Реферат по предмету: Концепции Современного Естествознания

Тема: Квантовая механика

Смирновой Л.В.

2 курс, 3 итал. гр.

28 декабря 2004

**Квантовая механика.**

Квантовая механика – это физическая теория, устанавливающая способ описания и законы движения на микроуровне. Ее начало совпало с началом века. М. Планк в 1900 году предположил, что свет испускается неделимыми порциями энергии – квантами, и математически представил это в виде формулы E=hv, где v – частота света, а h – универсальная постоянная, характеризующая меру дискретной порции энергии, которой обмениваются вещество и излучение. В атомную теорию вошли таким образом прерывистые физические величины, которые могут изменяться только скачками.

Последующее изучение явлений микромира привело к результатам, которые резко расходились с общепринятыми в классической физике и даже теории относительности представлениями. Классическая физика видела свою цель в описании объектов, существующих в пространстве и в формулировке законов, управляющих их изменениями во времени. Но для таких явлений, как радиоактивный распад, дифракция, испускание спектральных линий, можно утверждать лишь, что имеется некоторая вероятность того, что индивидуальный объект таков и что он имеет такое-то свойство. В квантовой механике нет места для законов, управляющих изменениями индивидуального объекта во времени.

Для классической механики характерно описание частиц путем задания их положения и скоростей и зависимости этих величин от времени. В квантовой механике одинаковые частицы в одинаковых условиях могут вести себя по-разному. Эксперимент с двумя отверстиями, через которые проходит электрон, позволяет и требует применения вероятностных представлений. Нельзя сказать, через какое отверстие пройдет данный электрон, но если их много, то можно предположить, что часть их проходит через одно отверстие, часть – через другое. Законы квантовой механики – законы статистического характера. «Мы можем предсказать, сколько приблизительно атомов радиоактивного вещества распадутся в следующие полчаса, но мы не можем сказать… почему именно эти отдельные атомы обречены на гибель» (Эйнштейн А., Инфельд Л. Цит. соч).

В микромире господствует статистика, а не уравнения Максвелла или законы Ньютона. «Вместо этого мы имеем законы, управляющие изменениями во времени» (там же). Статистические законы можно применить только к большим совокупностям, но не к отдельным индивидуумам. Квантовая механика отказывается от поиска индивидуальных законов элементарных частиц и устанавливает статистические законы. На базе квантовой механики невозможно описать положение и скорость элементарной частицы или предсказать ее будущий путь. Волны вероятности говорят нам о вероятности встретить электрон в том или ином месте.

В. Гейзенберг делает такой вывод: «В экспериментах с атомными процессами мы имеем дело с вещами и фактами, которые столь же реальны, сколь реальны любые явления повседневной жизни. Но атомы или элементарные частицы реальны не в такой степени. Они образуют скорее мир тенденций или возможностей, чем мир вещей и фактов».

В первой модели атома, построенной на основе экспериментального обнаружения квантования света, Н. Бор (1913 год) объяснил это явление тем, что излучение происходит при переходе электрона с одной орбиты на другую, при этом рождается квант света с энергией, равной разности энергий уровней, между которыми осуществляется переход. Так возникает линейчатый спектр – основная особенность атомных спектров (в спектрах оказываются лишь определенные длины волн).

Важная особенность явлений микромира заключается в том, что электрон ведет себя подобно частице, когда движется во внешнем электрическом или магнитном поле, и подобно волне, когда дифрагирует, проходя сквозь кристалл. Поведение потока частиц – электронов, атомов, молекул – при встрече с препятствиями или отверстиями атомных размеров подчиняется волновым законам: наблюдаются явления дифракции, интерференции, отражения, преломления и т. п. Луи де Бройль предположил, что электрон – это волна определенной длины.

Дифракция подтверждает волновую гипотезу, отсутствие увеличения энергии выбиваемых светом частиц – квантовую. Это и получило название корпускулярно-волнового дуализма. Как же описывать процессы в микромире, если «нет никаких шансов последовательно описывать световые явления, выбрав только какую-либо одну из двух возможных теорий – волновую или квантовую»? (Эйнштейн А., Инфельд Л. Цит. соч).

Некоторые эффекты объясняются волновой теорией, некоторые другие – квантовой. Поэтому следует использовать разные формулы и из волновой, и из квантовой теории для более полного описания процессов – таков смысл принципа дополнительности Н. Бора. «Усилия Бора были направлены на то, чтобы сохранить за обоими наглядными представлениями, корпускулярным и волновым, одинаковое право на существование, причем он пытался показать, что хотя эти представления возможно исключают друг друга, однако они лишь вместе делают возможным полное описание процессов в атоме» (Гейзенберг В. Цит. соч).

С принципом дополнительности связано и так называемое «соотношение неопределенностей», сформулированное в 1927 году Вернером Гейзенбергом, в соответствии с которым в квантовой механике не существует состояний, в которых и местоположение, и количество движения (произведение массы на скорость) имели бы вполне определенное значение. Частица со строго определенным импульсом совершенно не локализована. Чем более определенным становится импульс, тем менее определенно её положение.

Соотношение неопределенностей гласит, что для абсолютно точной локализации микрочастицы необходимы бесконечно большие импульсы, что физически не может быть осуществлено. Более того, современная физика элементарных частиц показывает, что ври очень сильных воздействия на частицу, она вообще не сохраняется, а происходит даже множественное рождение частиц.

В более общем плане можно сказать, что только часть относящихся квантовой системе физических величин может иметь одновременно точные значения, остальные величины оказываются неопределенными. Поэтому во всякой квантовой системе не могут одновременно равняться нулю все физические величины.

Энергию систем также можно измерить с точностью, не превышающей определенной величины. Причина этого – во взаимодействии системы с измерительным прибором, который препятствует точному измерению энергии. Из соотношения неопределенностей вытекает, что энергии возбужденных состояний атомов, молекул, ядер не могут быть строго определенными. На этом выводе и основана гипотеза происхождения Вселенной из «возбужденного вакуума».

Значение эксперимента возросло в квантовой механике до такой степени, что, как пишет Гейзенберг, «наблюдение играет решающую роль в атомном событии и что реальность различается в зависимости от того, наблюдаем мы ее или нет» (Гейзенберг В. Цит. соч). Из данного обстоятельства, заключающегося в том, что сам измерительный прибор влияет на результаты измерения и участвует в формировании изучаемого явления, следовало, во-первых, представление об особой «физической реальности», которой присущ данный феномен, а во-вторых, представление о субъект-объектном единстве как единстве измерительного прибора и изучаемой реальности. «Квантовая теория уже не допускает вполне объективного описания природы» (там же). Человек перешел на тот уровень исследования, где его влияние оказывается неустранимым в ходе эксперимента, и фиксируемым результатом является взаимодействие изучаемого объекта и измерительного прибора.

Итак, принципиально новыми моментами в исследовании микромира стали:

1. каждая элементарная частица обладает как корпускулярными, так и волновыми свойствами;
2. вещество может переходить в излучение (аннигиляция частицы и античастицы дает фотон, т.е. квант света);
3. можно предсказать место и импульс элементарной частицы только с определенной вероятностью;
4. прибор, исследующий реальность, влияет на нее;
5. точное измерение возможно только при потоке частиц, но не одной частицы.

По существу, относительность восторжествовала и в квантовой механике, так как ученые признали, что нельзя:

1. найти объективную истину безотносительно от измерительной прибора;
2. знать одновременно и положение, и скорость частиц;
3. установить, имеем ли мы в микромире дело с частицами или волнами.

Это и есть торжество относительности в физике XX века.

## В глубь материи

В химии элементом назвали субстанцию, которая не могла быть разложена или расщеплена какими угодно средствами, имевшимися в то время в распоряжении ученых: кипячением, сжиганием, растворением, смешиванием с другими веществами. Затем в физике появилось понятие атома, заимствованное у Демокрита (с греч. «неделимый»), которым была названа мельчайшая единица материи, входящая в состав химического элемента. Химический элемент состоит из одинаковых атомов.

Потом выяснилось, что сам атом состоит из элементарных частиц. В первой модели атом, предложенной Э. Резерфордом, электроны движутся вокруг ядра, как планеты вокруг Солнца (планетарная модель атома). Установлено, что поперечник атома составляет 10-8 см, а ядра – 10-12 см. Масса протона больше массы электрона в 2000 раз. Плотность ядра 1014 г/см. Превращение химических веществ друг в друга, о чем мечтали алхимики, возможно, но для этого нужно изменить атомное ядро, а это требует энергий, в миллионы раз превосходящих те, которые имеют место при химических процессах.

В XX веке открыто огромное количество элементарных частиц и выявлены закономерности их взаимодействия. Их можно разделить на несколько групп: адроны (из них состоят ядра), лептоны (электроны, нейтрино), фотоны (кванты света без массы покоя). Фотоны и нейтрино движутся со скоростью света.

Немецкий физик П. Дирак предсказал в 1936 году существование античастиц с той же массой, что и частицы, но зарядом противоположного знака. К настоящему времени на ускорителях высоких энергий получены позитроны (античастиц электронов) и антипротоны. При столкновении частица и античастица аннигилируют с выделением фотонов – безмассовых частиц света (вещество переходит в излучение). В результате взаимодействия фотонов могут рождаться пары «частица – античастица».

Открытие все большего количества элементарных частиц подтвердило взаимопревращение вещества и энергии (предсказанное, впрочем, Анаксимандром), так что материя, которая прежде отождествлялась с веществом, все больше начала походить на материю как «потенцию» в смысле Аристотеля, которая нуждается в форме, чтобы стать вещественной реальностью.

Понятия химического элемента и элементарной частицы свидетельствуют о том, что и то, и другое когда-то предполагалось простым и бесструктурным. Затем ученые перестали употреблять для каждого нового уровня одно и тоже слово элемент-неделимый, и для следующего уровня взяли ничего конкретного не значащее слово из художественного произведения «кварк». Может так, точнее и ближе к истине. Все кажется элементарным, пока не обнаружишь его составные части. Будет ли конец возможности расщепления, определит только прогресс научного знания.

Теоретически предсказанные кварки, главной особенностью которых является дробный заряд, были затем экспериментально найдены. По сообщениям американских ученых в 1994 году обнаружен последний из шести разновидностей, самый тяжелый кварк.

## Физические взаимодействия

Известны четыре основных физических взаимодействия, которые определяют структуру нашего мира: сильные, слабые, электромагнитные и гравитационные.

I. *Сильные взаимодействия* имеют место между адронами (от греч. «адрос» - сильный) – это нуклоны (протоны и нейтроны) и гипероны, и мезоны. Сильные взаимодействия возможны только на больших расстояниях (радиус примерно 10-13 см).

Одно из проявлений сильных взаимодействий – ядерные силы. Сильные взаимодействия открыты Э. Резерфордом в 1911 году одновременно с открытием атомного ядра (этими силами объясняется рассеяние α-частиц, проходящих через вещество). Согласно гипотезе Юкавы (1935 г.) сильные взаимодействия состоят в испускании промежуточной частицы – переносчика ядерных сил. Это пи-мезон, обнаруженный в 1947 году, с массой в 6 раз меньше массы нуклона, и найденные позже другие мезоны. Нуклоны окружены «облаками» мезонов.

Нуклоны могут приходить в возбужденные состояния – барионные резонансы – и обмениваться при этом иными частицами. При столкновении барионов их облака перекрываются и «возбуждаются», испуская частицы в направлении разлетающихся облаков. Из центральной области столкновения могут испускаться в различных направлениях более медленные вторичные частицы. Ядерные силы не зависят от заряда частиц. В сильных взаимодействиях величина заряда сохраняется.

II. *Электромагнитное взаимодействие* в 100-1000 раз слабее вильного взаимодействия. При нем происходят испускание и поглощение «частиц света» - фотонов.

III. *Слабые взаимодействия* слабее электромагнитного, но сильнее гравитационного. Радиус действия на два порядка меньше радиуса сильного взаимодействия. За счет слабого взаимодействия светит Солнце (протон превращается в нейтрон, позитрон и нейтрино). Испускаемое нейтрино обладает огромной проницающей способностью – оно проходит через железную плиту толщиной миллиард км. При слабых взаимодействиях меняется заряд частиц.

Слабое взаимодействие представляет собой не контактное взаимодействие, а осуществляется путем обмена промежуточными тяжелыми частицами – бозонами, аналогичными фотону. Бозон виртуален и нестабилен.

IV. *Гравитационное взаимодействие* во много раз слабее электромагнитного. «Спустя 100 лет после того, как Ньютон открыл закон тяготения, Кулон обнаружил такую же зависимость электрической силы от расстояния. Но закон Ньютона и закон Кулона существенно различаются в следующих двух отношениях. Гравитационное притяжение существует всегда, в то время как электрические силы существую только в том случае, если тела обладают электрически зарядами. В законе тяготения имеется только притяжение, а электрические силы могут как притягивать, так и отталкивать» (Эйнштейн А., Инфельд Л. Цит. соч).

Одна из главных задач современной физики – создать общую теория поля и физических взаимоотношений. Но действительное развитие науки далеко не всегда совпадает с планируемым.

Новый диалог с природой возникает и в результате изучения механизмов эволюции неживых систем в новой науке – синергетике. «Установившееся в результате успехов науки, ставшее для европейцев традиционным видение мира – взгляд со стороны. Человек ставит опыты, ищет объяснение их результатам, но сам себя частью изучаемой природы не считает. Он – вне ее, выше. Теперь же начинают изучать природу изнутри, учитывать и наше личное присутствие во Вселенной, принимать во внимание наши чувства и эмоции» (И. Пригожин. Краткий миг торжества).

Использованная литература:

1. А.А. Горелов «Концепции современного естествознания», 2000
2. Эйнштейн А., Инфельд Л. «Эволюция физики», 1965
3. Пригожин И., Стенгерс И. «Время, хаос, квант»