

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

БИЛЕТ № 20

К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ

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

1. Неравенство Клаузиуса (вывод из теоремы Карно). Равенство Клаузиуса.
2. Вывод из преобразований Лоренца выражений для изменения промежутка времени между событиями в СТО и Лоренцева сокращения длины.
3. Уравнение волны имеет вид: $\xi = \frac{15}{r} \cos(600t - 15,6r + \pi/5)$, где ξ - в микрометрах, 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

23.04.2020г.
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

Билет №20

№1) Неравенство Клаузиуса (вывод из теоремы Карно). Равенство Клаузиуса

II теорема Карно: КПД любой тепловой машины, работающей по необратимому циклу ^(\leq) меньше КПД тепловой машины, работающей по обратимому циклу Карно.

$$\frac{Q_H - Q_X}{Q_H} \leq \frac{T_H - T_X}{T_H}$$

\Downarrow

$$\frac{Q_X}{Q_H} \geq \frac{T_X}{T_H} \Rightarrow \frac{Q_X}{T_X} \geq \frac{Q_H}{T_H} \Rightarrow 0 \geq \frac{Q_H}{T_H} - \frac{Q_X}{T_X}$$

под Q_X мы подразумеваем абсолютное значение.

Пусть Q'_X - значение с учетом знака, т.е. $Q_X = -Q'_X$

$$0 \geq \frac{Q_H}{T_H} + \frac{Q'_X}{T_X}$$

Если разбить циклический процесс на бесконечное количество участков с подводом (отводом) теплоты.

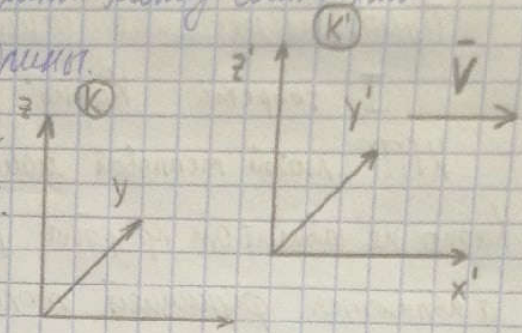
$$0 \geq \oint_{\text{цикл}} \frac{\delta Q}{T}$$

Неравенство Клаузиуса: суммарное количество приведенной теплоты в замкнутом цикле не может быть положительным.

Равенство Клаузиуса: $0 = \oint_{\text{цикл}} \frac{\delta Q}{T}$ для обратного процесса.

(11) Вывод из преобразований Лоренца выражений для изменения промежутка времени между событиями в СТО и Лоренцева сокращения длины.

Рассмотрим две инерциальные системы отсчёта K и K' . Пусть система K' поступательно движется вдоль оси X системы K со скоростью V , так что соответствующие оси обеих систем остаются параллельными друг другу.

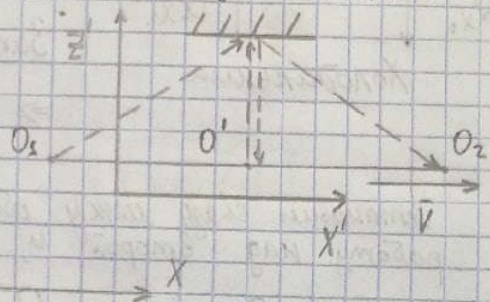


Так как при малых скоростях поперечные координаты тел во всех инерциальных системах отсчёта одинаковы, то это должно выполняться и при релятивистских скоростях.

В системе K' рассмотрим сигнал, пущенный вдоль оси z' из точки O' . Пусть этот сигнал отразившись от покоящегося в этой системе отсчёта зеркала

вернется обратно в точку O' .

Если расстояние между точкой O' и зеркалом равно L то по собственным часам системы K' пройдет промежуток времени $\Delta t' = \frac{2L}{c}$.



Расстояние вдоль вертикальной оси в обеих системах одинаково. Скорость светового сигнала тоже одинаковая.

Так как точка O' движется относительно системы K , то в этой системе отсчёта сигнал будет испущен в точке O_1 и принят в точке O_2 .

$$\Delta t = \frac{2 \sqrt{L^2 + \left(\frac{V \Delta t}{2}\right)^2}}{c} \Rightarrow \Delta t = \frac{2L}{\sqrt{c^2 - V^2}}$$

$$\frac{\Delta t'}{\Delta t} = \frac{\frac{2L}{c}}{\frac{2L}{\sqrt{c^2 - V^2}}} = \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$$

Пусть в подвижной системе отсчёта K' // X' расположен стержень длиной l_0 . При движении этого стержня со скоростью V вдоль оси X неподвижной системы K он пройдет неподвижные часы за время $\Delta t_0 = \frac{l_0}{V}$. В системе K' эти же часы пролетят стержень за время $\Delta t = \frac{l_0}{V}$. Т.к. часы

движутся со скоростью V , то их показания в неподвижной системе отсчёта связаны с показаниями в подвижной системе

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$$

Toda

$$\frac{L}{L_0} = \frac{\Delta t_0}{\Delta t} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \Rightarrow L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Домет № 20

№ 3

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

Решение:

$$\xi = \frac{15}{r} \cos(600t - 15,6r + \frac{\pi}{5})$$

$$r = 1\text{ м}$$

$$v = ?; \lambda = ?; \nu = ?; \ddot{\xi}_{\text{max}} = ?$$

Частота колебаний:

$$\nu = \frac{1}{T}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}, \text{ из УР-я } \omega = 600, \text{ рад/с}$$

$$T = \frac{2\pi}{600} = \frac{\pi}{300} \approx 0,01$$

$$\nu = \frac{1}{0,01} = 100 \text{ Гц}$$

Фазовая скорость:

$$\nu = \frac{\omega}{k} \Rightarrow \omega = 600; k = 15,6 \text{ (из УР-я волны)}$$

$$\nu = \frac{600}{15,6} \approx 38,5$$

Длина волны:

$$\lambda = \nu T = \frac{2\pi}{k}$$

$$\lambda = \frac{2\pi}{15,6} \approx 0,4 \text{ м или } (\lambda = 38,5 \cdot 0,01 \approx 0,4)$$

Максимальное ускорение частиц среды:

$$\ddot{\xi}_{\text{max}} = -15 \cdot 360000 \cos(600t - 15,6r + \frac{\pi}{5})$$