

Спец теория относительности.

1. Частица с кинетической энергией $T = 2mc^2$ налетает на другую такую же частицу, которая в лабораторной системе отсчета покоится. Найти: а) скорость налетающей частицы (в единицах c); б) суммарную кинетическую энергию T частиц в системе отсчета, связанной с центром инерции системы частиц.
2. При неупругом столкновении частицы, обладающей импульсом $p = mc$, и такой же покоящейся частицы образуется составная частица. Определить: 1) скорость v и кинетическую энергию частицы (в единицах c) до столкновения; 2) массу (в единицах m) и скорость (в единицах c) составной частицы
3. Наблюдатель в системе S сообщает, что два события в его системе произошли с интервалом $\Delta t = 2.5$ с в точках, расстояние между которыми $\Delta x = 3.2 \times 10^8$ м. Эти два события а) находятся в причинно-следственной связи; б) не находятся в причинно-следственной связи; в) могут быть в причинно-следственной связи; г) не могут быть в причинно-следственной связи. Какие из этих утверждений являются правильными? Изменится ли ваш ответ, если те же самые события вы будете наблюдать в системе S' , которая движется относительно системы S со скоростью $v = 0.9$ c (c -скорость света)? Чему будут равны величины $\Delta t'$ и $\Delta x'$ в системе S' ?
4. Собственное время жизни нестабильной элементарной частицы, называемой мюоном, $\tau_0 = 2,2$ мкс. В лабораторной системе от рождения до распада мюон, двигаясь со скоростью близкой к скорости света, проходит путь $L = 30$ км. Считая движение мюона прямолинейным и равномерным, найти скорость мюона. Определить время жизни τ мюона в лабораторной системе отсчета.
5. Найти скорость v протона, если его кинетическая энергия равна: 1) $T = 1$ МэВ; 2) $T = 2$ ГэВ. Масса протона равна 1.67×10^{-24} г.
6. Две частицы движутся в лабораторной системе отсчета под прямым углом друг к другу. Одна со скоростью $v_x = v_1$ другая со скоростью $v_y = v_2$. Найти относительную скорость этих частиц.
7. Частица массой m начинает двигаться под действием постоянной силы F . Найти зависимость от времени импульса p и скорости v частицы.
8. Две релятивистские частицы движутся навстречу друг другу с одинаковыми (в лабораторной системе отсчета) кинетическими энергиями, равными их энергии покоя. Определить: скорости частиц в лабораторной системе отсчета (в единицах c); 2) кинетическую энергию (в единицах mc^2) одной из частиц в системе отсчета, связанной с другой частицей.
9. В лабораторной системе отсчета одна из двух частиц покоится, другая движется со скоростью $v = 0,8c$ по направлению к покоящейся частице. Массы частиц одинаковы и равны $m = 1.0 \times 10^{-30}$ кг. Определить: 1) кинетическую энергию движущейся частицы в лабораторной системе отсчета; 2) скорость частиц в системе отсчета, связанной с центром инерции системы; 3) инвариантную массу этой системы частиц.
10. Релятивистская частица движется в лабораторной системе отсчета со скоростью $v = 0,6c$ по направлению к мишени. В некоторый момент времени, когда расстояние до мишени составляет 10 км частица испускает фотон в направлении мишени. Через какое время фотон достигнет мишени? Изменится ли это время при переходе в инерциальную систему, скорость которой совпадает со скоростью частицы?

11. Релятивистская частица с массой m_1 и скоростью $v=0.8c$ сталкивается с покоящейся частицей массы m_2 и поглощается ею. Найти массу m образовавшейся частицы и ее скорость.
12. Покоящаяся частица с массой m распадается на две частицы с массами m_1 и m_2 . Найти кинетическую энергию каждой частицы и их скорости (в ед c).
13. Две релятивистские частицы движутся навстречу друг другу с одинаковыми (в лабораторной системе отсчета) кинетическими энергиями, равными их энергии покоя. Определить: 1) скорости частиц в лабораторной системе отсчета; 2) относительную скорость сближения частиц (в единицах c); 3) кинетическую энергию (в единицах mc^2) одной из частиц в системе отсчета, связанной с другой частицей.
14. Две релятивистские частицы с массой m каждая движутся навстречу друг другу с одинаковой скоростью. Удар неупругий, масса образовавшейся частицы $4m$. Найти скорость частиц до столкновения.
15. Нейтрон с кинетической энергией $T=2mc^2$ (m - масса нейтрона) налетает на покоящийся нейтрон. Найти а) скорость центра масс; б) общую кинетическую энергию нейтронов в системе центра инерции
16. Релятивистская частица с массой m , движущаяся со скоростью $v = 0,8c$, испытывает неупругое столкновение с такой же покоящейся частицей. Найти скорость составной частицы и ее массу.
17. Какова должна быть кинетическая энергия протона, налетающего на другой, покоящийся протон, чтобы их суммарная кинетическая энергия K в системе центра инерции была равна 50 ГэВ . Чему равна при этом скорость налетающего протона в лабораторной системе?
18. Неподвижный атом массы m поглощает фотон с энергией ϵ . Найти массу атома и его скорость после поглощения фотона.
19. Нейтрон с кинетической энергией $T = 2mc^2$ (m - масса нейтрона) налетает на покоящийся нейтрон. Найти в системе центра инерции общую кинетическую энергию нейтронов.
20. Две одинаковые релятивистские частицы движутся навстречу друг другу с кинетическими энергиями, равными соответственно $T_1=mc^2$, $T_2=2mc^2$. Определить: 1) скорости частиц в лабораторной системе отсчета; 2) скорость центра масс; 3) суммарную кинетическую энергию этих частиц в системе центра масс.
21. Найти инвариантную массу системы из двух фотонов с одинаковой энергией ϵ для двух случаев: а) фотоны движутся в одном направлении; б) фотоны движутся в противоположных направлениях.
22. Высокоэнергетические космические лучи являются причиной образования π -мезонов в верхних слоях земной атмосферы. Рассмотрите такой π -мезон, который образовался на высоте 120 км над уровнем моря и полная энергия которого равна 135 ГэВ . Частица движется вертикально вниз к поверхности Земли. Собственное время жизни этой частицы равно 35 нс . На какой высоте над уровнем моря π -мезон распадется? Энергия покоя π -мезона равна 139.6 МэВ .

1. Ядро, находящееся в покое, претерпевая радиоактивный распад, испускает электрон с импульсом $p_e=1.73 \text{ МэВ}/c$ (c - скорость света) и под прямым углом к направлению электрона- нейтрино с импульсом $p_\nu=1.00 \text{ МэВ}/c$. Найти: а) скорость электрона в единицах c -скорости света; б) кинетическую энергию электрона в единицах энергии покоя электрона mc^2 ; в) массу ядра до распада. *Указание:* энергии покоя электрона $mc^2=0.5 \text{ МэВ}$, масса нейтрино равна нулю.