

Естественнонаучная картина мира в классической науке.

**Формирование научной парадигмы на
классическом этапе развития науки.**

Механика и электромагнетизм

Согласно теории смены научных парадигм, новые идеи, которые составят основу новой научной парадигмы, зарождаются в рамках старой парадигмы – кризис нормальной науки.

Так, идея движения Земли возникла еще в рамках пифагорейской школы. Пифагореец **Филолай из Кротона обнародовал систему мира, в которой Земля является одной из планет; правда, речь пока шла об её вращении (за сутки) вокруг мистического Центрального Огня, а не Солнца.**

Гераклид Понтийский (387 до н. э. — 312 до н. э.) выдвинул гипотезу, согласно которой Земля совершает суточное вращение вокруг своей оси. Кроме того, Гераклид, по видимому, предположил, что Меркурий и Венера обращаются вокруг Солнца и только с ним — вокруг Земли.

Как свидетельствуют исторические источники, подлинно гелиоцентрическая система была предложена в начале III века до н. э. **Аристархом Самосским (ок. 310 до н.э.— ок. 230 до н.э.). Скучная информация о гипотезе Аристарха дошла до нас через труды Архимеда, Плутарха, и др. авторов. Обычно считается, что Аристарх пришёл к гелиоцентризму исходя из установленного им факта, что Солнце по размерам много больше Земли (вычислению относительных размеров Земли, Луны и Солнца посвящён единственный дошедший до нас труд учёного). Естественно было предположить, что меньшее тело обращается вокруг большего, а не наоборот. Плутарх в своём сочинении «О лике видимом на диске Луны» отмечает, что «сей муж [Аристарх Самосский] пытался объяснить небесные явления предположением, что небо неподвижно, а земля движется по наклонной окружности [эклиптике], вращаясь вместе с тем вокруг своей оси».**

Аристарх впервые (во всяком случае, публично) высказал гипотезу, что все планеты вращаются вокруг Солнца, причём Земля является одной из них, совершая оборот вокруг дневного светила за один год, вращаясь при этом вокруг оси с периодом в одни сутки (гелиоцентрическая система мира).

Тем не менее, в конечном итоге гелиоцентризм был оставлен греками. Главной причиной может быть общий кризис науки, начавшийся после II века до н. э. На место астрономии заступает астрология.

Центральное место в доклассической естественнонаучной картине мира на долгие годы – вплоть до Николая Коперника занимает геоцентрическая система Птолемея.



**Николай
Коперник**
1473 —1543

Размышляя о Птолемеевой системе мира, **Коперник** поражался её сложности и искусственности, и, изучая сочинения древних философов, он пришел к выводу, что не Земля, а Солнце должно быть неподвижным центром Вселенной. Исходя из этого положения, Коперник весьма просто объяснил всю кажущуюся запутанность движений планет, но, не зная ещё истинных путей планет и считая их окружностями, он был ещё вынужден отчасти сохранить эпициклы и деференты древних для объяснения разных неравенств движений. Эти эпициклы и деференты были окончательно отброшены лишь Кепплером.

Главное и почти единственное сочинение Коперника, плод более чем 30-летней его работы во Фромборке, «Об обращении небесных сфер».



Небесные сферы в рукописи Коперника



Памятник Копернику в Кракове

Гелиоцентрическая система Коперника

- 1. Орбиты и небесные сферы не имеют общего центра.**
- 2. Центр Земли — не центр вселенной, но только центр масс и орбиты Луны.**
- 3. Все планеты движутся по орбитам, центром которых является Солнце, и поэтому Солнце является центром мира.**
- 4. Расстояние между Землей и Солнцем очень мало по сравнению с расстоянием между Землёй и неподвижными звездами.**
- 5. Суточное движение Солнца — воображаемо, и вызвано эффектом вращения Земли, которая поворачивается один раз за 24 часа вокруг своей оси, которая всегда остаётся параллельной самой себе.**
- 6. Земля (вместе с Луной, как и другие планеты), вращается вокруг Солнца, и поэтому те перемещения, которые, как кажется, делает Солнце (суточное движение, а также годичное движение, когда Солнце перемещается по Зодиаку) — не более чем эффект движения Земли.**
- 7. Это движение Земли и других планет объясняет их расположение и конкретные характеристики движения планет.**

Эти утверждения полностью противоречили господствовавшей на тот момент геоцентрической системе. Хотя, с современной точки зрения, модель Коперника недостаточно радикальна. Все орбиты в ней круговые, движение по ним равномерное.

Механизм, обеспечивавший движение планет, также оставлен прежним — вращение сфер, к которым планеты прикреплены. На границу мира Коперник поместил сферу неподвижных звёзд. Строго говоря, модель Коперника даже не была гелиоцентрической, так как Солнце он расположил не в центре планетных сфер.

И всё же модель мира Коперника была колоссальным шагом вперёд и сокрушительным ударом по архаичным авторитетам. Низведение Земли до уровня рядовой планеты определённо подготавливало (вопреки Аристотелю) совмещение земных и небесных природных законов.



**Ян Матейко.
Астроном
Коперник, или
Разговор с Богом
(1872)**



**На центральной
площади польского
Торуня стоит
памятник
Копернику, на
котором есть
надпись:
«Остановивший
Солнце —
сдвинувший Землю».**



***Памятник Копернику
в Ольштыне***



Галилео Галилей
(Galileo Galilei)

1564 – 1642

Находясь в Падуанском университете, Галилей изучал инерцию и свободное падение тел. В частности, он заметил, что ускорение свободного падения не зависит от массы тела, таким образом опровергая господствовавшее со времен Аристотеля мнение, что «скорость падения» пропорциональна весу тела. Существует легенда об эксперименте, в котором Галилей сбрасывал объекты разной массы с вершины Пизанской башни и позже описал их падение. Вероятно, Галилей в действительности совершал подобные эксперименты, но к знаменитой наклонной башне в Пизе они, скорее всего, не имели никакого отношения.

Галилей является одним из основоположников принципа относительности в классической механике, который был позже назван в его честь. Галилей заметил, что при одинаковых начальных условиях любое механическое явление протекает одинаково в изолированной системе, находящейся в покое либо движущейся прямолинейно и равномерно. В 1593 году Галилей опубликовал книгу под названием «Механика**», где описал свои наблюдения.**

В 1609 Галилей самостоятельно построил свой первый телескоп с выпуклым объективом и вогнутым окуляром. Труба давала приблизительно трёхкратное увеличение. Вскоре ему удалось построить телескоп, дающий увеличение в 32 раза. Наблюдения в телескоп показали, что Луна покрыта горами и изрыта кратерами, звёзды потеряли свои кажущиеся размеры, и впервые была постигнута их колоссальная удалённость, у Юпитера обнаружались собственные луны — четыре спутника, Млечный путь распался на отдельные звёзды, стало видно громадное количество новых звёзд. Галилей открывает фазы Венеры, солнечные пятна и вращение Солнца.

На основании наблюдений за небом Галилей сделал вывод, что гелиоцентрическая система мира, предложенная Н. Коперником, является верной. Это расходилось с буквальным прочтением Псалмов 93 и 104, а также стиха из Экклезиаста 1:5, где говорится о неподвижности Земли. Галилея вызвали в Рим и потребовали прекратить пропаганду своих взглядов; этому требованию он вынужден был подчиниться.



**Галилей перед судом
инквизиции**

На публичных слушаниях Галилей не смог представить никаких доказательств научной правоты своих взглядов (это неудивительно, ведь первое истинное доказательство движения Земли появилось в 1748 году, спустя более века со времен Галилея). 22 июня 1633 года Галилею пришлось произнести предложенный ему текст отречения. После вынесения приговора Галилея поселили на роскошной вилле в Пинчо, откуда он был приглашен во дворец архиепископа в Сиене, одного из достопочтенных церковных сановников, который поддерживал дружеские отношения с ним и помогал ему.

Только в XX веке, по инициативе Папы Иоанна Павла II, с 1979 по 1981 годы работала комиссия Ватикана по реабилитации Галилея, и 31 октября 1992 года Папа Иоанн Павел II официально признал, что инквизиция в 1633 году совершила ошибку, силой вынудив учёного отречься от теории Коперника.».



Исаак Ньютон.
Sir Isaac Newton,
1643 – 1727

С работами Ньютона связана **новая эпоха в физике и математике**. В математике появляются мощные аналитические методы, происходит вспышка в развитии анализа и математической физики. В физике основным методом исследования природы становится построение адекватных математических моделей природных процессов и интенсивное исследование этих моделей с систематическим привлечением всей мощи нового математического аппарата.

**Последующие века доказали исключительную
плодотворность такого подхода.**

**По словам А. Эйнштейна,
«Ньютон был первым, кто попытался сформулировать
элементарные законы, которые определяют временной
ход широкого класса процессов в природе с высокой
степенью полноты и точности» и «... оказал своими
трудами глубокое и сильное влияние на всё
мировоззрение в целом».**

Ньютон разработал **дифференциальное и интегральное исчисление**, ставшее основой математического аппарата физики.

С именем Ньютона связаны **законы механики и теория тяготения**. Сама идея всеобщей силы тяготения неоднократно высказывалась и до Ньютона. Ранее о ней размышляли Эпикур, Кеплер, Декарт, Гюйгенс, Гук и другие. Кеплер полагал, что тяготение обратно пропорционально расстоянию до Солнца и распространяется только в плоскости эклиптики; Декарт считал его результатом вихрей в эфире. Но до Ньютона никто не сумел ясно и математически доказательно связать закон тяготения (силу, обратно пропорциональную квадрату расстояния) и законы движения планет (законы Кеплера) для случая некруговых орбит. Последнее, конечно, означает, что Ньютон завершил этим и формальное обоснование закона, т. к. вывод только для круговых орбит в принципе допускал неоднозначность при допущении зависимости силы также от скорости.



Важно отметить, что Ньютон опубликовал не просто предполагаемую формулу закона всемирного тяготения, но фактически предложил целостную математическую модель в контексте хорошо разработанного, полного, явно сформулированного и систематически изложенного подхода к механике:

закон тяготения;

закон движения (2-й закон Ньютона);

система методов для математического исследования (математический анализ).

В совокупности эта триада достаточна для полного исследования самых сложных движений небесных тел, тем самым создавая основы небесной механики. До Эйнштейна никаких принципиальных поправок к указанной модели, согласующихся с опытом, сделано не было, хотя математический аппарат был очень значительно развит.



Первым аргументом в пользу ньютоновской модели послужил строгий вывод на её основе эмпирических законов Кеплера. Позже с помощью ньютоновского тяготения были с высокой точностью объяснены все наблюдаемые движения небесных тел.

Первые наблюдаемые поправки к теории Ньютона в астрономии были обнаружены лишь более, чем через 200 лет и объяснены в общей теории относительности. Впрочем, и они очень малы в пределах Солнечной системы.

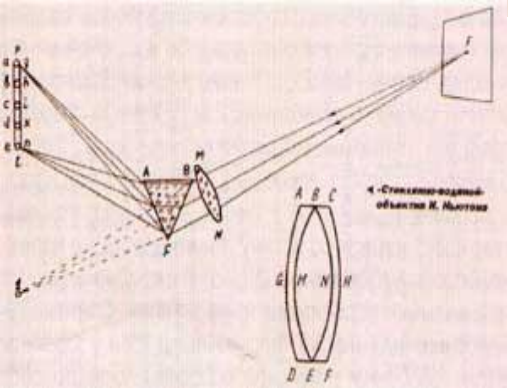
По легенде, эта яблоня в Кембридже выращена из семечка яблока, упавшего на голову Ньютона

Ньютону принадлежит первый вывод скорости звука в газе. Он предсказал сплюснутость Земли у полюсов, примерно 1:230. (Современное значение 1:298).

Ньютон много времени отдавал алхимии, а также богословию. Никаких трудов по алхимии он не издавал, и единственным известным результатом этого многолетнего увлечения стало серьёзное отравление Ньютона в 1691 году.

OPTICKS:
OR, A
TREATISE
OF THE
REFLEXIONS, REFRACTIONS,
INFLEXIONS and COLOURS
OF
L I G H T.
ALSO
Two TREATISES
OF THE
SPECIES and MAGNITUDE
OF
Curvilinear Figures.

LONDON,
Printed for SAM. SMITH, and BENE. WALFORD,
Printers to the Royal Society, at the *Printer's Arms* in
St. Paul's Church-yard. MDCCLV.



Ньюто́ну принадлежат фундаментальные открытия в оптике. Он построил первый зеркальный телескоп. Он также открыл дисперсию света, показал, что белый свет раскладывается на цвета радуги вследствие различного преломления лучей разных цветов при прохождении через призму, и заложил основы правильной теории цветов.

В этот период было множество спекулятивных теорий света и цветности; в основном боролись точка зрения Аристотеля («разные цвета есть смешение света и тьмы в разных пропорциях») и Декарта («разные цвета создаются при вращении световых частиц с разной скоростью»). Гук в своей «Микрографии» (1665) предлагал вариант аристотелевских взглядов. Многие полагали, что цвет есть атрибут не света, а освещённого предмета. Всеобщий разлад усугубил каскад открытий XVII века: дифракция (1665, Гримальди), интерференция (1665, Гук), двойное лучепреломление (1670, Эразм Бартолин, изучено Гюйгенсом), оценка скорости света (1675, Рёмер), значительное усовершенствование телескопов. Теории света, совместимой со всеми этими фактами, не существовало.



Могила И. Ньютона в
Вестминстерском
аббатстве

Основные опубликованные сочинения Ньютона
Method of Fluxions (1671, «Метод флюксий»,
опубликован посмертно, в 1736)
Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica (1678,
«Математические начала натуральной
философии»)
Opticks (1704, «Оптика»)
Arithmetica Universalis (1707, «Универсальная
арифметика»)



**Г. Галилей и И. Ньютон заложили
фундамент классического этапа в развитии
науки**

На этапе классической науки начинаются также интенсивные исследования электрических, магнитных и тепловых явлений. Хотя одним из первых исследователей электричества был еще древнегреческий натурфилософ **Фалес Милетский**, который в VII веке до н. э. обнаружил, что потёртый о шерсть янтарь приобретает свойства притягивать лёгкие предметы, только в 1600 году **Уильям Гилберт** ввёл в обращение сам термин *электричество* («янтарность»). По мнению некоторых исследователей магнитные явления и материалы были открыты в Китае еще за четыре тысячи лет до н. э.

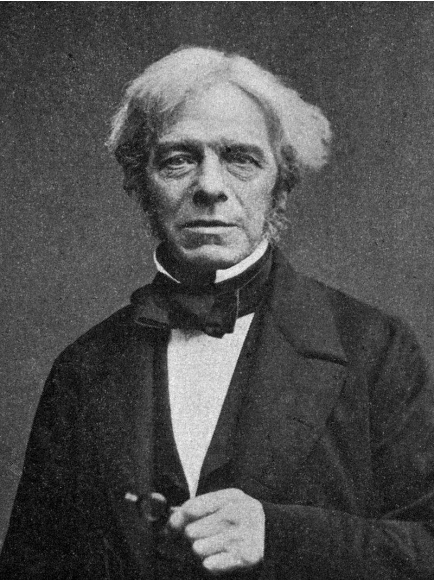
Классическая теория электромагнетизма создавалась целой плеядой выдающихся ученых. В 1785 году Ш. Кулон открывает закон взаимодействия электрических зарядов (знаменитый закон Кулона), а в 1819г. датский физик Г.Х. Эрстед обнаружил, что электрические и магнитные явления взаимосвязаны.

В 1824 году А. Ампер установил закон взаимодействия электрических токов (Закон Ампера). А в 1845г. М.Фарадей впервые ввел в физику представление об электромагнитном поле. Обобщение опытных фактов привело Фарадея к выводу, что электрические и магнитные силы распространяются по кривым линиям, их конфигурация зависит от свойств среды (силовые линии), через которую они распространяются (близкодействие). Это противоречило концепции И. Ньютона о дальнодействии, согласно которой что тела природы и частицы, составляющие эти тела, взаимодействуют между собой мгновенно.

Ша Анд Хан
рль ре- с
Ог Ма Кри
юст ри сти
ен Ам ан



Фарадей
1791 - 1867



Фарадей представлял свойства электромагнитного поля как существенно близкодейственные, то есть непрерывно передающиеся от каждой точки к соседним точкам с конечной скоростью.

Интересно, что в 1832 году Фарадей отвёз запечатанный конверт с результатами своих исследований в Королевское общество. Сто лет спустя (1938 год) конверт вскрыли и обнаружили там формулировку гипотезы: индуктивные явления распространяются в пространстве с некоторой конечной скоростью, причём в виде волн. Эти волны также «являются наиболее вероятным объяснением световых явлений». Окончательно этот вывод обосновал Максвелл в 1860-е годы.



**Джеймс Клерк
Максвелл
1831 – 1879**

Максвелл обобщил все известные к тому времени факты макроскопической электродинамики и создал теорию электромагнитного поля. Дальнейшее развитие физики показало, электромагнитное поле является носителем электромагнитных взаимодействий. Максвелл выразил законы электромагнитного поля в виде системы уравнений. Общий и исчерпывающий характер этих уравнений проявился в том, что их анализ позволил предсказать многие неизвестные до того явления и закономерности.



Генрих Рудольф
Герц
1857 – 1894

Так, из них следовало существование **электромагнитных волн**, впоследствии экспериментально открытых **Г. Герцем**. Исследуя эти уравнения, Максвелл пришёл к выводу **об электромагнитной природе света** (1865г.) и показал, что скорость любых других электромагнитных волн в вакууме равна скорости света.

Из теории Максвелл вытекало, что **электромагнитные волны производят давление**, было экспериментально установлено в 1899 г. **П. Н. Лебедевым**.

Теория электромагнетизма Максвелла получила полное опытное подтверждение и стала общепризнанной классической основой современной физики. Роль этой теории ярко охарактеризовал

А. Эйнштейн: "... тут произошел великий перелом, который навсегда связан с именами Фарадея, Максвелла, Герца. Львиная доля в этой революции принадлежит Максвеллу... После Максвелла физическая реальность мыслилась в виде непрерывных, не поддающихся механическому объяснению полей... Это изменение понятия реальности является наиболее глубоким и плодотворным из тех, которые испытала физика со времен Ньютона".



**ЮЛИУС РОБЕРТ
МАЙЕР
1814–1878**

В начале сороковых годов XIX в. Майеру удалось сформулировать один из важнейших законов современной физики — закон сохранения энергии, согласно которому энергия в произвольной замкнутой системе при любых процессах, происходящих в системе, остается величиной постоянной и лишь переходит из одной формы в другую.



Герман
Гемгольц
1821–1894



Джеймс
Прескотт
Джоуль
1818 – 1889

Важную роль в установлении точной количественной формулировки закона сохранения энергии сыграл знаменитый немецкий естествоиспытатель, врач, физик и философ **Герман Людвиг Фердинанд Гельмгольц**. В 1847 г. независимо от Майера закон сохранения энергии был также установлен английским физиком **Джеймсом Прескоттом Джоулем**, проводившим в начале 40-х годов XIX в. опыты по выделению тепла в проводниках при прохождении по ним электрического тока. В 1843 г. эти опыты привели его к определению механического эквивалента тепла. Таким образом, усилиями **Майера и Джоуля было сделано открытие, принесшее первое экспериментальное доказательство кинетического характера тепла**



**Михайло
Васильевич
Ломоносов
1711 — 1765**

«Все перемены, в натуре случающиеся, такого суть состояния, что сколько чего от одного тела отнимается, столько присовокупится к другому. Так, ежели где убудет несколько материи, то умножится в другом месте... Сей всеобщий естественной закон простирается и в самые правила движения: ибо тело, движущее своей силой другое, столько, же оныя у себя теряет, сколько сообщает другому, которое от, него движение получает».

В этих словах Ломоносова заключено гениальное обобщение великих философских принципов материализма — неуничтожаемость материи и неуничтожаемость движения, примененных им во всей своей широте к новому естествознанию. Великий закон природы, установленный Ломоносовым, находится в неразрывной связи со всем его философским мировоззрением и определяет характер сделанных им многочисленных частных открытий и самого метода экспериментальной работы. Одним из конкретных проявлений всеобщего закона Ломоносова был открытый и экспериментально подтвержденный им закон сохранения вещества при химических превращениях, установление которого долгое время совершенно несправедливо приписывалось французскому химику Антуану Лорану Лавуазье (1743—1794). Предложенный Ломоносовым всеобщий закон природы включает в себя и закон сохранения энергии, вошедший в науку лишь в середине XIX века.

**«Ломоносов, - писал академик Вавилов, - на два века
вперёд как бы взял в общие скобки все виды
сохранения свойств материи. Глубочайшее содержание
великого начала природы, усмотренного
Ломоносовым, раскрывалось постепенно и продолжает
раскрываться в прогрессивном историческом процессе
развития наук о природе »**

Вопросы для подготовки к зачету.

- 1. В чем заключается гелиоцентрическая теория Н. Коперника?**
- 2. В чем заключается принцип относительности в механике (принцип относительности Галилея)?**
- 3. Кем и когда были открыты спутники Юпитера?**
- 4. За что суд инквизиции осудил Г. Галилея?**
- 5. Кто открыл закон Всемирного тяготения?**
- 6. В чем заключается основной закон динамики?**
- 7. В чем заключается принцип дальнего действия?**
- 8. Кто открыл закон взаимодействия электрических зарядов?**
- 9. Кто ввел понятие об электромагнитном поле?**
- 0. В чем заключается принцип близкодействия?**
- 1. Кто открыл закон сохранения энергии?**