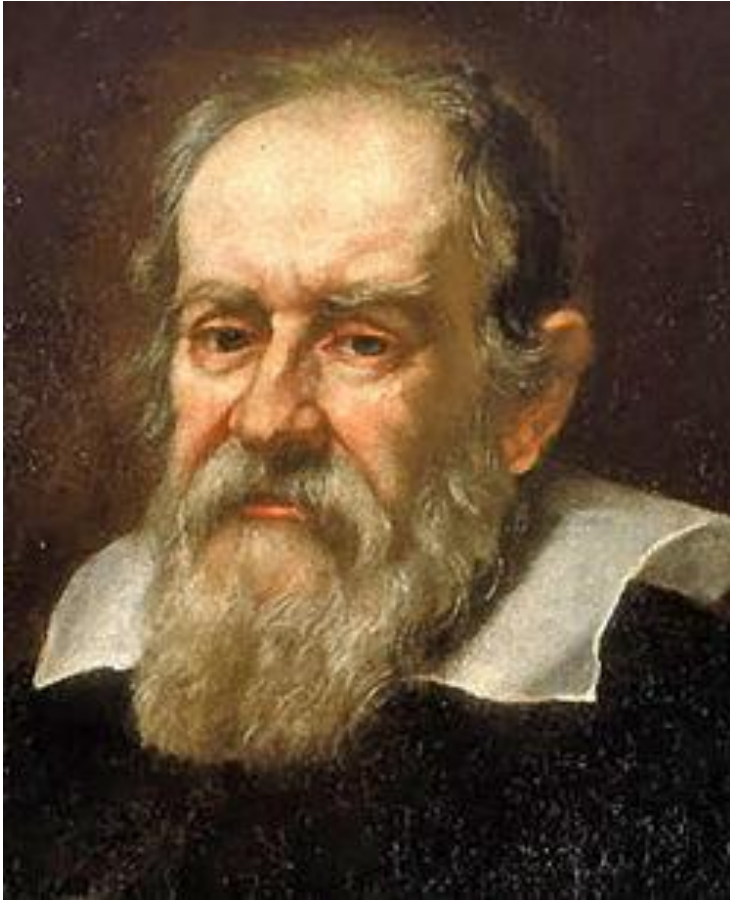


# Галилео Галилей (1564-1642)



**Галилей заложил фундамент экспериментально-математического естествознания, соединив физику как науку о движении реальных тел с математикой как наукой об идеальных объектах.**

# Метод Галилея

- ◆ Научный эксперимент
- ◆ Рассуждения об идеализированных объектах и событиях
- ◆ Математизация. «Книга природы» написана на языке математики, а потому в математике единственно надежный инструмент для построения научной системы физики.
- ◆ «Измеряй все доступное измерению, и недоступное измерению делай доступным»

# Механистическая картина мира

## ◆ Аристотель

- 1 - всякое движение предполагает двигатель
- 2 - любое тело оказывает сопротивление движению, это сопротивление должно быть преодолено, чтобы началось движение, и постоянно преодолевается, чтобы движение продолжалось (сопротивление есть причина последовательности в движении).

## ◆ Галилей

1. Если на движущееся тело не действует силы трения, то его движение по горизонтальной плоскости будет вечным. **Движение-собственное и основное, естественное состояние тел.**

# Вклад в становление классической физики

- ◆ **Принцип инерции** – если на движущееся тело не действуют силы трения, то его движение по горизонтальной плоскости будет вечным, оно не может быть уменьшено, а тем более уничтожено

# Инерциальные системы

- ◆ Под инерциальными системами отсчета понимают две (или более) системы, которые находятся друг относительно друга в состоянии либо покоя, либо равномерного движения.

- ◆ **Новое понимание движения**
- ◆ Движение – собственное и основное, естественное состояние тел
- ◆ Принцип относительности движения . (Всякое механическое явление при одних и тех же начальных условиях протекает одинаково в любой инерциальной системе отсчёта.)
- ◆ Формулировка закона свободного падения тел.

## Р. Декарт (1596-1650)

1. Приведенное однажды в движение тело продолжает двигаться, пока это движение не задержится какими-либо встречными телами.

2. Каждая частица материи в отдельности стремится продолжить движение не по кривой, а исключительно по прямой линии.

3. Декартова система координат

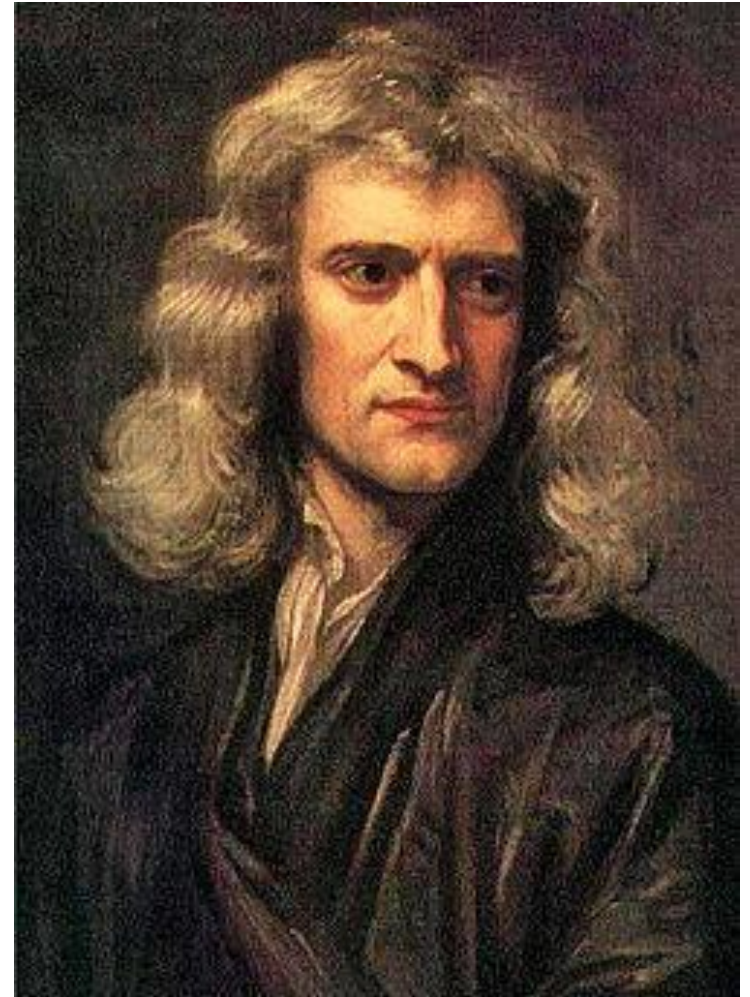


# Ньютон (1642-1727)

На фундаменте, заложенном трудами Коперника, Кеплера, Галилея, Декарта, построил здание классической физики.

Сформулировал I закон механики, в котором объединил идеи Галилея и Декарта.

«Математические начала натуральной философии» – книга, вошедшая в золотой фонд науки.





# Аксиомы или законы движения

## Закон I (закон инерции)

- ◆ Всякое тело продолжает удерживаться в своем состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменить это состояние.
- ◆ (Существуют такие системы отсчета, называемые инерциальными, относительно которых материальные точки, когда на них не действуют никакие силы (или действуют силы взаимно уравновешенные), находятся в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения).

# Закон II (закон ускорения)

- ◆ Изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует. (Ускорение движущегося тела прямо пропорционально действующей на него силе, обратно пропорционально массе тела и совпадает по направлению с действующей силой.)

# Закон III

- ◆ Действию всегда есть равное и противоположное противодействие, иначе взаимодействия двух тел друг на друга между собой равны и направлены в противоположные стороны.

# Закон всемирного тяготения

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

- ◆ Две любые материальные частицы с массами  $m_1$  и  $m_2$  притягиваются по направлению к друг другу с силой  $F$ , прямо пропорциональной произведению масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния  $r$  между ними.

# Научная картина мира

НКМ – множество теорий в совокупности описывающих известный человеку природный мир, **целостная система представлений об общих принципах и законах устройства мироздания**, особая форма теоретического знания, репрезентирующая предмет исследования науки соответственно определенному **этапу её исторического развития**, посредством которой интегрируются и систематизируются конкретные знания, полученные в различных областях научного поиска

# Научная картина мира

- научная картина мира представляет систему важнейших понятий, законов, принципов, лежащих в основе понимания окружающей нас природы.
- научная картина мира функционирует как особая исследовательская программа, которая направляет постановку задач эмпирического и теоретического поиска и осуществляет выбор средств их решения.

# **КМ в истории естествознания**

- ◆ НАТУРФИЛОСОФСКАЯ
- ◆ МЕХАНИСТИЧЕСКАЯ
- ◆ КВАНТОВО-РЕЛЯТИВИСТСКАЯ
- ◆ ЭВОЛЮЦИОННАЯ

# Физическая картина мира

- ◆ Физическая картина мира – это физическая модель природы, включающая в себя фундаментальные физические и философские идеи, физические теории, наиболее общие понятия, принципы и методы познания, соответствующие определенному этапу развития физики. Физическая картина мира обобщает все ранее полученные знания о природе, а также вводит в физику новые философские идеи и обусловленные ими понятия, принципы и гипотезы, которых до этого не было и которые коренным образом меняют основы физического теоретического знания.



# **В развитии физического знания выделяют**

- Механистическую
  - Электромагнитную
  - Квантово-релятивистскую
- картины мира

## Ньютоновская механика:

Движение – как вечное и естественное состояние тел

Абсолютизация механического движения.

Вещественное понимание материи. Масса тела не зависит от того, движется или покоится тело.

Пространство однородно, размеры тел во всех системах отсчёта одинаковы, время во всех инерциальных системах отсчёта течёт одинаково.

Полная энергия замкнутой системы величина постоянная.

# Выводы

- ◆ Механистическая картина мира базируется на корпускулярной теории строения материи, принципе дальнего действия, представлении об абсолютном пространстве и абсолютном времени, жестком (лапласовском) детерминизме.

# Выводы

- ◆ В основе механической картины мира лежат такие философские принципы, как принцип материального единства мира, принцип причинности и законосообразности природных процессов.
- ◆ Развитие экспериментального естествознания приводит к появлению принципа экспериментального обоснования знания, отказу от созерцательности, установке на соединение экспериментального исследования природы с описанием ее законов на языке математики.

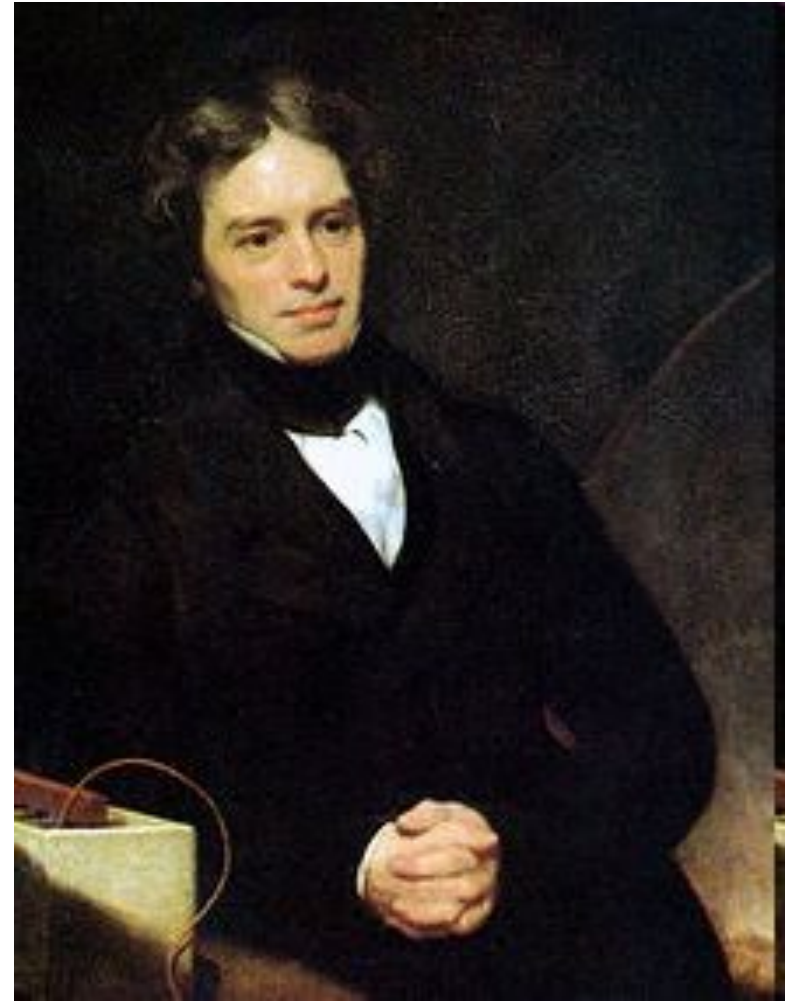
# Теория электромагнитного поля и кризис МКМ

- ◆ Открытия, сделанные в XIX веке, подвергли сомнению возможности законов механики Ньютона в качестве **универсальных** законов природы.

Такими открытиями в физике стала теория электромагнитного поля *М. Фарадея* и *Дж. Максвелла*, успехи электродинамики (законы Ампера, Ома). Эксперименты Ампера демонстрировали два взаимодополняющих факта о природе электричества и магнетизма: во-первых, любой электрический ток порождает магнитное поле; во-вторых, магнитные поля оказывают силовое воздействие на движущиеся электрические заряды.

Разрушение идеалов и норм классической науки (механической картины мира) началось с исследования Фарадеем явлений электричества и магнетизма.

**Майкл Фарадей (1791–1867)** показал в серии блестящих экспериментов, что взаимодействие между движущимися электрически заряженными телами осуществляется посредством электромагнитного поля.



**Джеймс Максвелл (1831–1879)** осуществил в области электродинамики то же самое, что сделал Ньютон в механике – представил в изящной математической форме результаты экспериментов в виде знаменитой системы из четырёх уравнений Максвелла (1860-е гг.).





- ◆ Уравнения Максвелла в электродинамике – это как законы Ньютона в классической механике или как постулаты Эйнштейна в теории относительности.
- ◆ Уравнения Максвелла – это система уравнений в дифференциальной или интегральной форме, описывающая любые электромагнитные поля, связь между токами и электрическими зарядами в любых средах.

**Эти уравнения позволили сделать несколько ключевых выводов:**

- Изменяющееся во времени магнитное поле порождает вихревое электрическое поле,**
- а переменное электрическое поле является источником магнитного.**

**Таким образом, электрическое и магнитное поля могут существовать без токов и зарядов, непрерывно возбуждая друг друга.**

**В результате чего возникают электромагнитные волны, которые как показал теоретически Максвелл (1865) и подтвердил экспериментально Г. Герц (1888), распространяются в вакууме со скоростью света.**

- ◆ В соответствии с электромагнитной теорией мир представляет единую электродинамическую систему, построенную из электрически заряженных частиц, взаимодействующих посредством электромагнитного поля. Важнейшими понятиями этой теории являются: заряд, который может быть как положительным, так и отрицательным; напряженность поля – сила, которая действует на тело, несущее единичный заряд, если оно находится в рассматриваемой точке.

- ◆ *Электромагнитная картина* мира базировалась на идеях непрерывности материи, материального электрического поля, неразрывности материи и движения, связи пространства и времени как между собой, так и с движущейся материей. Однако дальнейшее ее развитие показало, что она имеет относительный характер. Поэтому на смену ей пришла новая **квантово-полевая картина** мира, объединившая в себе дискретность механической картины мира и непрерывность электромагнитной картины мира

**Важным следствием всего этого стал вывод об электромагнитной природе света.**

**Тем самым материя предстала не только как вещество (как в механике Ньютона), но и как электромагнитное поле.**

**Как писал А. Эйнштейн, «первый удар по учению Ньютона о движении как программе для всей теоретической физики нанесла максвелловская теория электромагнетизма...; наряду с *материальной точкой* и её движением появилась нового рода физическая реальность – *поле*».**

## **Меньше наглядности**

**Наука на этом этапе становится всё более математизированной и менее наглядной.**

**Другими словами, тип научного объяснения и обоснования изучаемого объекта через построение наглядной механической модели уступает место другому типу объяснения, выраженному в требовании непротиворечивого математического описания объекта, даже в ущерб наглядности.**

# Электромагнитная картина мира

Успехи электродинамики привели к созданию электромагнитной картины мира, которая объясняла очень широкий круг явлений на основе одних и тех же законов (Ампера, Ома, Био–Савара–Лапласа) и более глубоко выражала единство мира.

Так как электромагнитные явления не сводились к механическим, то на роль универсальных законов природы теперь могли претендовать законы электромагнитных явлений.

## В 1895-1897 гг. открыты:

- лучи Рентгена,
- радиоактивность (Беккерель), радий (Мария Склодовская –Кюри и Пьер Кюри),
- Джозеф Томпсон англ. (1856-1940) в 1897 году открыл электрон и предложил электромагнитную модель атомов.

Немецкий физик Макс Планк в 1900 г. ввел квант действия и, исходя из идеи квантов, вывел закон излучения: «электромагнитная энергия излучается и поглощается дискретно, порциями (квантами)».

Естественно это входило в противоречие с понятием материи в теории Максвелла как непрерывном электромагнитном поле.

Все вышеназванные открытия опровергли представление об атоме, как о последнем «неделимом кирпичике» мироздания («материя исчезла»).



**В 1911 г. англ. Эрнест Резерфорд в серии экспериментов обнаружил у атома ядро, размер которого мал по сравнению с размером атома, но в котором сосредоточена основная масса атома.**

**Он предложил планетарную модель атома: ядро и вращающиеся вокруг него электроны. Резерфорд открыл  $\alpha$ - и  $\beta$ - лучи, предсказал существование нейтрона. Но его планетарная модель была несовместима с электромагнитной теорией Максвелла.**

**Нильс Бор (1885-1962) в 1913 г. на основе идей Резерфорда и Планка предложил свою модель атома, в которой предположил, что электроны вращаются по нескольким дискретным стационарным орбитам, при этом вопреки электродинамике не излучают энергии.**

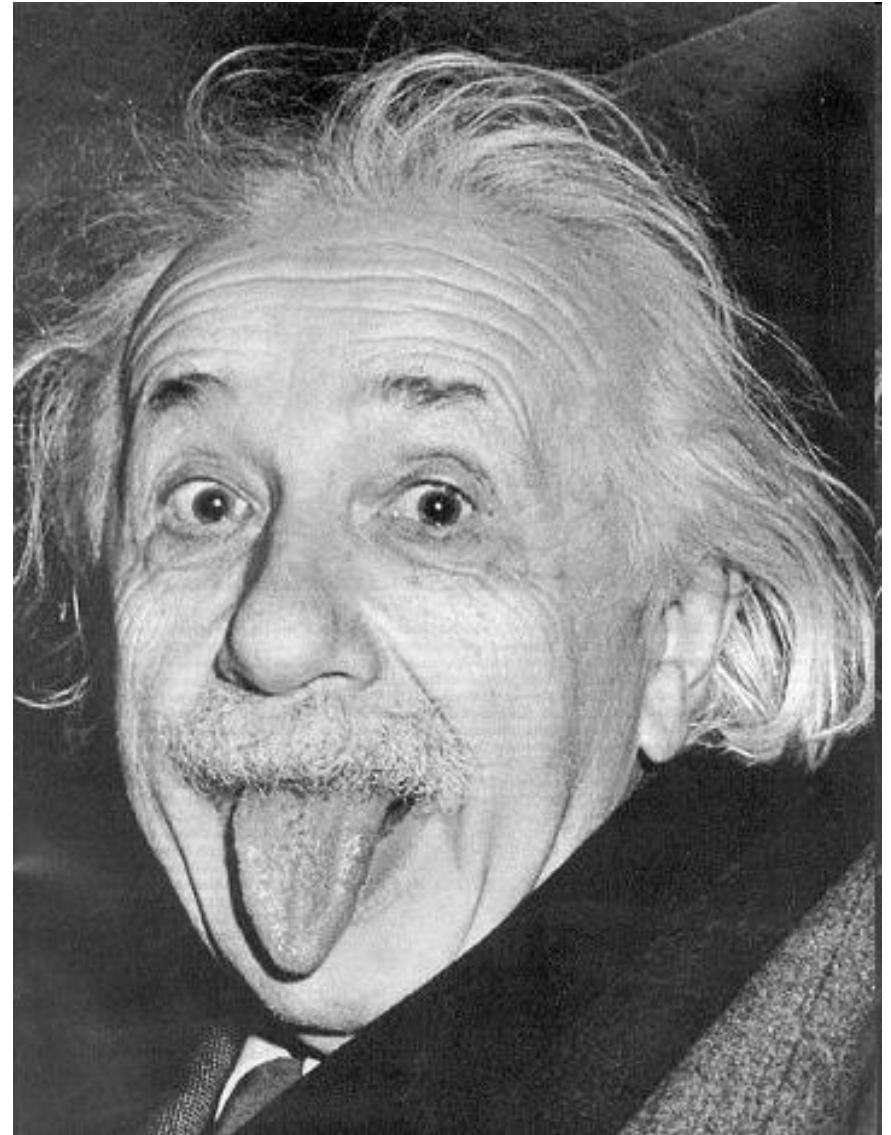
**Поглощая или испуская кванты энергии, электроны могут переходить с одной стационарной орбиты на другую. При переходе – на орбиты более удалённые от ядра происходит увеличение энергии атома, и наоборот.**

**Несмотря на обилие экспериментальных результатов, физики испытывали трудности в согласовании концептуальных основ механики Ньютона и электродинамики Максвелла–Лоренца.**

**А. Эйнштейну в своей теории относительности заявил о бессмысленности рассмотрения отдельно электрического и магнитного полей.**

# ОТО и СТО

Две теории относительности (общая и специальная), разработанные *Альбертом Эйнштейном* (1879-1955) в начале 20 века, показали ограниченность ньютоновской механики и выход из противоречий в теории электромагнетизма.



**Теория относительности Эйнштейна основана на двух постулатах:**

- 1) Скорость света одинакова во всех системах отсчета, движущихся прямолинейно и равномерно друг относительно друга.**
- 2) Все законы природы одинаковы во всех системах координат, движущихся прямолинейно и равномерно друг относительно друга.**

**СТО (1905 г.) можно представить уравнением  $E=mc^2$ , связывающим энергию релятивистских частиц и их массу. Здесь  $c$  – скорость света.**

***Общая теория относительности* (1916 г.)**  
показала взаимосвязь пространства, времени,  
массы и энергии.

Известный тезис этой теории касался того, что сильное поле тяготения искривляет световые лучи (пространство).

Это было дополнительно подтверждено наблюдением отклонения местоположения звёзд во время солнечного затмения. Пространство и время испытывают воздействие сил гравитации: при усилении тяготения пространство сжимается, а время ускоряется. Гравитация прямо пропорциональна массе, а согласно СТО масса связана с энергией.

**Таким образом, СТО утверждает, что пространство и время не абсолютны. Они органически связаны с материей, движением и между собой.**

**Эти идеи привели к отрицанию единственной и непререкаемой системы отсчета.**

**Оказалось, что при наблюдении необходимо учитывать также положение и движение самого наблюдателя. Во времена Ньютона Землю принимали за неподвижную систему отсчёта, относительно которой можно наблюдать всё остальное, но Эйнштейн убедительно показал, что не существует неизменной точки отсчёта – всё является относительным.**

# Общие выводы

## Ньютоновская механика:

Пространство однородно, размеры тел во всех системах отсчёта одинаковы, время во всех инерциальных системах отсчёта течёт одинаково.

Полная энергия замкнутой системы величина постоянная.

Масса тела не зависит от того, движется или покоится тело.

СТО (на основе математических следствий из преобразований Лоренца): значения пространственных и временных характеристик зависят от значений скоростей, с которыми движутся тела.

Длина тела, движущегося со скоростью близкой к скорости света, сокращается. Часы в аналогичной ситуации идут медленнее. В релятивистской динамике полная энергия и масса тела зависят от характера его движения.



**Спасибо за внимание!**