

Мы по-прежнему считаем мир двумерным. Все ракеты в этом листке летят вдоль оси x со скоростью u (в м/с или в м/м_с).

Задача 1. (*сокращение Лоренца*) Пусть ракета снабжена метровым стержнем, который наблюдается из лаборатории. Какова его наблюдаемая длина в лаборатории?

Задача 2. (*замедление времени*) Пусть ракета снабжена настенными часами, которые наблюдаются из лаборатории. С какой скоростью идут эти часы при наблюдении из лаборатории?

Задача 3. (*сложение скоростей*) Пусть ракета снабжена табуреткой, двигающейся со скоростью v относительно ракеты. С какой скоростью летит табуретка относительно лаборатории?

Задача 4. (*мягкий парадокс шеста и сарая*) Возьмём шест длины 10 м и сарай длиной также 10 м. Запустим шест так, чтобы в системе отсчёта сарая из-за лоренцева сокращения он имел длину 2 м. Тогда в некоторый момент он полностью поместится в сарае. С другой стороны, с системе шеста сарай имеет длину 2 м, и шест туда никак не может поместиться. Парадокс.

Задача 5. (*жёсткий парадокс шеста и сарая*) Зальём бетоном сарай так, чтобы оставался только вход. Как только шест влетит в сарай, зальём бетоном вход (у нас на это будет время точно не меньшее $\frac{8\text{ м}}{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}$). В системе шеста вся наша затея выглядит комично. Парадокс.

Задача 6. (*непригодность ньютоновской механики для космических полётов*) Как должна зависеть скорость ракеты и параметр скорости от времени, чтобы наблюдатель в ракете всё время испытывал ускорение g ? Через какое время ракета разгонится до 0,9 скорости света? А что предсказывает Ньютоновская механика?

Задача 7. (*машина времени*) Близнецы А и Б расстались в тот день, когда им было по 21 году. А двигался от Земли со скоростью 0,96 скорости света в течении 7 лет (своего времени) в одну сторону и столько же обратно. Насколько моложе он будет своего брата Б по возвращении?

Этот трёхмерный мир.

Достаточно изучив двумерный мир, перейдём к трёхмерному.

Задача 8. (*Лоренцево сокращение 2*) Придумайте мысленный опыт, подтверждающий, что шест, расположенный перпендикулярно направлению движения не изменяет своей длины.

Задача 9. (*инвариантный интервал*) Придумайте мысленный опыт, подтверждающий, что во всех системах отсчёта сохраняется число $(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2 - (\Delta t)^2$ (время в м_с). Каков смысл этого числа?

Задача 10. (*преобразование углов*) Метровый стержень в ракете прибит под углом φ' к оси x' . Под каким углом к оси x стержень наблюдается в лаборатории?

Задача 11. (*преобразование направлений движения*) Пусть табуретка летит со скоростью v' под углом φ' к оси x' внутри ракеты. Под каким углом к оси x наблюдается движение табуретки в лаборатории? Чем эта задача отличается от предыдущей?

Задача 12. (*эффект «прожектора»*) а) Табуретка из предыдущей задачи на проверку оказалась фотоном, то есть двигается со скоростью света. Под каким углом к оси x распространяется этот фотон в лаборатории?

б) Частица, двигающаяся с большой скоростью, испускает свет в переднюю полусферу с своей системе отсчёта. Покажите, что в системе лаборатории свет сконцентрируется в узкий конус.

Задача 13. (*сложение скоростей 2*) Фотон из предыдущей задачи на проверку оказался табуретом, летящим в ракете вдоль оси y' со скоростью v' . С какой скоростью он движется в системе лаборатории?