

Попытка обоснования невозможности подтверждения теории эфира с помощью эксперимента Майкельсона-Морли

Кочетков Виктор Николаевич
главный специалист АО «Центр эксплуатации
объектов наземной космической инфраструктуры»
(АО «ЦЭНКИ»)

vnkochetkov@gmail.com
vnkochetkov@rambler.ru
<http://www.matphysics.ru>

В статье делается попытка с помощью механической модели поставить под сомнение возможность подтверждения теории эфира с помощью эксперимента Майкельсона-Морли.

PACS number: **03.30.+p**

Содержание

- 1. Введение (2).**
- 2. Механическая модель экспериментальной установки Майкельсона-Морли (4).**
- 3. Механическая модель в подвижной инерциальной системе отсчета $O'x'y'z'$ (5).**
- 4. Механическая модель в неподвижной инерциальной системе отсчета $Oxyz$ (6).**
- 5. Вывод (10).**
- 6. Заключение (10).**
- Список литературы (11).**

1. Введение

С целью подтверждения гипотезы эфира А.А. Майкельсон [1], [2], [3], [4], [5], [6] предложил не прямое измерение скорости света в неподвижном эфире, а определение отношения величин скорости света в двух взаимно перпендикулярных направлениях в системе отсчета, движущейся относительно неподвижного эфира.

Предложенный А.А. Майкельсоном метод проведения опыта [7], использующего явление интерференции света, должен был позволить зарегистрировать движение Земли относительно неподвижного эфира, если бы свет распространялся в эфире.

Для проведения опытов А.А. Майкельсон применял интерферометр, принципиальная схема работы которого изображена на рис.1.

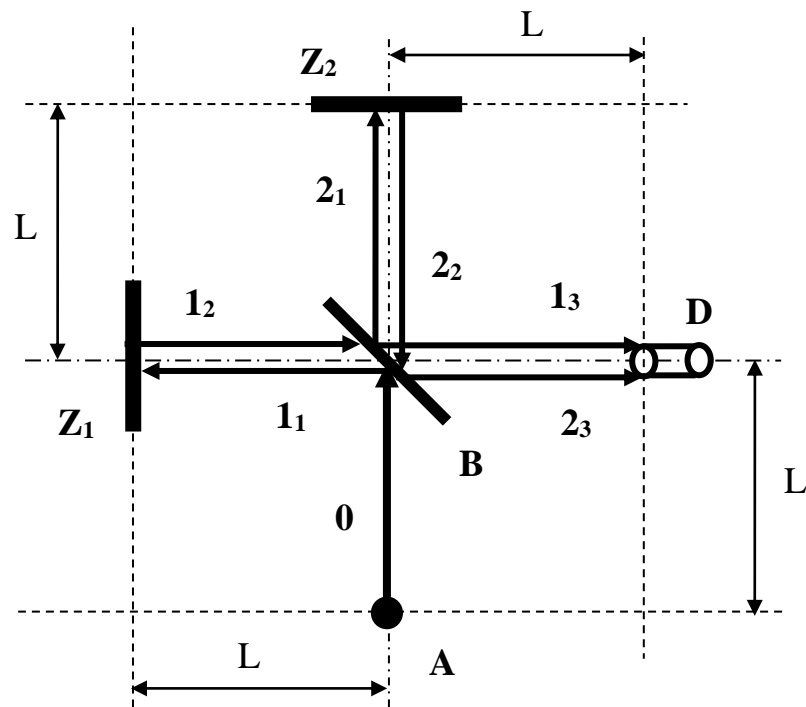


Рис.1

Луч **0** монохроматического света [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14] от источника **A** попадает под углом α , равном 45° , на плоскопараллельную стеклянную пластинку **B** (задняя поверхность которой

покрыта тонким полупрозрачным слоем серебра), при этом часть этого света отражается от пластинки **B** (луч 1_1), а часть проходит сквозь пластинку **B** (луч 2_1).

Затем луч 1_1 отражается от плоского зеркала Z_1 , как луч 1_2 частично проходит сквозь пластинку **B** и в виде луча 1_3 попадает в телескоп **D**.

А луч 2_1 (проходя через компенсационную пластинку, непоказанную на рис.1) отражается от плоского зеркала Z_2 , как луч 2_2 возвращается к пластинке **B** и частично отражается от посеребренной поверхности пластинки **B**, а также в виде луча 2_3 попадает в телескоп **D**.

Таким образом, в телескопе **D** встречаются две части (лучи 1_3 и 2_3) одного и того же луча **0** света от источника **A**.

Так как лучи 1_3 и 2_3 когерентны, то в телескопе **D** можно наблюдать интерференционную картину (светлые и темные полосы).

Интерференционная картина в телескопе **D** должна меняться при изменении интервалов времени прохождения лучей 1_1 , 1_2 и 1_3 пути **B** - Z_1 - **B** - **D** (от пластинки **B** к пластинке **B** через зеркало Z_1 в телескоп **D**) и лучей 2_1 , 2_2 и 2_3 пути **B** - Z_2 - **B** - **D** (от пластинки **B** к пластинке **B** через зеркало Z_2 в телескоп **D**).

Все оптические части интерферометра Майкельсона (источник света **A**, пластинка **B**, зеркала Z_1 и Z_2 и телескоп **D**) жестко закреплены на крестообразной металлической раме [1], [2], [3].

Также источник света **A**, зеркало Z_1 , зеркало Z_2 и телескоп **D** находятся на равном расстоянии **L** от центра пластинки **B**.

Результатом эксперимента Майкельсона-Морли стало отсутствие изменений интерференционной картины в телескопе **D**.

На мой взгляд, одним из слабых моментов оценки результатов эксперимента Майкельсона-Морли является невыполнение законов сохранения энергии и импульса замкнутой системы, в том числе при нецентральной взаимодействии светового потока с пластинкой **B**,

перемещающейся в пространстве относительно возможного неподвижного эфира и плоскость которой находится под углом α , равном 45° .

2. Механическая модель экспериментальной установки Майкельсона-Морли

Идея механической модели заключается в том, что в экспериментальной установке Майкельсона-Морли из источника (света) A по пути луча O в направлении пластинки B излучается не световой поток, а вылетает тело R , имеющее массу m и скорость v поступательного движения.

Также в механической модели предполагается, что экспериментальная установка Майкельсона-Морли имеет массу M , причем:

$$\frac{m}{M} \rightarrow 0 \quad (1)$$

Механическая модель используется для определения скоростей движения тела R в направлении лучей $1_1, 1_2, 1_3, 2_1, 2_2, 2_3$ и оценки времени попадания тела R в телескоп D при движении тела R по пути лучей $1_1, 1_2, 1_3$ и $2_1, 2_2, 2_3$ соответственно.

Рассмотрение механической модели происходит в двух инерциальных системах отсчета:

- неподвижной $Oxyz$, у которой ось x параллельна линии, соединяющей центры зеркала Z_1 , пластинки B и телескопа D , а ось y параллельна линии, соединяющей центры зеркала Z_2 , пластинки B и источник A ;

- подвижной $O'x'y'z'$, у которой оси x', y', z' параллельны осям x, y, z неподвижной системы отсчета $Oxyz$ соответственно, и которая движется со скоростью V относительно неподвижной системы отсчета $Oxyz$ вдоль оси y в направлении от источника A к зеркалу Z_2 .

Также примем, что в неподвижной системе отсчета $Oxyz$:

- тело R движется от источника A к пластинке B со скоростью c ,
- механическая модель экспериментальной установки движется со скоростью V в направлении движения тела R от источника A .

То есть подвижная системе отсчета $O'x'y'z'$ выбирается таким образом, чтобы в ней механическая модель экспериментальной установки (естественно кроме тела R) находилась бы в состоянии покоя.

3. Механическая модель в подвижной инерциальной системе отсчета $O'x'y'z'$

В подвижной инерциальной системе отсчета $O'x'y'z'$:

- механическая модель экспериментальной установки (естественно кроме тела R) находилась бы в состоянии покоя,

- тело R движется от источника A к пластинке B по лучу O со скоростью v_0' , равной:

$$v_0' = c - V \quad (2)$$

Учитывая то, что:

- масса m тела R является бесконечно малой по сравнению массой M экспериментальной установки,

- столкновение тела R , движущегося по ходу луча O , с пластинкой B происходит под углом α , равном:

$$\alpha = 45^\circ \quad (3)$$

Предполагая то, что столкновение тела R с пластинкой B и зеркалами Z_1 и Z_2 носит абсолютно упругий характер без скольжения, можно получить, что:

- скорость v_{11}' движения тела R по лучу 1_1 , будет равна:

$$v_{11}' = -(c - V) \quad (4)$$

- скорость v_{12}' движения тела R по лучу 1_2 , будет равна:

$$v_{12}' = c - V \quad (5)$$

- скорость v_{13}' движения тела R по лучу 1_3 , будет равна:

$$v_{13}' = c - V \quad (6)$$

- скорость v_{21}' движения тела R по лучу 2_1 , будет равна:

$$v_{21}' = c - V \quad (7)$$

- скорость v_{22}' движения тела R по лучу 2_2 , будет равна:

$$v'_{22} = -(c - V) \quad (8)$$

- скорость v'_{23} движения тела **R** по лучу **23**, будет равна:

$$v'_{23} = c - V \quad (9)$$

- расстояние l'_{11} , пройденное телом **R** по лучу **11**, расстояние l'_{12} , пройденное телом **R** по лучу **12**, расстояние l'_{13} , пройденное телом **R** по лучу **13**, расстояние l'_{21} , пройденное телом **R** по лучу **21**, расстояние l'_{22} , пройденное телом **R** по лучу **22**, расстояние l'_{23} , пройденное телом **R** по лучу **23**, будут равны:

$$l'_{11} = l'_{12} = l'_{13} = l'_{21} = l'_{22} = l'_{23} = L \quad (10)$$

- время t'_{11} движения тела **R** по лучу **11**, время t'_{12} движения тела **R** по лучу **12**, время t'_{13} движения тела **R** по лучу **13**, время t'_{21} движения тела **R** по лучу **21**, время t'_{22} движения тела **R** по лучу **22**, время t'_{23} движения тела **R** по лучу **23**, будут равны:

$$t'_{11} = t'_{12} = t'_{13} = t'_{21} = t'_{22} = t'_{23} = \frac{L}{c - V} \quad (11)$$

Используя формулу (11), можно отметить, что в подвижной инерциальной системе отсчета **O'x'y'z'** тело **R** за равное время пройдет путь **B - Z₁ - B - D** (от пластинки **B** к пластинке **B** через зеркало **Z₁** в телескоп **D**) по лучам **11**, **12** и **13** и путь **B - Z₂ - B - D** (от пластинки **B** к пластинке **B** через зеркало **Z₂** в телескоп **D**) по лучам **21**, **22** и **23**.

4. Механическая модель в неподвижной инерциальной системе отсчета **Oxyz**

В неподвижной инерциальной системе отсчета **Oxyz**:

- тело **R** движется от источника **A** к пластинке **B** по лучу **0** со скоростью v_0 , равной:

$$v_0 = c \quad (12)$$

- механическая модель экспериментальной установки (естественно кроме тела **R**), имеющая массу **M**, движется со скоростью **V** в направлении движения тела **R** от источника **A**.

Для расчета используем то, что:

- масса m тела \mathbf{R} является бесконечно малой по сравнению массой \mathbf{M} экспериментальной установки,

- столкновения тела \mathbf{R} , движущегося по ходу лучей $\mathbf{0}$ и $\mathbf{2}_2$, с пластинкой \mathbf{B} происходят под углом α , равном:

$$\alpha = 45^\circ \quad (3)$$

Предполагая то, что столкновения тела \mathbf{R} с зеркалом \mathbf{Z}_2 и пластинкой \mathbf{B} носят абсолютно упругий характер без скольжения, можно получить, что:

- скорость v_{21} движения тела \mathbf{R} по лучу $\mathbf{2}_1$, будет равна:

$$v_{21} = c \quad (13)$$

- расстояние l_{21} , пройденное телом \mathbf{R} по лучу $\mathbf{2}_1$, будет равно:

$$l_{21} = L + Vt_{21} = ct_{21} \quad (14)$$

- время t_{21} движения тела \mathbf{R} по лучу $\mathbf{2}_1$, будет равно:

$$t_{21} = \frac{L}{c - V} \quad (15)$$

- в связи тем, что при столкновении тела \mathbf{R} с зеркалом \mathbf{Z}_2 , движущимся со скоростью V , количество движения тела \mathbf{R} сначала уменьшается с значения mc до mV , а затем увеличивается с mV до значения $-m(c-2V)$, скорость v_{22} движения тела \mathbf{R} по лучу $\mathbf{2}_2$, будет равна:

$$v_{22} = -c + 2V \quad (16)$$

- расстояние l_{22} , пройденное телом \mathbf{R} по лучу $\mathbf{2}_2$, будет равно:

$$l_{22} = L - Vt_{22} \quad (17)$$

- время t_{22} движения тела \mathbf{R} по лучу $\mathbf{2}_2$, будет равно:

$$t_{22} = \frac{L}{c - V} \quad (18)$$

- в связи тем, что при столкновении тела \mathbf{R} , движущегося со скоростью v_{22} со стороны зеркала \mathbf{Z}_2 (луч $\mathbf{2}_2$), с пластинкой \mathbf{B} , движущейся со скоростью V и поверхность которой наклонена на угол $\alpha = 45^\circ$ к лучу $\mathbf{2}_2$, проекция количества движения тела \mathbf{R} на нормаль к поверхности пластинки \mathbf{B} сначала уменьшается с значения mv_{22n} до mV_n , а затем увеличивается с mV_n до

значения $mv_{23\eta}$, учитывая значение угла α , нормальная проекция $v_{22\eta}$ скорости v_{22} движения тела \mathbf{R} по лучу $\mathbf{2}_2$, тангенциальная проекция $v_{22\tau}$ скорости v_{22} движения тела \mathbf{R} по лучу $\mathbf{2}_2$, нормальная проекция V_η скорости V движения пластинки \mathbf{B} , тангенциальная проекция V_τ скорости V движения пластинки \mathbf{B} , нормальная проекция $v_{23\eta}$ скорости v_{23} движения тела \mathbf{R} по лучу $\mathbf{2}_3$, тангенциальная проекция $v_{23\tau}$ скорости v_{23} движения тела \mathbf{R} по лучу $\mathbf{2}_3$, будут равны:

$$v_{22\eta} = - \frac{c - 2V}{\sqrt{2}} \quad (19)$$

$$v_{22\tau} = v_{23\tau} = - \frac{c - 2V}{\sqrt{2}} \quad (20)$$

$$V_\eta = \frac{V}{\sqrt{2}} \quad (21)$$

$$V_\tau = \frac{V}{\sqrt{2}} \quad (22)$$

$$v_{23\eta} = \frac{c}{\sqrt{2}} \quad (23)$$

$$v_{23} = \sqrt{c^2 - [4V(c - V)\text{Sin}\alpha]} = \sqrt{c^2 - 2V(c - V)} \quad (24)$$

- расстояние l_{23} , пройденное телом \mathbf{R} по лучу $\mathbf{2}_3$, будет равно:

$$l_{23} = \sqrt{L^2 + V^2 t_{23}^2} = L \frac{\sqrt{c^2 - 2V(c - V)}}{c - V} \quad (25)$$

- время t_{23} движения тела \mathbf{R} по лучу $\mathbf{2}_3$, будет равно:

$$t_{23} = \frac{L}{c - V} \quad (26)$$

Предполагая то, что столкновения тела \mathbf{R} с пластинкой \mathbf{B} и зеркалом \mathbf{Z}_1 носят абсолютно упругий характер без скольжения, можно получить, что:

- в связи тем, что при столкновении тела \mathbf{R} , движущегося со скоростью v_0 со стороны источника \mathbf{A} (луч $\mathbf{0}$), с пластинкой \mathbf{B} , движущейся со скоростью V и поверхность которой наклонена на угол $\alpha = 45^\circ$ к лучу $\mathbf{0}$, проекция количества движения тела \mathbf{R} на нормаль к поверхности пластинки \mathbf{B} сначала уменьшается с значения mv_0 до mV_η , а затем увеличивается с mV_η до значения

$\mathbf{mv}_{11\eta}$, учитывая значение угла α , нормальная проекция $\mathbf{v}_{0\eta}$ скорости \mathbf{v}_0 движения тела \mathbf{R} по лучу $\mathbf{0}$, тангенциальная проекция $\mathbf{v}_{0\tau}$ скорости \mathbf{v}_0 движения тела \mathbf{R} по лучу $\mathbf{0}$, нормальная проекция \mathbf{V}_η скорости \mathbf{V} движения пластинки \mathbf{B} , тангенциальная проекция \mathbf{V}_τ скорости \mathbf{V} движения пластинки \mathbf{B} , нормальная проекция $\mathbf{v}_{11\eta}$ скорости \mathbf{v}_{11} движения тела \mathbf{R} по лучу $\mathbf{1}_1$, тангенциальная проекция $\mathbf{v}_{11\tau}$ скорости \mathbf{v}_{11} движения тела \mathbf{R} по лучу $\mathbf{1}_1$, будут равны:

$$v_{0\eta} = \frac{c}{\sqrt{2}} \quad (27)$$

$$v_{0\tau} = v_{11\tau} = \frac{c}{\sqrt{2}} \quad (28)$$

$$V_\eta = \frac{V}{\sqrt{2}} \quad (29)$$

$$V_\tau = \frac{V}{\sqrt{2}} \quad (30)$$

$$v_{11\eta} = -\frac{c - 2V}{\sqrt{2}} \quad (31)$$

$$v_{11} = -\sqrt{c^2 - 2V(c - V)} \quad (32)$$

- расстояние l_{11} , пройденное телом \mathbf{R} по лучу $\mathbf{1}_1$, будет равно:

$$l_{11} = \sqrt{L^2 + V^2 t_{11}^2} = L \frac{\sqrt{c^2 - 2V(c - V)}}{c - V} \quad (33)$$

- время t_{11} движения тела \mathbf{R} по лучу $\mathbf{1}_1$, будет равно:

$$t_{11} = \frac{L}{c - V} \quad (34)$$

- в связи тем, что при столкновении тела \mathbf{R} с зеркалом \mathbf{Z}_1 , движущимся со скоростью \mathbf{V} без смещения поверхности по оси \mathbf{x} , скорость \mathbf{v}_{12} движения тела \mathbf{R} по лучу $\mathbf{1}_2$, будет равна:

$$v_{12} = \sqrt{c^2 - 2V(c - V)} \quad (35)$$

- расстояние l_{12} , пройденное телом \mathbf{R} по лучу $\mathbf{1}_2$, будет равно:

$$l_{12} = \sqrt{L^2 + V^2 t_{12}^2} = L \frac{\sqrt{c^2 - 2V(c - V)}}{c - V} \quad (36)$$

- время t_{12} движения тела \mathbf{R} по лучу $\mathbf{1}_2$, будет равно:

$$t_{12} = \frac{L}{c - V} \quad (37)$$

- скорость v_{13} движения тела \mathbf{R} по лучу $\mathbf{1}_3$, будет равна:

$$v_{13} = \sqrt{c^2 - [4V(c - V)\text{Sin}\alpha]} = \sqrt{c^2 - 2V(c - V)} \quad (38)$$

- расстояние l_{13} , пройденное телом \mathbf{R} по лучу $\mathbf{1}_3$, будет равно:

$$l_{13} = \sqrt{L^2 + V^2 t_{13}^2} = L \frac{\sqrt{c^2 - 2V(c - V)}}{c - V} \quad (39)$$

- время t_{13} движения тела \mathbf{R} по лучу $\mathbf{1}_3$, будет равно:

$$t_{13} = \frac{L}{c - V} \quad (40)$$

Используя формулы (15), (18), (26), (34), (37), (40), можно отметить, что в неподвижной инерциальной системе отсчета \mathbf{Oxyz} тело \mathbf{R} за равное время пройдет путь $\mathbf{B} - \mathbf{Z}_1 - \mathbf{B} - \mathbf{D}$ (от пластинки \mathbf{B} к пластинке \mathbf{B} через зеркало \mathbf{Z}_1 в телескоп \mathbf{D}) по лучам $\mathbf{1}_1$, $\mathbf{1}_2$ и $\mathbf{1}_3$ и путь $\mathbf{B} - \mathbf{Z}_2 - \mathbf{B} - \mathbf{D}$ (от пластинки \mathbf{B} к пластинке \mathbf{B} через зеркало \mathbf{Z}_2 в телескоп \mathbf{D}) по лучам $\mathbf{2}_1$, $\mathbf{2}_2$ и $\mathbf{2}_3$.

5. Вывод

В механической модели экспериментальной установки Майкельсона-Морли в неподвижной \mathbf{Oxyz} и подвижной $\mathbf{O'x'y'z'}$ инерциальных системах отсчета тело \mathbf{R} за равное время пройдет путь $\mathbf{B} - \mathbf{Z}_1 - \mathbf{B} - \mathbf{D}$ (от пластинки \mathbf{B} к пластинке \mathbf{B} через зеркало \mathbf{Z}_1 в телескоп \mathbf{D}) по лучам $\mathbf{1}_1$, $\mathbf{1}_2$ и $\mathbf{1}_3$ и путь $\mathbf{B} - \mathbf{Z}_2 - \mathbf{B} - \mathbf{D}$ (от пластинки \mathbf{B} к пластинке \mathbf{B} через зеркало \mathbf{Z}_2 в телескоп \mathbf{D}) по лучам $\mathbf{2}_1$, $\mathbf{2}_2$ и $\mathbf{2}_3$.

Что может объяснить отсутствие изменений интерференционной картины в телескопе \mathbf{D} при проведении эксперимента Майкельсона-Морли.

6. Заключение

Предложенная к рассмотрению механическая модель может позволить объяснить результаты экспериментов, полученные на установке Майкельсона-Морли, без применения специальной теории относительности.

Также механическая модель может быть использована для создания модели эфира, отвечающей результатам, полученным на экспериментальной установке Майкельсона-Морли.

Список литературы

1. Albert A. Michelson, The relative motion of the Earth and the Luminiferous ether, The American Journal of Science, 1881, III series, vol. XXII, № 128, p. 120—129.
2. Conference on the Michelson–Morley experiment, Held at the Mount Wilson Observatory, Pasadena, California, February 4 and 5, 1927.
3. Дэвид Бом, Специальная теория относительности, Мир, Москва, 1967.
4. Боргман И.И., Новые идеи в физике, Сборник третий, Образование, Санкт-Петербург, 1912.
5. Бейзер А., Основные представления современной науки, Атомиздат, Москва, 1973.
6. Детлаф А.А., Яворский Б.М., Курс физики, том 3, Высшая школа, Москва, 1979.
7. Угаров В.А., Специальная теория относительности, Наука, Москва, 1977.
8. Соколовский Ю.И., Теория относительности в элементарном изложении, Наука, Москва, 1964.
9. Бергман П.Г., Введение в теорию относительности, Иностранная литература, Москва, 1947.
10. Макс Борн, Эйнштейновская теория относительности, Мир, Москва, 1972.
11. Академик Л.И. Мандельштам, Лекции по оптике, теории относительности и квантовой механике, Наука, Москва, 1972.
12. Эфирный ветер, Сборник статей под редакцией В.А. Ацюковского, Энергоатомиздат, Москва, 2011.
13. Франкфурт У.И., Специальная и общая теория относительности, Наука, Москва, 1968.
14. Меллер К., Теория относительности, Атомиздат, Москва, 1975.

Автор

В.Н. Кочетков