

Задачи для зачёта 2019

1. Пусть система S' движется относительно системы S со скоростью V вдоль оси z . Часы, покоящиеся в S' в точке (x'_0, y'_0, z'_0) , в момент t'_0 проходят мимо точки (x_0, y_0, z_0) в системе S , где находятся часы, показывающие в этот момент время t_0 . Написать формулы преобразования Лоренца для этого случая.

=====

2. Длину стержня, движущегося вдоль своей оси в некоторой системе отсчета, можно находить таким образом: измерять промежуток времени, в течение которого стержень проходит мимо фиксированной точки этой системы, и умножать его на скорость стержня. Показать, что при таком методе измерения получается обычное Лоренцево сокращение длины отрезка.

=====

3. Пусть для измерения времени используется периодический процесс отражения светового “зайчика” попеременно от двух зеркал, укрепленных на концах стержня длиной l . Один период – это время движения “зайчика” от одного зеркала до другого и обратно. Световые часы неподвижны в системе S' и ориентированы параллельно направлению движения. Показать, что интервал собственного времени $d\tau$ выражается через промежуток времени dt в системе S формулой $d\tau = dt\sqrt{1 - V^2/c^2}$.

=====

4. Два масштаба, каждый из которых имеет длину покоя l_0 , равномерно движутся навстречу друг другу параллельно общей оси x . Наблюдатель, связанный с одним из них, заметил, что между совпадениями левых и правых концов масштабов прошло время Δt . Какова относительная скорость масштабов?

=====

5. Доказать формулу

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{\sqrt{1 - v'^2/c^2} \cdot \sqrt{1 - V^2/c^2}}{1 + (\vec{v}' \cdot \vec{V})/c^2},$$
 в которой \vec{v} и \vec{v}' – скорости частицы в системах S и S' , $\vec{V} = V \vec{z}_0$ – скорость S' относительно S .

=====

6. Два масштаба, каждый из которых имеет в своей системе покоя длину l_0 , движутся навстречу друг другу с равными скоростями v относительно некоторой системы отсчета. Какова длина l каждого из масштабов, измеренная в системе отсчета, связанной с другим масштабом?

=====

7. Найти частоту ω световой волны, наблюдаемую при поперечном эффекте Доплера (направление распространения света перпендикулярно направлению движения источника в системе, связанной с приемником света). Каково направление распространения рассматриваемой волны в системе, связанной с источником?

=====

8. Длина волны света, излучаемого некоторым источником в той системе, в которой источник покоится, равна λ_0 . Какую длину волны λ зарегистрируют:

- а) наблюдатель, приближающийся со скоростью V к источнику, и
б) наблюдатель, удаляющийся с такой же скоростью от источника?

9. Монохроматичный свет частоты ω_0 падает нормально к поверхности плоского зеркала, движущегося равномерно со скоростью \vec{v} в направлении распространения падающего света. Определить частоту отражённого света.

10. На плоское зеркало падает свет под углом α . Зеркало движется равномерно со скоростью \vec{v} в направлении нормали к его поверхности в сторону распространения падающего света. Определить угол отражения.

11. Масса покоя частицы m . Выразить ее скорость v через: 1) полную энергию W , 2) кинетическую энергию T и 3) импульс p .

12. Неподвижный π -мезон распадается на μ -мезон и нейтрино ($m=0$). Зная массы π - и μ -мезонов, вычислить кинетическую энергию π -мезона.

13. π_0 -мезон с массой покоя m , движущийся со скоростью v , распадается на два одинаковых γ -кванта. Определить угол разлета γ -квантов.

14. Возбужденное атомное ядро переходит в основное состояние путем испускания γ -кванта. Масса ядра в основном состоянии m . Энергия возбуждения ΔW . Определить частоту γ -кванта.

15. Найти скорость v частицы с массой m и зарядом e , прошедшей разность потенциалов V (начальная скорость равна нулю).

16. Частица с массой m_{10} и скоростью v сталкивается с покоящейся частицей массы m_{20} и поглощается ею. Найти массу m_0 и скорость V образовавшейся частицы.

17. Найти пробег l релятивистской заряженной частицы с зарядом e , массой m и начальной энергией W в тормозящем однородном электрическом поле \vec{E} , параллельном скорости частицы.

=====

18. Определить движение релятивистской заряженной частицы (m, q) в однородном постоянном электрическом поле. Начальная скорость частицы равна нулю.

=====

19. Определить движение релятивистской заряженной частицы (m, q) в однородном постоянном магнитном поле (\vec{B}) .

=====
