

ЗАКОНЫ НЬЮТОНА


Принцип причинности в механике

изменение скорости тела (ускорение) всегда вызывается воздействием на него
каких – либо других тел.

Система «Земля – опора»: действия нет \Rightarrow покой

$$\vec{v} = 0$$





Инерция - это явление сохранения состояния покоя или равномерного прямолинейного движения тел при отсутствии воздействия со стороны других тел.

Первый закон Ньютона (закон инерции):

*Существуют системы отсчета, называемые **инерциальными**, относительно которых тело движется прямолинейно и равномерно, если на него не действуют другие тела или действие этих тел скомпенсировано*

$$\text{Если } \sum \vec{F}_i = 0, \text{ то } \Rightarrow a = 0 \Rightarrow \begin{cases} v = 0 \\ v = \text{const} \end{cases}$$

Сила (\vec{F})

это векторная физическая величина, являющаяся мерой механического воздействия на тело со стороны других тел или полей.

Первый закон Ньютона (закон инерции):

*Существуют системы отсчета, называемые **инерциальными**, относительно которых тело движется прямолинейно и равномерно, если на него не действуют другие тела или действие этих тел скомпенсировано*

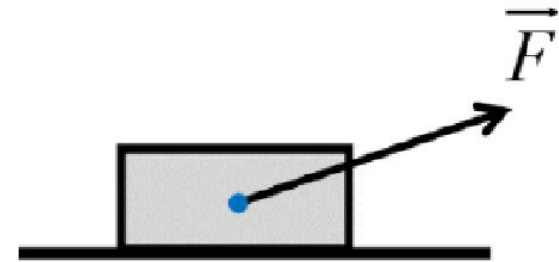
$$\text{Если } \sum \vec{F}_i = 0, \text{ то } \Rightarrow a = 0 \Rightarrow \begin{cases} v = 0 \\ v = \text{const} \end{cases}$$

Сила (\vec{F})

это векторная физическая величина, являющаяся мерой механического воздействия на тело со стороны других тел или полей.

В результате этого воздействия тело получает *ускорение* или испытывает *деформацию*.
В каждый момент времени сила характеризуется:

- числовым значением
- направлением в пространстве
- точкой приложения
- измерительный прибор **динамометр**



Единица измерения в СИ: $[F] = \text{кг} \cdot \text{м}/\text{с}^2 = \text{Н}$ (Ньютон)

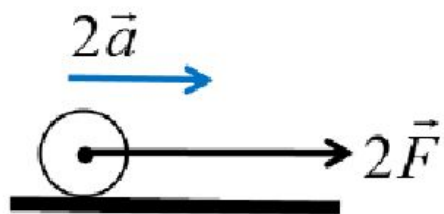
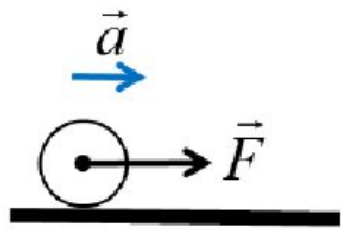
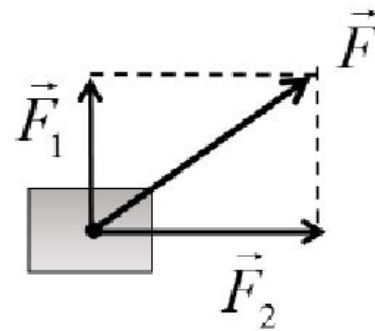
Принцип суперпозиции сил: *равнодействующая сила* \vec{F} будет равна векторной сумме сил, приложенных к телу, т.е.

$$\boxed{\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n}, \text{ или } \boxed{\vec{F} = \sum \vec{F}_i}$$

Пример: на тело действуют две силы, приложенные к одной точке и направлены под прямым углом.

Равнодействующая сила равна: $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$

Модуль силы: $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$



Из опыта: $a \sim F \Rightarrow \frac{F}{a} = \text{const} \Rightarrow m = \frac{F}{a}$

Масса (m)

физическая величина, являющаяся мерой инертности тела.

Единица измерения в СИ: $[m] = \text{кг}$ (килограмм)

Второй закон Ньютона

ускорение тела прямо пропорционально силе, действующей на него, и обратно пропорционально его массе

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

Для решения задач часто используют другую формулировку **второго закона Ньютона**:
произведение массы тела на ускорение равно сумме действующих на тело сил:

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

или

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

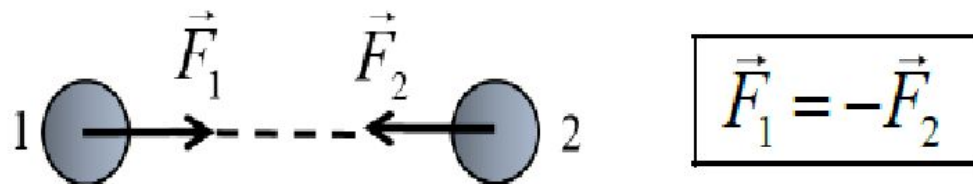
Единица измерения в СИ: $[F] = \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \text{Н}$ (Ньютон)

1 Н сила, которая телу массой $m = 1$ кг сообщает ускорение $a = 1 \frac{м}{с^2}$

Любое действие тел друг на друга – ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ!!!

Третий закон Ньютона:

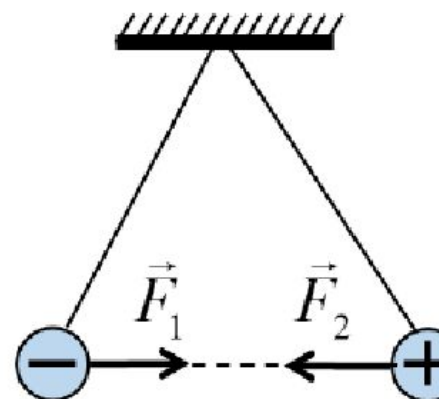
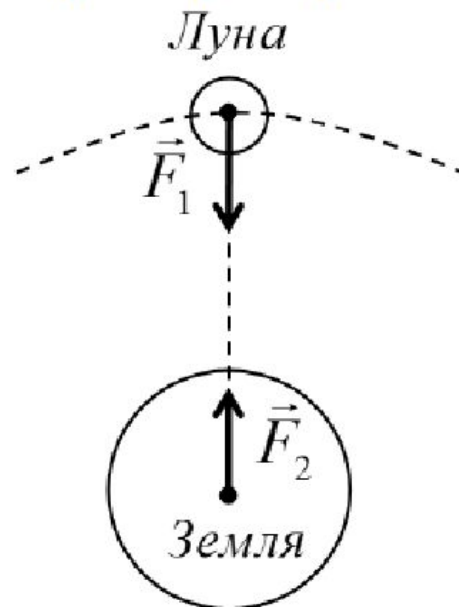
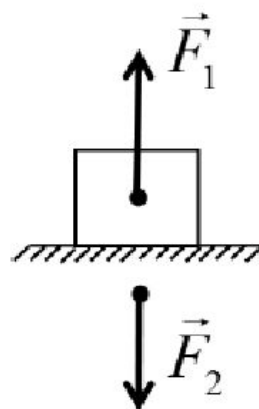
силы взаимодействия двух тел равны по модулям и направлены по одной прямой в противоположные стороны вдоль соединяющей их прямой



Силы взаимодействия должны быть:

- одной природы
- приложены к разным телам
- не уравнивают друг друга

Примеры проявления

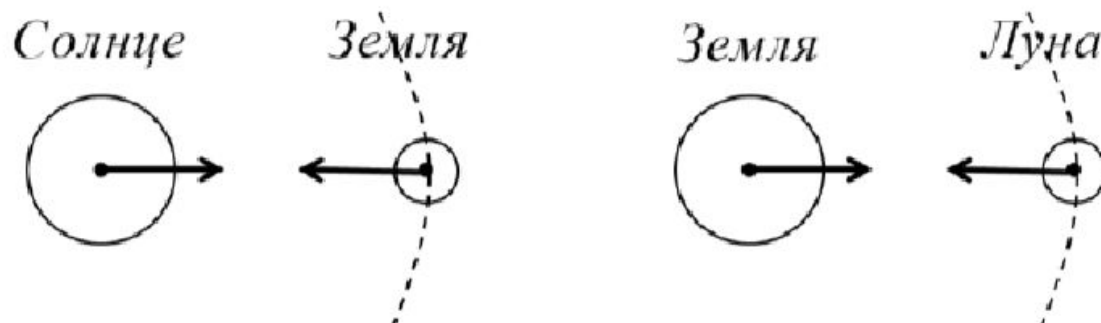


По второму закону Ньютона:

$$\left. \begin{array}{l} m_1 \vec{a}_1 = \vec{F}_1 \\ m_2 \vec{a}_2 = \vec{F}_2 \end{array} \right\} \Rightarrow m_1 \vec{a}_1 = -m_2 \vec{a}_2 \Rightarrow \boxed{\begin{array}{l} \frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1} = \text{const} \end{array}}$$

ЗАКОН ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕННЯ. СИЛА ТЯЖЕСТІ

Сила всемирного тяготения

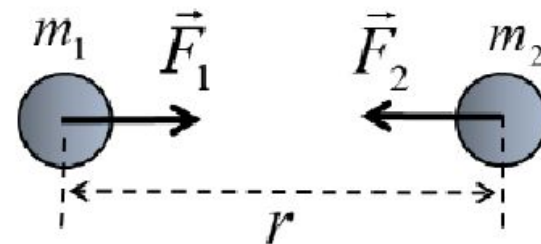


Закон всемирного тяготения

(И. Ньютон – 1667 г.)

сила гравитационного притяжения двух любых тел прямо пропорциональна произведению масс этих тел и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.

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



F - сила притяжений тел массами m_1 и m_2

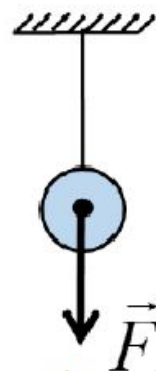
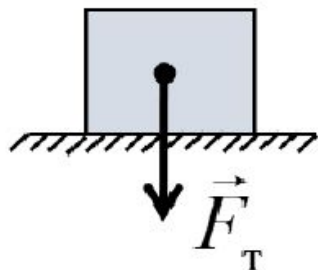
r - расстояние между телами, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$ - гравитационная постоянная

Сила тяжести (\vec{F}_T)

сила, с которой Земля притягивает находящиеся вблизи тела

$$\vec{F}_T = m \cdot \vec{g}$$

m - масса тела, \vec{g} - ускорение свободного падения.



Сила тяжести всегда направлена по линии отвеса вниз (к центру Земли)

$$\begin{cases} F_T = m \cdot g \\ F_T = G \frac{m \cdot M_3}{R_3^2} \end{cases} \Rightarrow g = G \frac{M_3}{R_3^2} - \text{ускорение свободного падения на поверхности Земли.}$$

M_3 - масса Земли, R_3 - радиус Земли, G - гравитационная постоянная.

Ускорение свободного падения \vec{g} не зависит от массы тела, а зависит только от размеров и массы планеты.

$$g_h = G \frac{M_3}{(R_3 + h)^2} - \text{ускорение свободного падения на высоте } h \text{ над Землей.}$$

Пример: Если $h = 1000$ км, то $g = 5,4 \frac{M}{c^2}$

Ускорение свободного падения \vec{g} зависит от широты места:

$g \approx 9,83 \frac{M}{c^2}$ - на полюсе, $g \approx 9,78 \frac{M}{c^2}$ - на экваторе.

Причина: приплюснутость у полюсов, вращение вокруг своей оси.

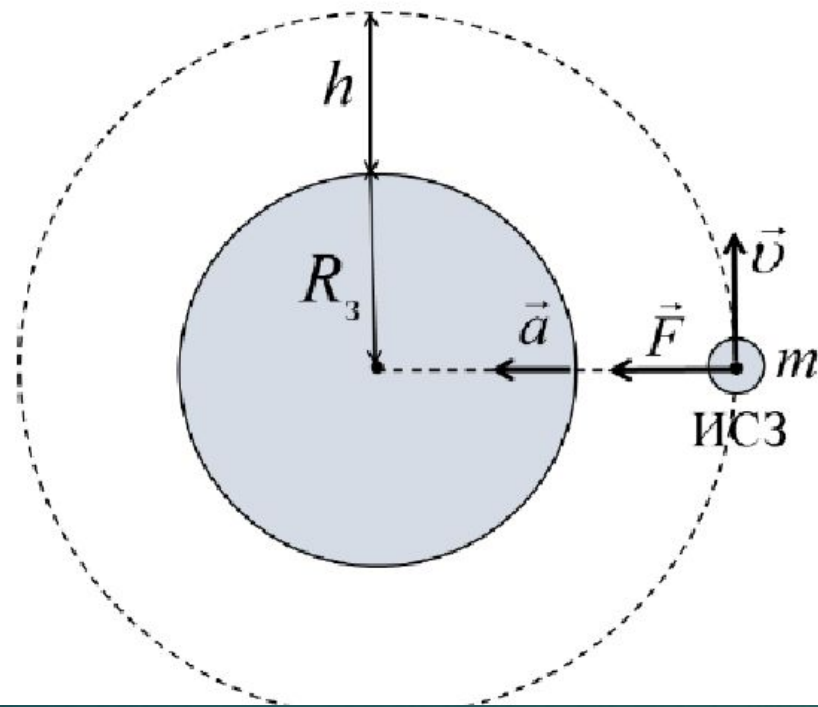


КОСМИЧЕСКИЕ СКОРОСТИ

Первая космическая скорость

скорость, которую требуется сообщить искусственному спутнику Земли для того, чтобы он двигался по круговой орбите на заданной высоте над Землёй.

Скорость движения спутника по круговой орбите:



$$v = \sqrt{\frac{GM_3}{R_3 + h}}$$

Если $h \rightarrow 0 \Rightarrow$
$$v_1 = \sqrt{\frac{GM_3}{R_3}}$$

$v_1 \approx 8 \frac{\text{км}}{\text{с}}$ - первая космическая скорость

Другие космические скорости:

Вторая космическая скорость: $v_2 = \sqrt{2 \frac{GM_3}{R_3}} = 11,2 \frac{\text{км}}{\text{с}}$, тело превратится в искусственную планету и будет двигаться вокруг Солнца.

Третья космическая скорость: $v_3 = 16,7 \frac{\text{км}}{\text{с}}$, тело покинет Солнечную систему

Четвертая космическая скорость: $v_4 = 550 \frac{\text{км}}{\text{с}}$, тело покинет нашу Галактику.

4 октября 1957 г. в СССР был запущен первый в мире ИСЗ.

