

Горбачев В.В., Калашников Н.П., Кожевников Н.М. Концепции современного естествознания. Интернет-тестирование базовых знаний: учебное пособие. – СПб.: Изд-во «Лань», 2010. – 208 с.

Развитие научных исследовательских программ и картин мира

-В античном естествознании сложилось глобальное представление о Вселенной как *упорядоченной, законосообразной системе, подчиненной вечному объективному порядку*. Найти первопричину этого порядка, выявить общие принципы, лежащие в основе всего сущего, рационально объяснить мир - считалось главной целью древнегреческих философов. Многие из них искали эту первопричину в окружающем мире (вода у Фалеса Милетского, огонь у Гераклита, воздух у Анаксимена, все четыре стихии – вода, воздух, земля и огонь – у Эмпедокла) другие постулировали существование «невидимых» объектов (апейрон у Анаксимандра, эфир у Пифагора).

-Древнегреческие философы были убеждены в том, что каждое событие, каждое природное явление имеет естественную причину (принцип причинности в первоначальной форме), причем причина должна предшествовать следствию.

-С древнейших времен существовали два противоположных представления о структуре материального мира. Одно из них – *континуальная* концепция Анаксагора-Аристотеля – базировалось на идее непрерывности, внутренней однородности, «сплошности» и, по-видимому, было связано с непосредственными чувственными впечатлениями, которые производят вода, воздух, свет и т. п. Материю, согласно этой концепции, можно делить до бесконечности и это является критерием ее непрерывности. Заполняя все пространство целиком, материя не оставляет пустоты внутри себя.

-Аристотель считал, что мир представляет собой вращающийся Космос и его движение началось в каком-то малом объеме пространства от первоначального толчка (это хорошо согласуется с одной из современных теорий происхождения Вселенной — теорией Большого Взрыва и расширяющейся Вселенной). Сам Космос является некой ограниченной сферой, в центре которой расположена Земля. Пространство и время существуют только в пределах этого Космоса и заполнены «первичной материей». Первичная материя под воздействием комбинации «первичных сил» – горячего, холодного, сухого и мокрого – переходит в одну из четырех «стихий»: огонь, воздух, воду и землю. Стихии, в свою очередь, могут как переходить из одной в другую, так и вступать в различные соединения и образовывать «вещества»: камни, металлы, мясо, кровь, глину, шерсть и т.д. И как логичный результат — из веществ создаются тела.

-Аристотель ввел также понятие естественных и насильственных движений тел. Для земных тел естественным является перемещение или вниз («тяжелые» тела), или вверх («легкие» тела), причем считалось, что причина естественных движений заложена в их природе. Для небесных тел естественным предполагалось их круговое движение вокруг Земли как центра Космоса. Насильственное движение объяснялось действием сил на тела,

и оно прекращалось, если сила переставала действовать. Представления об естественных и насильственных силах и вызванных ими движениях вытекали из повседневной практики и наблюдений за движением тел в реальной жизни и были приняты в науке до XVIII в. К этому времени представление о силе как причине движения стало основой классической механики Галилея — Ньютона.

-Другое представление о материи – *атомистическая (корпускулярная)* концепция Левкиппа-Демокрита – было основано на дискретности пространственно-временного строения материи, «зернистости» реальных объектов и отражало уверенность человека в возможность деления материальных объектов на части лишь до определенного предела – до *атомов*, которые в своем бесконечном разнообразии (по величине, форме, порядку) сочетаются различными способами и порождают все многообразие объектов и явлений реального мира. При таком подходе необходимым условием движения и сочетания реальных атомов является существование *пустого пространства*. Таким образом, корпускулярный мир Левкиппа-Демокрита образован двумя фундаментальными началами – *атомами и пустотой*, а материя при этом обладает атомистической структурой. Атомы по представлению древних греков не возникают и не уничтожаются, их вечность проистекает из бесконечности времени. Конечно, атомы древнегреческих философов не имели ничего общего, кроме названия (атом означает “неделимый”), с нашим представлением об этих объектах.

-Эти представления о структуре материи просуществовали фактически без существенных изменений до начала XX века, оставаясь двумя *антиномиями* – противоречащими друг другу высказываниями о предмете, допускающими одинаково убедительное обоснование.

-Развитие естествознания за прошедшие две с половиной тысячи лет сопровождалось последовательной сменой научных картин мира: механическая (XVII век), электромагнитная (XIX век), неклассическая (1-я половина XX века), современная эволюционная.

Развитие представлений о материи

-Главной целью древнегреческих философов было найти первопричину порядка в мире, выявить общие принципы, лежащие в основе всего сущего, рационально объяснить мир

-Триумф ньютоновской механики значительно укрепил позиции сторонников *корпускулярной* структуры материи. И хотя эмпирических доказательств «зернистости» газов, жидкостей, твердых тел, световых пучков в то время не существовало, сама идея считать все объекты природы состоящими из *взаимодействующих материальных точек* была слишком привлекательной, чтобы ею не воспользоваться. Ведь тогда достаточно задать начальное состояние всех этих материальных точек и решить соответствующие уравнения движения, чтобы объяснить наблюдаемые в природе явления и предсказать их эволюцию (*детерминизм Лапласа*). Корпускулярный подход оказался чрезвычайно плодотворным в различных областях естествознания. Прежде всего, это, конечно, относится к ньютоновской механике материальных точек. Очень эффективной оказалась и основанная на корпускулярных представлениях *молекулярно-кинетическая теория* вещества, в рамках которой были интерпретированы законы термодинамики. Правда, механистический подход в чистом виде оказался здесь неприменимым, так как проследить

за движением 10^{23} материальных точек, находящихся в одном моле вещества, не под силу даже современному компьютеру. Однако если интересоваться только усредненным вкладом хаотически движущихся материальных точек в непосредственно измеряемые макроскопические величины (например, давление газа на стенку сосуда), то получалось прекрасное согласие теоретических и экспериментальных результатов.

-В 1860 - 1865 г.г. великий последователь Фарадея Дж. К. Максвелл показал, что электричество и магнетизм не просто тесно связаны друг с другом, а, во-первых, представляют собой единое электромагнитное поле, в котором, во-вторых, могут распространяться волны электромагнитных колебаний, в определенном частотном диапазоне воспринимаемые как свет. Электромагнитная теория Максвелла легла в основу электромагнитной картины мира, в соответствии с которой материя существует в двух формах: вещество (корпускулярный подход) и поле (континуальный подход). Триумфом такого подхода стала классическая электродинамика, созданная Г. А. Лоренцем, которая блестяще описала практически все известные к тому времени электрические и оптические свойства вещества.

=В современной естественнонаучной картине мира наиболее глубокий уровень материи представляет собой элементарные частицы - фермионы и бозоны (причем последние являются частицами-переносчиками фундаментального физического взаимодействия) и физический вакуум.

Развитие представлений о движении

-Вопрос о движении в мире относится к фундаментальным вопросам (наряду с такими проблемами, как сущность и виды материи, пространство и время, взаимодействие, причинность, закономерность и случайность, происхождение мира и другие), на которые должна дать ответ научная картина мира.

-В Древней Греции (Аристотель) различали естественное и насильственное движение тел. Для земных тел естественным является перемещение или вниз («тяжелые» тела), или вверх («легкие» тела), причем считалось, что причина естественных движений заложена в их природе. Для небесных тел естественным предполагалось их круговое движение вокруг Земли как центра Космоса. Насильственное движение объяснялось действием сил на тела, и оно прекращалось, если сила переставала действовать. Представления об естественных и насильственных силах и вызванных ими движениях вытекали из повседневной практики и наблюдений за движением тел в реальной жизни и были приняты в науке до XVIII в.

-В основе классической механики лежит понятие *материальной точки*, положение которой в пространстве характеризуется *радиус-вектором* \mathbf{r} . При движении (перемещении) материальной точки конец радиус вектора описывает в пространстве линию, называемую *траекторией*. Производная радиус-вектора $\mathbf{r}' = \mathbf{v}$ представляет собой *скорость*, а производная скорости $\mathbf{v}' = \mathbf{a}$ — *ускорение* материальной точки. Фундаментальным положением классической механики является утверждение о том, что в *инерциальных системах отсчета* ускорение \mathbf{a} материальной точки с массой m определяется силой \mathbf{F} , характеризующей ее взаимодействия с другими материальными объектами, $m\mathbf{a} = \mathbf{F}$.

В этом уравнении (его называют *вторым законом Ньютона*) фактически заключена вся классическая механика. С его помощью решается *основная динамическая задача* - определение траектории $\mathbf{r}(t)$ по заданным силам \mathbf{F} .

-Для определения траектории $\mathbf{r}(t)$ необходимо знать не только уравнение движения, но также начальное положение $\mathbf{r}(0)$ и начальную скорость $\mathbf{v}(0)$ материальной точки. Например, если $\mathbf{F} = \text{const}$, то, обозначив $\mathbf{F}/m = \mathbf{g}$, из уравнения движения сразу получаем

$$\mathbf{r}(t) = \mathbf{g}t^2 / 2 + \mathbf{v}(0)t + \mathbf{r}(0),$$

где \mathbf{g} – ускорение земного тяготения.

Очевидно, начальный момент времени может быть выбран произвольно. После этого радиус-вектор $\mathbf{r}(t)$, а, значит, траектория движения определяется однозначно как для $t > 0$ (будущее), так и для $t < 0$ (прошлое). Поэтому мгновенное положение и мгновенная скорость полностью и однозначно определяют траекторию движения материальной точки. В связи с этим говорят, что *состояние материальной точки полностью определяется ее положением и скоростью*. То же самое можно сказать и о системах материальных точек, какими бы большими эти системы ни были.

- В электромагнитной картине мира, созданной во второй половине XIX века, понятие *движения как изменения состояния* рассматриваемой системы было распространено на физические поля. Структура электромагнитного поля с самого начала считалась непрерывной, так что для описания его состояния применяется континуальный подход. В частности, состояние электромагнитного поля в вакууме описывается вектором напряженности электрического поля \mathbf{E} и вектором магнитной индукции \mathbf{B} , связанными друг с другом системой уравнений Максвелла, обобщающих известные законы электрических и магнитных явлений (закон Кулона, закон электромагнитной индукции Фарадея, закон Био-Савара-Лапласа и другие). В уравнения Максвелла входят заряды и токи, являющиеся источниками электромагнитного поля, а также величины, характеризующие электрофизические свойства среды (диэлектрическая и магнитная проницаемость, электропроводность и другие). С помощью этих уравнений определяется состояние электромагнитного поля в любой последующий момент времени. Таким образом, теория Максвелла не противоречит концепции детерминизма и относится к динамическим теориям. В теории Максвелла электричество и магнетизм не просто тесно связаны друг с другом, а, во-первых, представляют собой единое электромагнитное поле, в котором, во-вторых, могут распространяться волны электромагнитных колебаний, в определенном частотном диапазоне воспринимаемые как свет. Таким образом, свет действительно представляет собой волновой процесс - распространение колебаний электромагнитного поля.

- Общий подход к движению материи как изменению ее состояния приводит к тому, что, наряду с механическим и электромагнитным движением, следует рассматривать *химическую, геологическую, биологическую, социальную* и т. п. форму движения материи. Современная научная картина мира считает эволюцию *универсальной* формой движения материи. В то же время, несмотря на многообразие форм движения, качественные различия между ними не позволяют сводить их одно к другому, например, биологическую форму к химической, или электромагнитную к механической.