**История физики: теория относительности**

Горяев М.А.

В конце 19 - начале 20 века в физике были сделаны важные открытия, которые в значительной мере видоизменили классическую физику и внесли революционные идеи в понимание окружающих нас физических явлений, прежде всего, на уровнях микро- и мегамира. При этом всё развитие новейшей физики, в особенности, учения о строении материи поразительно точно соответствует гениальному пророчеству Ньютона, которое он высказал в своей "Оптике": "Мельчайшие частицы материи могут сцепляться посредством сильнейших притяжений, составляя большие частицы, но более слабые; многие из них могут также сцепляться и составлять еще большие частицы с еще более слабой силой - и так в ряде последовательностей, пока прогрессия не закончится самыми большими частицами, от которых зависят химические действия и цвета природных тел; при сцеплении таких частиц составляются тела заметной величины... Таким образом, в природе существуют агенты, способные сжимать вместе частицы тел весьма сильными притяжениями. Обязанность экспериментальной философии их разыскать".

Во второй половине 19 века появились трудно преодолимые противоречия в классической физике. Одно из них связано с опытом Альберта Майкельсона (1852-1931), в котором он установил, что эфир движется вместе с Землей, что противоречило наблюдениям по аберрации света. С другой стороны, уравнения Максвелла неинвариантны относительно преобразований Галилея. В 1904 г. Лоренц нашел, что эти противоречия снимаются при другом виде преобразований, которые получили название лоренцовых.

Лоренц Хендрик Антон (18.07.1853-04.02.1928) - нидерландский физик, член Нидерландской и многих других академий наук и научных обществ, иностранный член-корреспондент Петербургской АН (1910), почетный член АН СССР (1925). Родился в Арнеме. Учился в Лейденском университете, степень доктора (1875). В 1878-1913 - профессор Лейденского университета и заведующий кафедрой теоретической физики. С 1913 - директор физического кабинета Тейлеровского музея в Гарлеме.

Работы в области электродинамики, термодинамики, статистической механики, оптики, теории излучения, теории металлов, атомной физики. Создал классическую электронную теорию как теорию электрических, магнитных и оптических свойств вещества и электромагнитных явлений на основе теории Максвелла-Герца и анализа движения дискретных электрических зарядов (уравнения Лоренца-Максвелла). Вывел формулу связи диэлектрической проницаемости с плотностью диэлектрика и зависимость показателя преломления вещества от его плотности (формула Лоренца-Лоренца), дал выражение для силы, действующей на электрический заряд в электромагнитном поле (сила Лоренца), объяснил зависимость электропроводности вещества от его теплопроводности, развил теорию дисперсии света. Предсказал расщепление спектральных линий в магнитном поле и после открытия в 1896 этого явления П.Зееманом разработал его теорию (Нобелевская премия, 1902).

Независимо от Дж.Фитцжеральда в 1892 выдвинул гипотезу о сокращении размеров тел в направлении их движения (сокращение Лоренца-Фитцжеральда), ввел в 1895 понятие о местном времени. Вывел формулы, связывающие пространственные координаты и моменты времени одного и того же события в различных инерциальных системах отсчета, получил зависимость массы электрона от скорости, подготовив переход к теории относительности.

Был организатором и председателем (1911-27) Сольвеевских конгрессов физиков.

Однако применение преобразований Лоренца было чисто формальным решением проблемы. В 1904-05 г.г. Пуанкаре показал, что невозможно обнаружить абсолютное движение, исходя из представлений об эфире и уравнений Максвелла-Лоренца, и в 1905 г. в работе "О динамике электрона" развил математические следствия постулата относительности.

Пуанкаре Жюль Анри (29.04.1854-17.07.1912) - французский математик, физик, астроном и философ, член Парижской АН (1887), почетный член многих академий наук, член-корреспондент Петербургской АН (1895), медали Дж.Сильвестера, Н.И.Лобачевского и др. Родился в Нанси. Учился в Политехнической школе, окончил горную школу (1879). С 1881 работал в Парижском университете (с 1886 - заведующий кафедрой). В 1883-97 - репетитор, в 1904-08 - профессор Политехнической школы, с 1902 - также заведующий кафедрой Высшей школы ведомства связи.

Физические работы относятся к области теории относительности, термодинамики, электричества, оптики, теории упругости, молекулярной физики. Независимо от А.Эйнштейна высказал принцип относительности в качестве всеобщего положения. В математике большой цикл работ относится к теории дифференциальных уравнений, Пуанкаре провел важные исследования в теории трансцендентных функций, топологии. Широко применил свои математические результаты в небесной механике и физике.

Радикально согласовать механику и электродинамику удалось лишь с появлением в 1905 г. работы Эйнштейна "К электродинамике движущихся тел".

Эйнштейн Альберт (14.03.1879–18.01.1955) – физик-теоретик, член многих академий наук и научных обществ, иностранный член АН СССР (1926), медали Копли, Франклина и др., в его честь назван 99 химический элемент - эйнштейний. Родился в Ульме в семье предпринимателя. Окончил Федеральный технологический институт в Цюрихе (1901), получил степень доктора в Цюрихском университете (1905). В 1902-08 работал в патентном бюро в Берне, в 1909-12 – профессор Цюрихского политехникума, в 1911 – профессор Немецкого университета в Праге, в 1914-33 – профессор Берлинского университета и директор Института физики. После установления фашизма в Германии в 1933 переехал в США, где до конца жизни работал в Принстонском институте перспективных исследований.

Создатель специальной и общей теорий относительности, коренным образом изменивших представление о пространстве, времени и материи. Эти теории заставили пересмотреть основные положения классической физики в случае движения со скоростями, соизмеримыми со скоростью света. Все положения и выводы специальной теории относительности подтвердились в многочисленных экспериментах. В 1905 открыл закон взаимосвязи массы и энергии, который лежит в основе расчета энергетического баланса ядерных реакций, всей ядерной физики.

Эйнштейн сыграл важную роль в создании квантовой теории, ввел в 1905 представление о квантовой структуре самого излучения, теоретически открыл фотон, экспериментально обнаруженный А.Комптоном в 1922. Исходя из квантовых представлений, объяснил фотоэффект, правило Стокса для флуоресценции, фотоионизацию и другие световые явления, которые не могла объяснить электромагнитная теория света (Нобелевская премия, 1921). В 1907 распространил идеи квантовой теории на процессы тепловых колебаний в твердом теле, объяснив уменьшение теплоемкости при понижении температуры и разработав первую квантовую теорию теплоемкости твердых тел. В 1909 рассмотрел корпускулярно-волновой дуализм для излучения, получил формулу для флуктуаций энергии равновесного излучения. В 1912 установил основной закон фотохимии: каждый поглощенный фотон вызывает элементарную фотореакцию. Предсказал в 1916-17 явление индуцированного излучения, ввел вероятности спонтанного и вынужденного излучения (коэффициенты Эйнштейна).

В статистической физике развил молекулярно-статистическую теорию броуновского движения, в 1924-25 создал квантовую статистику частиц с целым спином (статистика Бозе-Эйнштейна). В 1915 предсказал и совместно с В. де Гаазом экспериментально обнаружил изменение механического момента при намагничивании тела (эффект Эйнштейна-де Гааза).

В 1915 завершил создание общей теории относительности или современной релятивистской теории тяготения, установившей связь между пространством-временем и материей. В ее основе лежат принципы эквивалентности (отношение инертной и гравитационной масс одинаково для всех тел) и относительности. Общая теория относительности объясняет сущность тяготения, состоящую в изменении геометрических свойств, искривления четырехмерного пространства вокруг тел, которые создают поле тяготения. Она экспериментально подтвердилась в искривлении светового луча в поле тяготения Солнца, смещении перигелия Меркурия и гравитационном красном смещении. В 1916 постулировал гравитационные волны и в 1918 вывел формулу для мощности гравитационного излучения. Начиная с 1933, Эйнштейн занимался вопросами космологии и единой теории поля, но построить последнюю не удалось.

Эйнштейн, прежде всего, обратил внимание на асимметрию уравнений Максвелла для движущихся тел и поставил задачу добиться инвариантности законов и механики, и электродинамики во всех инерциальных системах (принцип относительности). Другой принцип новой теории - постоянство скорости света. В релятивистской теории пересматривается такое фундаментальное понятие как время, а также меняется представление о массе, которая в определенном смысле становится эквивалентной энергии. Эти положения специальной теории относительности, конечно, были очень новы, но почти сразу же получили дополнительные экспериментальные подтверждения, в частности, по релятивистскому изменению массы в ряде ядерных явлений.

Вслед за этим Эйнштейном была сформулирована и общая теория относительности, в которой утверждался принцип эквивалентности поля тяготения и ускоренного движения. Основным постулатом теории опять же стало требование инвариантности законов физики в любых системах отсчета, в том числе и неинерциальных. Эта теория также получила экспериментальное подтверждение по исследованию отклонения светового луча в гравитационном поле и в других астрономических наблюдениях.

Теперь уже теория относительности считается частью классической физики, т.к. основным ее законам не противоречит, а лишь раздвигает границы ее применимости. Кроме того, объединив понятия пространства и времени, энергии и массы, тяготения и инерции, эта теория в определенной степени воплотила основную идею 19 века по созданию единой картины мира.