

---

# Механическая картина мира (МКМ). Механика и методология Ньютона.

---

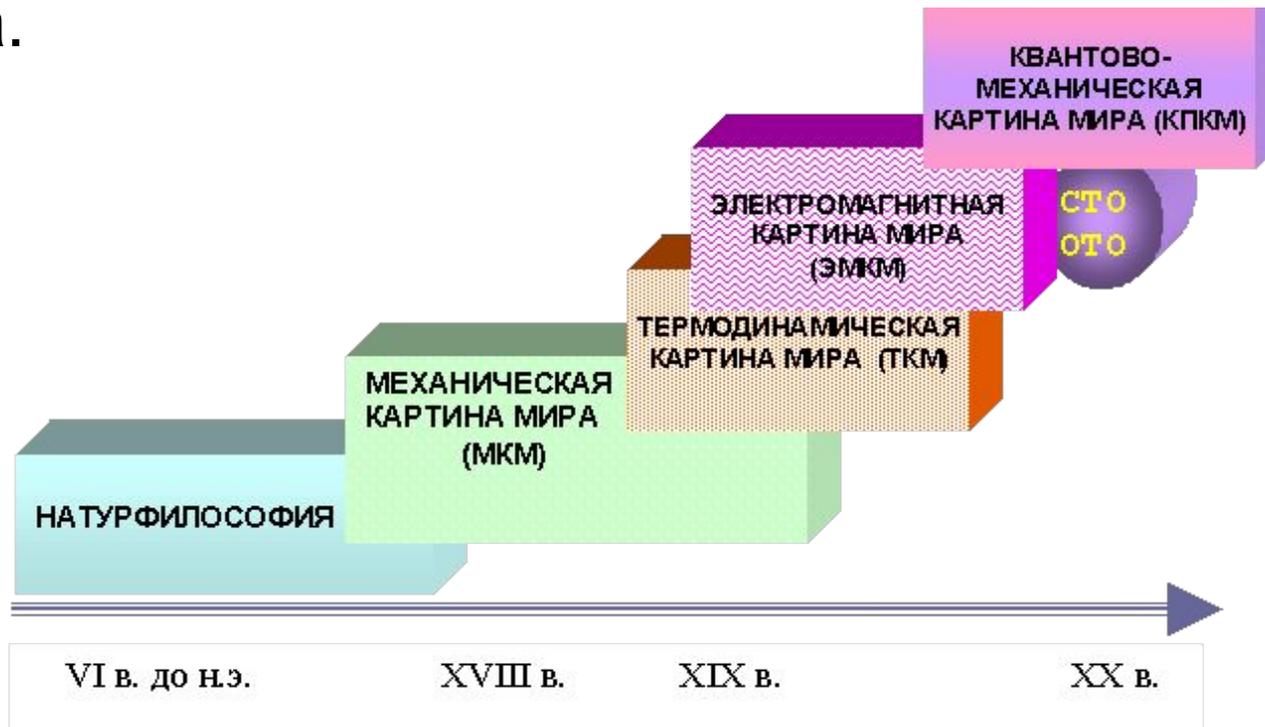
---

# Понятие научной картины мира.

- Понятие «научная картина мира» появилось в естествознании и философии в конце 19-го века.
  - Научная картина мира - целостная система представлений об общих свойствах, сферах, уровнях и закономерностях природы, формирующая мировоззрение человека.
-

# Формирование механической картины мира (МКМ).

- В истории науки научные картины мира не оставались неизменными, а сменяли друг друга.



---

# Научные картины мира

- натурфилософская – до 16-17-го веков;
  - механистическая – 17 век до второй половины 19-го века.;
  - термодинамическая (в рамках механистической теории) в 19-м веке;
  - электромагнитная – конец 19-го – начало 20 века;
  - квантово-механическая – 20-й век.
-

- 
- Физическая картина мира создается благодаря фундаментальным экспериментальным измерениям и наблюдениям, на которых основываются теории, объясняющие факты и углубляющие понимание природы.
  - Физика – это экспериментальная наука, поэтому она не может достичь абсолютных истин, поскольку эксперименты сами по себе несовершенны. Этим обусловлено постоянное развитие научных представлений.
-

---

# Основные понятия и законы МКМ.

- МКМ складывалась под влиянием материалистических представлений о материи и формах ее существования.
  - Становление механической картины связывают с именем Галилео Галилея, впервые применившего для исследования природы экспериментальный метод вместе с измерениями исследуемых величин и последующей математической обработкой результатов.
-

- 
- Экспериментальный метод принципиально отличался от ранее существовавшего натурфилософского способа, при котором для объяснения явлений природы придумывались не связанные с опытом и наблюдением, умозрительные схемы.
  - Законы движения планет, открытые Иоганном Кеплером (1570-1630), свидетельствовали о том, что между движениями земных и небесных тел не существует принципиальной разницы, поскольку все они подчиняются определенным естественным законам.
-

- 
- Ядром МКМ является механика Ньютона или классическая механика.
  - Формирование классической механики происходило по 2-м направлениям:
    1. обобщение законов свободного падения тел, открытых Галилеем, а также законов движения планет, сформулированных Кеплером;
    2. создание методов для количественного анализа механического движения в целом.
-

---

В любой физической теории присутствует довольно много понятий, но среди них есть фундаментальные, а именно:

- материя;
- движение;
- пространство;
- время;
- взаимодействие.

Каждое из этих понятий не может существовать без четырех остальных. Вместе они отражают единство Мира.

---

# Материя

- Материя, согласно МКМ – это вещество, состоящее из мельчайших, далее неделимых, абсолютно твердых движущихся частиц – атомов, т.е. в МКМ были приняты дискретные (дискретный – “прерывный”), представления о материи.
- Важнейшими понятиями в механике были понятия материальной точки и абсолютно твердого тела
- (Материальная точка – тело, размерами которого в условиях данной задачи можно пренебречь, абсолютно твердое тело – система материальных точек, расстояние между которыми всегда остается неизменным).

---

# Пространство

**Ньютон** рассматривал два вида пространства:

- относительное, с которым люди знакомятся путем измерения пространственных отношения между телами;
  - абсолютное, которое остается всегда одинаковым и неподвижным; т.е. абсолютное пространство – это пустоеместилище тел, оно не связано со временем, и его свойства не зависят от наличия или отсутствия в нем материальных объектов.
-

---

Пространство в Ньютоновской механике имеет следующие свойства, оно:

- трёхмерное (положение любой точки можно описать тремя координатами);
- непрерывное;
- бесконечное;
- однородное (свойства пространства одинаковы в любой точке);
- изотропное (свойства пространства не зависят от направления).

Пространственные отношения в МКМ описываются геометрией Евклида.

---

# Время.

- Ньютон рассматривал два вида времени, аналогично пространству: относительное и абсолютное.
- Относительное время люди познают в процессе измерений,
- Абсолютное протекает равномерно и иначе называется длительностью.
- Время у Ньютона, аналогично пространству – пустоеместилище событий, не зависящее ни от чего. Время течет в одном направлении – от прошлого к будущему.

# Движение.

- В МКМ признавалось только механическое движение, т.е. изменение положения тела в пространстве с течением времени.
- Любое сложное движение можно представить как сумму пространственных перемещений. Движение любого тела объяснялось на основе трёх законов Ньютона, при этом использовались такие важные понятия как сила и масса.
- Под силой в МКМ понимается причина изменения механического движения и причина деформации.

# Взаимодействие.

- В МКМ было известно гравитационное взаимодействие  
Гравитационное взаимодействие означает наличие сил притяжения между любыми телами. Величина этих сил может быть определена из закона всемирного тяготения. Если же известна масса одного из тел (эталоны) и сила гравитации, можно определить и массу второго тела.
- Масса является одновременно и мерой инертности и мерой гравитации. Гравитационные силы являются универсальными. Ньютон ничего не говорил о природе гравитационных сил. В настоящее время их природа все ещё остается проблематичной.
- В классической механике все явления природы сводились к трём законам механики и закону всемирного тяготения, к действию сил притяжения и отталкивания.

# Основные принципы МКМ

## **Принцип относительности Галилея.**

- Принцип относительности Галилея утверждает, что все инерциальные системы отсчета (ИСО) с точки зрения механики совершенно равноправны (эквивалентны).

## **Принцип дальнего действия.**

- В МКМ было принято, что взаимодействие передается мгновенно, и промежуточная среда в передаче взаимодействия участия не принимает.

## **Принцип причинности.**

- В МКМ все многообразие явлений природы сводится к механической форме движения материи. С другой стороны известно, что беспричинных явлений нет, что всегда можно (принципиально) выделить причину и следствие. Причина и следствие взаимосвязаны, влияют друг на друга. Следствие одной причины может стать причиной другого следствия.

---

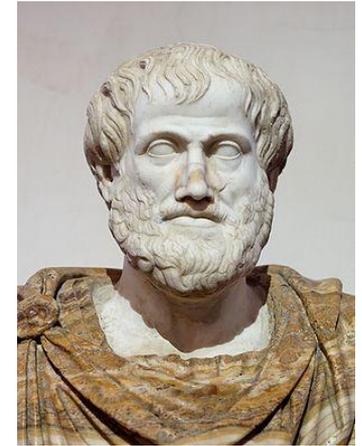
# Движение. Механика и методология Ньютона.

---

# Движение – одна из основных проблем естествознания.

- Развитие физики в 17-18-м веках было подготовлено трудами, наблюдениями, идеями, догадками учёных античности и средневековья. Ньютон сам говорил, что своими успехами он обязан тому, что «...стоял на плечах гигантов».
- Ньютон создал динамику – учение о движении тел, которое вошло в науку также под названием «механика Ньютона».

- Одним из первых, кто задумался о сущности движения, был Аристотель. Аристотель определяет движение как изменение положения тела в пространстве. Пространство, по Аристотелю, целиком заполнено материей, неким подобием эфира или прозрачной, как воздух субстанцией. Пустоты в природе нет («природа боится пустоты»).
- В своих рассуждениях Аристотель использовал понятия силы, не давая ему строгого определения. Он различал три вида силы: тягу, давление и удар.

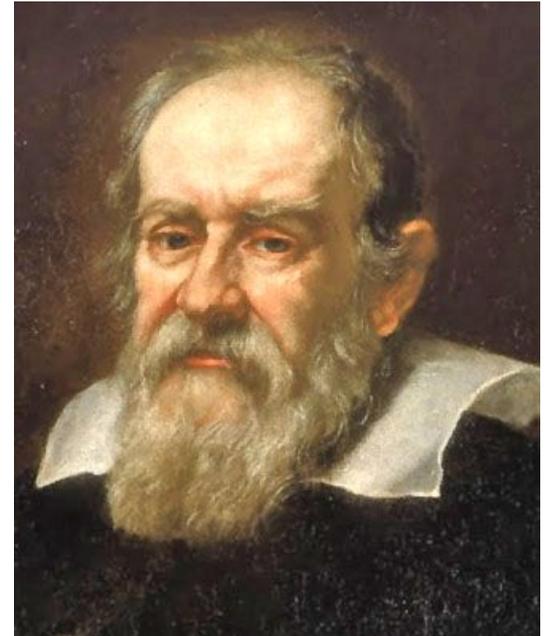


- Существенный вклад в формирование механической картины мира внес Рене Декарт – французский математик и философ (1596-1650).
- Декарт сформулировал закон, который утверждает постоянство количества движения  $mV$ , равного произведению приложенной силы на время ее действия  $F\Delta t$ , который называется импульсом силы. ( $mV = F\Delta t$ ). Он также предложил использовать в математике прямоугольную систему координат  $(X, Y, Z)$ , получившую название декартовой системы координат.



# Механика Галилея как основа механики Ньютона.

- Подобно Евклиду, который устанавливал соотношения в пространстве, Галилей выявлял характер движения тел.
- Галилей ввел определения силы, скорости, ускорения, равномерного движения, инерции, понятия средней скорости и среднего ускорения. Скорость он, в частности, определял как отношение пройденного пути к затраченному времени, а силу сопоставлял такому математическому понятию как вектор.



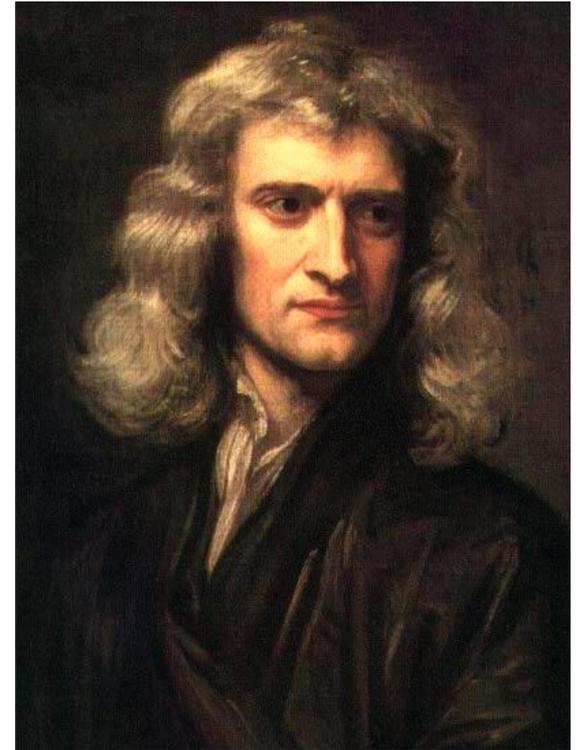
## **Галилей сформулировал четыре аксиомы:**

- 1-я аксиома (Закон инерции). Свободное движение по горизонтальной плоскости происходит с постоянной по величине и направлению скоростью;
- 2-я аксиома: свободно падающее тело движется с постоянным ускорением и конечная скорость тела, падающего из состояния покоя, связано с высотой, которая пройдена к этому моменту;
- 3-я аксиома: свободное падение тел можно рассматривать как движение по наклонной плоскости, а горизонтальной плоскости соответствует закон инерции.
- 4-я аксиома (принцип относительности). Галилей доказал, что траектория падающего тела отклоняется от вертикали из-за сопротивления воздуха и в безвоздушном пространстве тело упадет точно над точкой, из которой началось падение. То же происходит при падении тела с мачты движущегося с абсолютно постоянной скоростью корабля, но человеку, стоящему на берегу, траектория его падения представится в виде параболы.

- 
- Галилей также сформулировал принцип, получивший название «Принципа относительности Галилея» следующим образом: Внутри равномерно движущейся (т.н. инерциальной) системы все механические процессы протекают так же, как и внутри покоящейся.
-

# Механика Ньютона.

- Исаак Ньютон (1643-1727), родившийся вскоре смерти Галилея, унаследовал, таким образом, все методы, знания и новые идеи предыдущего поколения ученых и создал теорию, которая на два столетия (!) определила развитие науки.
- Ньютон обобщил открытия Галилея в качестве двух законов, добавил к ним третий закон и закон всемирного тяготения.
- Ньютон считал, что задачи физики состоят в том, чтобы по явлениям движения распознать силы природы, а затем по этим силам объяснить все остальные явления.



---

## **I-й закон Ньютона или закон инерции.**

- **всякое тело сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения, пока оно не будет вынуждено изменить его под действием каких-то сил.**
-

---

## II-й закон Ньютона

$$F = m \cdot a$$

- При постоянной силе воздействия ускорение, которое можно придать телу тем меньше, чем больше его масса.
-

---

**III-й закон Ньютона** отражает тот факт, что силы действия и противодействия равны по величине и противоположны по направлению.

---

## IV-й закон Ньютона

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

- где,  $m_1$  – масса первого тела;
- $m_2$  – масса второго тела;
- $r$  – расстояние между телами;
- $g$  – гравитационная постоянная.

---

Следствия из IV–го закона Ньютона:

- сила тяготения убывает пропорционально квадрату расстояния;
- что сила тяготения между телами пропорциональна массе этих тел.

Ньютон высказал положение о всеобщем характере сил тяготения и одинаковой их природе на всех планетах, показал, что «вес тела на всякой планете пропорционален массе этой планеты».

---

- 
- Ньютон на основе закона всемирного тяготения изложил теорию сжатия Земли у полюсов, теорию приливов и отливов, движения комет.
-

---

# Оптика Ньютона

- Ньютон кроме механики занимался также оптикой.
  - Ньютон создал корпускулярную теорию света - «лучи света очень мелкие частицы, испускаемыми светящимися телами».
  - Эта теория была безоговорочно принята последователями Ньютона и стала господствующей в оптике 18-го века.
-

- Но корпускулярная теория не могла объяснить такие явления как интерференция и дифракция света, которые легко объяснялись на основе волновых представлений о природе света.
- *Интерференция света* – явление взаимного усиления или ослабления света до полной темноты (гашения) при наложении двух его волн, которые имеют одинаковые частоты колебаний.
- *Дифракция* – свойство волн огибать препятствия.

- 
- 19-й век оказался триумфом волновой теории света, Но уже в 20-м веке вновь была показана необходимость сохранить представление о свете как о потоке частиц – **фотонов**.
-

---

Ньютону в оптике принадлежат ещё две гениальные идеи.

- Первая – о возможном превращении тел в свет и обратно.
  - Вторая идея – о влиянии тел на распространение света.
-

