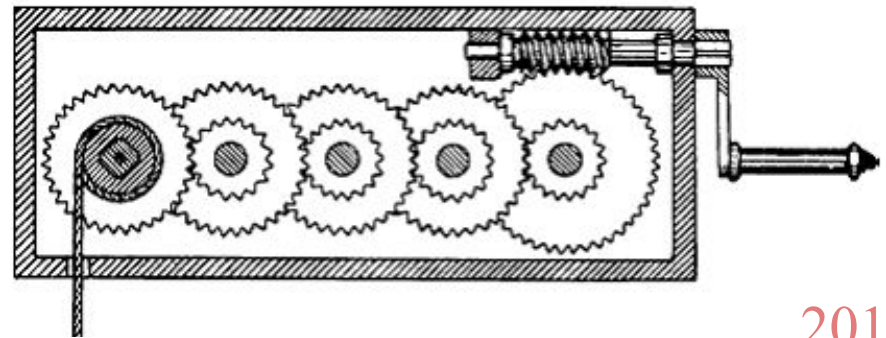
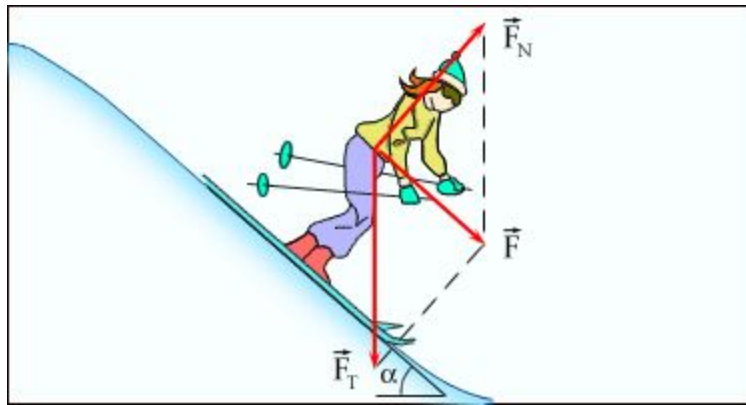


# Лекция 3. Динамика материальной точки



# Динамика материальной точки

Динамика – раздел механики, изучающий причины, вызывающие движение тел.

1687 г. - законы Ньютона, основа классической механики (механики Ньютона), обобщение большого количества опытов.

Классическая механика – частный случай...

- 1) ...специальной теории относительности (СТО) при скоростях много меньших скорости света ( $v \ll c$ )
- 2) ...квантовой механики при массах много больших массы атома

# Историческая справка



Аристотель. Существует два типа движений: естественное и насильственное. Насильственное движение предполагает наличие некоторого двигателя или силы (динамис).

*«Если какая-нибудь сила продвигает тело на какое-нибудь расстояние, то эта же сила продвигает вдвое меньшее тело или на вдвое большее расстояние, или на то же расстояние, но за вдвое меньшее время».*



Галилео Галилей (1564-1642). Динамика — наука о движении относительно места. Научные основы динамики, закон инерции, принцип относительности Галилея, свободное падение тел.

# Историческая справка

Исаак НЬЮТОН.



И. НЬЮТОН  
(1643–1727)

*Здесь покоится Сэр Исаак Ньютон,  
Который почти божественной силой своего ума  
Впервые объяснил  
Помощью своего математического метода  
Движения и формы планет,  
Пути комет, приливы и отливы океана.  
Он первый исследовал разнообразие световых лучей  
И проистекающие отсюда особенности цветов,  
Каких до того времени никто даже не подозревал.  
Прилежный, проницательный и верный  
истолкователь  
Природы, древностей и священного писания,  
Он прославил в своем учении Всемогущего Творца.  
Требуемую Евангелием простоту он доказал своей  
Жизнью.  
Пусть смертные радуются, что в их среде  
Жило такое украшение человеческого рода.*

# Преобразования Галилея

Инерциальные системы отсчета – системы отсчета, относительно которых свободное тело движется равномерно и прямолинейно или находится в состоянии покоя.

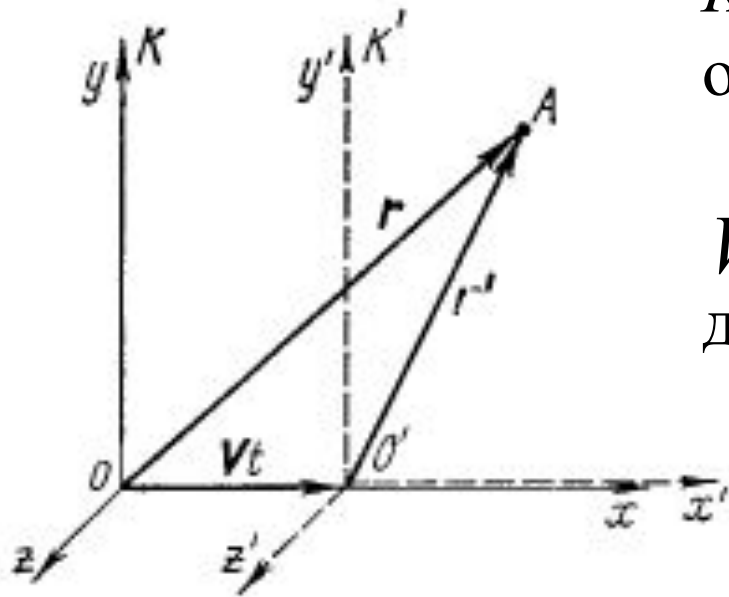
*Примеры ИСО: до опытов Фуко – Земля; сейчас – гелиоцентрическая система.*

Любая система отсчета, двигающаяся равномерно и прямолинейно относительно гелиоцентрической системы также является инерциальной.

Неинерциальная система отсчета (НИСО) – СО, двигающаяся с ускорением относительно ИСО.

# Преобразования Галилея

- преобразования координат при переходе от одной ИСО к другой



$K, K'$  – инерциальные системы отсчета

$V$  – скорость, с которой движется СО  $K'$  относительно  $K$

$$\vec{r} = \vec{r}' + \vec{V}t$$

$$\vec{r}' = \vec{r} - \vec{V}t$$

# Преобразования Галилея

$$\vec{r}' = \vec{r} - \vec{V}t$$

$$\vec{v}' = \vec{v} - \vec{V} \quad t' = t$$

$$\vec{a}' = \vec{a}$$

Преобразования Галилея в координатах:

$$x = x' - V_x t$$

$$y = y'$$

$$z = z'$$

$$t' = t$$

# Принцип относительности Галилея

- все инерциальные системы отсчета эквивалентны друг другу по своим механическим свойствам;

или

- во всех инерциальных системах отсчета свойства пространства и времени одинаковы;

или

- законы механики одинаковы во всех инерциальных системах отсчета.



# Законы Ньютона

## I закон Ньютона

Существуют такие системы отсчета, относительно которых свободное тело движется равномерно и прямолинейно или находится в состоянии покоя. Такие системы называются инерциальными (ИСО).

Неинерциальные системы отсчета (НИСО) – системы отсчета, в которых не выполняется первый закон Ньютона.

# Законы Ньютона

## II закон Ньютона

Сила – физическая величина, определяющая количественную характеристику и направление воздействия, оказываемого на данное тело со стороны других тел.

Масса – мера инертности тела, т.е. способности тела сохранять свою скорость при движении.

**Сумма всех сил, действующих на тело, равна произведению массы этого тела на его ускорение.**

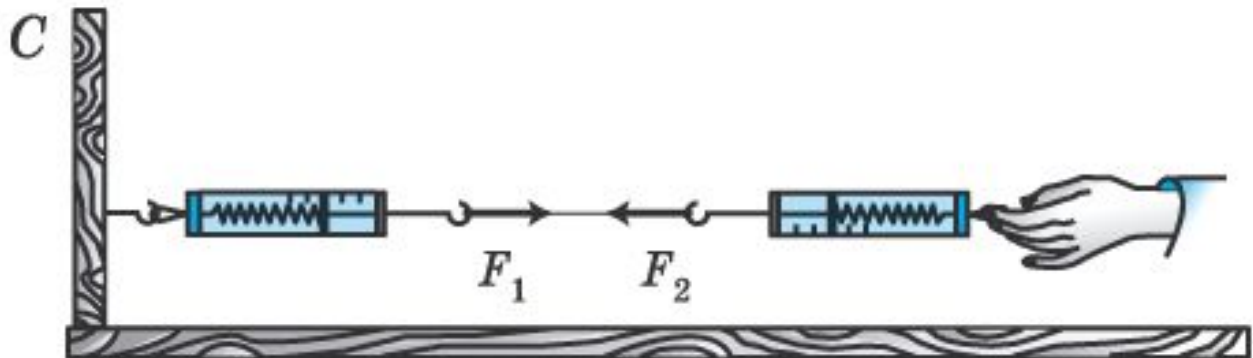
$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

# Законы Ньютона

## III закон Ньютона

Силы, с которыми два тела действуют друг на друга равны по модулю и направлены в противоположные стороны вдоль прямой, соединяющей эти тела.

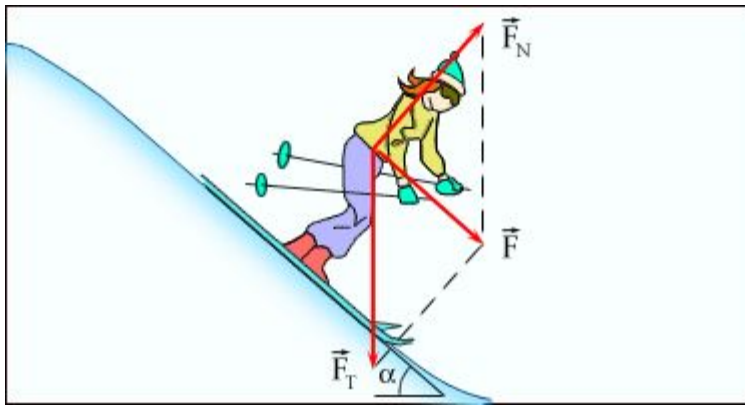
$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$



# Силы в механике

Принцип суперпозиции сил:

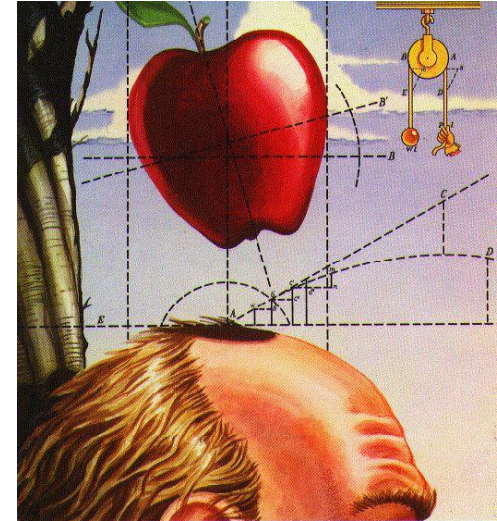
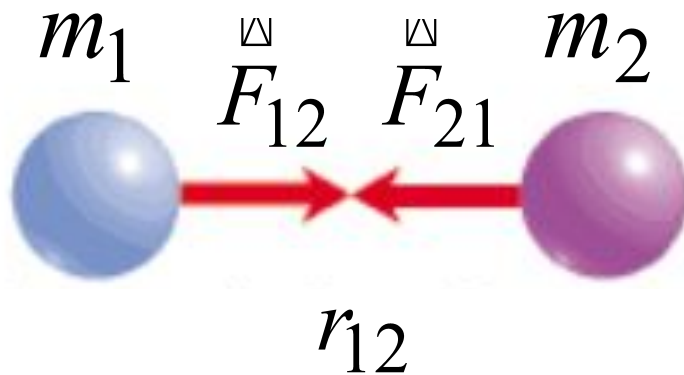
$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$$



# Силы в механике

Сила гравитационного притяжения:

$$\boxed{F = G \frac{m_1 m_2}{r_{12}^2}}$$

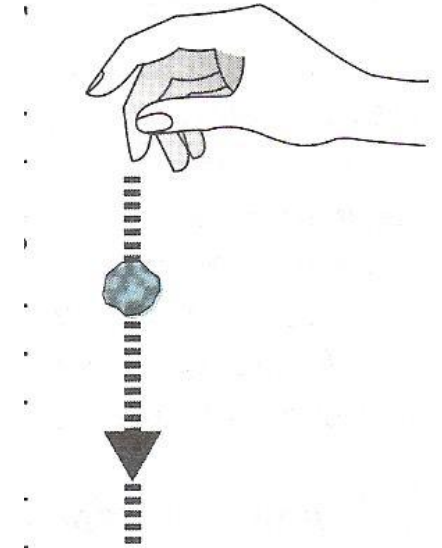


$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$$

# Силы в механике

Однородная сила тяжести:

$$\boxed{F = mg}$$



$$F = G \frac{mM_3}{R_3^2} = mg \quad g = \dots$$

$$g_{\text{грав.}} = 9,81 - 9,83 \text{ м/с}^2$$

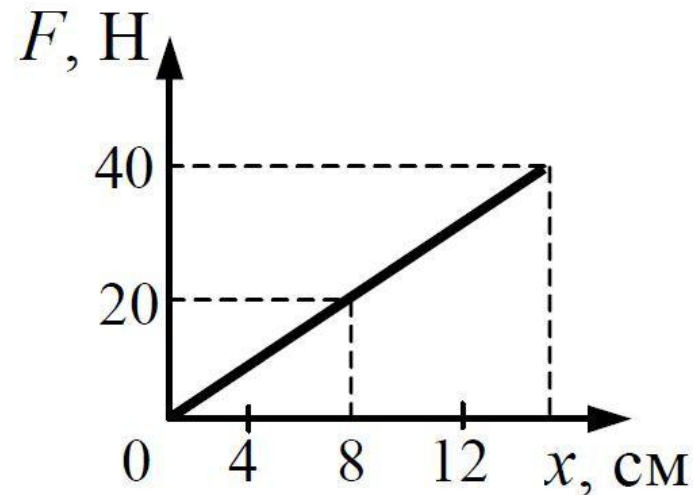
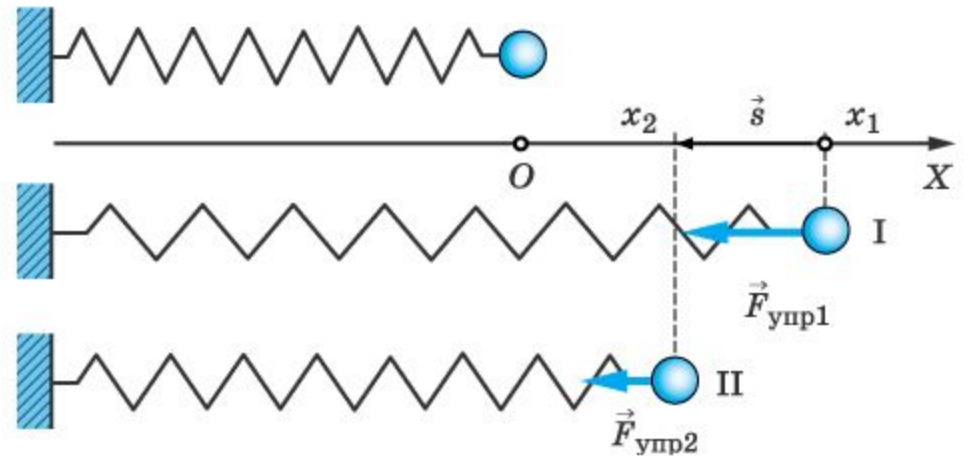
# Силы в механике

Сила упругости:

$$\vec{F} = -k\vec{x}$$

Закон Гука:

$$F = k\Delta l$$



# Силы в механике

Сила трения покоя :

$$\left| \overset{\boxminus}{F}_{тр.п.} \right| = \left| \sum \overset{\boxminus}{F}_{внешн} \right| < \left| \overset{\boxminus}{F}_{тр.ск.} \right|$$

Сила трения скольжения:

$$F = \mu N$$



# Вес и невесомость

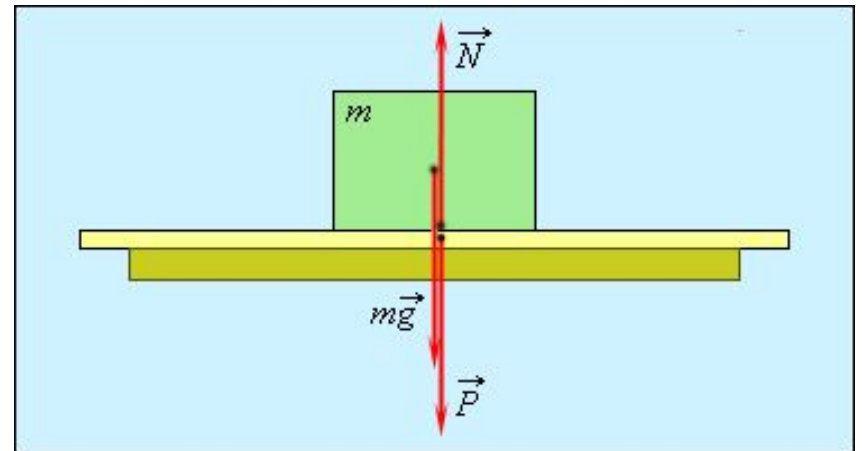
Вес тела – сила, с которой тело действует на неподвижную относительно него опору или подвес.

В случае опоры ( $N$  – сила реакции опоры):

$$|P| = |N|$$

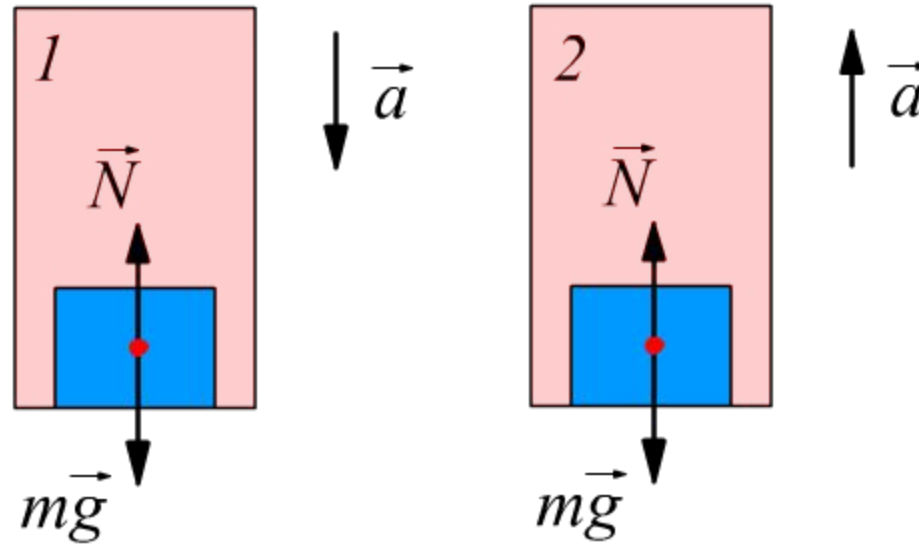
II закон Ньютона:

$$\vec{mg} + \vec{N} = 0$$



$P = mg$  - только в случае, если тело неподвижно.

# Вес тела в ускоренно движущейся СО



$$P_1 =$$

$$P_2 =$$

# Невесомость

- состояние, при котором вес тела равен нулю

$$P = 0, \quad a = g$$

# Перегрузка

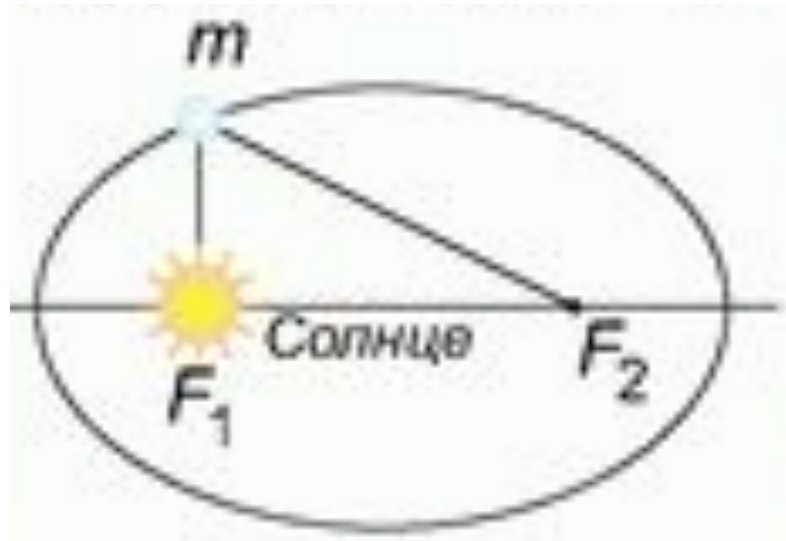
$$P > mg$$



# Законы Кеплера

## 1. Закон эллипсов

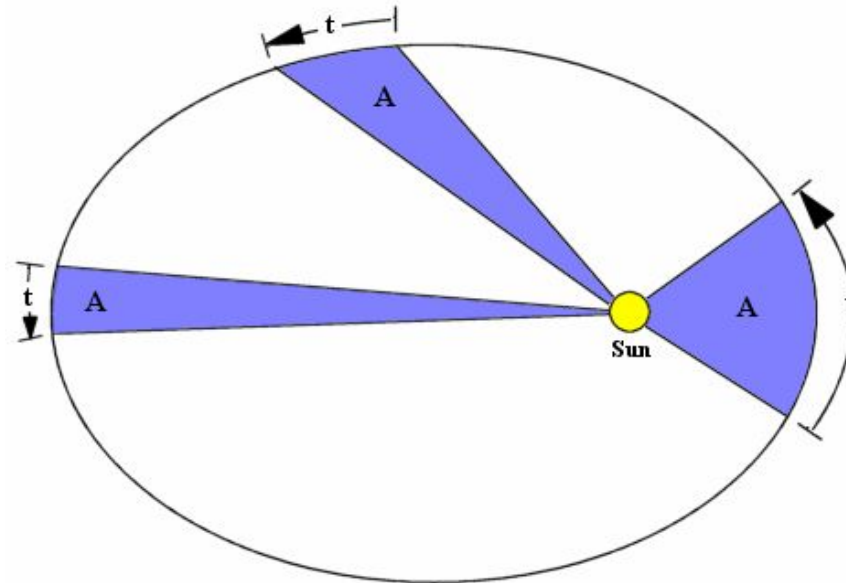
Каждая планета Солнечной системы вращается по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце.



# Законы Кеплера

## 2. Закон площадей

Каждая планета движется в плоскости, проходящей через центр Солнца, причём за равные промежутки времени радиус-вектор, соединяющий Солнце и планету, зачерчивает сектора равной площади.



# Законы Кеплера

## 3. Третий закон Кеплера

Квадраты периодов обращения планет вокруг Солнца относятся, как кубы больших полуосей орбит планет. (Закон справедлив не только для планет, но и для их спутников).

$$\frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{T_2^2}{R_2^3}$$