

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 27

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

1. Связь между импульсом и энергией релятивистской частицы (вывод на основе известных выражений для полной энергии и релятивистского импульса).

2. Диффузия в идеальных газах. Вывод уравнения диффузии и формулы для коэффициента диффузии.

3. Уравнение волны имеет вид: $\xi = \frac{5}{r} \cos(600t - 15,6r + \pi/15)$, где ξ – в миллиметрах, t – в секундах, r – в метрах. Найдите частоту, фазовую скорость, длину волны, а также максимальное ускорение частиц среды при $r=1$ м.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

21.05.2020 г.

(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

1) Связь между импульсом и энергией релятивистской частицы (вывод на основе известных выражений для полной энергии и релятивистского импульса)

Релятивистское выражение для энергии и импульса частицы

$$E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad P = \frac{m_0 \bar{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Сравнивая эти выражения, можно подучить формулу выражающую импульс частицы через её скорость и энергию

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{m_0 v}{P} = \frac{m_0 c^2}{E} \Rightarrow \bar{P} = \frac{E}{c^2} v$$

$$E^2 = \frac{m_0^2 c^4}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \Rightarrow \frac{E^2}{c^2} - \frac{E^2}{c^4} v^2 = m_0^2 c^2 \Rightarrow \frac{E^2}{c^2} - P^2 = m^2 c^2 \text{ -- Связь между импульсом}$$

и энергией релятивистской частицы

2) Диффузия в идеальных газах. Вывод уравнения диффузии и формулы для коэффициента диффузии

Диффузия- так называют взаимопроникновение вещества в различных смесях, обусловленное тепловым движением молекул.

Например, в смеси двух газов условие отсутствия перемешивания состоит, в том что суммарное давление постоянно.

По закону Дальтона $P = P_1 + P_2 = n_1 kT + n_2 kT = const \Rightarrow n = n_1 + n_2$ Введем физическую величину, относительную концентрацию молекул одного из газов $F_1 = \frac{n_1}{n}$, для плотности потока

концентрации $j_{n1} = -\frac{1}{3} \langle v_1 \rangle n \cdot \lambda_1 \frac{dn_1}{dx}$ или $j_{n1} = -D_1 \frac{dn_1}{dx}$ $J_{n1} = -D_1 S \frac{dn_1}{dx}$,

где $D_1 = \frac{1}{3} \langle v_1 \rangle \lambda_1$ - коэффициент диффузии. Если m_1 - масса молекулы, то плотность

$\rho_1 = m_1 n_1 \Rightarrow$ Для потока ρ_1 получаем ур-ие диффузий

$J_{\rho_1} = -D_1 S \frac{d\rho_1}{dx}$ - первый закон Фика

3) Задача

Дано	Решение
$\xi = \frac{5}{15} \cos(600t - 15,6x + \frac{\pi}{15})$ $\xi = 1 \text{ м}$	$\xi_{\text{мк}} \xi = 1 \text{ м}$ $\xi = 5 \cos(600t - 15,6x + \frac{\pi}{15})$
$v = ?$, $\lambda = ?$, $\nu = ?$, $a_{\text{max}} = ?$	$\omega_0 = 600 \text{ рад/с}$ $A = 5 \text{ м}$; $k = 15,6$; $\varphi_0 = \frac{\pi}{15}$
$\Rightarrow \omega_0 = 2\pi\nu \Rightarrow \nu = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{600}{2 \cdot 3,14} \approx 95,54 \text{ Гц}$	
$k = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2 \cdot 3,14}{15,6} \approx 0,4 \text{ м}$	
$k = \frac{\omega_0}{v} \Rightarrow v = \frac{\omega_0}{k} = \frac{600}{15,6} \approx 38,46 \text{ м/с}$	
$a_{\text{max}} = A \cdot \omega_0^2 = 5 \cdot 600^2 = 1,8 \cdot 10^6 \text{ м/с}^2$	
Ответ $v = 38,46 \text{ м/с}$; $\lambda = 0,4 \text{ м}$; $\nu = 95,54 \text{ Гц}$; $a_{\text{max}} = 1,8 \cdot 10^6 \text{ м/с}^2$	