

ЭФФЕКТ МЁССБАУЭРА И ПРОБЛЕМА ЭФИРА

А.И. Филиппев

Адыгейский государственный университет, г. Майкоп

Показано, что разрешающей способности Мёссбауэровской спектроскопии не достаточно для обнаружения эфира в рамках теории эффекта Доплера с использованием сателлитов определённого изотопа, реализовать данную идею возможно, если использовать два изотопа, у которых энергии переходов обеспечат поглощение с разностью скоростей источника и поглотителя сравнимой с естественной шириной спектральных линий.

Проблема эфира возникла два столетия назад, когда Френель показал, что свет имеет волновую природу. Для объяснения распространения волнового процесса в вакууме необходимо было ввести среду, в которой распространяется световая волна.

Введение понятия эфира породило новую проблему – если эфир увлекается замкнутой системой, то принцип относительности выполняется и для световых процессов, если не увлекается, то скорости света относительно стен системы в направлении движения и в противоположном направлении будут различны. Следовательно, измеряя скорость в различных направлениях, можно обнаружить движение замкнутой системы и, значит, принцип относительности нарушается.

Так как погрешность измерения скорости света на несколько порядков превышала скорости движущихся систем, то непосредственная проверка справедливости принципа относительности оказалась невозможной.

В связи с этим почти весь 19 век был связан с решением принципиальной задачи – увлекается или не увлекается эфир движущейся системой.

Этому был посвящен анализ опытов Брадлея по звездной аберрации, опыт Физо по увлечению эфира потоком воды и знаменитый опыт Майкельсона-Морли.

Конец 19 века закончился тем, что все эти опыты оказались взаимно противоречивыми. Из опыта Брадлея следовало, что эфир не увлекается ни движущейся землей, ни в полости телескопа. Из опыта Физо следовало, что эфир увлекается частично, а из опыта Майкельсона-Морли – что эфир увлекается полностью вблизи поверхности земли.

Максвелл получил систему дифференциальных уравнений, из которых следовало существование электромагнитных волн, и что свет имеет электромагнитную природу. При этом считалось, что электромагнитные волны распространяются в электромагнитном эфире. Но оказалось, что уравнения Максвелла не инвариантны относительно преобразований Галилея, а это говорило о том, что либо уравнения не верны, либо не верны преобразования Галилея.

Лармор, рассматривая свободное электромагнитное поле, получил новые преобразования (позже названные Пуанкаре преобразованиями Лоренца). Причем на базе этих преобразований вывел формулу сложения скоростей, из которой следовало, что скорость света во всех инерциальных системах одинакова и равна c .

Лоренц рассмотрел электромагнитное поле с системой зарядов и получил преобразования, соответствующие преобразованиям Лармора.

Пуанкаре завершил эту работу, введя мнимую единицу и четырехмерную систему координат, объединив пространственные и временные величины.

Следующим шагом в развитии этой проблемы явилась работа Эйнштейна, который преобразования Лоренца из электродинамики перенес на все физические процессы, введя два постулата: постулат о постоянстве скорости света и постулировав принцип относительности.

Постулат о постоянстве скорости света исключал возможность существования эфира.

Построенная теория позволила рассчитывать ускорители заряженных частиц, энергетические процессы при ядерных превращениях и т. д.

Казалось бы, проблема эфира закрыта, но, тем не менее, эта проблема существования эфира не дает покоя физикам и поныне.

С открытием эффекта Мессбауэра возникла серия работ, посвященная проверке справедливости тех или иных следствий теории относительности.

Первая идея использования эффекта Мессбауэра возникла у Р. Паунда и Г. Ребки [1] по измерению гравитационного красного смещения в 1959 году, опыт же был поставлен в 1960 году [2] и дал согласие с теорией.

В опыте Хейля и др. [3] в 1960 году рассматривалось поглощение γ -квантов, излучаемых источником, помещенным в центр вращающегося колеса, поглотитель находился на ободе. То есть реализовался поперечный эффект Доплера. Результаты находились в пределах погрешности в согласии с теоретическими расчетами поперечного эффекта Доплера. В 1960 году К. Шервин [4] проанализировал связь между температурным сдвигом резонансной линии Fe^{57} и «парадоксом часов» и пришел к выводу, что в движущейся системе время течет медленнее. В 1963 году выходит работа Чампиней и др. «Новый вариант опыта Майкельсона с эффектом Мессбауэра» [5], вариант опыта Майкельсона по обнаружению эфирного ветра, результат отрицателен.

Здесь следует обратить внимание на то, что отрицательный результат опыта Майкельсона связан с исходной посылкой, что Земля движется сквозь эфир, не увлекая его. Если исходить из предположения, что эфир увлекается Землей, то результат положителен.

В 1968 году в УФН [6] публикуется обзор Шмидта–Отта «Некоторые новые измерения в связи с доказательствами справедливости специальной теории относительности» в котором сведены основные работы по теории относительности.

До настоящего времени появляются все новые и новые работы, в которых анализируются сложности в объяснении тех или иных релятивистских эффектов - «Краткий минимум критики релятивизма»[7], или пытаются построить теории, позволяющие объяснить те или иные релятивистские явления в обход теории относительности.

К примеру статья Н.Носкова [8] «Теория запаздывающих потенциалов против теории относительности», где анализируются работы, объясняющие релятивистские эффекты с позиций процессов, протекающих в эфире.

В [7] обращается внимание на то, что в среде изменение частоты зависит от того, что движется источник или приёмник и, следовательно, можно обнаружить эфир с помощью эффекта Доплера.

В соответствии с эффектом Доплера в СТО изменение частоты не зависит от того, движется источник излучения или приёмник, а определяется относительной скоростью

$$\omega = \omega_0 \sqrt{\frac{1 \pm v/c}{1 \mp v/c}}. \quad (1)$$

(продольный эффект Доплера). Где v - относительная скорость между источником и приёмником, а c - скорость света в вакууме.

Если же предположить, что эфир увлекается Землей, как утверждается в вышеприведенной статье и что также не опровергается опытом Майкельсона-Морли, то в этом случае должны выполняться соотношения для эффекта Доплера в акустике, с той лишь разницей, что вместо скорости акустической волны должна входить скорость электромагнитной волны.

В акустике частота, регистрируемая приёмником при движении источника, определяется соотношением

$$\omega = \omega_0 / 1 \mp \frac{v_{ист.}}{v_{волны}}, \quad (2)$$

где знак (-) соответствует приближению источника к приёмнику, а (+) удалению.

При движении приёмника соответствующая формула имеет вид

$$\omega = \omega_0 \left(1 \pm \frac{v_{прием.}}{v_{волны}} \right), \quad (3)$$

где (+) соответствует сближению, а (-) удалению приёмника к источнику.

Разница в формулах обусловлена различными физическими процессами изменения частоты, если при движении источника источник набегаёт на волну и тем самым меняет её длину в среде, то во втором случае длина волны остаётся неизменной, а изменение частоты обусловлено тем, что набегающие приёмника увеличивает число воспринимаемых «гребней» движущейся волны.

Если исходить из представлений, что электромагнитные волны – это процесс возмущения эфира, то приведенные формулы остаются в силе и для электромагнитных волн и из соотношений (2), (3) следует, что при одном и том же изменении частоты разность скоростей источника и приёмника равна

$$\Delta v = v_{ист} - v_{приём} = \frac{v_{ист}^2}{c - v_{ист}}. \quad (4)$$

Известно, что резонансная флуоресценция при γ -излучении возможна при нахождении излучающего и поглощающего ядра в решетке твердого тела [8].

Это связано с тем, что отдача при излучении и поглощении γ -кванта происходит на весь кристалл, а не на излучающее ядро, что практически сводит к нулю смещение линии излучения относительно линии поглощения.

Естественная ширина спектральной линии Γ определяется временем жизни возбужденного ядра τ

$$\Gamma = \frac{\hbar}{\tau}.$$

Так в случае изотопов железа Fe^{57} $\tau \approx 10^{-7}$ с, а ширина спектральной линии $\Gamma = 6,7 \cdot 10^{-9}$ эВ. При малой энергии γ -кванта, в данном случае $E_\gamma = \hbar\omega_0 = 14,4$ кэВ и соответ-

ственно энергии отдачи $\frac{E_\gamma^2}{2m_{я}c^2} = 2,7 \cdot 10^{-6}$ эВ, разрешающая способность $R = \frac{\Gamma}{E_\gamma} = 4,6 \cdot 10^{-13}$

оказывается очень высокой.

Эта высокая разрешающая способность (узкая спектральная линия) и малая энергия отдачи позволяют использовать изотоп железа в матрице вещества в процессах без отдачи в широком диапазоне температур.

Паунд и Ребка [1] исследовали сверхтонкую структуру спектра железа, первый спутник относительно основной линии сдвинут на 2,7 мм/с в единицах скорости. Ширина линии спутника в единицах скорости 0,65 мм/с.

При скорости 2,7 мм/с разность скоростей источника и приёмника $\Delta v = 2,4 \cdot 10^{-9}$ мм/с, что составляет $3,4 \cdot 10^{-9}$ от ширины линии.

Так как в данном случае скорость мала, то соответственно и разность скоростей крайне мала. Увеличить скорость между источником и приёмником можно, например, если перевести железо в газообразное состояние, например в виде фторида железа. В этом случае из-за отдачи при излучении γ -кванта молекула фторида железа получит импульс отдачи, при этом линия поглощения сдвигается относительно линии излучения на величину $2,38 \cdot 10^{-3}$ эВ, что соответствует компенсирующей скорости 49,5 м/с.

В газовой фазе движение молекул приводит к Доплеровскому уширению спектральной линии. При комнатных температурах ширина линии для железа составляет порядка $2,9 \cdot 10^{-2}$ эВ.

При такой энергии отдачи разность энергий компенсирующих сдвиг линий при движении источника и приёмника $3,9 \cdot 10^{-10}$ эВ, что составляет $1,3 \cdot 10^{-8}$ от ширины спектральной линии.

Чтобы увеличить энергию отдачи можно воспользоваться, например изотопом вольфрама W^{182} , в виде фторида вольфрама с энергией перехода $E_{mn} = 100$ кэВ. В этом случае ширина спектральной линии 0,2 эВ, энергия отдачи $4,89 \cdot 10^{-2}$ эВ, скорость 147 м/с, а разность энергий компенсирующих сдвиг линий при движении источника и приёмника $2,4 \cdot 10^{-8}$ эВ, что составляет $1,2 \cdot 10^{-7}$ от ширины спектральной линии.

Таким образом, к сожалению, надеяться на то, что при таких соотношениях между шириной спектральных линий и разностью энергий, компенсирующих смещение спектральных линий при движении источника излучения и приёмника, что будет зафиксировано изменение в интенсивности

поглощения γ -квантов не приходится. К тому же реализовать движение приемника при скоростях порядка 100 м/с крайне сложная техническая задача.

Реализовать данную идею возможно, если использовать два изотопа, у которых энергии переходов обеспечат поглощение с разностью скоростей источника и поглотителя сравнимой с естественной шириной спектральных линий.

Приведенные результаты показывают, что надежда на то, что с помощью эффекта Доплера удастся обнаружить существование эфира, не оправдана.

Литература

1. *Larmor J.J.* Aether and matter. - Cambridge, 1900. - P. 167-177.
2. *Lorentz H.A.* Electromagnetic Phenomena in a System Moving with Any Velocity Less Than That of Light // Proc. Acad. Sci. Amsterdam. - 1904. - Vol. 6. - P. 809.
3. *Poincaré H.* Sur la dynamique de l'électron // Comptes Rendus. - 1905. - V. 140. - P. 1504–1508. (Перевод: Пуанкаре А.. Избранные труды. - М.: Наука, 1974. - Т. 3. - С. 429–432.)
4. *Einstein A.* Zur Elektrodynamik bewegter Körper // Annalen. der Phys., 1905, Band 17. - S. 891- 921. (Перевод: Эйнштейн А. Собрание сочинений. – М.: Наука, 1965. - Т. 1. - С. 7–35.)
5. *Pound R.V., Rebka I.A., Jr.* Resonant Absorption of the 14.4-keV γ Ray from 0.10- μ sec Fe^{57} // Phys. Rev. Lett. - 1959. – Vol. 3. - Issue 12. – P. 554-556.
6. *Pound R.V., Rebka I.A.* Apparent Weight of Photons // Phys. Rev. Lett. - 1960. - Vol. 4. - Issue 7. – P. 337-339
7. *Hay H.J., Schiffer J.P., Cranshaw T.E., Egelstaff P.A.* Measurement of the Red Shift in an Accelerated System Using the Mössbauer Effect in Fe^{57} // Phys. Rev. Lett. – 1960. – Vol. 4. - Issue 4. – P. 165-166.
8. *Sherwin C.W.* Some Recent Experimental Tests of the "Clock Paradox" // Phys. Rev. – 1960. - Vol. 120. - Issue 1. - P. 17-21.
9. *Champeney D.C., Isaak G.R., and Khan A.M.* "An "ether drift" experiment based on the Mössbauer effect" // Phys. Lett. – 1963. – Vol. 7. – P. 241–243.
10. *Шмидт-Омм В.-Д.* Некоторые новые измерения в связи с доказательством справедливости специальной теории относительности // УФН. – 1968. - Т. 69. - Вып.3. – С. 519-527.
11. *Артеха С.Н.* Критика основ теории относительности. - М.: Эдиториал УРСС, 2004. – 224 с. (Тезисный стандарт - минимум критики релятивизма, <http://www.antidogma.ru/library/standard.html>)
12. *Носков Н.К.* Теория запаздывания потенциала против теории относительности. Доступно на сайте www.n-t.ru, 2004 (электронная версия).
13. *Mössbauer R.L.* Kernresonanzfluoreszenz von Gammastrahlung in Ir^{191} . // Zeitschrift für Physik. – 1958. - Vol. 151. - P. 124–143.
14. Эффект Мессбауэра. Сборник статей. Вступительная статья Ю. Когана. - М. Издательство иностранной литературы, 1962.

Mössbauer effect and ether problem

A.I. Filip'ev

It is shown, that if to start with a hypothesis about existence of an electromagnetic ether carried away by the Earth Mössbauer effect use helps its detection.