

«относительность» подчеркивает полную равноценность инерциальных систем отсчета. Термины «покой» и «равномерное и прямолинейное движение» имеют относительный характер. Только относительное движение имеет смысл в классической механике. Наоборот, понятие абсолютного покоя и абсолютного движения не имеют реального содержания. Принцип относительности в механике формулируют обычно словами «равномерное и прямолинейное движение системы материальных точек не влияет на внутреннее движение в системе». Принцип относительности классической механики (принцип Галилея) ограничен инерциальными системами отсчета.

В основе принципа относительности Галилея лежат представления классической физики о свойствах пространства и времени. Этот принцип, равно как и вытекающая из него формула сложения скоростей (2,4), подтверждаются таким обширным опытным материалом, в частности, связанным с миром непосредственно окружающих нас явлений, что его принято было считать чем-то самоочевидным.

§ 3. Попытки определения абсолютной скорости

Уже вскоре после создания теории электромагнитного поля Максвелла — Лоренца возник вопрос об ее обобщении на случай движущихся тел.

Существует, однако, глубокое различие между уравнениями классической механики и электродинамики.

Именно, в уравнения Максвелла входит характерная скорость, скорость распространения электромагнитных волн в пустоте (скорость света). Поэтому они не инвариантны относительно преобразований Галилея. В этом легко убедиться непосредственной подстановкой вместо скорости c суммы $(c+v)$.

Естественно, возник вопрос о том, относительно какой системы отсчета измеряется скорость света. Классическая электродинамика Лоренца давала на этот вопрос, казалось бы, однозначный ответ — относительно некоторой гипотетической среды, получившей название мирового эфира.

Эфиру приписывались свойства всепроникающей, однородной и изотропной среды, неподвижной и заполняющей все пространство. В теории Лоренца принималось существование абсолютной выделенной системы отсчета. Двигаться — это значит двигаться по отношению к эфиру, а скорость движения относительно эфира — абсолютная скорость.

Таким образом, в отличие от классической механики, в теории Лоренца была сделана решительная попытка отказаться от принципа относительности. То обстоятельство, что уравнения Максвелла — Лоренца, в отличие от уравнений Ньютона, ока-

зались не инвариантными относительно преобразований Галилея, казалось непосредственным следствием отказа от принципа относительности.

Ясно, что основным вопросом, стоявшим перед электродинамикой на рубеже XIX и XX веков, был вопрос об опытном определении абсолютной скорости и получении прямых доказательств существования эфира.

Мы не можем излагать здесь историю поисков эфира, которые могут до сих пор служить примером изобретательности и упорства многих исследователей.

Мы рассмотрим лишь принципиальную схему двух возможных экспериментов¹⁾. Пусть на некотором теле, движущемся относительно неподвижного эфира со скоростью v , установлены источник и приемник электромагнитных волн. Если направление источник — приемник совпадает с направлением движения тела относительно эфира v , то расстояние между ними l свет пройдет за время $T_1 = \frac{l}{c-v}$. Измеряя время T_1 , можно найти скорость v относительно эфира. Однако, поскольку c очень велико, а доступные в конце прошлого века скорости v малы, такое измерение лежало за пределами возможной точности эксперимента. Можно было, однако, сравнить время T_1 с временем T_2 , в течение которого свет проходит такое же расстояние l в направлении, перпендикулярном к скорости v . За время T_2 приемник проходит путь (vT_2) относительно эфира, так что полный путь, проходимый светом от источника до приемника, равен $\sqrt{l^2 + v^2 T_2^2}$. Соответственно для времени T_2 имеем

$$T_2 = \frac{1}{c} \sqrt{l^2 + v^2 T_2^2}$$

или

$$T_2 = \frac{l}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

Заставляя интерферировать лучи, двигавшиеся от источника к приемнику вдоль направления скорости v и в перпендикулярном направлении, можно было определить разность T_1 и T_2 и скорость v с большой степенью точности.

В 1881 г. подобный опыт был осуществлен Майкельсоном, который воспользовался в качестве скорости источника скоростью орбитального движения Земли.

¹⁾ См., например, Абрагам-Беккер, Электрошная теория, ИЛ, 1960; В. Паповский и И. Филлипс, Классическая электродинамика, Физматгиз, 1963 и, особенно, Л. И. Мандельштам, Собр. соч., ч. V, Изд-во АН СССР, 1950. В этих книгах читатель может ознакомиться как с историей вопроса, так и с фактической методикой проведения экспериментов.

Он заставлял интерферировать лучи, прошедшие пути от источника к приемнику по направлению движения Земли и в перпендикулярном к нему направлении. Заметим, что в настоящее время точность измерений молекулярной электроники позволяет измерить разность ($T_1 - T_2$) непосредственно, не прибегая к интерференции.

К удивлению современников Майкельсона, никакого различия во временах T_1 и T_2 не удалось обнаружить. Оказалось, что с огромной степенью точности T_1 и T_2 были равны друг другу.

Другим принципиальным экспериментом мог бы служить следующий непосредственный опыт. Пусть источник света движется, а приемник покоится относительно эфира. Тогда можно непосредственно найти зависимость скорости света от скорости источника. В качестве излучения, приходящего на Землю от движущегося источника, Де Ситтер (в 1912 г.) предложил выбрать излучение так называемых двойных звезд. Последние представляют две близкие друг к другу звезды, обращающиеся вокруг общего центра тяжести. Наблюдая скорость света, излученного при движении звезды в направлении к Земле и в противоположном направлении (через половину периода обращения), можно было определить скорость звезды относительно эфира. Однако и здесь не было обнаружено никакого влияния движения источника на величину скорости света.

Был сделан целый ряд попыток объяснения отрицательного результата этих и многих других, сходных с ними экспериментов (например, изменение закона взаимодействия между зарядами с величиной их абсолютной скорости, § 20). Однако все эти попытки оказались неудовлетворительными. Решение проблемы было дано лишь в теории относительности Эйнштейна.

§ 4. Постулаты теории относительности Эйнштейна

Отрицательный результат опыта Майкельсона побудил Эйнштейна пересмотреть исходные понятия классической физики и прежде всего представления о свойствах пространства и времени.

В результате им была создана теория относительности, именуемая также частной или специальной теорией относительности.

В основу теории относительности положены два принципа или постулата:

- 1) принцип относительности Эйнштейна;
- 2) принцип существования предельной скорости распространения взаимодействий.