

## Задача о длине движущегося тела. Две линейки

д.т.н. Плясовских А.П.

**Аннотация.** Приведена задача о длине движущегося тела, которую необходимо решить с помощью формул СТО, представленных в работах Эйнштейна. Задача войдет в сборник задач по физике для студентов технических вузов.

### Введение

Согласно СТО, движущиеся тела сокращаются в размерах (вдоль линии движения). Этот эффект называют лоренцевым сокращением. Длина машины, движущейся по дороге с некоторой скоростью, становится короче по сравнению с точно такой же неподвижной машиной (рис. 1).

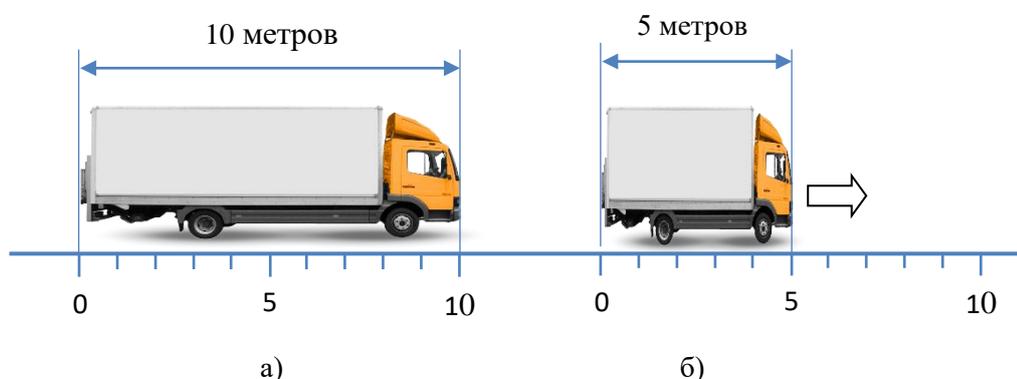


Рис. 1. Длина автомобиля при движении сокращается: а) неподвижный автомобиль; б) точно такой же автомобиль при скорости движения равной 0,866 скорости света.

Формула, связывающая длину движущегося тела с длиной такого же неподвижного тела, выглядит следующим образом [1, с.18; 2, с. 27]:

$$\frac{\text{Длина движущегося тела}}{\text{Длина неподвижного тела}} = \sqrt{1 - \left(\frac{\text{Скорость}}{\text{Скорость света}}\right)^2} \text{ метров.}$$

При скорости движения, равной 0,866 скорости света эта формула приобретает простой вид

$$\frac{\text{Длина движущегося тела}}{\text{Длина неподвижного тела}} = 0,5$$

Другими словами, при этой скорости движущееся тело сокращается в своей длине ровно в два раза (рис. 1).

### Задача о сокращении длины движущегося тела

Пусть в далеком космосе друг относительно друга по инерции движутся две твердые железные линейки длиной по 5 метров (рис. 2, а). Скорость движения равна  $0,866$  скорости света. На линейках нанесены шкалы длины, такие как на обычных измерительных рулетках.

На первой линейке на расстоянии 2 метра друг от друга прикреплены синхронно идущие часы и лазеры. Когда линейки оказываются друг напротив друга, по одновременным сигналам часов лазеры одновременно посылают два световых импульса, которые делают две отметки на второй линейке.

С точки зрения наблюдателя, связанного с первой линейкой, первая линейка неподвижна, а вторая движется относительно первой (рис. 2, б). С точки зрения другого наблюдателя, связанного со второй линейкой, вторая линейка неподвижна, а первая движется относительно второй (рис. 2, в).

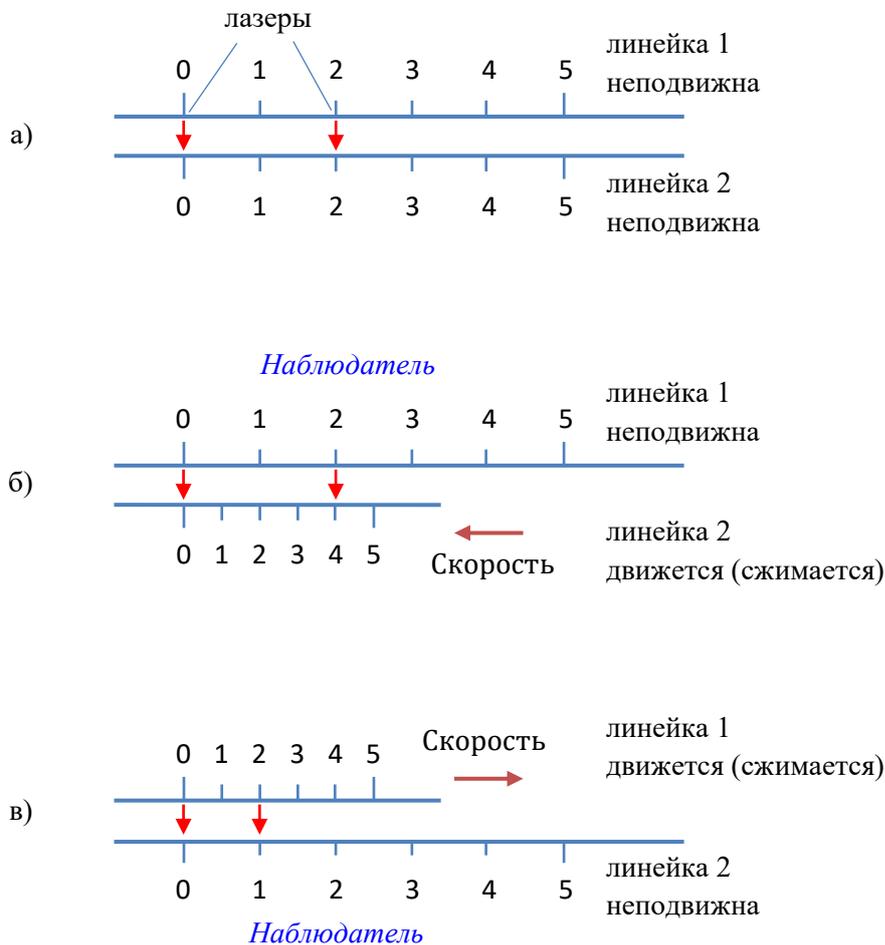


Рис. 2. Движение линеек друг относительно друга: а) линейки неподвижны; б) движение с точки зрения наблюдателя, расположенного на первой линейке; в) движение с точки зрения наблюдателя, расположенного на второй линейке.

**Вопрос 1.** Чему равно расстояние между отметками лазеров на второй линейке с точки зрения наблюдателя, связанного с первой линейкой (рис. 2, б)?

**Подсказка**

При скорости движения 0,866 скорости света тела должны сокращаться в два раза.

С точки зрения наблюдателя, расположенного на первой линейке, вторая линейка станет короче, она сожмется в продольном направлении ровно в 2 раза. Вместе со второй линейкой сожмется и шкала длины на линейке (рис. 2, б).

В соответствии с СТО расстояние между отметками лазеров можно найти по формуле:

$$\text{Расстояние между отметками} = \frac{\text{Расстояние между лазерами}}{\sqrt{1 - \left(\frac{\text{Скорость}}{\text{Скорость света}}\right)^2}} = 2 \times \text{Расстояние между лазерами}.$$

Ответ на вопрос 1 запишите здесь:

**Вопрос 2.** Чему равно расстояние между отметками лазеров на второй линейке с точки зрения наблюдателя, связанного со второй линейкой (рис. 2, в)?

**Подсказка**

В то же самое время с точки зрения наблюдателя, расположенного на второй линейке (для него вторая линейка неподвижна, а первая – движется), первая линейка из-за движения станет короче в 2 раза (рис. 2, в).

При этом в соответствии с СТО расстояние между отметками лазеров можно найти по формуле:

$$\text{Расстояние между отметками} = \frac{\text{Расстояние между лазерами}}{\sqrt{1 - \left(\frac{\text{Скорость}}{\text{Скорость света}}\right)^2}} = 0,5 \times \text{Расстояние между лазерами}.$$

Ответ на вопрос 2 запишите здесь:

Пусть далее вторая линейка была перемещена из космоса на Землю, для измерения расстояния между метками лазеров исследователем в земной лаборатории.

**Вопрос 3.** Чему равно расстояние между отметками лазеров на второй линейке, которое зафиксирует исследователь на Земле?

**Подсказка**

Меток лазеров на второй линейке было всего лишь две, независимо от того, с какой стороны велось наблюдение за движением линеек друг относительно друга в космосе. Следовательно, расстояние между отметками лазеров на второй линейке только одно, также независимо от того, с какой стороны велось наблюдение за движением линеек. С одной стороны, это расстояние получено при ответе на вопрос 1, а с другой стороны, это расстояние получено при ответе на вопрос 2. Если значения расстояний, полученные при ответах на вопросы 1 и 2, являются разными, имеет место логическое противоречие.

Ответ на вопрос 3 запишите здесь:

### **Задача**

Задача состоит в том, чтобы с использованием формул СТО, имеющихся в работах Эйнштейна (другие работы по СТО, а также другие теории, в том числе ОТО, использовать запрещено) ответить на вопросы 1, 2 и 3. В решении задачи требуется привести формулы и расчеты. Изменять условия задач, вводить дополнительные тела, часы, наблюдателей, системы отсчета и что-либо еще, нельзя.

### **Заключение**

Приведена задача о длине движущегося тела, которую необходимо решить с использованием положения СТО о лоренцевом сокращении с помощью формул, представленных исключительно в работах Эйнштейна.

Решение задачи, пожалуйста, присылайте по адресу E-mail: [al.plyasovskih@yandex.ru](mailto:al.plyasovskih@yandex.ru) автору задачи д.т.н. Плясовских Александру Петровичу

### **Список литературы**

1. Эйнштейн А. К электродинамике движущихся тел // Собр. науч. тр. – Т. 1. – М.: Наука, 1965. – С. 7-35.
2. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика: Учеб.пособ.: Для вузов. В 10 т. Т. 2. Теория поля. – 7-е изд. испр. - М.: Наука, 1988. 512 с.