
Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»
БИЛЕТ № 1
К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ
по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 2

1. Уравнение плоской гармонической волны. Характеристики волны: период, частота, длина волны, волновое число и волновой вектор. Единицы измерения этих величин в СИ.

2. Первое начало термодинамики (формулировка).

Работа, совершаемая телом при изменении объема (вывод из определения механической работы).

Работа идеального газа при изотермическом процессе (вывод из формулы для работы тела при изменении объема).

3. Найдите интервал между событиями, для которых, в некоторой системе отсчета K , разность координат $\Delta x = 3$ км, $\Delta y = \Delta z = 0$, а разность времени $\Delta t = (5/3) \cdot 10^{-5}$ с.

Чему равен интервал между этими событиями в системе отсчета K' , движущейся относительно системы отсчета K со скоростью $1,5 \cdot 10^8$ м/с?

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

23.04.2020г.

Билет №1.

(№1) Уравнение плоской гармонической волны. Характеристики волны: период, частота, длина волны, волновое число и волновой вектор. Единицы измерения этих величин в СИ.

Уравнение плоской гармонической волны.

$$E = A \cos(\omega t - kx + \alpha), \text{ если } x > 0$$

$$E = A \cos(\omega t + kx + \alpha), \text{ если } x < 0.$$

Характеристики волны:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \text{ - период} \quad \omega \text{ - частота}$$

$$\lambda = \frac{2\pi}{k} = VT \text{ - длина волны}$$

$$k = \frac{\omega}{V} \text{ - волновое число}$$

\vec{k} - волновой вектор, направлен перпендикулярно фазовой (волновой) поверхности волны в сторону её движения.

$$|\vec{k}| = \frac{2\pi}{\lambda}$$

Единица измерения:

$$T = [c]; \quad \omega = [\text{рад}/c]; \quad \lambda = [m]; \quad k = [m^{-1}]$$

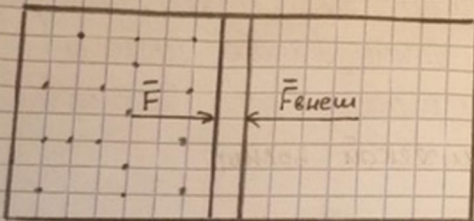
(№2) Первое начало термодинамики (формулировка). Работа, совершаемая телом при изменении объёма (вывод из определения механической работы). Работа идеального газа при изотермическом процессе (вывод из формулы для работы тел при изменении объёма).

Первое начало термодинамики:

$$Q = \Delta U + A.$$

Количество теплоты, переданной системе, идет на изменение внутренней энергии и на совершение этой системой работы над внешними телами.

Работа, совершаемая телом при изменении объема:



Работа газа против внешних тел

$$\delta A = F dz \cos \alpha$$

$$F = p \cdot S$$

$$dV = S dz \cos \alpha$$

$$\delta A = p dV$$

$$\Downarrow$$

$$A = \int_{\Delta V} p dV$$

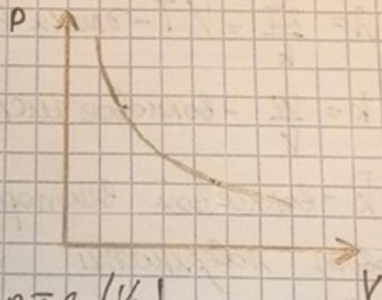
Работа идеального газа при изотермическом процессе.

$$T = \text{const} \Rightarrow \Delta U = 0 \Rightarrow Q = A.$$

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

$$p = \frac{\partial RT}{V}$$

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



$$= \partial RT \ln V \Big|_{V_1}^{V_2} = \partial RT (\ln V_2 - \ln V_1) = \partial RT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$$

№3. Найдите интервал между событиями, для которых, в некоторой системе отсчета K , разность координат $\Delta x = 3 \text{ км}$, $\Delta y = \Delta z = 0$, а разность времени $\Delta t = \frac{5}{3} \cdot 10^{-5} \text{ с}$. Чему равен интервал между этими событиями в системе отсчета K' , движущейся относительно системы отсчета K со скоростью $1,5 \cdot 10^8 \text{ м/с}$?

Дано:

$$\Delta x = 3 \text{ км} = 3 \cdot 10^3 \text{ м}$$

$$\Delta y = \Delta z = 0$$

$$\Delta t_0 = \left(\frac{5}{3} \right) \cdot 10^{-5} \text{ с}$$

$$c = 299792458 \text{ м/с} \approx 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$v_{x'} = 1,5 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$\Delta t = ?$

Решение

$$S = \sqrt{c^2 (\Delta t)^2 - l^2}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v_{x'}^2}{c^2}}}$$

$$\frac{\frac{5}{3} \cdot 10^{-5}}{\sqrt{1 - \left(\frac{1,5 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^8} \right)^2}} = 1,9 \cdot 10^{-5} \text{ с}$$

Интервал между двумя событиями инвариантен по отношению к выбору инерциальной системы отсчета, т.е. не изменяется при переходе от движущейся инерциальной системы отсчета K' к неподвижной системе K :

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 3 \cdot 10^3 \sqrt{1 - \left(\frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 3 \cdot 10^8}\right)^2} = 2598 \text{ м}$$

$$S = \sqrt{(3 \cdot 10^3)^2 - (1,9 \cdot 10^{-5})^2 - 2598^2} = 5073,5 \text{ м.}$$

Ответ: 5073,5 м.