

Виртуальный курс физики

Оптика

Специальная теория относительности.
Задачи с решением



ОПТИКА

Основы специальной теории относительности

Задачи с решениями

З а д а ч а 1. Мю-мезон, рождающийся в верхних слоях атмосферы, пролетает до распада 5 км. Собственное время жизни мю-мезона составляет $2,21 \cdot 10^{-6}$ с. Определить скорость движения мю-мезона в атмосфере.

Дано: $s = 5 \cdot 10^3$ м, $\tau_0 = 2,21 \cdot 10^{-6}$ с <hr style="width: 100%;"/> $v = ?$	<i>Решение.</i> Из преобразований Лоренца следует, что промежуток времени τ , измеренный в подвижной системе, и собственное время мю-мезона τ_0 , измеренное в системе отсчета, в которой частица находится в состоянии покоя, связаны соотношением
---	---

$$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}},$$

где v – скорость движения мю-мезона.

Время движения τ , измеренное в неподвижной системе отсчета, можно выразить как

$$\tau = \frac{s}{v}.$$

С учетом этого

$$\frac{s}{v} = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

Решая это уравнение относительно $\frac{v}{c}$ и подставляя затем численные значения s и τ_0 , получаем

$$\frac{v}{c} = 0,99, \text{ т. е. } v = 0,99 \text{ с.}$$

Ответ: $v = 0,99$ с.

З а д а ч а 2. Какую работу требуется совершить, чтобы скорость частицы массой m увеличить от $0,6c$ до $0,8c$, где c – скорость света в вакууме?

$$\begin{array}{l} \text{Дано:} \\ v_1 = 0,6c, v_2 = 0,8c \\ \hline A = ? \end{array}$$

Решение. По теореме о кинетической энергии

$$A = W_{к2} - W_{к1},$$

где $W_{к2}$ и $W_{к1}$ – кинетическая энергия частицы при скоростях v_2 и v_1 .

Так как скорости v_1 и v_2 сравнимы со скоростью света, т. е. частица релятивистская, ее кинетическая энергия определяется выражением

$$W_{к} = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - mc^2.$$

Таким образом,

$$A = mc^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v_2^2}{c^2}}} - \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v_1^2}{c^2}}} \right).$$

Подстановка численных данных дает $A = 0,4 mc^2$.

Ответ: $A = 0,4 mc^2$.

