Вариант 1

1. Какую скорость υ должно иметь движущееся тело, чтобы его продольные размеры уменьшились в 2 раза?

2. Найти изменение энергии ΔW (в эВ), соответствующее изменению массы на $\Delta m = 1$ а.е.м.

3. За время $t = 1$ с частица, двигаясь прямолинейно и равномерно, переместилась из начала координат в точку с координатами $x = y = z = 150$ тыс. км. Определите промежуток собственного времени частицы между этими двумя событиями.

4. Две нестабильные частицы движутся в лабораторной системе отсчета по одной прямой и в одном направлении с одинаковой скоростью $\upsilon = 0{,}99c$, находясь на расстоянии $L = 120$ м друг от друга. Какой промежуток времени между распадами этих частиц наблюдался в лабораторной системе, если известно, что в собственной системе отсчета частицы распались одновременно?

5. Собственное время жизни π-мезона равно 2 мкс. От точки рождения до точки распада в лабораторной системе отсчета π-мезон пролетел расстояние 6 км. С какой скоростью (в долях скорости света) двигался мезон?

6. Две релятивистские частицы движутся в лабораторной системе отсчета со скоростями $\upsilon_1 = 0{,}6$ с и $\upsilon_2 = 0{,}9$ с вдоль одной прямой. Определить их относительную скорость, если частицы движутся в противоположных направлениях.

7. Электрой движется со скоростью $\upsilon = 0{,}6$ с. Определить релятивистский импульс электрона (в ед. m_0c).

Вариант 2

1. При какой относительной скорости υ движения релятивистское сокращение длины движущегося тела составляет 25%?

2. Найти изменение энергии ΔW, соответствующие изменению массы $\Delta m = m_e$.

3. С какой скоростью должна лететь частица, чтобы отсчет времени в лаборатории был в 10 раз больше собственного времени частицы?

4. Две частицы движутся навстречу друг другу скоростями $\upsilon_1 = 0{,}5c$ и $\upsilon_2 = 0{,}75c$ относительно лабораторной системы отсчета. Найдите скорость сближения частиц в лабораторной системе отсчета и относительную скорость частиц.

5. Метровый стержень ориентирован перпендикулярно направлению движения ракеты в системе отсчета ракеты так, что расстояние между его концами в этой системе равно 1 м. Чему равна длина стержня, наблюдаемая в лабораторной системе отсчета?

6. Скорость электрона составляет 0,9 скорости света в вакууме. Вычислить в процентах, какая ошибка будет сделана, если кинетическую энергию частицы вычислять по формуле классической механики.

7. Две частицы, двигавшиеся в лабораторной систем отсчета по одной прямой с одинаковой скоростью $\upsilon = 3c/4$, попали в неподвижную мишень с интервалом времени $\Delta t = 50$ нс. Найти собственное расстояние между частицами до попадания в мишень.

Вариант 3

1. На сколько увеличится масса α-частицы при ускорении ее от начальной скорости, равной нулю, до скорости, равной 0,9 скорости света?

2. Циклотрон дает пучок электронов с кинетической энергией $W_к = 0{,}67$ МэВ. Какую долю β скорости света составляет скорость электронов в этом пучке?

3. Пространственно-временной интервал между моментами рождения и распада некоторой элементарной частицы в лабораторной системе отсчета равен 180 м. Определите скорость частицы, если ее время жизни в этой системе отсчета равно 1 мкс.

4. Собственное время жизни некоторой частицы оказалось равным 1 мкс. Чему равен пространственно-временной интервал между рождением и распадом этой частицы?

5. На космическом корабле-спутнике находятся часы, синхронизированные до полета с земными. Скорость спутника составляет 7,9 км/с. На сколько отстанут часы на спутнике по измерениям земного наблюдателя, если по земным часам прошло $\tau_0 = 0{,}5$ года.

6. Две релятивистские частицы движутся в лабораторной системе отсчета со скоростями $\upsilon_1 = 0{,}6$ с и $\upsilon_2 = 0{,}9$ с вдоль одной прямой. Определить их относительную скорость, если частицы движутся в одном направлении.

7. Отношение заряда движущегося электрона к его массе, определенное из опыта равно $0{,}88 \cdot 10^{11}$ Кл/кг. Определить релятивистскую массу m электрона и его скорость.

Вариант 4

1. μ - мезоны космических лучей достигают поверхности Земли с самыми разнообразными скоростями (энергия покоя 105,7 МэВ). Найти релятивистское сокращение размеров мезона, скорость которого равна 95% скорости света.

2. Сколько энергии выделяется при распаде π°-мезона движущегося со скоростью 0,95с и его превращении в электромагнитное излучение (энергия покоя π°-мезона 139,6 МэВ)?

3. Для получения реакции два пучка элементарных частиц скрещивают под углом 90°. Скорости частиц в пучках одинаковы и равны 0,8 с. Найдите угол между пучками в собственной системе отсчета одного из них.

4. Две релятивистские частицы движутся под прямым углом друг к другу в лабораторной системе отсчета с одинаковыми скоростями, разными 0,8 с. Найдите относительные скорости частиц.

5. Исходя из преобразований Лоренца, показать, что два события, совершающиеся в системе отсчета S одновременно ($t_1 = t_2$), но в разных точках ($x_1 = x_2$) в общем случае не являются одновременными в системе отсчета S'.

6. Каково среднее время жизни потока π^+ мезонов движущихся со скоростью β = 0,73? Собственное среднее время жизни τ_0 = 2,5·10^{-8}с.

7. Какую скорость имеет α-частица с энергией 100 МэВ?

Вариант 5

1. Мезон, входящий в состав космических лучей, движется со скоростью, составляющей 95% скорости света. Какой промежуток времени $\Delta\tau$ по часам неподвижного наблюдателя соответствует одной секунде «собственного времени» мезона?

2. Какому изменению массы Δm соответствует изменение энергии на ΔW = 4,19Дж?

3. Две β-частицы вылетают из радиоактивного точечного препарата в одном направлении с промежутком времени, равным 1 мкс. Расстояние между частицами равно 240 м. Найдите расстояние между частицами в их собственной системе отсчета.

4. Далекая звезда удаляется от нас со скоростью v=0,8 с. По наблюдениям яркость излучаемого ею света изменяется с периодом 5 суток. С какой периодичностью изменяется яркость звезды в ее собственной системе отсчета?

4. Построить преобразования координат Галилея для случая, когда при t=0 начало координат К' имеет координату x_0.

6. Частица массы покоя m_0, движущаяся со скоростью 4c/5, испытывает неупругое соударение с покоящейся частицей равной массы. Чему равна скорость образовавшейся составной частицы?

7. Какую работу надо совершить, чтобы увеличить скорость частицы с массой покоя m_0 от 0.60c до 0,80c? Сравнить полученный результат со значением, вычисленным по классической формуле.

Вариант 6

1. Во сколько раз увеличивается продолжительность существования нестабильной частицы по часам неподвижного наблюдателя, если она начинает двигаться со скоростью, составляющей 99% скорости света?

2. Электрон (m_0 = 9,11·10^{-31} кг) под действием консервативной силы ускоряется из состояния покоя до скорости v. При этом его потенциальная энергия убывает на 4,2 ·10^{-14}Дж. Определить скорость электрона.

3. Движущееся вдоль некоторой прямой со скоростью $v_я$=0,6 с радиоактивное ядро испустило частицу. В собственной системе отсчета ядра скорость частицы v'=0,3 с направлена перпендикулярно выделенной прямой. Определите направление полета частицы в лабораторной системе отсчета.

4. Космический корабль пролетел 5 млн. км со скоростью 10 км/с относительно Земли. На сколько при этом отстали часы астронавтов от часов, находящихся на Земле?

5. При какой относительной скорости движения релятивистское сокращение длины движущегося тела составляет 25%?

6. Показать, что формула сложения скоростей релятивистских частиц переходит в соответствующую формулу классической механики при v<<c.

7. Синхрофазотрон дает пучок протонов с кинетической энергией в 10000 МэВ. Какую долю скорости света составляет скорость протоном и этом пучке?

Вариант 7

1. π^0-мезон (m_0 = 2,4·10^{-28}кг) движется со скоростьюv=0,8 ·с = 2,4· 10^8 м/с. Чему равна его кинетическая энергия? Полученный ответ сравните с вычисленным по классической механике.

2. На сколько изменится масса сферического проводника радиусом R= 1 м, если ему сообщить заряд Q= 85 мкКл.

3. Два электрона вылетают из ускорителя с промежутком времени, равным 0,6 мкс, имея одинаковую скорость v= 0,8 с. Каков промежуток времени между моментами вылета электронов из ускорителя в собственной системе отсчета электронов?

4. В верхних слоях атмосферы рождается μ-мезон, движущийся со скоростью v=0,99 с. До распада он успевает пролететь 5 км. Каково собственное время жизни μ-мезона?

5. Каково среднее время жизни потока π^+-мезонов, движущихся со скоростью v=0,73 с, если собственное среднее время жизни 2,5·10^{-8}с? Какое расстояние проходит мезон за среднее время его жизни?

6. Найти скорость космической частицы, если ее полная энергия в пять раз больше энергии покоя.

7. Какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти μ-мюон, чтобы его продольный размер стал в два раза меньше поперечного? Масса мюона 105,66 МэВ.

Вариант 8

1. Найти отношение e/m заряда электрона к его массе для скоростей: а) $v \ll c$; б) $v=2\cdot10^8$м/с; в) $v = 2,\cdot10^8$м/с; г) $v= 2,4\cdot10^8$м/с; д) $v = 2,6\cdot10^8$м/с; е) $v = 2,8\cdot10^8$м/с. Составить таблицу и построить графики зависимостей m и e/m от величины $\beta=v/c$ для указанных скоростей.

2. При какой скорости v (в ед. с) масса движущегося электрона вдвое больше его массы покоя?

3. «Космический путешественник» пересекает некоторую галактику со скоростью v = 0,8 с за 1000 лет. Каков диаметр галактики в системе отсчета путешественника?

4. Самая близкая к Земле звезда называется Проксима Центавра. Расстояние до нее приблизительно равно 4,3 световых лет. «Космический путешественник» летит от Земли к этой звезде со скоростью v = 0,95 с. Сколько времени продлится это путешествие по земным часам и по часам астронавта?

5. Мезон, входящий в состав космических лучей, движется со скоростью, составляющей 95% скорости света. Какой промежуток времени по часам земного наблюдателя соответствует одной секунде собственного времени мезона?

6. На сколько увеличивается масса α-частицы при ускорении ее от начальной скорости, равной нулю, до скорости, равной 0,9 скорости света?

7. Найти скорость мезона, если его полная энергия в 10 раз больше энергии покоя.

Вариант 9

1. Составить для электронов и протонов таблицу зависимости их кинетической энергии от скорости v (в ед. скорости света) для значений β, равных 0.1; 0.5; 0.6; 0.7; 0.8; 0.9; 0.99; 0.999.

2.. Масса движущегося электрона вдвое больше его массы покоя. Найти кинетическую энергию электрона.

3. Космическая частица движется со скоростью v = 0.8 с по направлению к Земле. Определите расстояние, пройденное частицей, если ее собственное время жизни равно 1 мкс.

4. Частица движется в К-системе отсчета с релятивистской скоростью v = 0,5с под углом α = 45° к оси О*x*. Найдите соответствующий угол в К'-системе, перемещающейся со скоростью v=0,7 с относительно К-системы в положительном направлении оси Ох. Оси Ох и Ох' параллельны.

5. Найти собственную длину стержня, если в лабораторной системе отсчета его скорость v =2с/3, длина 0,5м и угол между ним и направлением движения 30°.

6. Какую долю скорости света составляет скорость протона с кинетической энергией 65390 МэВ.

7. Какую разность потенциалов должна пройти α-частица, чтобы се собственное время стало в 5 раз меньше лабораторного?

Вариант 10

1. Какую ускоряющую разности потенциалов U должен пройти протон, чтобы его продольные размеры стали меньше в 2 раза?

2. До какой энергии W_k (в ед. кэВ) можно ускорить частицы в циклотроне, если относительное увеличение массы частицы не должно превышать 5%? Задачу решить для: а) электронов; б) протоно в) дейтонов.

3. Атомное ядро, вылетев из ускорителя со скоростью $v_я$= 0,4с, через время t=1,47 мкс испустило β-частицу (электрон) в противоположном своему движению направлении со скоростью v_e = 0,8с относительно ядра. Через какое время после вылета ядра β-частица попадет в выходное отверстие ускорителя?

4. Два протона, имеющие одинаковую скорость, попадают в неподвижную мишень с промежутком времени, равным 20 нс. В их собственной системе отсчета этот промежуток времени равен 25 нс. Найдите расстояние между протонами в лабораторной системе отсчета.

5. Длина отрезка прямой относительно тела, движущегося с той же скоростью, что и отрезок, равна L_0. Пользуясь преобразованиями Лоренца, вывести формулу для длины отрезка при наблюдении с другого тела, которое движется относительно отрезка со скоростью v.

6. Найти скорость частицы, если ее кинетическая энергия составляет половину энергии покоя.

7. Каков импульс протона, имеющего кинетическую энергию в 1 ГэВ

Вариант 11

1. Какую скорость υ должно иметь движущееся тело, чтобы его продольные размеры уменьшились в 2 раза?

2. Найти изменение энергии ΔW, соответствующее изменению массы на $\Delta m = 1$ а.е.м.

3. За время $t = 1$ с частица, двигаясь прямолинейно и равномерно, переместилась из начала координат в точку с координатами $x = y = z = 150$ тыс. км. Определите промежуток собственного времени частицы между этими двумя событиями.

4. Две нестабильные частицы движутся в лабораторной системе отсчета по одной прямой и в одном направлении с одинаковой скоростью$\upsilon = 0{,}99c$, находясь на расстоянии $L = 120$ м друг от друга. Какой промежуток времени между распадами этих частиц наблюдался в лабораторной системе, если известно, что в собственной системе отсчета частицы распались одновременно?

5. Собственное время жизни μ-мезона равно 2 мкс. От точки рождения до точки распада в лабораторной системе отсчета μ-мезон пролетел расстояние 6 км. С какой скоростью (в долях скорости света) двигался мезон?

6. Две релятивистские частицы движутся в лабораторной системе отсчета со скоростями $\upsilon_1 = 0{,}6$ с и $\upsilon_2 = 0{,}9$ с вдоль одной прямой. Определить их относительную скорость, если частицы движутся в противоположных направлениях.

7. Электрой движется со скоростью $\upsilon = 0{,}6$ с. Определить релятивистский импульс электрона.

Вариант 12

1. При какой относительной скорости υ движения релятивистское сокращение длины движущегося тела составляет 25%?

2. Найти изменение энергии ΔW, соответствующие изменению массы $\Delta m = m_e$.

3. С какой скоростью должна лететь частица, чтобы отсчет времени в лаборатории был в 10 раз больше собственного времени частицы?

4. Две частицы движутся навстречу друг другу скоростями $\upsilon_1 = 0{,}5c$ и $\upsilon_2 = 0{,}75c$ относительно лабораторной системы отсчета. Найдите скорость сближения частиц в лабораторной системе отсчета и относительную скорость частиц.

5. Метровый стержень ориентирован перпендикулярно направлению движения ракеты в системе отсчета ракеты так, что расстояние между его концами в этой системе равно 1 м. Чему равна длина стержня, наблюдаемая в лабораторной системе отсчета?

6. Скорость электрона составляет 0,9 скорости света в вакууме. Вычислить в процентах, какая ошибка будет сделана, если кинетическую энергию частицы вычислять по формуле классической механики.

7. Две частицы, двигавшиеся в лабораторной систем отсчета по одной прямой с одинаковой скоростью $\upsilon = 3c/4$, попали в неподвижную мишень с интервалом времени $\Delta t = 50$ нс. Найти собственное расстояние между частицами до попадания в мишень.

Вариант 13

1. На сколько увеличится масса α-частицы при ускорении ее от начальной скорости, равной нулю, до скорости, равной 0,9 скорости света?

2. Циклотрон дает пучок электронов с кинетической энергией $W_к = 0{,}67$ МэВ. Какую долю β скорости света составляет скорость электронов в этом пучке?

3. Пространственно-временной интервал между моментами рождения и распада некоторой элементарной частицы в лабораторной системе отсчета равен 180 м. Определите скорость частицы, если ее время жизни в этой системе отсчета равно 1 мкс.

4. Собственное время жизни некоторой частицы оказалось равным 1 мкс. Чему равен пространственно-временной интервал между рождением и распадом этой частицы?

5. На космическом корабле-спутнике находятся часы, синхронизированные до полета с земными. Скорость спутника составляет 7,9 км/с. На сколько отстанут часы на спутнике по измерениям земного наблюдателя, если по земным часам прошло $\tau_0 = 0{,}5$ года.

6. Две релятивистские частицы движутся в лабораторной системе отсчета со скоростями $\upsilon_1 = 0{,}6$ с и $\upsilon_2 = 0{,}9$ с вдоль одной прямой. Определить их относительную скорость, если частицы движутся в одном направлении.

7. Отношение заряда движущегося электрона к его массе, определенное из опыта равно $0{,}88 \cdot 10^{11}$ Кл/кг. Определить релятивистскую массу m электрона и его скорость.

Вариант 14

1. μ - мюоны космических лучей достигают поверхности Земли с самыми разнообразными скоростями (энергия покоя 105,7 МэВ). Найти релятивистское сокращение размеров мезона, скорость которого равна 95% скорости света.

2. Сколько энергии выделяется при распаде π°-мезона движущегося со скоростью 0,95с и его превращении в электромагнитное излучение (энергия покоя π°-мезона 139,6 МэВ)?

3. Для получения реакции два пучка элементарных частиц скрещивают под углом 90°. Скорости частиц в пучках одинаковы и равны 0,8 с. Найдите угол между пучками в собственной системе отсчета одного из них.

4. Две релятивистские частицы движутся под прямым углом друг к другу в лабораторной системе отсчета с одинаковыми скоростями, разными 0,8 с. Найдите относительные скорости частиц.

5. Исходя из преобразований Лоренца, показать, что два события, совершающиеся в системе отсчета S одновременно ($t_1 = t_2$), но в разных точках ($x_1 = x_2$) в общем случае не являются одновременными в системе отсчета S'.

6. Каково среднее время жизни потока π^+ мезонов движущихся со скоростью β = 0,73? Собственное среднее время жизни τ_0 = 2,5·10^{-8}с.

7. Какую скорость имеет α-частица с энергией 100 МэВ?

Вариант 15

1. Мезон, входящий в состав космических лучей, движется со скоростью, составляющей 95% скорости света. Какой промежуток времени $\Delta\tau$ по часам неподвижного наблюдателя соответствует одной секунде «собственного времени» мезона?

2. Какому изменению массы Δm соответствует изменение энергии на ΔW=4,19Дж?

3. Две β-частицы вылетают из радиоактивного точечного препарата в одном направлении с промежутком времени, равным 1 мкс. Расстояние между частицами равно 240 м. Найдите расстояние между частицами в их собственной системе отсчета.

4. Далекая звезда удаляется от нас со скоростью v=0,8с. По наблюдениям яркость излучаемого ею света изменяется с периодом 5 суток. С какой периодичностью изменяется яркость звезды в ее собственной системе отсчета?

5. Построить преобразования координат Галилея для случая, когда при t=0 начало координат К' имеет координату x_0.

6. Частица массы покоя m_0, движущаяся со скоростью 4с/5, испытывает неупругое соударение с покоящейся частицей равной массы. Чему равна скорость образовавшейся составной частицы?

7. Какую работу надо совершить, чтобы увеличить скорость частицы с массой покоя m_0 от 0.60 с до 0,80 с? Сравнить полученный результат со значением, вычисленным по классической формуле.

Вариант 16

1. Во сколько раз увеличивается продолжительность существования нестабильной частицы по часам неподвижного наблюдателя, если она начинает двигаться со скоростью, составляющей 99% скорости света?

2. Электрон (m_0 = 9,11·10^{-31} кг) под действием консервативной силы ускоряется из состояния покоя до скорости v. При этом его потенциальная энергия убывает на 4,2 ·10^{-14}Дж. Определить скорость электрона.

3. Движущееся вдоль некоторой прямой со скоростью $v_я$ = 0,6 с радиоактивное ядро испустило частицу. В собственной системе отсчета ядра скорость частицы v'=0,3 с направлена перпендикулярно выделенной прямой. Определите направление полета частицы в лабораторной системе отсчета.

4. Космический корабль пролетел 5 млн. км со скоростью 10 км/с относительно Земли. На сколько при этом отстали часы астронавтов от часов, находящихся на Земле?

5. При какой относительной скорости движения (в ед. с) релятивистское сокращение длины движущегося тела составляет 25%?

6. Показать, что формула сложения скоростей релятивистских частиц переходит в соответствующую формулу классической механики при v<<с.

7. Синхрофазотрон дает пучок протонов с кинетической энергией в 10000 МэВ. Какую долю скорости света составляет скорость протоном и этом пучке?

Вариант 17

1. π^0-мезон (m_0 = 2,4·10^{-28}кг) движется со скоростьюv=0,8 ·с = 2,4· 10^8 м/с. Чему равна его кинетическая энергия? Полученный ответ сравните с вычисленным по классической механике.

2. На сколько изменится масса сферического проводника радиусом R= 1 м, если ему сообщить заряд Q= 85 мкКл.

3. Два электрона вылетают из ускорителя с промежутком времени, равным 0,6 мкс, имея одинаковую скорость *v*= 0,8 с. Каков промежуток времени между моментами вылета электронов из ускорителя в собственной системе отсчета электронов?

4. В верхних слоях атмосферы рождается μ-мезон, движущийся со скоростью *v*= 0,99 с. До распада он успевает пролететь 5 км. Каково собственное время жизни μ-мезона?

5. Каково среднее время жизни потока π^+-мезонов, движущихся со скоростью *v*=0,73 с, если собственное среднее время жизни 2,5· $10^{-8}c$? Какое расстояние проходит мезон за среднее время его жизни.

6. Найти скорость космической частицы, если ее полная энергия в пять раз больше энергии покоя.

7. Какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти μ-мюон, чтобы его продольный размер стал в два раза меньше поперечного? Масса мюона 105,66 МэВ.

Вариант 18

1. Найти отношение e/m заряда электрона к его массе для скоростей: а) v<< c; б) v = 2 ·10^8м/с; в) v = 2,2 ·10^8м/с г) v= 2,4 ·10^8м/с; д) v = 2,6 ·10^8м/с; е) v = 2,8 ·10^8м/с. Составить таблицу и построить графики зависимостей m и e/m от величины β= v/c для указанных скоростей.

2. При какой скорости v масса движущегося электрона вдвое больше его массы покоя?

3. «Космический путешественник» пересекает некоторую галактику со скоростью v = 0,8 c за 1000 лет. Каков диаметр галактики в системе отсчета путешественника?

4. Самая близкая к Земле звезда называется Проксима Центавра. Расстояние до нее приблизительно равно 4,3 световых лет. «Космический путешественник» летит от Земли к этой звезде со скоростью v = 0,95 c. Сколько времени продлится это путешествие по земным часам и по часам астронавта?

5. Мезон, входящий в состав космических лучей, движется со скоростью, составляющей 95% скорости света. Какой промежуток времени по часам земного наблюдателя соответствует одной секунде собственного времени мезона?

6. На сколько увеличивается масса α-частицы при ускорении ее от начальной скорости, равной нулю, до скорости, равной 0,9 скорости света?

7. Найти скорость мезона, если его полная энергия в 10 раз больше энергии покоя.

Вариант 19

1. Составить для электронов и протонов таблицу зависимости их кинетической энергии W_kот скорости v (в долях скорости света) для значений β, равных 0,1; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 0,99; 0,999.

2. Масса движущегося электрона вдвое больше его массы покоя. Найти кинетическую энергию W_k электрона.

3. Космическая частица движется со скоростью v = 0,8с по направлению к Земле. Определите расстояние, пройденное частицей, если ее собственное время жизни равно 1 мкс.

4. Частица движется в К-системе отсчета с релятивистской скоростью v = 0,5с под углом α = 45 ° к оси О*x*. Найдите соответствующий угол в К'-системе, перемещающейся со скоростью v = 0,7с относительно К-системы в положительном направлении оси Ох. Оси Ох и Ох' параллельны.

5. Найти собственную длину стержня, если в лабораторной системе отсчета его скорость v =2с/3, длина 0,5м и угол между ним и направлением движения 30°.

6. Какую долю скорости света составляет скорость протона с кинетической энергией 60000 МэВ

7. Какую разность потенциалов должна пройти α-частица, чтобы се собственное время стало в 5 раз меньше лабораторного?

Вариант 20

1. Какую ускоряющую разности потенциалов U должен пройти протон, чтобы его продольные размеры стали меньше в 2 раза?

2. До какой энергии W_k можно ускорить частицы в циклотроне, если относительное увеличение массы частицы не должно превышать 5%? Задачу решить для: а) электронов; б) протонов; в) дейтонов.

3. Атомное ядро, вылетев из ускорителя со скоростью $v_я$= 0,4с, через время t=1,47 мкс испустило β-частицу (электрон) в противоположном своему движению направлении со скоростью v_e = 0,8с относительно ядра. Через какое время после вылета ядра β-частица попадет в выходное отверстие ускорителя?

4. Два протона, имеющие одинаковую скорость, попадают в неподвижную мишень с промежутком времени, равным 20 нс. В их собственной системе отсчета этот промежуток времени равен 25 нс. Найдите расстояние между протонами в лабораторной системе отсчета.

5. Длина отрезка прямой относительно тела, движущегося с той же скоростью, что и отрезок, равна L_0. Пользуясь преобразованиями Лоренца, вывести формулу для длины отрезка при наблюдении с другого тела, которое движется относительно отрезка со скоростью v.

6. Найти скорость частицы, если ее кинетическая энергия составляет половину энергии покоя.

7. Каков импульс протона, имеющего кинетическую энергию в 1 ГэВ?

Вариант 21

1. Какую скорость υ должно иметь движущееся тело, чтобы его продольные размеры уменьшились в 2 раза?

2. Найти изменение энергии ΔW, соответствующее изменению массы на Δm = 1 а.е.м.

3. За время t = 1 с частица, двигаясь прямолинейно и равномерно, переместилась из начала координат в точку с координатами $x = y = z$ = 150 тыс. км. Определите промежуток собственного времени частицы между этими двумя событиями.

4. Две нестабильные частицы движутся в лабораторной системе отсчета по одной прямой и в одном направлении с одинаковой скоростьюυ = 0,99с, находясь на расстоянии L = 120 м друг от друга. Какой промежуток времени между распадами этих частиц наблюдался в лабораторной системе, если известно, что в собственной системе отсчета частицы распались одновременно?

5. Собственное время жизни μ-мезона равно 2 мкс. От точки рождения до тонки распада в лабораторной системе отсчета μ-мезон пролетел расстояние 6 км. С какой скоростью (в долях скорости света) двигался мезон?

6. Две релятивистские частицы движутся в лабораторной системе отсчета со скоростями υ_1 = 0,6 с и υ_2 = 0,9 с вдоль одной прямой. Определить их относительную скорость, если частицы движутся в противоположных направлениях.

7. Электрой движется со скоростью υ = 0,6 с. Определить релятивистский импульс электрона.

Вариант 22

1. При какой относительной скорости υ движения релятивистское сокращение длины движущегося тела составляет 25%?

2. Найти изменение энергии ΔW, соответствующие изменению массы $\Delta m = m_e$.

3. С какой скоростью должна лететь частица, чтобы отсчет времени в лаборатории был в 10 раз больше собственного времени частицы?

4. Две частицы движутся навстречу друг другу скоростями $\upsilon_1 = 0{,}5c$ и $\upsilon_2 = 0{,}75c$ относительно лабораторной системы отсчета. Найдите скорость сближения частиц в лабораторной системе отсчета и относительную скорость частиц.

5. Метровый стержень ориентирован перпендикулярно направлению движения ракеты в системе отсчета ракеты так, что расстояние между его концами в этой системе равно 1 м. Чему равна длина стержня, наблюдаемая в лабораторной системе отсчета?

6. Скорость электрона составляет 0,9 скорости света в вакууме. Вычислить в процентах, какая ошибка будет сделана, если кинетическую энергию частицы вычислять по формуле классической механики.

7. Две частицы, двигавшиеся в лабораторной систем отсчета по одной прямой с одинаковой скоростью $\upsilon = 3c/4$, попали в неподвижную мишень с интервалом времени $\Delta t = 50$ нс. Найти собственное расстояние между частицами до попадания в мишень.

Вариант 23

1. На сколько увеличится масса α-частицы при ускорении ее от начальной скорости, равной нулю, до скорости, равной 0,9 скорости света?

2. Циклотрон дает пучок электронов с кинетической энергией $W_к = 0{,}67$ МэВ. Какую долю β скорости света составляет скорость электронов в этом пучке?

3. Пространственно-временной интервал между моментами рождения и распада некоторой элементарной частицы в лабораторной системе отсчета равен 180 м. Определите скорость частицы, если ее время жизни в этой системе отсчета равно 1 мкс.

4. Собственное время жизни некоторой частицы оказалось равным 1 мкс. Чему равен пространственно-временной интервал между рождением и распадом этой частицы?

5. На космическом корабле-спутнике находятся часы, синхронизированные до полета с земными. Скорость спутника составляет 7,9 км/с. На сколько отстанут часы на спутнике по измерениям земного наблюдателя, если по земным часам прошло $\tau_0 = 0{,}5$ года.

6. Две релятивистские частицы движутся в лабораторной системе отсчета со скоростями $\upsilon_1 = 0{,}6$ с и $\upsilon_2 = 0{,}9$ с вдоль одной прямой. Определить их относительную скорость, если частицы движутся в одном направлении.

7. Отношение заряда движущегося электрона к его массе, определенное из опыта равно $0{,}88 \cdot 10^{11}$ Кл/кг. Определить релятивистскую массу m электрона и его скорость.

Вариант 24

1. μ - мезоны космических лучей достигают поверхности Земли с самыми разнообразными скоростями (энергия покоя 105,7 МэВ). Найти релятивистское сокращение размеров мезона, скорость которого равна 95% скорости света.

2. Сколько энергии выделяется при распаде π°-мезона движущегося со скоростью 0,95c и его превращении в электромагнитное излучение (энергия покоя π°-мезона 139,6 МэВ)?

3. Для получения реакции два пучка элементарных частиц скрещивают под углом 90°. Скорости частиц в пучках одинаковы и равны 0,8 с. Найдите угол между пучками в собственной системе отсчета одного из них.

4. Две релятивистские частицы движутся под прямым углом друг к другу в лабораторной системе отсчета с одинаковыми скоростями, разными 0,8 с. Найдите относительные скорости частиц.

5. Исходя из преобразований Лоренца, показать, что два события, совершающиеся в системе отсчета S одновременно ($t_1 = t_2$), но в разных точках ($x_1 = x_2$) в общем случае не являются одновременными в системе отсчета S'.

6. Каково среднее время жизни потока π^+ мезонов движущихся со скоростью β = 0,73? Собственное среднее время жизни τ_0 = 2,5·10^{-8}с.

7. Какую скорость имеет α-частица с энергией 100 МэВ?

Вариант 25

1. Мезон, входящий в состав космических лучей, движется со скоростью, составляющей 95% скорости света. Какой промежуток времени $\Delta\tau$ по часам неподвижного наблюдателя соответствует одной секунде «собственного времени» мезона?

2. Какому изменению массы Δm соответствует изменение энергии на ΔW = 4,19 Дж?

3. Две β-частицы вылетают из радиоактивного точечного препарата в одном направлении с промежутком времени, равным 1 мкс. Расстояние между частицами равно 240 м. Найдите расстояние между частицами в их собственной системе отсчета.

4. Далекая звезда удаляется от нас со скоростью v=0,8c. По наблюдениям яркость излучаемого ею света изменяется с периодом 5 суток. С какой периодичностью изменяется яркость звезды в ее собственной системе отсчета?

5. Построить преобразования координат Галилея для случая, когда при t=0 начало координат K' имеет координату x_0.

6. Частица массы покоя m_0, движущаяся со скоростью 4c/5, испытывает неупругое соударение с покоящейся частицей равной массы. Чему равна скорость образовавшейся составной частицы?

7. Какую работу надо совершить, чтобы увеличить скорость частицы с массой покоя m_0 от 0.60c до 0,80c? Сравнить полученный результат со значением, вычисленным по классической формуле.

Вариант 26

1. Во сколько раз увеличивается продолжительность существования нестабильной частицы по часам неподвижного наблюдателя, если она начинает двигаться со скоростью, составляющей 99% скорости света?

2. Электрон (m_0 = 9,11·10^{-31} кг) под действием консервативной силы ускоряется из состояния покоя до скорости v. При этом его потенциальная энергия убывает на 4,2 ·10^{-14}Дж. Определить скорость электрона.

3.. Движущееся вдоль некоторой прямой со скоростью $v_я$ = 0,6с радиоактивное ядро испустило частицу. В собственной системе отсчета ядра скорость частицы v'=0,3 с направлена перпендикулярно выделенной прямой. Определите направление полета частицы в лабораторной системе отсчета.

4. Космический корабль пролетел 5 млн км со скоростью 10 км/с относительно Земли. На сколько при этом отстали часы астронавтов от часов, находящихся на Земле?

5. При какой относительной скорости движения релятивистское сокращение длины движущегося тела составляет 25%?

6. Показать, что формула сложения скоростей релятивистских частиц переходит в соответствующую формулу классической механики при v<<с.

7. Синхрофазотрон дает пучок протонов с кинетической энергией в 10000 МэВ. Какую долю скорости света составляет скорость протоном и этом пучке?

Вариант 27

1. π^0-мезон (m_0 = 2,4·10^{-28}кг) движется со скоростьюv=0,8 ·с = 2,4· 10^8 м/с. Чему равна его кинетическая энергия? Полученный ответ сравните с энергией, вычисленной, но законам классической механики.

2. На сколько изменится масса сферического проводника радиусом R= 1м, если ему сообщить заряд Q= 85мкКл.

3. Два электрона вылетают из ускорителя с промежутком времени, равным 0,6 мкс, имея одинаковую скорость *v*= 0,8с. Каков промежуток времени между моментами вылета электронов из ускорителя в собственной системе отсчета электронов?

4. В верхних слоях атмосферы рождается μ-мезон, движущийся со скоростью *v*= 0,99с. До распада он успевает пролететь 5 км. Каково собственное время жизни μ-мезона?

5. Каково среднее время жизни потока π^+-мезонов, движущихся со скоростью *v*=0,73с, если собственное среднее время жизни 2,5· $10^{-8}c$? Какое расстояние проходит мезон за среднее время его жизни?

6. Найти скорость космической частицы, если ее полная энергия в пять раз больше энергии покоя.

7. Какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти μ-мюон, чтобы его продольный размер стал в два раза меньше поперечного? Масса мюона 105,66 МэВ.

Вариант 28

1. Найти отношение e/m заряда электрона к его массе для скоростей: а) v<< c; б) v = 2 ·10^8м/с; в) v = 2,2 ·10^8м/с г) v= 2,4 ·10^8м/с; д) v = 2,6 ·10^8м/с; е) v = 2,8 ·10^8м/с. Составить таблицу и построить графики зависимостей m и e/m от величины β= v/c для указанных скоростей.

2. При какой скорости v масса движущегося электрона вдвое больше его массы покоя?

3 «Космический путешественник» пересекает некоторую галактику со скоростью v = 0,8c за 1000 лет. Каков диаметр галактики в системе отсчета путешественника?

4. Самая близкая к Земле звезда называется Проксима Центавра. Расстояние до нее приблизительно равно 4,3 световых лет. «Космический путешественник» летит от Земли к этой звезде со скоростью v = 0,95c. Сколько времени продлится это путешествие по земным часам и по часам астронавта?

5. Мезон, входящий в состав космических лучей, движется со скоростью, составляющей 95% скорости света. Какой промежуток времени по часам земного наблюдателя соответствует одной секунде собственного времени мезона?

6. На сколько увеличивается масса α-частицы при ускорении ее от начальной скорости, равной нулю, до скорости, равной 0,9 скорости света?

7. Найти скорость мезона, если его полная энергия в 10 раз больше энергии покоя.

Вариант 29

1. Составить для электронов и протонов таблицу зависимости их кинетической энергии W_kот скорости v (в долях скорости света) для значений β, равных 0,1; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 0,99; 0,999.

2. Масса движущегося электрона вдвое больше его массы покоя. Найти кинетическую энергию W_k электрона.

3. Космическая частица движется со скоростью v = 0,8с по направлению к Земле. Определите расстояние, пройденное частицей, если ее собственное время жизни равно 1 мкс.

4. Частица движется в К-системе отсчета с релятивистской скоростью v = 0,5с под углом α = 45 ° к оси О*x*. Найдите соответствующий угол в К'-системе, перемещающейся со скоростью v = 0,7с относительно К-системы в положительном направлении оси Ох. Оси Ох и Ох' параллельны.

5. Найти собственную длину стержня, если в лабораторной системе отсчета его скорость v =2с/3, длина 0,5м и угол между ним и направлением движения 30°.

6. Какую долю скорости света составляет скорость протона с кинетической энергией 60000А/эВ.

7. Какую разность потенциалов должна пройти α-частица, чтобы се собственное время стало в 5 раз меньше лабораторного?

Вариант 30

1. Какую ускоряющую разности потенциалов U должен пройти протон, чтобы его продольные размеры стали меньше в 2 раза?

2. До какой энергии W_k (в ед. МэВ) можно ускорить частицы в циклотроне, если относительное увеличение массы частицы не должно превышать 5%? Задачу решить для а) электронов; б) протонов; в) дейтонов.

3. Атомное ядро, вылетев из ускорителя со скоростью $v_я$= 0,4c, через время t=1,47 мкс испустило β-частицу (электрон) в противоположном своему движению направлении со скоростью v_e = 0,8c относительно ядра. Через какое время после вылета ядра β-частица попадет в выходное отверстие ускорителя?

4. Два протона, имеющие одинаковую скорость, попадают в неподвижную мишень с промежутком времени, равным 20 нс. В их собственной системе отсчета этот промежуток времени равен 25 нс. Найдите расстояние между протонами в лабораторной системе отсчета.

5. Длина отрезка прямой относительно тела, движущегося с той же скоростью, что и отрезок, равна L_0. Пользуясь преобразованиями Лоренца, вывести формулу для длины отрезка при наблюдении с другого тела, которое движется относительно отрезка со скоростью v.

6. Найти скорость частицы, если ее кинетическая энергия составляет половину энергии покоя.

7. Каков импульс протона (в ед. эВ/с), имеющего кинетическую энергию в 1 ГэВ? (с – скорость света в вакууме)