

Элементы теории относительности

Тест 9

Вариант 1

A1. Один ученый проверяет закономерности колебания пружинного маятника в лаборатории на Земле, а другой ученый – в лаборатории на космическом корабле, летящем вдали от звезд и планет с выключенным двигателем. Если маятники одинаковые, то какими будут эти закономерности в обеих лабораториях?

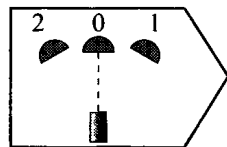
- 1) одинаковыми при любой скорости корабля;
- 2) разными, так как на корабле время течет медленнее;
- 3) одинаковыми только в том случае, если скорость корабля мала;
- 4) одинаковыми или разными – в зависимости от модуля и направления скорости корабля.

A2. Два автомобиля движутся в одном и том же направлении со скоростями v_1 и v_2 относительно поверхности земли. Чему равна скорость света от фар первого автомобиля в системе отсчета, связанной с другим автомобилем?

- 1) $c - (v_1 + v_2)$;
- 2) $c + (v_1 + v_2)$;
- 3) $c + (v_1 - v_2)$;
- 4) c .

A3. Луч лазера в неподвижной ракете попадает в приемник, расположенный в точке 0 (см. рисунок). В какую точку надо поместить приемник в ракете, движущейся с постоянной скоростью вправо, чтобы луч лазера попал в него?

- 1) 1, независимо от скорости ракеты;
- 2) 0, независимо от скорости ракеты;
- 3) 2, независимо от скорости ракеты;
- 4) 0 или 1, в зависимости от скорости ракеты.



A4. В вакууме ядро испускает два электрона в противоположных направлениях со скоростью $0,8c$, где c – скорость света в вакууме. В системе отсчета, связанной с ядром, расстояние между ними увеличивается по закону:

- 1) $2ct$;
- 2) $0,98ct$;
- 3) ct ;
- 4) $1,6ct$.

A5. В одной системе отсчета получили зависимость периода колебаний пружинного маятника от массы груза $T \sim \sqrt{m}$. Какая зависимость будет получена в системе отсчета, движущейся относительно этой системы отсчета со скоростью v , близкой к скорости света c ?

- 1) $T \sim \sqrt{m}$;
- 2) $T - \text{const}$;
- 3) $T \sim m$;
- 4) $T \sim \frac{m}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$.

A17. Астронавт, движущийся со скоростью $u = 0,4c$, наблюдает объект, обгоняющий его со скоростью $v_0 = 0,5c$ относительно корабля. Какова скорость объекта в неподвижной системе отсчета?

- 1) $0,2c$; 3) $0,6c$;
2) $0,5c$; 4) $0,75c$.

A18. Система отсчета K' движется относительно системы отсчета K со скоростью $u = (u, 0, 0)$, $u = 0,8c$. В системе K скорость частицы $v = (0,5c, c \frac{\sqrt{3}}{2}, 0)$. Какова величина скорости частицы в системе K' ?

- 1) $0,5c$; 3) $0,8c$;
2) c ; 4) $c \frac{\sqrt{3}}{2}$.

A19. Кинетическая энергия частицы массой m равна $T = \frac{mc^2}{4}$. Какова величина скорости v частицы?

- 1) $0,6c$; 3) $0,4c$;
2) $\frac{c}{3}$; 4) $0,6c$.

A20. Неподвижная частица массой M распалась на две одинаковые частицы массой $m = 0,3 M$ каждая. Какова кинетическая энергия T каждой частицы?

- 1) $0,2 Mc^2$; 3) $0,4 Mc^2$;
2) $0,3 Mc^2$; 4) $0,5 Mc^2$.

V1. Звезда каждую секунду испускает излучение с суммарной энергией около $1,8 \cdot 10^{27}$ Дж. В результате этого масса звезды ежегодно уменьшается на $\Delta m = x \cdot 10^{10}$ кг. Определите значение x .

V2. При проведении опытов ученые обнаружили явление образования пар «электрон и позитрон». Чему равна минимальная суммарная энергия пар? (Ответ выразите в мегаэлектронвольтах (МэВ) и округлите до целых.)

V3. Ядро атома испустило γ -квант энергией $27 \cdot 10^{-14}$ Дж. В результате этого масса ядра уменьшилась на $\Delta m = x \cdot 10^{-30}$ кг. Определите значение x с точностью до целых.

C1. Две ракеты движутся навстречу друг другу со скоростями $v_1 = 0,6c$ и $v_2 = 0,9c$ относительно неподвижного наблюдателя. Определите скорость сближения ракет по классической и релятивистской формулам сложения скоростей.

C2. Две космические ракеты движутся по одной прямой в одном и том же направлении со скоростями $v_1 = 0,5c$ и $v_2 = 0,8c$ относительно

неподвижного наблюдателя. Определите скорость удаления второй ракеты от первой по классической и релятивистской формулам сложения скоростей.

Вариант 2

A1. Скорость света во всех инерциальных системах отсчета:

- 1) не зависит ни от скорости приемника света, ни от скорости источника света;
- 2) зависит только от скорости движения источника света;
- 3) зависит только от скорости приемника света;
- 4) зависит как от скорости приемника света, так и от скорости источника света.

A2. Какой материальный объект может двигаться со скоростью, превышающей скорость света c ?

- 1) субсветовой электрон относительно другого субсветового электрона, движущегося навстречу первому;
- 2) протон в ускорителе относительно ускорителя;
- 3) электромагнитная волна относительно движущегося источника света;
- 4) ни один из материальных объектов.

A3. В некоторой системе отсчета с одинаковой скоростью $100\,000$ км/с навстречу друг другу движутся две светящиеся кометы. Чему равна скорость света, испущенного первой кометой относительно другой?

- 1) $400\,000$ км/с;
- 2) $100\,000$ км/с;
- 3) $300\,000$ км/с;
- 4) $180\,000$ км/с.

A4. Одинаковые опыты по наблюдению спектра водорода выполняли в одинаковых лабораториях – на Земле и на космическом корабле, движущемся относительно Земли с постоянной скоростью. Наблюдаемые спектры:

- 1) одинаковы;
- 2) существенно различны;
- 3) сходны, но спектральные линии смещены;
- 4) сходны, но ширина спектральных линий различна.

A5. Время жизни заряженных частиц, покоящихся относительно ускорителя, равно t . Чему равно время жизни частиц, которые движутся в ускорителе со скоростью $0,6c$?

- 1) t ;
- 2) $1,67t$;
- 3) $0,8t$;
- 4) $1,25t$.

A6. Формулы специальной теории относительности необходимо использовать при описании движения:

- 1) только микроскопических тел, скорости которых близки к скорости света;

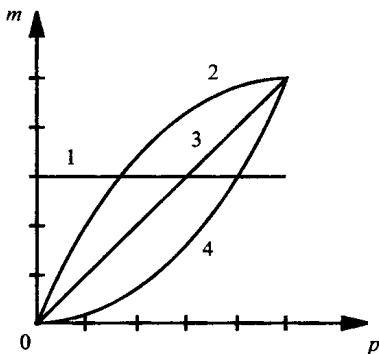
- 2) только макроскопических тел, скорости которых близки к скорости света;
- 3) любых тел, скорости которых близки к скорости света;
- 4) любых тел, движущихся с любой скоростью.

A7. Согласно СТО масса частицы выражается через полную энергию и импульс тела соотношением

$$m = \sqrt{\frac{E^2}{c^4} - \frac{p^2}{c^2}}.$$

Какой из графиков верно отражает зависимость массы тела в СТО от импульса частицы?

- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4.



A8. Солнце непрерывно излучает большое количество энергии. Изменение его массы Δm и излученная энергия E связаны соотношением:

- 1) $E = \frac{\Delta m v^2}{2}$, v – скорость движения Солнца вокруг центра Галактики;
- 2) $E = \Delta m g R$, g – ускорение свободного падения на поверхности Солнца, R – радиус Солнца;
- 3) $E = \Delta m c^2$, c – скорость света;
- 4) $E = \frac{-G \Delta m}{R}$, G – гравитационная постоянная, R – радиус Солнца.

A9. Какое из приведенных ниже утверждений является постулатом специальной теории относительности?

А. Механические явления во всех инерциальных системах отсчета протекают одинаково (при одинаковых начальных условиях).

Б. Все явления во всех инерциальных системах отсчета протекают одинаково (при одинаковых начальных условиях).

- 1) только А;
- 2) только Б;
- 3) А и Б;
- 4) ни А, ни Б.

A10. Масса Солнца уменьшается за счет испускания:

- 1) только заряженных частиц;
- 2) только незаряженных частиц;
- 3) только электромагнитных волн различного диапазона;
- 4) частиц и электромагнитных волн.

A11. Определите, с какой скоростью должен лететь протон ($m = 1,66 \cdot 10^{-27}$ кг), чтобы его масса равнялась массе покоя α -частицы ($m = 6,64 \cdot 10^{-27}$ кг).

- 1) 0,76 м/с; 3) 0,82 м/с;
 2) 0,78 м/с; 4) 0,97 м/с.

A12. Примерно какую скорость должно иметь тело, чтобы его продольные размеры уменьшились для наблюдателя в 3 раза? До этого тело покоилось относительно данного наблюдателя.

- 1) $2,8 \cdot 10^8$ м/с; 3) $1,4 \cdot 10^7$ м/с;
 2) $2,8 \cdot 10^6$ м/с; 4) $1,3 \cdot 10^6$ м/с.

A13. Время жизни нестабильного мюона, входящего в состав космических лучей, измеренное земным наблюдателем, относительно которого мюон двигался со скоростью, составляющей 95% скорости света в вакууме, оказалось равным 6,4 мкс. Каково время жизни мюона, покоящегося относительно наблюдателя?

- 1) 20 мкс; 3) 4 мкс;
 2) 12 мкс; 4) 2 мкс.

A14. Система отсчета K' связана с космическим кораблем, движущимся со скоростью $u = (u, 0, 0)$, $u = 0,8c$ вдоль оси x . Астронавт находится в точке $x'_1 = 0$, $y'_1 = 0$ и посылает световой импульс к зеркалу, закрепленному в точке $x'_2 = 0$, $y'_2 = \lambda$. Каково время движения импульса t_2 до зеркала по часам неподвижного наблюдателя?

- 1) $\frac{5\lambda}{c}$; 3) $\frac{5\lambda}{3c}$;
 2) $\frac{3\lambda}{2c}$; 4) $\frac{3\lambda}{c}$.

A15. На самом большом в мире линейном ускорителе встречных пучков («Stanford Linear Colliger», Стэнфорд, США) электроны и позитроны приобретают кинетические энергии по $T = 50$ ГэВ. На какую величину скорость электронов или позитронов меньше скорости света?

- 1) на 3 см/с; 3) на 5 см/с;
 2) на 1,5 см/с; 4) на 1 км/с.

A16. Величина скорости каждой из частиц, движущихся по оси x в противоположные стороны, равна $0,5c$. Какова величина относительной скорости?

- 1) $\frac{c}{3}$; 3) $0,01c$;
 2) $0,6c$; 4) $0,8c$.

A17. В неподвижной системе отсчета две частицы движутся со скоростями $v_1 = 0,98c$, $v_2 = 0,99c$. Какова скорость второй частицы в системе отсчета, связанной с первой частицей?

1) $\frac{c}{3}$;

3) $0,01c$;

2) $\frac{c}{2}$;

4) $\frac{c}{4}$.

A18. Источник излучения с собственной частотой ν_0 удаляется от начала координат со скоростью $v = 0,8c$. Какова частота излучения, принимаемого наблюдателем, находящимся в начале координат?

1) $\frac{5\nu_0}{9}$;

3) $3\nu_0$;

2) $2\nu_0$;

4) $\frac{\nu_0}{3}$.

A19. Неподвижная частица массой M распалась на две одинаковые частицы массой $m = 0,3M$ каждая. Какова величина скорости одной из частиц v ?

1) $\frac{c}{3}$;

3) $0,4c$;

2) $0,8c$;

4) $c\frac{\sqrt{3}}{2}$.

A20. При какой скорости масса движущегося электрона вдвое больше его массы покоя?

1) $2,0 \cdot 10^8$ м/с;

3) $2,5 \cdot 10^8$ м/с;

2) $2,3 \cdot 10^8$ м/с;

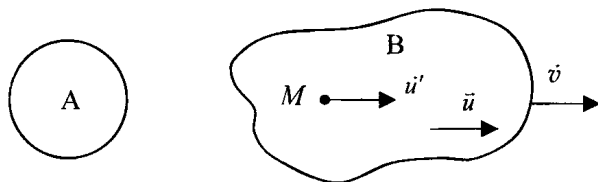
4) $2,6 \cdot 10^8$ м/с.

B1. С какой скоростью будет двигаться космический корабль относительно Земли, принятой за неподвижную систему отсчета, если ход времени на корабле замедлится в 2 раза с точки зрения земного наблюдателя?

B2. При какой скорости движения релятивистское сокращение длины движущегося тела составляет 10%?

B3. Какое время пройдет на Земле, если в космическом корабле, движущемся со скоростью $v = 0,8c$ относительно Земли, пройдет 21 год?

C1. Тело M движется относительно системы отсчета В (см. рисунок) со скоростью $u' = 0,2c$, а относительно неподвижной системы А – со скоростью $u = 0,8c$, где c – скорость света в вакууме. С какой скоростью движется система отсчета В относительно системы А?



C2. Два тела движутся равномерно и прямолинейно в противоположных направлениях со скоростями $v_1 = 0,8c$ и $v_2 = 0,5c$ относительно неподвижного наблюдателя. Определите скорость удаления этих тел по классической и релятивистской формулам сложения скоростей.