

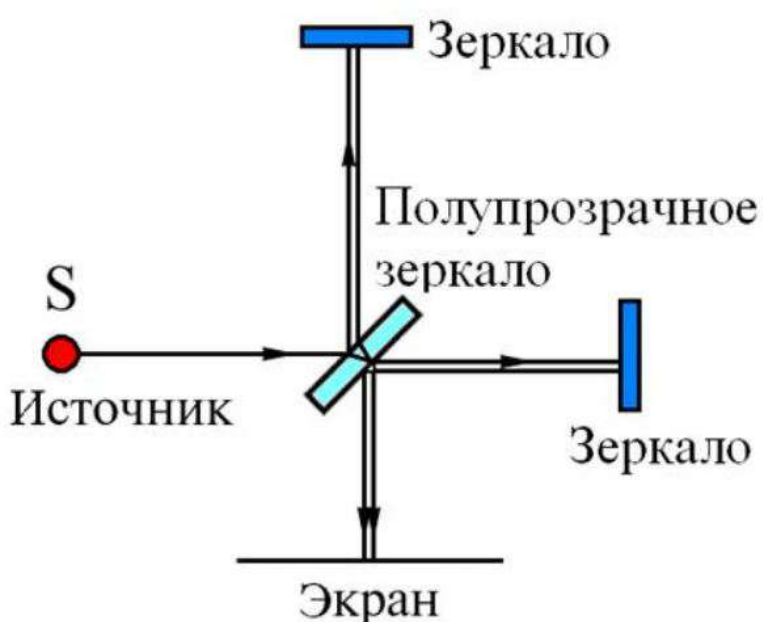
Новая форма принципа физической относительности была предложена А.Пуанкаре и в основе своей имела преобразования Лоренца, которые Эйнштейн положил в основу своей теории относительности.

Принцип Пуанкаре-Лоренца:

1. никакая скорость не может превышать скорость света, т.е. что существует предельная скорость распространения физического взаимодействия не зависящая от скорости движения источника;
2. никакими физическим опытами: механическими, оптическими, тепловыми и любыми другими, невозможно установить находится ли она в покое или равномерно поступательном движении относительно другой ИСО.

Таким образом было постулировано, что в отличии от модели Галилея-Ньютона, в новой модели не важно с какой скоростью движется источник, или наблюдатель, скорость света не может быть превышена.

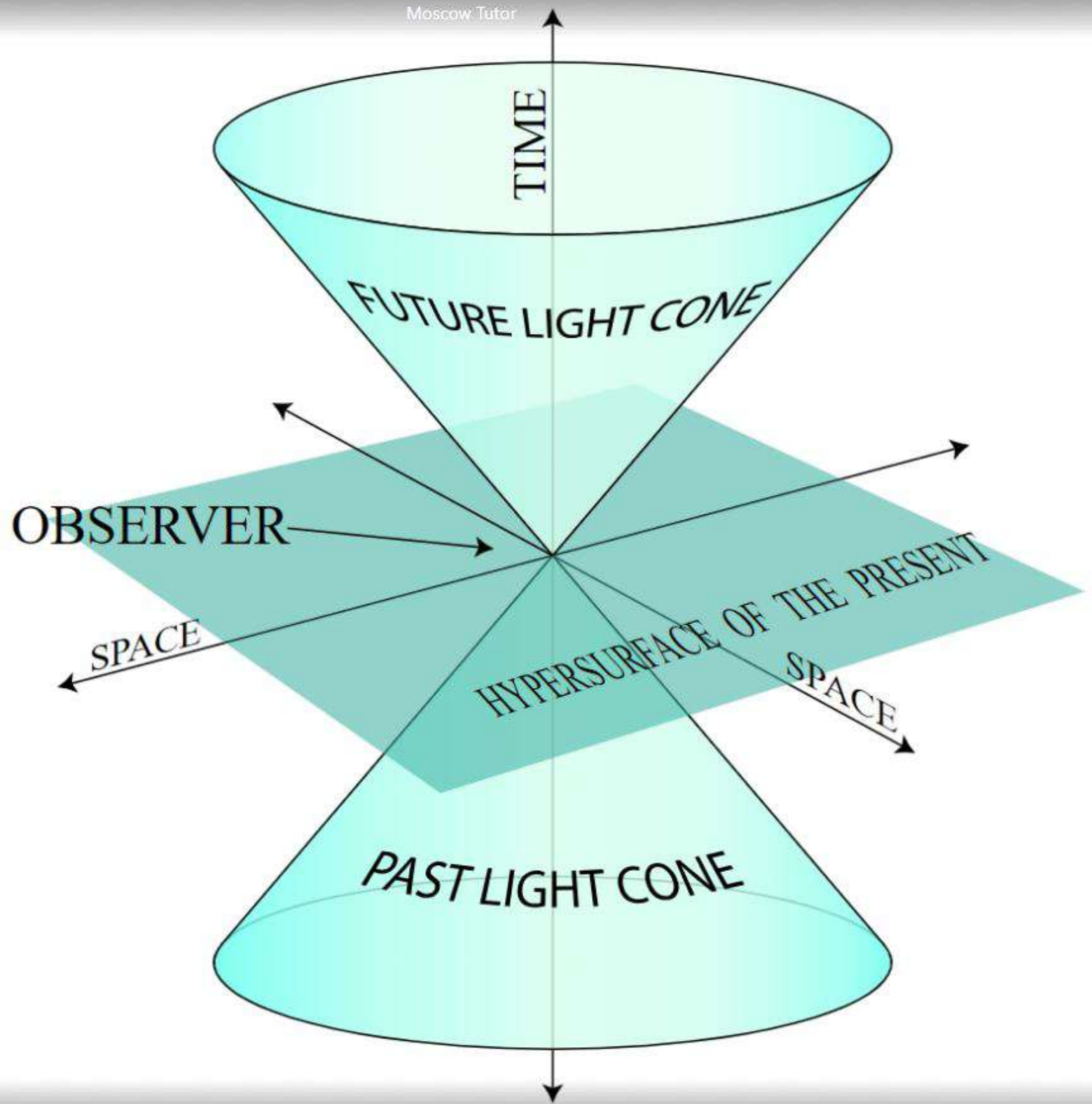
Опыт Майкельсона – Морли



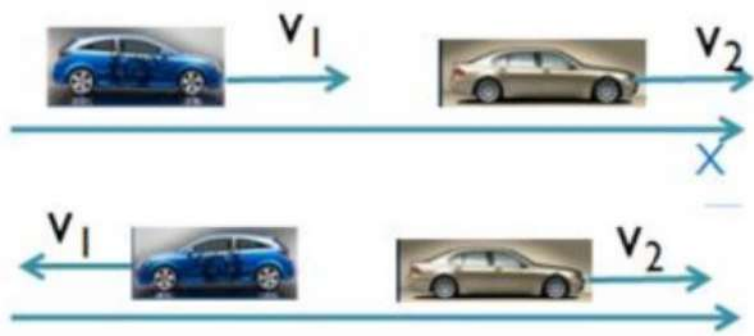
Для измерения разности времён использовался интерферометр с двумя «плечами», расположенными под углом 90° . На экране наблюдается интерференционная картина. По мере движения Земли происходит изменение ориентации интерферометра относительно вектора $v_{\text{эфира}}$.

Следовательно, по мере изменения ориентации Интерферометра должна меняться интерференционная картина. Но это не наблюдалось.

Moscow Tutor

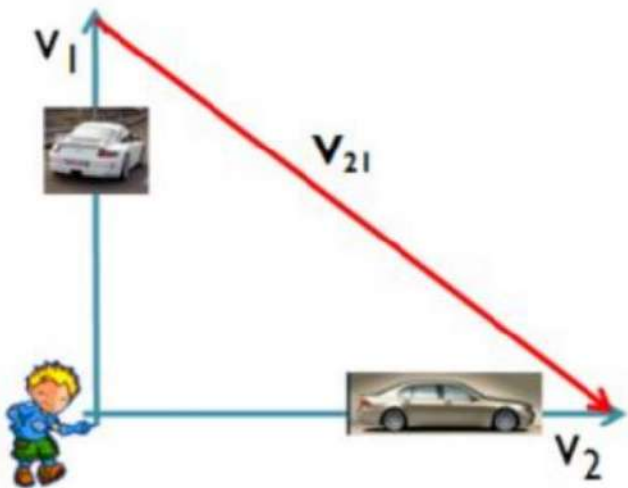


Относительность движения



$$v_{21} = v_2 - v_1$$

$$v_{21} = v_2 + v_1$$



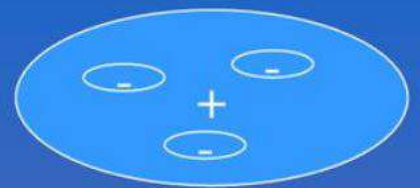
$$v_{21} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

- **Опыты Майкельсона и Морли** привели к выводу, что свет от источника в интерферометрах всегда распространяется со скоростью света $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ относительно источника света.
- Результаты опытов **Майкельсона и Морли** показывают, что **скорость света не зависит от скорости движения источника или наблюдателя.**

Теории строения атома



Гипотеза Дж. Томсона 1904 г.
«Сливовый пудинг»



Планетарная модель атома
Э. Резерфорда 1911 г.



Квантовые
постулаты Н. Бора



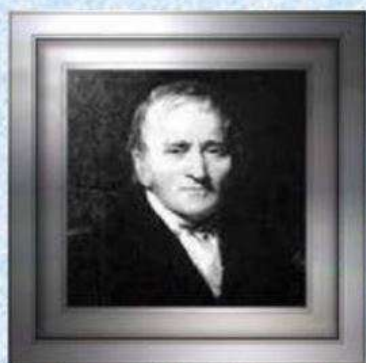
1. $E=0$



2. $E>0$

СОЗДАТЕЛИ АТОМНОЙ ТЕОРИИ

Джон
Дальтон



Дмитрий
Менделеев

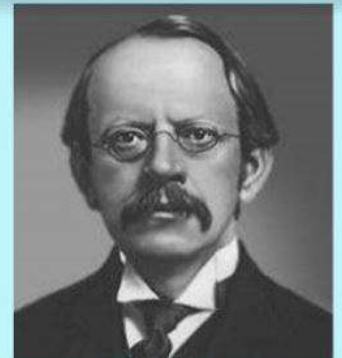
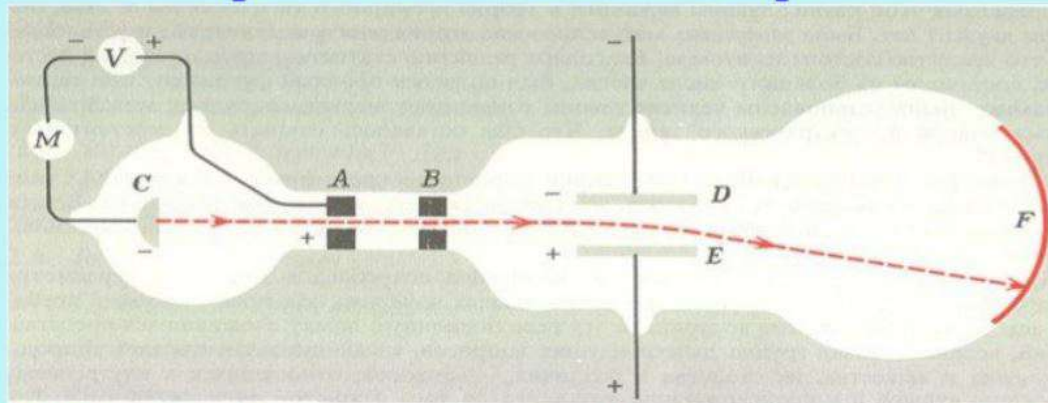


Амедео
Авогадро



Эрнест
Резерфорд

Открытие электрона



Джозеф Джон Томсон
(1856-1940 гг.)

В 1897 г. Дж. Томсон, изучая характеристики газового разряда, показал, что катодные лучи, образующиеся в разрядной трубке, состоят из отрицательно заряженных частиц вещества. Отклоняя катодные лучи в электрических и магнитных полях, он определил отношение заряда к массе этих частиц.

$$\frac{e}{m} = 6,7 \times 10^{17} \text{ ед. СГСЭ/г};$$

(современное значение: $5,27 \cdot 10^{17}$ ед. СГСЭ/г)

Он показал, что катодные лучи представляют собой поток более лёгких, чем атомы, частиц и не зависят от состава газа. Эти частицы были названы **электронами**. Открытие электрона и установление того факта, что **все атомы содержат электроны**, явилось важной информацией о внутреннем строении атома.

Атомная теория Дальтона

- Вся материя состоит из мельчайших частиц, называемых атомами, которые являются наименьшими частицами элементов, участвующих в химических реакциях.
- Все атомы каждого элемента одинаковы.
- Атомы различных элементов различны
- Соединения образуются из атомов различных элементов в строго определенных пропорциях.
- В ходе химических реакций атомы не разрушаются и не создаются, а только изменяется характер их взаимодействия друг с другом.

Дальтон, 1803

Definition of Diffraction

Moscow Tutor



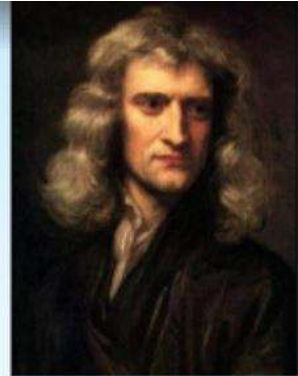
Корпускулярная теория света (Ньютон)

Свет состоит из мельчайших частиц (корпускул), испускаемых светящимися телами. Теория позволяла объяснить прямолинейное распространение света, скорость света, независимость световых пучков, закон отражения. Для объяснения преломления пришлось выдвинуть дополнительную гипотезу, что на корпускулу в тонком слое на границе 2 сред действует сила притяжения со стороны оптически более плотной среды. Тогда скорость света в этой среде получалась больше. Различные цвета объяснялись частицами разных размеров.

Однако теория не могла объяснить явления интерференции, дифракции, поляризации и пр.

Волновая теория света (Гюйгенс)

1) Свет представляет собой продольные волны – колебания, распространяющееся в особой всепроникающей материи, заполняющей собой все пространство – мировом светоносном эфире (по аналогии со звуковыми волнами).



Исаак
Ньютон
1642-1727



Христиан
Гюйгенс фон
Зейлихен
1629-1695

Задача

Moscow Tutor

Две частицы, двигавшиеся в лабораторной системе отсчёта по одной прямой с одинаковой скоростью $v=3/4c$, попали в неподвижную мишень с промежутком времени $t=50$ нс. Найти собственное расстояние между частицами до попадания в мишень.

Дано:

$$v = \frac{3}{4} \cdot c$$

$$t = 50 \cdot 10^{-9} \text{ с}$$

Найти:

$$s_0$$

Решение:

Расстояние между частицами в лабораторной системе отсчета:

$$s = v \cdot t$$

Частицы движутся, а значит наблюдаемое расстояние меньше, нежели собственное:

$$s = s_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$s_0 = \frac{v \cdot t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$s_0 = \frac{3}{\sqrt{7}} \cdot c \cdot t$$

$$s_0 = 17.008 \text{ м}$$

537. Во сколько раз релятивистская масса электрона, обладающего кинетической энергией $T = 1,53$ МэВ, больше массы покоя m_0 ?

электрон
 $T = 1,53$ МэВ

Так как электрон движется со скоростью близкой к скорости света необходимо пользоваться релятивистскими формулами для нахождения импульса и энергии частицы.

$m/m_0 = ?$

Масса электрона в состоянии покоя $m_0 = 9,1 \times 10^{-31}$ кг, тогда масса движущегося

электрона $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$. Тогда отношение масс: $\frac{m}{m_0} = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$.

Кинетическая энергия для релятивистской частицы равна

$$T = (m - m_0) \times c^2 = m_0 \times \left(\frac{c^2}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} - c^2 \right). \text{ Откуда } \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} = \left(\frac{c^2}{\frac{T}{m_0} + c^2} \right).$$

$$\text{поэтому } \frac{m}{m_0} = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} = \left(\frac{c^2}{\frac{T}{m_0} + c^2} \right)^{-1} = \left(\frac{\frac{T}{m_0} + c^2}{c^2} \right) = \left(\frac{T}{m_0 c^2} + 1 \right).$$

$$\text{Подставляем числа. } \frac{m}{m_0} = \left(\frac{1,52 \times 10^6 \times 1,6 \times 10^{-19} \text{ Дж}}{9,1 \times 10^{-31} \text{ кг} \times (3 \times 10^8 \text{ м/с})^2} + 1 \right) = 3,97 \approx 4.$$

17.2. Какую скорость v должно иметь движущееся тело, чтобы его предельные размеры уменьшились в 2 раза?

Решение:

Пусть тело движется с постоянной скоростью v относительно инерциальной системы K' . Поскольку в системе

K' длина тела $l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$, а по условию задачи $l_0 = 2l$,

то $l = 2l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$. Отсюда $\frac{1}{4} = 1 - \frac{v^2}{c^2}$, следовательно,

$$v = c \sqrt{1 - \frac{1}{4}} = 2.6 \cdot 10^8 \text{ м/с.}$$

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

Решение.

$$l = l_0 \sqrt{1 - v^2 / c^2}$$

По условию: $\frac{l_0 - l}{l_0} = 1 - \frac{l}{l_0} = 0,25 \Rightarrow l = 0,75l_0$

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 0,75$$

$$1 - \frac{v^2}{c^2} = 0,5625$$

$$v = c \sqrt{(1 - 0,5625)} = 1,98 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

Ответ: $v = 1,98 \cdot 10^8 \text{ м/с}$

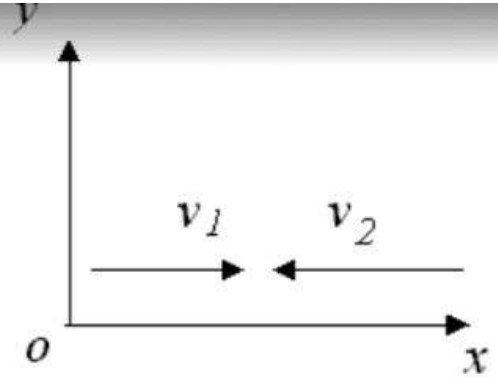
Задача № 4. Две частицы движутся навстречу друг другу со скоростями $v_1 = 0,5$ с и $v_2 = 0,75$ с по отношению к лабораторной системе отсчета. Найти их относительную скорость.

Решение задачи

Дано:

$$v_1 = 0,5 \text{ с}; v_2 = 0,75 \text{ с};$$

u' - ?



Направим ось OX вдоль направления движения первой частицы. Свяжем с первой частицей S' систему отсчета. Под относительной скоростью понимается скорость, с которой одна из частиц движется в системе отсчета, связанной с другой из частиц, то есть требуется найти скорость второй частицы в S' системе отсчета.

Согласно релятивистскому закону сложения скоростей

$$u' = \frac{u - v}{1 - \frac{uv}{c^2}}, \quad (1)$$

где u' и u – скорости движения частиц соответственно в S' и S – системах отсчета. Тогда $u = v_2$, а $v = v_1$ и, следовательно,

$$u' = -\frac{(v_1 + v_2)}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}} = -0,91 \text{ с}. \quad (2)$$

Знак «-» означает, что вторая частица движется в отрицательном направлении оси x' S' - системы.

$$\text{Ответ: } u' = -\frac{(v_1 + v_2)}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}} = -0,91 \text{ с}.$$