

Лекция 4. История естествознания. Часть 2. От Ньютона – до современности. Физические картины мира.

классическая наука

Фундаментальность работ ученых Нового Времени привели к формированию Научной картины мира. Поскольку в основе новой картины мира лежала механика Ньютона и Галилея, первую естественнонаучную картину мира называют **механической (механистической) картиной мира**.

необходимое отступление

Научная картина мира — система представлений человека о свойствах и закономерностях действительности (реально существующего мира), построенная в результате обобщения и синтеза научных понятий и принципов. Использует научный язык для обозначения объектов и явлений материи.

Научная картина мира — множество теорий в совокупности описывающих известный человеку природный мир, целостная система представлений об общих принципах и законах устройства мироздания. Картина мира — системное образование, поэтому её изменение нельзя свести ни к какому единичному (пусть и самому крупному и радикальному) открытию. Речь обычно идет о целой серии взаимосвязанных открытий (в главных фундаментальных науках), которые почти всегда сопровождаются радикальной перестройкой метода исследования, а также значительными изменениями в самих нормах и идеалах науки.

Физическая картина мира (ф.к.м.) — общее теоретическое знание в физике, которое включает:

- основополагающие философские и физические идеи;
- фундаментальные физические теории;
- основные принципы, законы и понятия;
- принципы и методы познания.

ФИЗИЧЕСКАЯ КАРТИНА МИРА: представление о мире и его процессах, выработанное физикой на основе эмпирического исследования и теоретического осмысления. Физическая картина мира следует за ходом развития науки; сначала она основывалась на механике атома (атомизм), затем — на механике сил (динамизм, энергетизм), а в наши дни — на представлении о неразрывной связи пространства и времени (см. Континуум), а также силы и материи (см. Поля теория), на понимании совокупности условий *микрофизики*, статистического характера физических законов и двойственной природы материи. Физическая картина мира, развиваемая на основе этого физического учения, все сильнее теряет характер наглядности; качественные различия все более сводились к количественным. Современная физическая картина мира состоит из системы недоступных наблюдению уравнений, значение которых трудно для понимания; она не является более «картиной». Прежде всего стало совершенно абстрактным понятие материальной действительности. Но, согласно Планку, прогрессирующее удаление физической картины мира от мира чувственного означает не что иное, как увеличивающееся приближение к

реальной действительности (физическому миру, трансцендентному по отношению к переживаниям)

В физике выделяют три основных физические картины мира, последовательно сменившие друг друга:

- **механическая;**
- **электромагнитная;**
- **квантово-полевая.**

Исходным пунктом формирования механической картины мира являлся переход от геоцентрической модели мира к гелиоцентрической.

Механическая картина мира.

ключевые события и достижения:

- создание гелиоцентрической системы мира и учения о множественности миров (Н. Коперник, Дж. Бруно);
- создание классической механики, экспериментального естествознания и механической картины мира: законы небесной механики И. Кеплера, экспериментальное естествознание Г. Галилея, механика Ньютона

отличительные особенности методологии классической науки:

1) **экспериментальность** (создание качественных измерительных приборов, эксперимент — реальный и мысленный, Методы экспериментального исследования. Явления исследуются в строго контролируемых условиях);

2) **математизация** (привлечение средств математики к описанию явлений). Выделение строго объективных количественных характеристик земных тел (форма величина, масса, движение), выражение их в строгих математических закономерностях;

3) **объективность** (Доминанта: механика, все соображения, основанные на понятиях ценности, совершенства, целеполагания, были исключены из сферы научного поиска. Главный вопрос: «как», а не «почему». Доминирование количественного сопоставления и оценки всех явлений над качественным);

4) **гипотетический метод познания**. Внедрение этого метода связано с именем Галилея, который предлагал вести изучение не с эмпирического, а с теоретического. Затем требовалось осуществление эксперимента, который должен был подтвердить или опровергнуть гипотезу. Отсюда логически вытекает связь теории с практикой и необходимость критического анализа и проверки данных.

5) **аналитико-синтетический подход** к изучению явлений.

Ключевые понятия механической картины мира:

1) **Атомизм.**

Материя вещественна, состоит из атомов, прочных, неделимых, непроницаемых. Все вещество, все тела состоят из атомов. Материя находится в вакууме (пустом пространстве);

2) **Концепция абсолютного пространства и времени;**

(сторонники: Демокрит, Левкипп, Ньютон)

пространство и время — самостоятельные субстанции, независимые от материи.

Субстанциональная концепция пространства и времени: пр-во и время – две независимые субстанции. Пространство – пустоеместилище для тел. Тела не взаимодействуют с ним. Пространство – абсолютная система отсчета, остается всегда неподвижным, однородным, обладает во всех точках и направлениях одинаковыми свойствами.

Время – чистая длительность. Реальные процессы, происходящие во времени, не взаимодействуют с абсолютным временем. Время и пространство всегда одинаковы. (тут нужно понимать, что и время, и пространство (3-х мерное) были для Ньютона чисто математическими понятиями)

Свойства пространства и времени.

Пространство:

- однородно (все точки пространства равноправны);
- изотропно (все направления в пространстве равноправны);
- трехмерно;
- евклидово (безграничное пространство, описываемое геометрией Евклида)

Время:

- однородно (все моменты времени равноправны);
- обратимо (нет «стрелы времени» (регулярность, детерминированность и обратимость траекторий));
- одномерно.

В середине 19 века обратимость времени была поставлена под сомнение большим числом опытных фактов из химии и биологии.

Всеобщие свойства пространства и времени:

их **объективность** и **всеобщность**.

- 3) Движение – простое перемещение. Масса – мера инерции;
- 4) Универсальное свойство тел – сила тяготения. (закон Всемирного тяготения)
- 5) **Принцип дальнего действия** – взаимодействие между телами происходит мгновенно на любом расстоянии.
- 6) **Принцип детерминизма** – случайность исключается из физической картины мира, вероятностные подходы к описанию явлений природы не используются;
- 7) Тенденция сведения высших форм движения к простейшему (механическому). Макромир и микромир подчинены одним и тем же законам. Стремление описать абсолютно все явления природы с помощью законов механики и механистического подхода.

Обобщив работы ученых Нового Времени, отринув определенные концепции и подходы прошлого, **классическая наука пришла к ряду мировоззренческих положений**:

1) **Отказ от концепции гармоничного, завершенного, целесообразно организованного космоса.** Вселенная бесконечна и объединена только действием идентичных законов.

2) **Стремление к завершенной системе знаний**, фиксирующей истину в окончательном виде.

3) **Механистичность** - представление мира в качестве машины, состоящей из элементов разной степени сложности. Даже живой организм понимался как механизм общемировой машины, функционирующей по законам механики.

4) **Метафизичность** - рассмотрение природы как неизменного, неразвивающегося целого.

5) **Натурализм** - признание идеи самодостаточности природы, управляемой естественными, объективными законами. Отсюда следует причинно-следственный автоматизм - объяснение всех природных явлений естественными причинами.

6) **Субстанциональность** - поиск первоосновы мира.

«Первый шаг — создание из обыденной жизни картины мира — дело чистой науки», — писал выдающийся физик XX в. М. Планк. Исторически первой естественнонаучной картиной мира Нового времени была механистическая картина, которая напоминала часы: любое событие однозначно определяется начальными условиями, задаваемыми (по крайней мере, в принципе) абсолютно точно. В таком мире нет места случайности. В нем возможен «демон Лапласа» — существо, способное охватить всю совокупность данных о состоянии Вселенной в любой момент времени, могло бы не только точно предсказать будущее, но и до мельчайших подробностей восстановить прошлое. Представление о Вселенной как о гигантской заводной игрушке преобладало в XVII — XVIII в. в. Оно имело религиозную основу, поскольку сама наука вышла из недр христианства.

Отринув религию, человек эпохи Возрождения продолжал мыслить религиозно. Механистическая картина мира предполагала Бога как часовщика и строителя Вселенной.

В результате наука вытеснила религию в качестве интеллектуального авторитета, заняла ее место и стала претендовать на роль истины в последней инстанции, не оставив в мировоззрении место ни религии, ни философии.

Что же дает нам классическая механика в построении единой картины мира? К чему, собственно, всегда стремился человек, определяя, из чего состоит мир и где там место человека? Значительные успехи классической механики надолго привели к выработке, как мы уже указывали, рационального подхода, взгляда на весь мир. Концепция единой механической сущности природы стала основой того мировоззрения. Весь мир представлялся в виде сложнейшего совершенного механизма. Принцип классического детерминизма нашел свое крайнее выражение в идее мирового дифференциального уравнения Лапласа (**детерминизм Лапласа**). Это некое гипотетическое уравнение описывает движение всех составляющих Вселенную частиц и их взаимодействие. Задав начальные условия, можно точно определить положение каждой из частиц в любой момент времени, т.е. предсказать будущее мироздания и описать прошлое.

К середине XIX в. авторитет классической механики возрос настолько, что она стала считаться эталоном научного подхода в естествознании. Широта охвата явлений природы, однозначная определенность (детерминизм) выводов, характерные для механики Ньютона, были настолько убедительны, что сформировалось своеобразное мировоззрение, в соответствии с которым механистический подход следует применять ко всем явлениям природы, включая физиологические и социальные, и что надо только определить начальные условия, чтобы проследить эволюцию природы во всем ее многообразии.

Вот как формулировал свою концепцию сам Лаплас: «Ум, которому были бы известны для какого-либо момента времени все силы, одушевляющие природу, обнял бы в одной

формуле движение величайших тел Вселенной наравне с движением атомов. И будущее, так же как и прошедшее, предстало бы перед его взором»

на пути к новой революции

Но XIX в. пришел к парадоксальному выводу: «Если бы мир был гигантской машиной, — провозгласила термодинамика, — то такая машина неизбежно должна была бы остановиться, т. к. запас полезной энергии рано или поздно был бы исчерпан». Успехи термодинамики и ее практических приложений (создание первых паровых двигателей) привели вместе с тем ученых к пессимистическому взгляду на будущее Вселенной в целом (любая изолированная система способна развиваться лишь от «порядка» к «хаосу»). Затем пришел Дарвин со своей теорией эволюции и произошел сдвиг интереса от физики в сторону биологии (успехи биологической теории шли вразрез с постулатами термодинамики).

Главный результат современного естествознания, по Гейзенбергу, в том, что оно разрушило неподвижную систему понятий XIX в. и усилило интерес к античной предшественнице науки — философской рациональности Аристотеля. «Одним из главных источников аристотелевского мышления явилось наблюдение эмбрионального развития — высокоорганизованного процесса, в котором взаимосвязанные, хотя и внешне независимые события происходят, как бы подчиняясь единому глобальному плану. Подобно развивающемуся зародышу, вся аристотелевская природа построена на конечных причинах. Цель всякого изменения, если оно сообразно природе вещей, состоит в том, чтобы реализовать в каждом организме идеал его рациональной сущности. В этой сущности, которая в применении к живому есть в одно и то же время его окончательная, формальная и действующая причина, — ключ к пониманию природы» (И. Пригожин, И. Стенгерс. Порядок из хаоса.- С. 83-84). «Рождение современной науки — столкновение между последователями Аристотеля и Галилея — есть столкновение между двумя формами рациональности» (Там же С. 84)

В XIX веке наука остается в целом механистической и метафизической, но в ней начинают формироваться **предпосылки второй глобальной революции**. Этому предшествуют *комплексные научные революции*, в результате которых в естествознании утвердились идеи всеобщей связи, и началось стихийное проникновение диалектических воззрений.

В этот период на первый план выдвигаются физика и химия, изучающие взаимопревращения веществ и энергии. В геологии возникает теория развития Земли Ч. Лайеля, в биологии зарождается эволюционная теория Ж.-Б. Ламарка.

Особое значение имели революции, связанные с тремя великими открытиями второй трети XIX в.:

- клеточной теории Шлейдена и Шванна (50-е годы 19 века);
- закона сохранения и превращения энергии Майера и Джоуля (50-е годы);
- эволюционного учения Дарвина (1859).

Затем последовали открытия, продемонстрировавшие диалектику природы еще более полно:

- теория химического строения органических соединений А.М. Бутлерова;
- периодический закон Д. И. Менделеева;
- химическая термодинамика Я. Х. Вант-Гоффа;

- основы научной физиологии И. М. Сеченова;
- электромагнитная теория света Дж. Максвелла.

В результате этих научных открытий естествознание поднимается на качественно новую ступень и становится дисциплинарно организованной, систематизирующей наукой, т. е. наукой о предметах и процессах, их происхождении и развитии. В естествознании активно идет *процесс дифференциации* наук, т. е. дробление крупных разделов наук на более мелкие, например, выделение в физике таких разделов, как термодинамика, физика твердого тела, электричество, магнетизм и т. д.

Тем временем физика не стояла на месте. К середине XIX века в физике накопилось большое количество эмпирической информации по электрическим и магнитным явлениям. Были открыты целый ряд законов, описывающих электрические и магнитные явления и связи между ними. Обобщив результаты предшественников и внося целый ряд существенных доработок **Джеймс Максвелл** в 1864 году выпускает свою работу, в которой формулирует **теорию электромагнетизма**. В четырех уравнениях своей теории (*уравнения Максвелла*) он исчерпывающе описывает все измеримые характеристики электромагнитных полей и электрических токов. Понятие «электромагнитное поле», до этого лишь упоминавшееся как термин стройно вошло в научную картину мира. Впоследствии результатом работ Максвелла и его предшественников стало формирование новой физической картины мира: электромагнитной.

Электромагнитная картина мира.

Основой являются: начала электромагнетизма *М.Фарадея*;

теория электромагнитного поля *Д. Максвелла*;

электронная теория *Г. Лоренца*;

постулаты теории относительности *А.Эйнштейна*.

Особенности:

- 1) материя – единое непрерывное поле с точечными силовыми центрами – электрическими зарядами и волновым движением в нем;
- 2) движение – распространение колебаний в поле, которые описываются законами электродинамики;
- 3) принцип близкодействия – взаимодействие любого характера передается от точки к точке полем с конечной скоростью;
- 4) реляционная концепция пространства и времени;

(**Реляционная концепция** (сторонники: Аристотель, Лейбниц, Эйнштейн): пространство и время связаны друг с другом и с материей.)

- 5) игнорирование дискретной природы вещества приводит электродинамику к противоречиям, которые снимаются с созданием Лоренцем электронной теории.

Уравнения Максвелла являются математическим описанием экспериментальных законов электричества и магнетизма, установленных ранее многими учеными (Ампер, Эрстед, Био-Савар, Ленц и др.) и особенно Фарадеем

Сформированную после механического представления о мире новую электромагнитную картину мира можно рассматривать как промежуточную по отношению к современной естественнонаучной. Главным в таком представлении является возможность описать большое количество явлений на основе понятия поля. В отличие от

механической картины было установлено, что материя существует в виде вещества и в виде поля. Электромагнитное взаимодействие на основе волновых представлений достаточно уверенно описывает не только электрические и магнитные, но и оптические, химические, тепловые и механические явления. Методология полевого представления материи может быть использована и для понимания полей иной природы.

Однако, несмотря на существенное продвижение вперед в познании окружающего нас мира, электромагнитная картина мира не свободна от недостатков. Так, в ней не рассматриваются вероятностные подходы; по существу, вероятностные закономерности не признаются фундаментальными, сохранены детерминистский подход Ньютона к описанию отдельных частиц и жесткая однозначность причинно-следственных связей (что сейчас оспаривается синергетикой), ядерные взаимодействия и их поля объясняются не только электромагнитными взаимодействиями между заряженными частицами. В целом такое положение понятно и объяснимо, так как каждое проникновение в природу вещей углубляет наши представления и требует создания новых адекватных физических моделей.

К концу XIX века произошел ряд принципиальных событий, приведших к новой научной революции в физике:

- классическая электродинамика (Дж. Максвелл, М. Фарадей, Г. Герц);
- открытие явления радиоактивности (А. Беккерель, М. Кюри, В. Рентген);
- открытие электрона (Д. Томсон);
- квантовая гипотеза (М. Планк);
- модели атома (Э. Резерфорд, Н. Бор);
- специальная теория относительности (СТО) (А. Эйнштейн).

1887 – опыт Майкельсона-Морли. Попытка определения эфира (гипотетической среды, в которой якобы распространяются электромагнитные волны) на распространение света. Эксперимент дал отрицательный результат: никакого «мирового эфира» не обнаружено. А скорость света, получается, независима ни от чего величина.

Эксперимент Майкельсона-Морли стал эмпирической основой принципа инвариантности (неизменности) скорости света, входящего в общую теорию относительности (**ОТО**) и специальную теорию относительности (**СТО**).

1905 год – выход работы А.Эйнштейна, в которой изложена специальная теория относительности.

А. Эйнштейн в 1905 г. выдвинул новую радикальную идею, заменив произвольные предположения теории эфира только двумя постулатами, на которых и основана **специальная теория относительности (СТО)**. Заметим, что СТО применима ко всем системам, движущимся без ускорения, т.е. инерциальным системам, а **общая теория относительности (ОТО)** - для систем, движущихся с ускорением, т.е. неинерциальных систем. Эти постулаты довольно просты и понятны:

1. все физические законы одинаковы во всех инерциальных системах;
2. скорость света (в пустоте) одинакова с точки зрения всех наблюдателей независимо от движения источника света относительно наблюдателя.

В известном смысле СТО перебрала мостик между классической механикой и электромагнетизмом.

Эйнштейн показал, что неправильными являются не наши эксперименты и не наши теоретические построения, а фундаментальные аксиомы, на которых со времен Ньютона базировалась физика: понятия об **абсолютном пространстве и времени**. Пространство и время – две взаимосвязанные субстанции, представляющие собой единый **четырёхмерный пространственно-временной континуум**. Они зависимы друг от друга и от материи (*реляционная концепция*).

1900 год – квантовая гипотеза М.Планка.

Макс Планк — один из основоположников квантовой механики — пришел к идеям квантования энергии, пытаясь теоретически объяснить процесс взаимодействия между недавно открытыми электромагнитными волнами (*см. Уравнения Максвелла*) и атомами и, тем самым, разрешить проблему излучения черного тела. Он понял, что для объяснения наблюдаемого спектра излучения атомов нужно принять за данность, что атомы излучают и поглощают энергию порциями (которые ученый назвал *квантами*) и лишь на отдельных волновых частотах. Энергия, переносимая одним квантом, равна:

$$E = h\nu$$

где ν — частота излучения, а h — *элементарный квант действия*, представляющий собой новую универсальную константу, получившую вскоре название *постоянная Планка*. Планк же первым и рассчитал ее значение на основе экспериментальных данных $h = 6,548 \times 10^{-34}$ Дж·с (в системе СИ); по современным данным $h = 6,626 \times 10^{-34}$ Дж·с. Соответственно, любой атом может излучать широкий спектр связанных между собой дискретных частот, который зависит от орбит электронов в составе атома.

1905 год – объяснение явления фотоэффекта А.Эйнштейном.

Опубликовав свои результаты в конце 1900 года, сам Планк — и это видно из его публикаций — сначала не верил в то, что кванты — физическая реальность, а не удобная математическая модель. Однако, когда пять лет спустя Альберт Эйнштейн опубликовал статью, объясняющую фотоэлектрический эффект на основе *квантования энергии* излучения, в научных кругах формулу Планка стали воспринимать уже не как теоретическую игру, а как описание реального физического явления на субатомном уровне, доказывающее квантовую природу энергии.

Макс Планк показал, что излучение черного тела можно адекватно описать, приняв за допущение, что атомы излучают и поглощают свет фиксированными энергетическими порциями — **квантами**. Он полагал, что этот феномен каким-то образом обусловлен внутренним строением атомов, но отнюдь не природой света. Однако Эйнштейн воспринял идею Планка гораздо серьезнее и постулировал, что сам свет распространяется дискретными пучками энергии, которые он назвал **фотонами**. Иногда фотоны ведут себя подобно частицам, иногда — подобно волнам (*см. Принцип дополнительности*). В частности, при взаимодействии с электроном фотон может вести себя как частица, и буквально выбивать электрон из атома (это соударение фотона с атомом можно уподобить столкновению двух бильярдных шаров). Причем для выбивания электрона при таком соударении достаточно единственного фотона. Далее, повышение интенсивности света приводит к увеличению числа фотонов (и, следовательно, числа выбитых электронов), но не энергии отдельно взятого фотона. Следовательно, и энергия,

и скорость отдельно взятого выбитого фотоэлектрона не зависят от интенсивности света — но только от его частоты.

Фотоэффект – испускание с поверхности некоторых металлов электронов под воздействием света. Проявляется фотоэффект только начиная с определенной частоты света, свойственной данному металлу. Законы фотоэффекта, установленные А.Г.Столетовым и Ф.Ленардом, объяснил А.Эйнштейн, рассматривая свет как поток частиц (фотонов) не только при испускании, но и при распространении и поглощении света. На основе закона сохранения энергии он записал ур-е: $h\nu = A_{\text{выл}} + \frac{mv^2}{2}$, где A – это работа выхода, необходимая для преодоления силы, удерживающей электроны в металле. Наименьшая частота, вызывающая фотоэффект называется **красной границей фотоэффекта**.

Фотон – материальная, электрически нейтральная частица с энергией $E=h\nu$. Фотон – это квант электромагнитного поля, движется в вакууме со скоростью c , остановить его невозможно, он существует только в движении, его масса покоя равна нулю. Импульс фотона $p = mc = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$, так как $E = h\nu$. Наличие импульса у фотона, предсказанное Дж. Максвеллом (1873), было подтверждено экспериментально П.Н.Лебедевым (1900) измерением светового давления.

Квантовая гипотеза и последующие работы в этой области привели к формированию следующей, третьей физической картины мира: квантово-полевой.

Квантово-полевая картина мира.

Основа:

квантовая гипотеза *Планка*;
волновая механика *Шредингера*;
квантовая механика *Гейзенберга*;
квантовая теория атома *Н.Бора*.

Особенности:

- 1) квантово-полевые представления о материи (каждый элемент материи имеет свойства волны и частицы и в зависимости от условий проявляет то волновые свойства, то корпускулярные);
- 2) картина реальности в квантовой механике двупланова: с одной стороны в нее входят характеристики исследуемого объекта, с другой – условия наблюдения;
- 3) закономерности и причинность – вероятности, подчиняющиеся статистическим законам;
- 4) принцип дополнительности (и принцип неопределенности, как его частный случай).

Была подорвана важнейшая предпосылка механистической картины мира — убежденность в том, что с помощью простых сил, действующих между неизменными объектами, можно объяснить все явления природы.

Законы квантовой механики – фундамент изучения строения вещества и большинства макроявлений.

Современное развитие естествознания.

ключевые события и достижения:

- общая теория относительности (ОТО) (А. Эйнштейн);
- квантовая механика (В. Гейзенберг, Э. Шредингер);
- создание кибернетики (Н. Винер);
- создание модели строения молекулы ДНК (Д. Уотсон, Ф. Крик);
- открытие структуры генетического кода (М. Ниренберг, Х. Корана, Р. Холли) и другие открытия.

характерные черты современной науки:

- квантово-релятивистский подход (в физике);
- диалектичность;
- вероятностный подход (привлечение к описанию явлений теории вероятности);
- антиэлементаризм (любая, даже самая элементарная «частица»);
- отказ от изоляции предмета исследования от внешних воздействий;
- системный подход (к описанию явлений)
- концепция глобального эволюционизма
- развитие наук биосферного класса.

Два обстоятельства мешают понять современную физику. Во-первых, применение сложнейшего математического аппарата, который надо предварительно изучить. А. Эйнштейн сделал удачную попытку преодолеть эту трудность, написав учебник, в котором нет ни одной формулы. Но есть другое обстоятельство, которое оказывается непреодолимым — невозможность создать наглядную модель современных физических представлений: искривленное пространство; частицу, одновременно являющуюся волной и т. д. Выход из ситуации прост — не надо и пытаться это сделать.

Прогресс физики (и науки в целом) связан с постепенным отказом от непосредственной наглядности. Как будто такой вывод должен противоречить тому, что современная наука и физика прежде всего основывается на эксперименте, т. е. эмпирическом опыте, который проходит при контролируемых человеком условиях и может быть воспроизведен в любое время любое число раз. Но все дело в том, что некоторые стороны реальности незаметны для поверхностного наблюдения и наглядность может ввести в заблуждение.

Отказ от наглядности научных представлений является неизбежной платой за переход к исследованию более глубоких уровней реальности, не соответствующих эволюционно выработанным механизмам человеческого восприятия.

Передний край естествознания:

в физике: изучение тонкой структуры реальности, вопрос объединения всех имеющихся научных знаний в Единую теорию Сущего.

в астрономии: поиски ответа на вопрос, как родилась и эволюционировала наша Вселенная, что было до ее «рождения», существуют ли другие Вселенные.

в химии: помимо ряда текущих проблем собственно химии, одна из главных – какие химические реакции и при каких условиях привели к появлению первых живых организмов (переход от неживого к живому – вопрос биохимии).

в биологии: теория происхождения жизни, подтверждения, моделирование первых этапов развития жизни на Земле и их предыстории, геновая инженерия, происхождение сознания и человека, построение теории работы мозга и ЦНС (нейрофизиология).

Ключевые понятия электромагнетизма.

Поле – одна из форм существования материи. Поле излучается, распространяется с конечной скоростью в пространстве, взаимодействует с веществом.

Колебания – это изменения параметров состояния системы, происходящие более или менее регулярно во времени.

Колебательные процессы проявляются в различных структурах – механических, электронных, химических, биологических. Они имеют место в социальных системах, экономике и эволюционных процессах. Несмотря на разную природу колебаний, в них обнаруживаются универсальные закономерности. (Дпрак стр. 60)

Если в среде возбудить колебания, то они начинают распространяться в ней.

Волна – это распространение колебательного процесса в среде. Волна несет с собой энергию и импульс без переноса вещества (прим.: акустические волны, волны на поверхности водоемов, электромагнитные волны).

(параметры: амплитуда, частота, длина волны, фаза)

Механика Ньютона не могла объяснить одновременное отражение и преломление света в среде («стена толкает свет»). Сложности с объяснением явлений дифракции, дисперсии, интерференции.

Дифракция – огибание светом препятствия.

Дисперсия – зависимость показателя преломления n света от длины волны (или частоты) (призма Ньютона)

Интерференция – сложение когерентных волн, сопровождающееся появлением областей максимума и минимума интенсивности.

Создатели волновой теории света Гюйгенс, Юнг и другие подошли к свойствам света по аналогии со звуковыми колебаниями и объяснили все явления оптики с волновой точки зрения.

Свет – это электромагнитная волна!

Уравнения Максвелла полностью описывают «поведение» электромагнитных волн, взаимосвязь электрического тока и магнитного поля.

Закон Кулона – частный случай для покоящихся заряженных частиц.

Эффект Доплера – изменение принимаемой приемником частоты (или длины волны) в зависимости от движения источника (или приемника) излучения.

Научный интерес к свету восходит, по крайней мере, к Аристотелю, который, даром что был философом, задался вопросом такого типа, который должен показаться естественным скорее ученым. *Как мы видим?* Аристотель предположил, что когда мы смотрим на некоторый объект, этот объект воздействует на среду между собой и смотрящим глазом. (Мы в наши дни называем эту среду «воздух») Глаз фиксирует эти изменения в среде, и в результате возникает ощущение зрительного восприятия.

Мыслители Средневековья объяснение изменили на противоположное. Они полагали, что наш глаз испускает некоторые лучи, которые освещают все, на что мы смотрим. Не объект посылает в глаз сигналы, а глаз оставляет следы по всему объекту.

В конце концов, было осознано, что мы видим объекты в отраженном свете и что в обычной жизни основным источником света служит Солнце. Эксперименты показали,

что свет перемещается по прямым линиям, образуя лучи. Отражение происходит, когда луч отскакивает от некоторой поверхности. Так что Солнце посылает световые лучи на все, что не скрыто в тени какого-либо другого объекта, лучи отовсюду отскакивают, причем некоторые из них попадают в глаз наблюдателя, и глаз получает сигнал с соответствующей стороны, мозг обрабатывает поступающую из глаза информацию, и мы видим то, от чего отразился луч.

Основной вопрос состоял в том, что же такое свет. Свет обладает рядом интригующих свойств. Он не только отражается; он может еще и преломляться – внезапно изменять направление на границе двух различных сред, например воздуха и воды. Именно поэтому палка, опущенная в пруд, выглядит изломанной; на этом же основана работа линзы.

Но еще более интригующим оказывается явление дифракции. В 1664 году ученый и всесторонне образованный человек Роберт Гук, не раз за свою карьеру имевший столкновения с Ньютоном, открыл, что если поместить линзу сверху на плоское зеркало, то при взгляде через линзу видны тонкие концентрические цветные кольца.

Эти кольца известны сейчас как Ньютоновы кольца, потому что Ньютон первым проанализировал их возникновение. Сегодня этот опыт считается ясной демонстрацией того факта, что свет – это волна: кольца возникают в результате интерференции из-за того, что волны при наложении одна другую или гасят, или не гасят друг друга.

Но Ньютон не верил, что свет – это волна.

Размышляя о том, что же может заставить световые лучи изменять направление, Ньютон решил, что корень проблемы должен быть не в свете, а в среде.

Гюйгенс, 1678 год, еще до трактата Ньютона о природе света предположил, что свет является волной. А концепция эфира, введенная Ньютоном для объяснения трудных моментов в его корпускулярной гипотезе – была кстати.

Фарадей, 1831 год – превращение магнетизм в электричество.

В 1864 году Максвелл отфильтровал систему из четырех уравнений.

1) Эти уравнения описывали электричество и магнетизм в терминах двух полей, электрического и магнитного, пронизывающих все пространство.

2) Для любого математика того времени эти уравнения обладали понятным смыслом. Это были волновые уравнения. Отсюда следовало, что необходимо говорить об **электромагнитных волнах**.

3) В уравнениях Максвелла фигурировала константа – постоянная скорости света. Поскольку на тот момент значение скорости света уже было хорошо известно, - был сделан принципиальный вывод, что **свет – это электромагнитная волна**.

4) Также из уравнений следовало, что электромагнитные волны – это **поперечные волны**. Они должны распространяться в чем-то, в какой- среде, и тут как раз подходил **эфир**. (гипотеза эфира была отвергнута впоследствии в эксперименте Майкельсона-Морли. Отказ от данной гипотезы привел к созданию специальной теории относительности)

5) Из теории следовало еще одно предсказание: **длина волны электромагнитного излучения – могла быть любой**. Длина волны света очень мала, но должны существовать и волны больших длин. Это подтолкнуло Генриха Герца к открытию (**1888 год радиоволны**). А вскоре последовали и технические изобретения. И мы в одночасье получили возможность обмениваться друг с другом информацией, даже находясь на противоположных точках планеты.