
Попытки спасти гипотезу эфира

Несомненно, опыт Майкельсона—Морли был одним из самых решающих опытов в современной физике, так как он противоречил некоторым прямым следствиям гипотезы о том, что свет распространяется благодаря наличию эфира. В конце концов этот опыт привел к коренным изменениям наших представлений о пространстве и времени, т. е. к теории относительности. Не следует думать, однако, что физики сразу же переменили свои взгляды благодаря этому опыту. В действительности, и это естественно, было испробовано много других гипотез для того, чтобы либо спасти так или иначе эфир, либо по крайней мере спасти представления «здравого смысла» о пространстве и времени, лежащие в основе законов движения Ньютона, и инвариантность этих законов относительно преобразований Галилея (2.3). Все попытки в конце концов потерпели неудачу или же привели к таким противоречиям, что физики, наконец, сочли более разумным от них отказаться.

Мы дадим здесь резюме некоторых главных попыток подгонки и приспособления, предпринятых для сохранения прежних представлений о пространстве и времени, а также объяснение отрицательных результатов опыта Майкельсона—Морли¹⁾.

Проще всего было предположить, что такие тела, как Земля, увлекают при своем движении прилегающий к

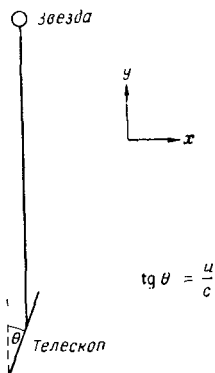
¹⁾ Более детальный обзор можно найти в следующих книгах: W. Panofsky, M. Phillips, *Classical Electricity and Magnetism*, New York, 1955 (имеется перевод: В. Пановский, М. Филипс, *Классическая электродинамика*, М., 1963. — *Ред.*); С. Möller, *The Theory of Relativity*, Oxford, 1952,

ним эфир подобно тому, как пуля при полете в воздухе увлекает слой воздуха, прилегающий к ее поверхности. В результате измеряемая величина скорости света не должна изменяться в течение года, так как мы все время определяем ее относительно того слоя эфира, который движется вместе с Землей.

Оливер Лодж попытался проверить это предположение, пропуская пучок света вблизи края быстро вращающегося диска. Если бы диск увлекал при своем вращении прилегающий к нему слой эфира, то можно было бы ожидать наблюдаемых эффектов в поведении светового пучка. Однако результаты этого эксперимента были отрицательными.

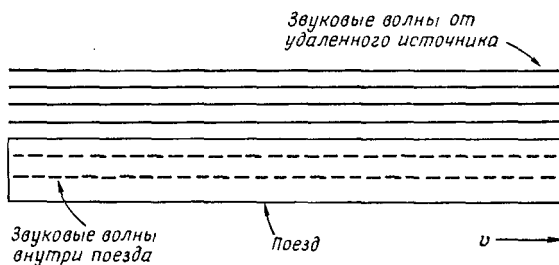
Вполне естественно появилась мысль, что, хотя небольшой предмет и не может увлечь заметного количества эфира, большое тело, такое, как Земля, способно это сделать. Такое объяснение было все же опровергнуто результатами наблюдений аберрации света.

Чтобы разобраться в этом вопросе, вернемся на время к предположению о том, что Земля не увлекает эфир. Пусть она движется относительно эфира со скоростью u в направлении оси x (фиг. 4), и пусть некий астроном направляет свой телескоп на далекую звезду, которая для простоты предполагается расположенной в направлении оси y , перпендикулярном движению Земли. Свет этой звезды попадает к нам через эфир в направлении оси y , но раз телескоп движется вместе с Землей, его нужно ориентировать под некоторым углом θ (обычно весьма малым) относительно оси y , таким, что $\theta \approx \text{tg } \theta = u/c$. Так как от лета к зиме скорость Земли меняется примерно на 60 км/сек, видимое угловое положение звезды будет при этом изменяться приблизительно на $2 \cdot 10^{-4}$ радиан, что может быть обнаружено с помощью хорошего телескопа. Этот сдвиг и был действительно открыт.



Фиг. 4.

Если же Земля увтекает в своем движении прилегающий к ней слой эфира, то мы не обнаружим никакой аберрации (сдвига) видимых положений звезд. Эта ситуация похожа на ту, которая имеет место при попадании звуковых волн на движущийся поезд. Для простоты снова предположим, что волны распространяются перпендикулярно боковым стенкам поезда, исходя от удаленного источника (фиг. 5). Эти волны возбуждают колебания той же самой частоты в стенках и окнах поезда,



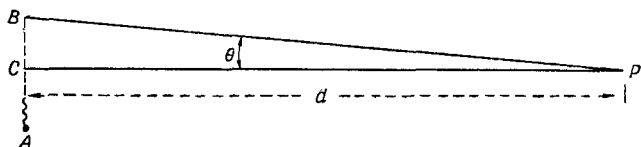
Фиг. 5.

а эти последние в свою очередь заставляют колебаться воздух внутри поезда. Так как первоначальная звуковая волна была плоская, то, очевидно, от стенок поезда будут исходить соответствующие плоские волны в том же самом направлении и внутри поезда. Поэтому изменение скорости хода поезда не вызовет никакого изменения направления звуковых волн внутри поезда. Отсюда совершенно очевидно, что и в случае плоских световых волн, падающих от далекой звезды на движущийся слой эфира близ земной поверхности, направление распространения световых волн никак не будет зависеть от скорости движения Земли.

Как опыт Оливера Лоджа, так и результаты наблюдения аберрации света с достаточной определенностью исключают гипотезу увлечения эфира, следовательно, ее нельзя привлечь для объяснения отрицательных результатов опыта Майкельсона — Морли. Позднее было предложено новое объяснение: возможно, что скорость света

равна c относительно источника этого света, а не относительно какого-то гипотетического эфира.

Источником большей части света на Земле является, конечно, Солнце, однако солнечный свет подвергается отражению от тел, находящихся на поверхности Земли. Согласно последней теории, такое отражение и будет играть решающую роль при определении скорости света. Поэтому используем ли мы свет лампы или отраженный солнечный свет, следует ожидать, что его скорость относительно Земли будет равна c , и это объясняет отрицательный результат опыта Майкельсона — Морли.



Фиг. 6.

Эта гипотеза находится в согласии с множеством известных фактов, включая результаты наблюдения аберрации света, но приводит к серьезным затруднениям при объяснении поведения двойных звезд. Чтобы разобраться в этих трудностях, для простоты предположим, что имеются две звезды A и B (фиг. 6), обладающие одинаковыми массами. Пусть они движутся вокруг общего центра масс C по круговой орбите, оставаясь все время друг против друга (аналогичные результаты, как легко видеть, можно получить и в более общем случае). Рассмотрим наблюдателя P , расположенного на очень большом расстоянии d от центра C орбиты этих звезд, так что он видит диаметр этой орбиты под весьма малым углом. Мы будем рассматривать лишь те световые лучи, которые должны достигнуть точки P . Начнем с тех лучей, которые попадают в P , будучи испущены в момент t_1 , когда звезды ориентированы вдоль линии PC , т. е. вдоль луча зрения. На основании элементарной алгебры (включая теорему Пифагора) ясно, что ввиду малости отношения v/c , где v — скорость движения звезд по орбите, свет от обеих звезд можно считать распространяющимся

с одной и той же скоростью вдоль линии PC (здесь мы пренебрегаем членами порядка v^2/c^2 , малыми по сравнению с членами порядка v/c , которые окажутся важными для нашего анализа). Свету от ближайшей к нам звезды A требуется для достижения точки P время

$$T_{1A} = \frac{d-a}{c}, \quad (5.1)$$

где a — радиус орбиты; свету же от дальней звезды B для этого необходимо время

$$T_{1B} = \frac{d+a}{c}. \quad (5.2)$$

В процессе движения наших звезд (если скорость света всегда равна c относительно излучающей этот свет звезды) лучи, попадающие в точку P от A и от B , будут иметь разные скорости. Ясно, что в момент t_2 , когда звезды расположены на линии, перпендикулярной лучу зрения, свет от звезды A , удаляющейся от наблюдателя P , будет иметь скорость $c-v$, в то время как свет от звезды B , приближающейся к P , будет иметь скорость $c+v$ (мы учли при этом малость угла θ и пренебрегли членами порядка θ^2). Эти лучи достигнут точки P через промежутки времени

$$T_{2A} = \frac{d}{c-v}, \quad T_{2B} = \frac{d}{c+v} \quad (5.3)$$

(в использованном приближении). Наконец, для лучей, испущенных в момент t_3 , когда звезды повернутся еще на 90° и снова будут расположены вдоль луча зрения, получим

$$T_{3A} = \frac{d+a}{c}, \quad T_{3B} = \frac{d-a}{c}. \quad (5.4)$$

Заметим, что разность

$$\Delta T = T_{2A} - T_{1A} = \frac{d}{c-v} - \frac{d-a}{c} \approx \frac{a}{c} - \frac{d}{c} \cdot \frac{v}{c} \quad (5.5)$$

является величиной первого порядка по v/c . Кроме того, так как d — расстояние астрономических масштабов, вполне может случиться, что $d \cdot v/c^2 > a/c$. В этом случае свет, испущенный звездой A в момент t_2 , придет в точ-

ку P раньше, чем свет, испущенный той же звездой в момент t_1 . Поэтому должен существовать период, когда наблюдатель в P не получает вообще света от звезды A (подобные же выводы касаются и звезды B). Этот эффект должен привести к весьма странному и без труда наблюдаемому изменению яркости двойной звезды, а в действительности его никто не наблюдал. Поэтому мы заключаем, что необходимо отвергнуть гипотезу, согласно которой скорость света равна c относительно источника.