aligned} N &= n \cdot V \\ V &= L S \\ L &= u \Delta t \end{aligned} \right\} N = n S u \Delta t \text{ - общее число молекул.}$$

Молекулы движутся "вперед", "назад" вдоль осей $x, y, z \Rightarrow$

Число молекул, движущие к стенке - $\frac{1}{6}$ от общего кол-ва молекул.

$$N_s = \frac{1}{6} N = \frac{n U \Delta t S}{6}$$

$$\left. \begin{aligned} \Delta P &= F \cdot \Delta t \\ p &= N m_0 U \end{aligned} \right\}$$

$$N_s m_0 U - (N_s m_0 U) = \Delta t F$$

$$2 N_s m_0 U = \Delta t F$$

$$\frac{2 m_0 U^2 n \Delta t S}{6} = \Delta t F$$

$$\frac{m_0 U^2 n}{3} = \frac{F}{S}$$

$$p = \frac{m_0 n U^2}{3}$$

$$W_k^{\text{пост}} = \frac{m_0 U^2}{2}$$

$$\left. \begin{aligned} p &= \frac{2}{3} n W_k^{\text{пост}} \\ W_k^{\text{пост}} &= \frac{m_0 U^2}{2} \end{aligned} \right\} \text{основное уравнение МКТ.}$$

Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул.

Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы гласит, что средняя кинетическая энергия, приходящая на одну степень свободы при тепловом движении равна

$$W_i = \frac{1}{2} kT$$

Поэтому полная кинетическая энергия одной молекулы, у которой число степеней свободы равно i определяется соотношением

$$W_k = i \cdot W_i = \frac{i}{2} kT$$

Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул равна, очевидно, кинетической энергии движения центра масс (как точки), поэтому:

$$W_k^{\text{пост}} = \frac{3}{2} kT$$

①. Постулаты специальной теории относительности (СТО).

Область применимости СТО.

Постулаты СТО.

1. Принцип постоянства скорости света: скорость света не зависит от движения источника и одинакова во всех инерциальных системах отсчета в вакууме и является предельной скоростью передачи сигнала.

Скорость света в вакууме $c \approx 3 \cdot 10^8$ м/с.

2. Принцип относительности. Все законы природы одинаковы во всех инерциальных системах отсчета, следовательно, уравнения, выражающие законы природы инвариантны при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой.

Область применимости СТО. (Википедия)

СТО применима для изучения движения тел с любыми скоростями при условии отсутствия сильных гравитационных полей.

Задание 22

3.

Дано:

$$A = 2 \text{ мм}$$

$$k = 10 \text{ м}^{-1}$$

$$\omega = 1000 \text{ с}^{-1}$$

$$\lambda = ?$$

$$v_{\varphi} = ?$$

$$a_{\text{max}} = ?$$

Решение

$$k = \frac{\omega}{v} \text{ — волновое число}$$

$$v_{\varphi} = \frac{\omega}{k}$$

$$\lambda = vT = \frac{2\pi}{k}$$

$$a_{\text{max}} = \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} = -A \cos(\omega t - kx + \alpha) \cdot \omega^2$$

$$a_{\text{max}} = A\omega^2$$

$$v_{\varphi} = \frac{1000 \text{ с}^{-1}}{10 \text{ м}^{-1}} = 100 \text{ м/с}$$

$$\lambda = \frac{2\pi}{10 \text{ м}^{-1}} = 0,63 \text{ м}$$

$$a_{\text{max}} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot (1000 \text{ с}^{-1})^2 = 2000 \text{ м/с}^2$$

Ответ: $\lambda = 0,63 \text{ м}$; $v_{\varphi} = 100 \text{ м/с}$;

$$a_{\text{max}} = 2000 \text{ м/с}^2$$