

*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  $\Delta t$ . 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  $\omega$  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  $\lambda_0$ . Какую длину волны  $\lambda$  зарегистрируют:

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

---

9. Монохроматичный свет частоты  $\omega_0$  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  $\alpha$ . 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  $\pi$ -мезон распадается на  $\mu$ -мезон и нейтрино ( $m=0$ ). Зная массы  $\pi$ - и  $\mu$ -мезонов, вычислить кинетическую энергию  $\pi$ -мезона.

---

13.  $\pi_0$ -мезон с массой покоя  $m$ , движущийся со скоростью  $v$ , распадается на два одинаковых  $\gamma$ -кванта. Определить угол разлета  $\gamma$ -квантов.

---

14. Возбужденное атомное ядро переходит в основное состояние путем испускания  $\gamma$ -кванта. Масса ядра в основном состоянии  $m$ . Энергия возбуждения  $\Delta W$ . Определить частоту  $\gamma$ -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  $(\vec{B})$ .

=====

---