

1. Опыты по измерению скорости света (в вакууме и воздухе). Можно выделить следующие подгруппы: кинематические астрономические методы (1А), кинематические время-пролетные методы с прерыванием светового луча (1Б), некинематические методы с измерением электрических зарядов и электрической постоянной (1В), некинематические методы на основе измерений частоты и длины световой волны (1Г). К подгруппе 1А относятся наблюдения Ремера и Бадделя, к подгруппе 1Б – опыты Физо с зубчатым колесом, Араго–Фуко с вращающимися зеркалами, Майкельсона с вращающейся зеркальной призмой, к подгруппе 1В – измерения Вебера и Кольрауша, к подгруппе 1Г – опыты с использованием резонаторов, мазеров и лазеров.

2. Опыты по измерению скорости света в покоящейся и движущейся среде. Можно выделить 2 подгруппы: эксперименты с покоящейся средой (2А) и эксперименты с движущейся средой (2Б). К подгруппе 2А относятся опыты Фуко по измерению скорости света в покоящейся воде, к подгруппе 2Б – опыт Физо по измерению скорости света в движущейся воде.

3. Опыты по обнаружению преимущественной («привилегированной») ИСО и движения Земли относительно гипотетического эфира. Можно выделить подгруппы: эксперименты, показавшие изотропный характер скорости света в вакууме (или в воздухе, показатель преломления которого близок к единице) с использованием источника света земного происхождения (3А); эксперименты, показавшие однородный характер скорости света в вакууме (или в воздухе, показатель преломления которого близок к единице) с использованием источника света земного происхождения (3Б); эксперименты с источниками света неземного происхождения (3В). К подгруппе 3А относится опыт Майкельсона–Морли, а также опыты по сравнению частот мазеров и лазеров, излучающих в разных направлениях; к подгруппе 3Б – опыт Кеннеди и Торндайка, к подгруппе 3В – опыт Томашека.

4. Наблюдения, связанные с проверкой справедливости баллистической гипотезы. Можно выделить подгруппы: астрономические наблюдения и эксперименты (4А), а также эксперименты в области микромира (4Б). К подгруппе 4А относятся наблюдения де Ситтера и опыты Бонч-Бруевича и Молчанова, к подгруппе 4Б – эксперименты по проверке независимости скорости гамма-квантов от скорости их источников (распадающихся или аннигилирующих релятивистских элементарных частиц либо релятивистских возбужденных атомных ядер).

Данная классификация хотя может претендовать на полный охват всех типов экспериментов, повлиявших на СТО, но она в явном виде не содержит разграничения между опытами, поставленными до 1905 г. (год создания СТО) и позднее. Кроме того, она, как и примеры, приведенные в таблице 1, страдает тем недостатком, что один и тот же опыт может подходить под разные классификационные признаки и одновременно относиться к разным группам. Например, опыт Бадделя может быть отнесен одновременно к подгруппам 1А и 3В, а опыт Томашека – одновременно к подгруппам 3В и 4А.

Заключение. Представленные примеры классификации основных экспериментов, повлиявших на формирование СТО, могут быть использованы в процессе преподавания основ СТО (по крайней мере, при обобщении и закреплении материала). Также можно предложить некоторым студентам (проявляющим соответствующие способности) составление аналогичных классификаций по каким-либо иным признакам в качестве самостоятельных творческих заданий.

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: учеб. пособие для вузов : в 5 т. / Д. В. Сивухин. – 3-е изд., стереот. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. – Т. IV : Оптика. – 792 с.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВЕРХНИХ ОГРАНИЧЕНИЙ В ФИЗИКЕ

А.И. Серый
Брест, УО «БрГУ имени А.С. Пушкина»

Актуальность проблемы заключается в том, что этому вопросу не уделяется должного внимания при изучении специальной теории относительности (далее – СТО) и других разделов физики в вузе (это касается и табличной систематизации соответствующих сведений).

Цель работы – продемонстрировать важность вопроса о влиянии точности измерений на обнаружение тех или иных эффектов в физике.

Материал и методы. Материалом для сравнительного анализа (в том числе в табличной форме) являются примеры величин из различных разделов физики, значения которых малы, и требуется достаточно высокая точность измерений для ответа на вопрос о том, отлично ли от нуля искомое значение.

Результаты и их обсуждение. См. таблицу 1.

Таблица 1 – Примеры малых величин и результатов поиска нижних границ их значений

| Предсказывается (предсказывалось) ли значение искомой величины в точности равным нулю | Нижняя граница на сегодняшний день | |
|--|--|--|
| | уже установлена (как отличная от нуля) | пока не установлена (т.е. неясно, равна она нулю или нет) |
| 1. Определенно нет | годовой параллакс звезд (не очень далеких) | скорость эфирного ветра (с возникновением волновой теории света и до создания СТО) [1, с. 332; 2, с. 27, 28] |
| 2. Однозначно ответить нельзя (все зависит от моделей соответствующих объектов и явлений) | 1) масса нейтрино; 2) постоянная распада отдельных долгоживущих изотопов лантаноидов (с периодом полураспада $\sim 10^{18}$ лет) | постоянная распада протона |
| 3. Скорее всего, да, т.е. равенство нулю практически не подвергается или не подвергалось (до определенного момента) сомнению | скорость вращения Меркурия вокруг своей оси в системе отсчета, жестко связанной с центрами Меркурия и Солнца | 1) электрический дипольный момент нейтрона [2, с. 267]; 2) скорость эфирного ветра (после создания СТО) |

По результатам опыта Майкельсона–Морли и других опытов в самом простом приближении можно было бы сказать, что эфирного ветра (и эфира) просто не существует в принципе. По этому пути пошел Эйнштейн. Но в настоящее время история уже научила физиков тому, что не следует делать поспешные выводы, поскольку постепенное повышение точности измерений иногда приводило к обнаружению эффектов, которые либо предсказывались однозначно, либо ожидалось в рамках тех или иных предположений. Данные рассуждения не призваны поддерживать гипотезу эфира, но призваны подчеркнуть, что формулировки типа «если эфир существует, то его скорость относительно Земли не превосходит такую-то величину» являются более корректными по сравнению с категоричными заявлениями о том, что эфирного ветра (и эфира) не существует в принципе. Можно сказать, что такие формулировки соответствуют культуре научных исследований в современной физике.

Выше в таблице 1 приведены примеры малых физических величин, поиск значений которых (при постоянном повышении точности) оказался плодотворным или (на сегодняшний день) пока безрезультатным с точки зрения установления нижней границы (при этом значение верхней границы постоянно уточняется или уточнялось).

Особый случай представляет собой пример с Меркурием. До 1960-х годов утверждение о том, что Меркурий всегда обращен к Солнцу одной и той же стороной, считалось наиболее правдоподобным (из определенных астрофизических соображений) и экспериментально просто не проверялось. С развитием радиолокационных методов это утверждение было пересмотрено, хотя все равно выяснилось, что по сравнению с Землей Меркурий вращается вокруг своей оси очень медленно.

Заключение. Представленные примеры могут быть использованы при обобщении и закреплении материала на обзорных лекциях. Также можно предложить студентам поиск новых примеров для таблицы 1 в качестве самостоятельных творческих заданий.

Таким образом, большего внимания заслуживают вопросы об использовании табличной формы сравнительного анализа в процессе преподавания физики в вузах и о верхних ограничениях для тех величин, значения которых обычно (без всяких оговорок при упрощенном изложении) принимаются равными нулю.

1. Угаров, В. А. Специальная теория относительности. / В. А. Угаров. – М. : Наука, 1977. – 384 с.
2. Физическая энциклопедия / Гл. ред. А. М. Прохоров; редкол. Д. М. Алексеев [и др.]. // М. : Большая рос. энциклопедия, 1992. – Т. 3. Магнитноплазменный – Пойнтинга теорема. – 672 с.