

СКОРОСТЬ СВЕТА

10.1. Скорость света c как одна из основных физических постоянных

Скорость света *) в вакууме c считается одной из основных физических постоянных.

1. c — это скорость распространения электромагнитного излучения в свободном от вещества пространстве, и ее величина не зависит от частоты излучения.

2. Никаким способом в пространстве, свободном от вещества или заполненном веществом, невозможно передать сигнал со скоростью, превышающей скорость света c .

3. Величина скорости света в свободном от вещества пространстве не зависит от того, относительно какой системы отсчета она определяется. Если в результате наблюдения оказалось, что в одной из инерциальных систем отсчета скорость света равна $c = 2,99793 \cdot 10^{10}$ см/сек, то, как показывает опыт, в другой инерциальной системе отсчета, движущейся параллельно направлению распространения светового сигнала со скоростью V относительно первой системы, скорость света равна c , а не $c+V$ или $c-V$.

4. Величина скорости света входит в уравнения электромагнитной теории Максвелла и в уравнение для определения величины силы Лоренца, если все эти уравнения выражены в гауссовой системе единиц.

5. Скорость света входит в безразмерную постоянную, обратную постоянной тонкой структуры:

$$\frac{\hbar c}{e^2} \cong 137,04,$$

*) Заметим, что выражение «скорость света» всегда следует понимать как скорость света (c) в свободном от вещества пространстве, если ясно не оговорено обратное. Скорость света в материальной среде всегда меньше c и может быть даже меньше, чем скорость движения заряженной частицы в той же среде (движение заряженных частиц в материальной среде со скоростью, превышающей скорость света в этой среде, называется эффектом Черенкова).

где $2\pi\hbar$ — постоянная Планка, а e — заряд протона. Постоянная тонкой структуры играет важную роль в атомной физике и будет рассмотрена в т. IV. Мы не располагаем теорией, которая предсказывала бы величину этой постоянной.

В этой главе рассматриваются главным образом эксперименты и экспериментальные результаты. Мы разберем способы измерения скорости света и экспериментального подтверждения инвариантности ее величины в любой инерциальной системе отсчета. Мы не будем здесь обсуждать вопросы об электромагнитной природе света и о законах его распространения в рефракционных и дисперсионных средах *), как, например, в твердых и жидких веществах. Эти вопросы изложены в т. III.

10.2. Измерение c

Для определения скорости света применялись многие методы **). Здесь мы перечисляем и кратко описываем некоторые из них.

Время прохождения светом диаметра орбиты Земли. Предположение, что скорость света должна иметь конечную величину, было сделано за много столетий до того, как люди смогли доказать

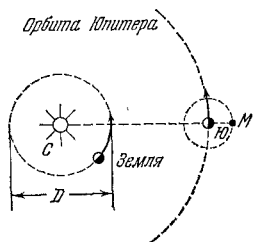


Рис. 10.1. Затмение спутника (М) Юпитера происходит тогда, когда Юпитер (Ю) находится между Солнцем (С) и спутником. Это происходит примерно через каждые 42 часа, в течение которых спутник М совершает оборот вокруг Юпитера.

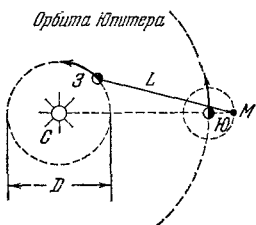


Рис. 10.2. На Земле (З) затмение наблюдается с запаздыванием на время $\Delta t = L/c$ после фактического затмения, потому что скорость света c имеет конечную величину.

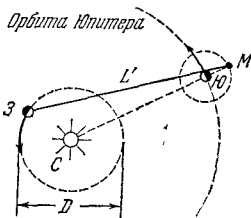


Рис. 10.3. Затмение, наблюдаемое на Земле через 6 месяцев. Теперь $L' \approx L + D$, так что $\Delta t' \approx L'/c + D/c = \Delta t + D/c$. Рёмер 1676 г. измерил $\Delta t + \Delta t'$ и использовал также принятое в его время значение D для определения c .

это экспериментально. Первое экспериментальное подтверждение конечности величины скорости света было дано Рёмером в 1676 г. Он обнаружил, что движение Ио, крупнейшего спутника Юпитера, совершается не совсем регулярно по времени. Было установлено,

*) Среда, показатель преломления которой не равен в точности единице, называется *рефракционной*. Если показатель преломления среды зависит от частоты, то такая среда называется *дисперсионной*.

***) Прекрасный обзор методов измерения скорости света дан на английском языке Бергстрандом в «Handbuch d. Physik» под ред. S. Flügge, т. 24, стр. 1—43 (Berlin, Springer-Verl., 1956). Значения c , которые мы приводим, взяты из таблицы Бергстранда. См. также J. F. Milligan, D. F. M. c. Donald, Am. J. Phys. 25, 180 (1957).