11.6.1.1 - объяснять лабораторный и астрономический методы определения скорости света

Измерение скорости света

Поскольку свет движется с очень высокой скоростью, первые попытки измерить его скорость оказались безуспешными.

Запомни $c = 3.00 \times 10^8$ m/s

Галилео попытался измерить скорость света используя двух наблюдателей с фонарями находящимися на расстоянии 1,5 км.

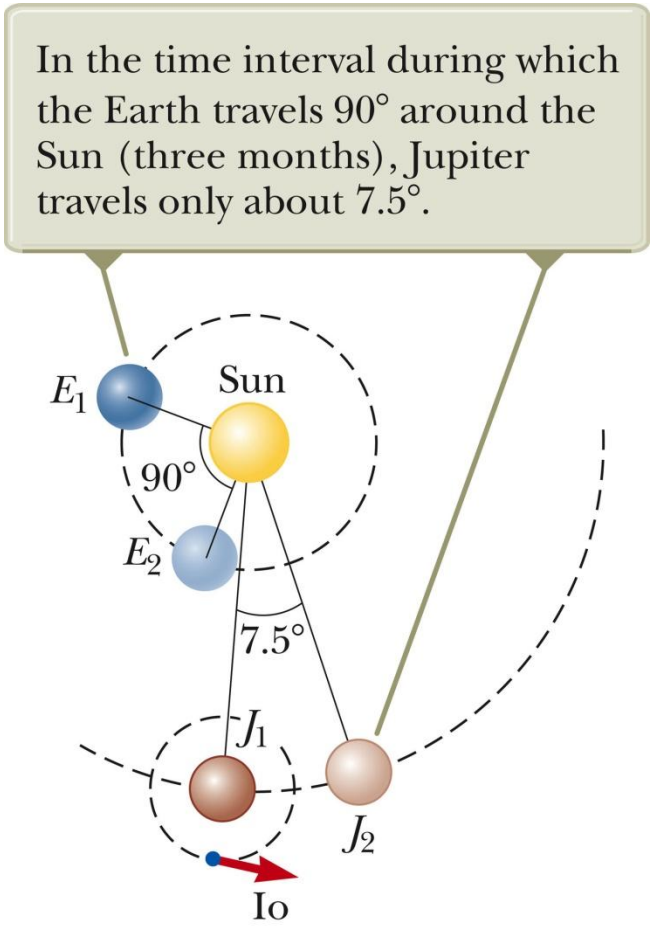
- Время реакции наблюдателей было больше, чем время прохождения света.

Измерение скорости света – Метод Ремера

В 1675 году Оле Ремер использовал астрономические наблюдения для оценки скорости света.

Он использовал период обращения Ио, спутника Юпитера, который вращался вокруг Солнца.

Был рассчитан угол, на который переместится Юпитер, в период перемещения Земли на 90 °.



Метод Ремера

Периоды обращения были длиннее, когда Земля удалялась от Юпитера.

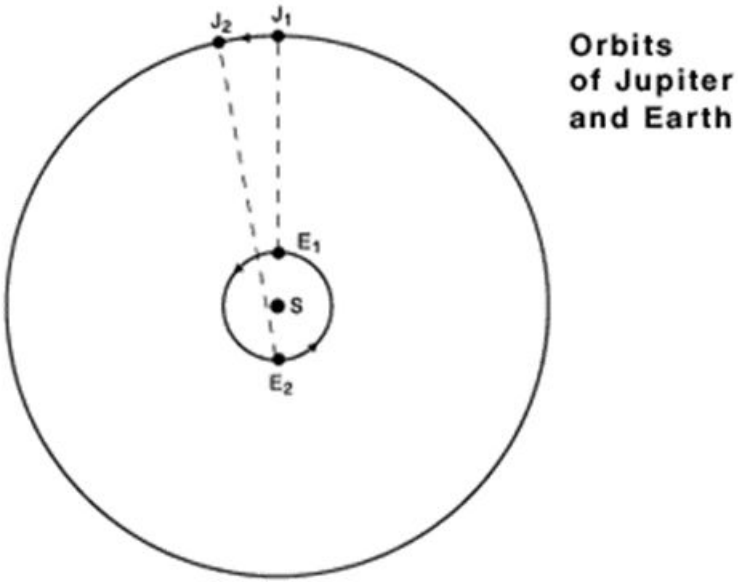
- Короче, когда Земля приближалась.

Используя данные Ремера, Гюйгенс оценил нижний предел скорости света в 2.3×10^8 m/s.

- Это было важно, потому что это продемонстрировало, что свет имеет конечную скорость, а также дало оценку этой скорости.

Исследование Оле Ремера

J1, E1 и J2, E2 - положения Юпитера и Земли с интервалом примерно в шесть месяцев на их соответствующих орбитах вокруг Солнца. Ромер понял, что разница во времени между максимальным и минимальным периодами времени означает конечную скорость света. Свет должен был идти дальше, чтобы достичь Земли, когда две планеты находятся на противоположных сторонах Солнца. Скорость света может быть найдена путем деления диаметра орбиты Земли на разницу во времени.



Вычисления Христиана Гюйгенса

Используя данные Оле Рёмера, Христиан Гюйгенс сначала провел вычисления и получил значение 211,000,000 м/с для скорости света.

Правильное значение составляет 299,000,000 м/с. Несмотря на правильность расчетов Христиана Гюйгенса, данные, которые он получил из расчетов Оле Ремера, были неверными. По оценкам Ремера, суммарное запаздывание начала затмения при удалении Земли от Юпитера на диаметр земной орбиты позднее ожидаемого момента времени составляло 22 мин. С тех пор было показано, что требуется только 16,7 минут.

Измерение скорости света – Метод Физо

Это был первый успешный метод измерения скорости света с помощью чисто земной техники.

Он был разработан в 1849 году Арманом Физо.

Он использовал вращающееся зубчатое колесо.

Расстояние между колесом (считающимся источником) и зеркалом было известно.

Вращая колесо с определенной скоростью, он позволял свету от источника проходить через один зазор на зубчатом колесе на пути к дальнему зеркалу, а отраженный свет проходил через следующий зазор на обратном пути.

Так как он знал угловую частоту колеса, он мог рассчитать временной интервал между двумя промежутками и использовать его с расстоянием между колесом и дальним зеркалом, чтобы вычислить скорость света.

Метод Физо

d - расстояние между колесом и зеркалом

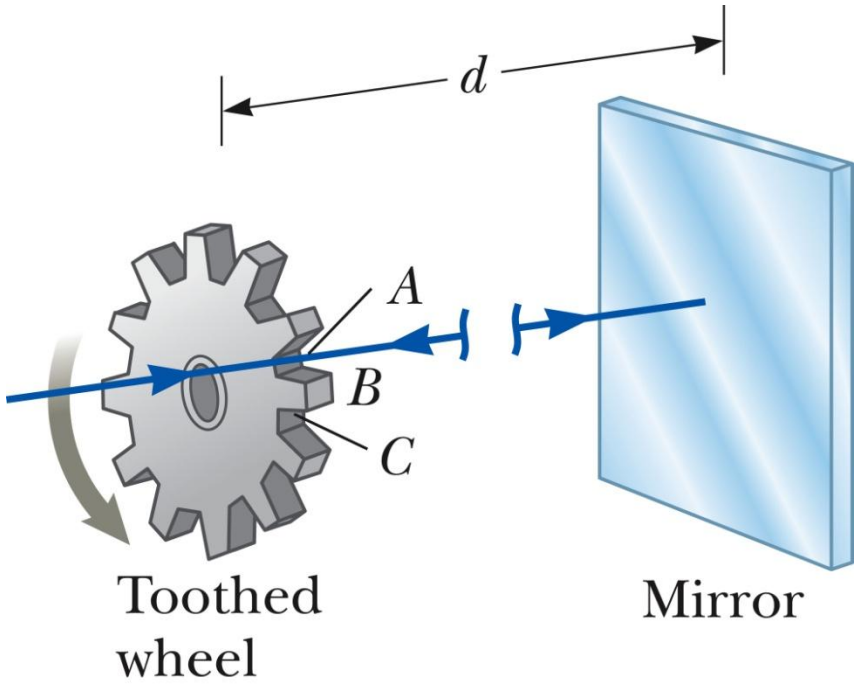
Δt – время прохождения света туда и обратно

Далее $c = 2d / \Delta t$

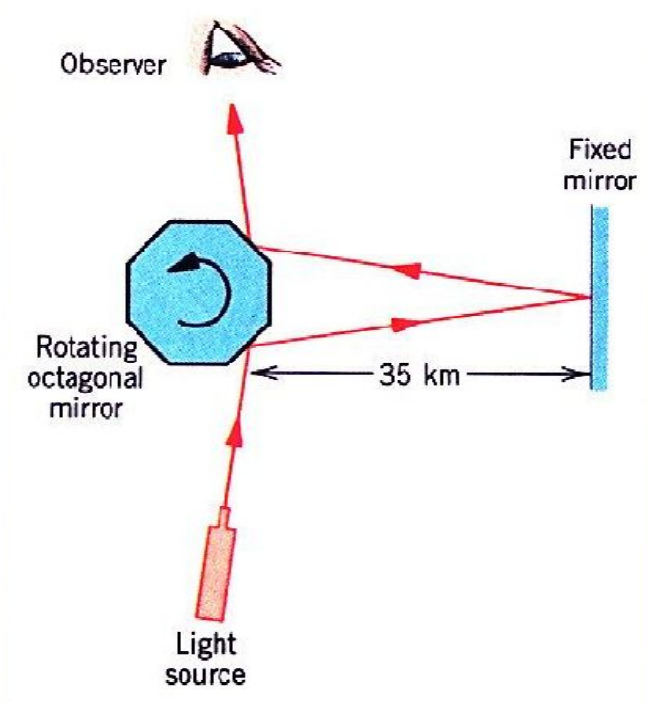
Физо определил значение

$c = 3.1 \times 10^8$ м/с.

t = время поворота зубчатого колеса на половину прорези



Метод Майкельсона



Ход исследования

- привести во вращение восьмиугольное зеркало, излучать световые импульсы
- изменить скорость вращения зеркала
- с определенной скоростью вы сможете увидеть световые импульсы
- со скоростью зеркало поворачивается на 1/8 оборота за время, необходимое для прохождения света на расстояние 2*35км
- рассчитать скорость света

Майкельсон использовал зеркало, вращающееся со скоростью около 520 оборотов в секунду. Скорость света = 2*35 км/время. Время = время, необходимое для 1/8 вращения. Это может быть решено из известной скорости вращения. Майкельсон получил значение около 299 775 000 м/с.

Как работает расчет Майкельсона.

$$t = \frac{2d}{c}$$ уравнение 1 где t это время и d = длина в одну сторону

$$\theta = \frac{2\pi}{m}$$ уравнение 2 где θ – угловое перемещение и m – число граней вращающегося зеркала

$$t = \frac{\theta}{2\pi f}$$ уравнение 3 где f – частота вращения зеркала

Объединим уравнение 1 и 3

$$\frac{\theta}{2\pi f} = \frac{2d}{c}$$

$$\theta = \frac{4d\pi f}{c}$$ уравнение 4

$$\frac{2\pi}{m} = \frac{4d\pi f}{c}$$ уравнение 5

$c=2dfm=2*35000*520*8=2.9*10^8$ м/с