

Динамика материальной точки и простейших систем

- Инерциальные системы отсчета. Преобразования Галилея.
- Понятия массы, импульса и силы в механике Ньютона.
- Законы Ньютона. Уравнение движения. Начальные условия.
- Законы, описывающие индивидуальные свойства сил. Закон всемирного тяготения. Закон Гука. Законы для сил сухого и вязкого трения.
- Явление застоя. Явление заноса.

Динамика материальной точки и простейших систем

- **Кинемáтика** (греч. κινεῖν — двигаться) — раздел механики, в котором изучают движения тел и не интересуются причинами, вызывающими эти движения.
- **Дина́мика** (греч. δύναμις «сила, мощь») — раздел механики, в котором изучаются причины возникновения механического движения.

<http://genphys.phys.msu.ru/rus/sci/nanogroup/lectures.html>

Динамика материальной точки и простейших систем

Рассмотрим ускорение некоторого тела относительно произвольной системы отсчета. Какова же причина этого ускорения? Опыт показывает, что ускорение возникает либо вследствие



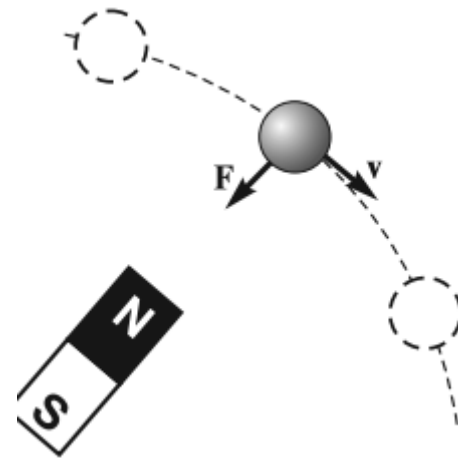
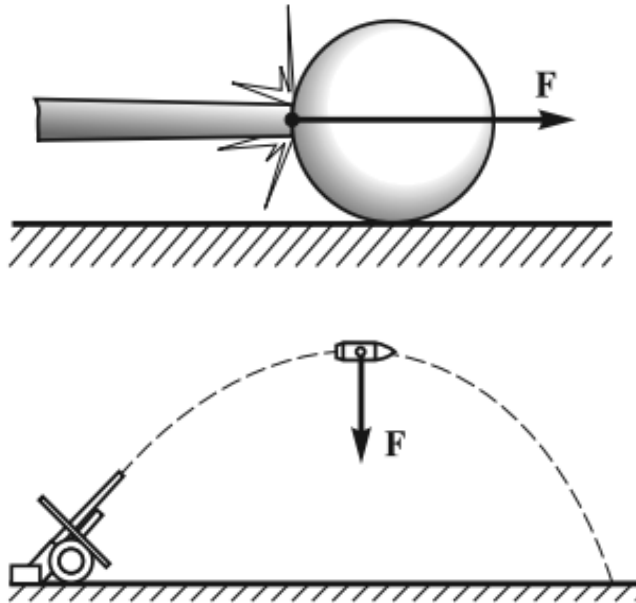
Взаимодействие тела с другими телами



Либо за счет свойств самой системы отсчета

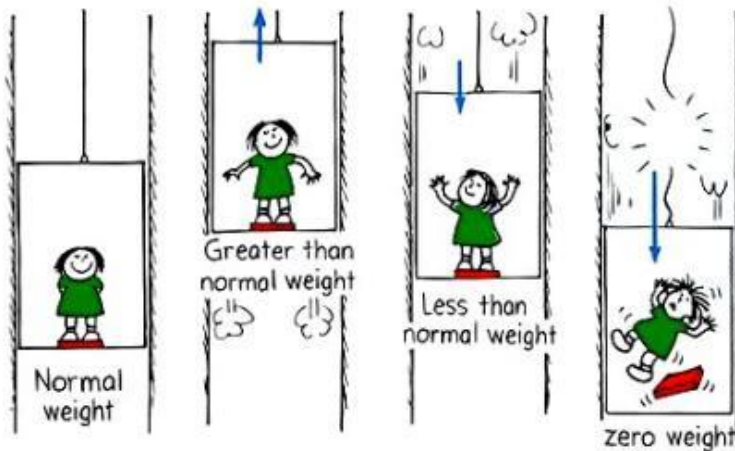
Примеры

В лабораторной системе отсчета, связанной с неподвижной относительно Земли лабораторией, мы приходим к выводу, что их движение вызывается или изменяется в результате взаимодействия с другими телами.



Примеры

В других случаях дело обстоит иначе



Примеры

Мы не можем указать тел, взаимодействие с которыми приводит к этим эффектам

Возникает вопрос: существуют ли такие системы отсчета, в которых ускорение тела обусловлено только его взаимодействием с другими телами?

Инерциальные системы отсчета

Преобразования Галилея

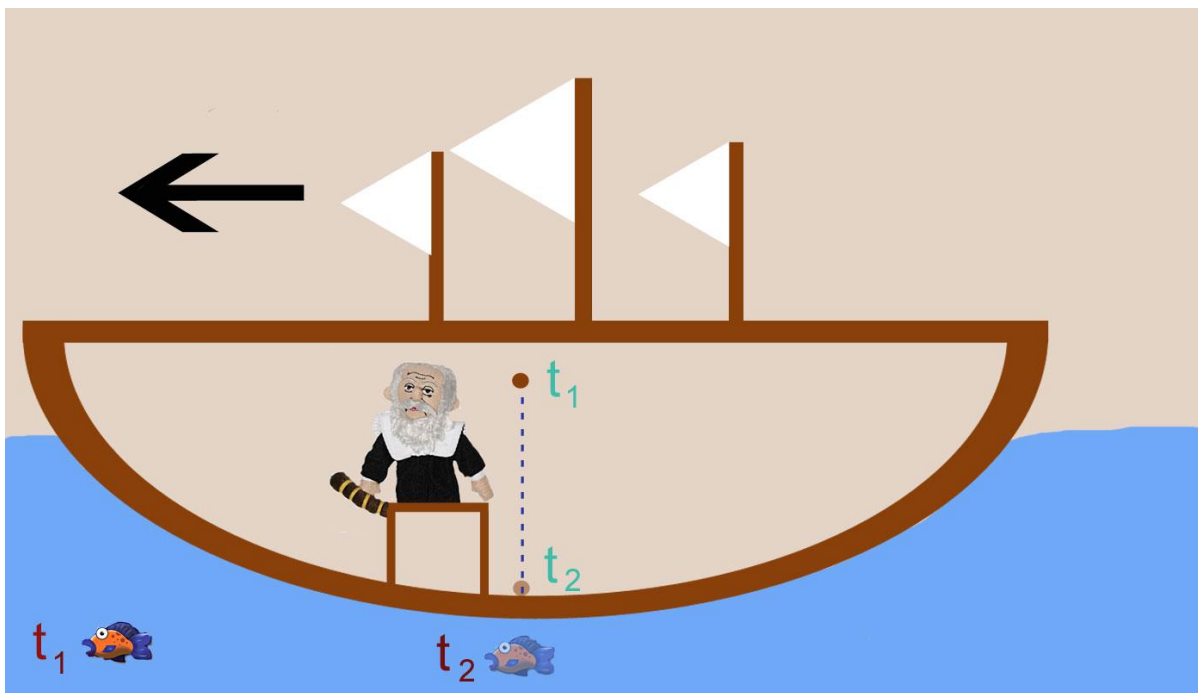
Первый закон Ньютона. Существуют такие системы отсчета, относительно которых изолированная материальная точка (на которую не действуют силы) движется равномерно и прямолинейно или покоится.

Инерциальная система отсчета - система отсчета, относительно которой изолированная материальная точка движется равномерно и прямолинейно или покоится.

- *Преобразования Галилея.*
- *Инварианты преобразований Галилея*

Принцип относительности Галилея

Принцип относительности Галилея. Все механические явления в различных ИСО подчиняются одним и тем же физическим законам.

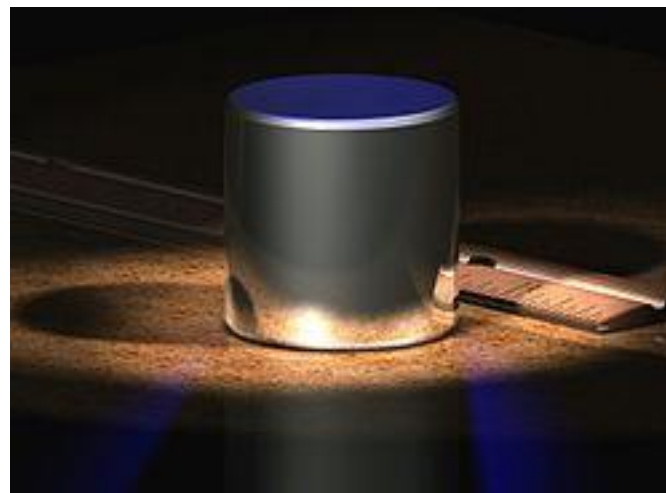
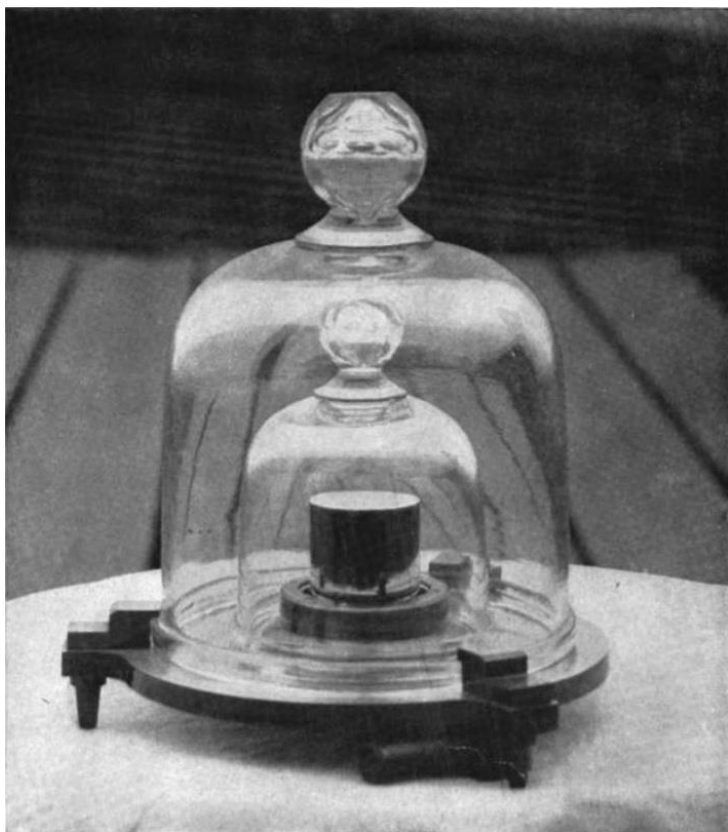


Понятия массы, импульса и силы в механике Ньютона

- **Сила** – мера взаимодействия тел; количественная характеристика величины взаимодействия тел; векторная физическая величина.
- **Масса** – количество материи (вещества); скалярная физическая величина; аддитивная величина.
- **Импульс** материальной точки - векторная физическая величина $\mathbf{p} = m\mathbf{v}$

Килограмм

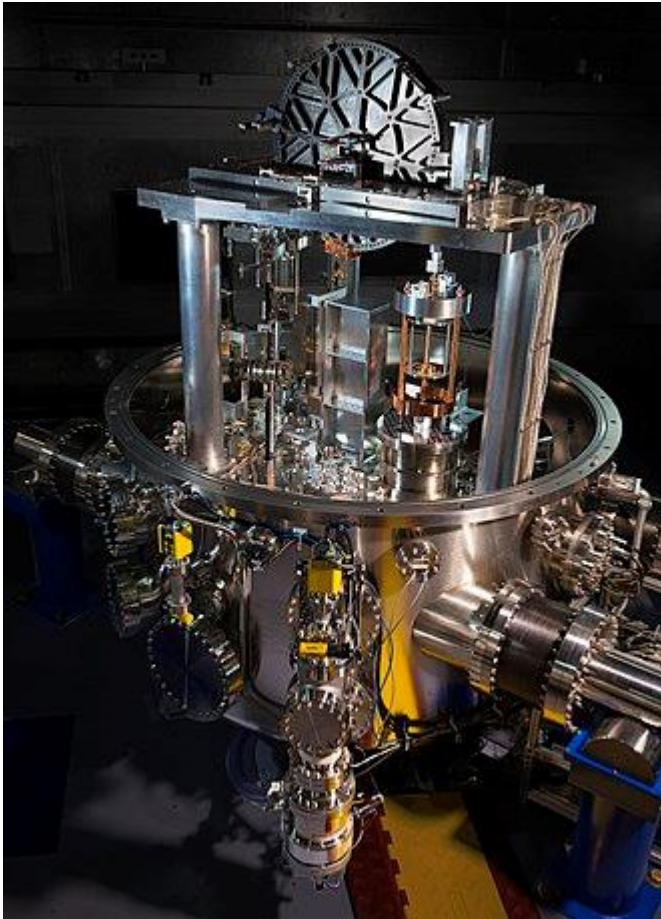
килограмм – цилиндр диаметром и высотой 39,17 мм из платино-иридиевого сплава (90 % платины, 10 % иридия) !!! До 20 мая 2019 !!!



До 20 мая 2019 года килограмм оставался последней единицей СИ, определенной на основе изготовленного человеком объекта.

Весы Киббла (ватт-весы)

Весы Киббла были изначально предназначены для измерения постоянной Планка, так как электрическая мощность и постоянная Планка линейно зависят через эффект Джозефсона и квантовый эффект Холла.



Принцип работы ампер-весов основан на законе Ампера: на провод длиной L с протекающим по нему электрическим током I при внесении его в магнитное поле с индукцией B , будет действовать сила величиной BLI . Если провод нагрузить массой m , то при установлении равновесия появится соответствие между силой тока и массой m : $mg = BLI$.

Второй закон Ньютона

Уравнение движения

Второй закон Ньютона. В инерциальной системе отсчета произведение массы материальной точки на ее ускорение равно сумме всех сил, действующих на эту материальную точку со стороны других тел

Прямая и обратная задача динамики

- **Прямая задача динамики** – найти закон движения точки, если известны ее масса и действующая на нее сила F .
- **Обратная задача динамики** – найти действующую на точку силу F , если известны масса и закон движения.

Законы динамики

Уравнение движения – второй закон Ньютона, записанный в векторной форме или в проекциях на оси инерциальной системы отсчета.

Третий закон Ньютона. Силы взаимодействия двух материальных точек:

- 1) равны по модулю,
- 2) Противоположны по направлению
- 3) направлены вдоль прямой, соединяющей материальные точки,
- 4) парные и приложены к разным материальным точкам,
- 5) одной природы.

Законы динамики – это законы Ньютона и законы, описывающие индивидуальные свойства сил.

Закон всемирного тяготения

$$\vec{F} = -G \frac{m_1 m_2}{R^3} \vec{R}$$



Здесь $G=6.67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/(\text{кг с}^2)$ - гравитационная постоянная, \vec{R} - радиус-вектор, проведенный из первой точки во вторую, m_1, m_2 -называют гравитационными массами, которые пропорциональны количеству вещества.

Эксперимент показывает, что гравитационная масса равна массе инерционной (по крайней мере с точностью до 10^{-14}).

Законы, описывающие индивидуальные свойства сил

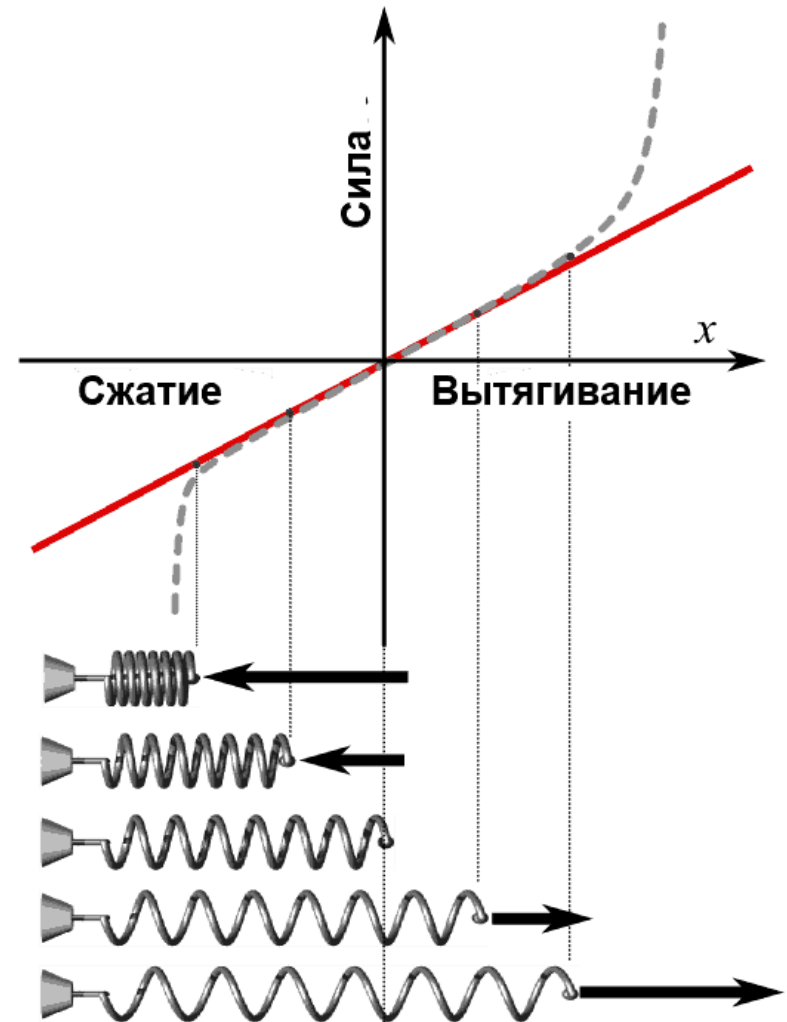
- **Сила тяжести, действующая на тело**

Земля	9,81 м/с ²	1,00 g	Солнце	273,1 м/с ²	27,85 g
Луна	1,62 м/с ²	0,165 g	Меркурий	3,68—3,74 м/с ²	0,375—0,381 g
Венера	8,88 м/с ²	0,906 g	Марс	3,86 м/с ²	0,394 g
Юпитер	23,95 м/с ²	2,442 g	Сатурн	10,44 м/с ²	1,065 g
Уран	8,86 м/с ²	0,903 g	Нептун	11,09 м/с ²	1,131 g

- **Вес тела** – сила, с которой тело, находящееся в поле сил тяжести, действует на неподвижную относительно него опору или подвес, препятствующие свободному падению тела.
- **Закон Гука.** При малых упругих деформациях величина деформации пропорциональна величине вызывающей ее силы.

Закон Гука

- **Закон Гука.** При малых упругих деформациях величина деформации пропорциональна величине вызывающей ее силы.



Силы трения

- **Сила трения** – составляющая силы непосредственного взаимодействия тел при соприкосновении вдоль плоскости соприкосновения.
- **Сила нормального давления (реакции опоры)** – составляющая силы взаимодействия тел при непосредственном соприкосновении вдоль направления нормали к плоскости соприкосновения.
- **Силы вязкого (внутреннего) трения** – силы трения, возникающие при движении тела в вязкой (жидкой или газообразной) среде.
- **Силы сухого трения** – силы трения, возникающие при непосредственном соприкосновении твердых тел.

Силы трения

Силы трения покоя – силы сухого трения, возникающие в отсутствие относительного движения взаимодействующих тел.

Сила трения скольжения – сила сухого трения, возникающая при относительном движении взаимодействующих тел.

Закон Амонтона – Кулона

Закон Амонтона – Кулона – эмпирический закон, описывающий свойства сил сухого трения:

1) модуль силы сухого трения покоя может принимать значения от нуля до некоторого своего максимального значения:

$$0 \leq F_{\text{п}} \leq F_{\text{max}} ;$$

2) модуль силы сухого трения скольжения равен максимальному значению модуля силы сухого трения покоя: $F_{\text{ск}} = F_{\text{max}} ;$

3) модуль силы сухого трения скольжения пропорционален модулю силы нормального давления:

$$F_{\text{ск}} = \mu N$$

Явление застоя

Явление заноса

Явление застоя. Наличие силы трения покоя приводит к тому, что для приведения тела в движение необходимо воздействовать на него с силой больше максимальной силы трения покоя.

Явление заноса. Явление заноса состоит в том, что при проскальзывании движение тела становится неустойчивым в поперечном направлении, поскольку $F'_{mp1} \ll \mu N$

$$F'_{mp1} = F_{mp1} \sin \alpha = \mu N \frac{u}{v_1} = \mu N \frac{u}{\sqrt{u^2 + v^2}}$$

Закон Кулона

**Закон всемирного
тяготения**

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

**Закон взаимодействия
электрических зарядов
(Закон Кулона)**

$$|\mathbf{F}| = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$