

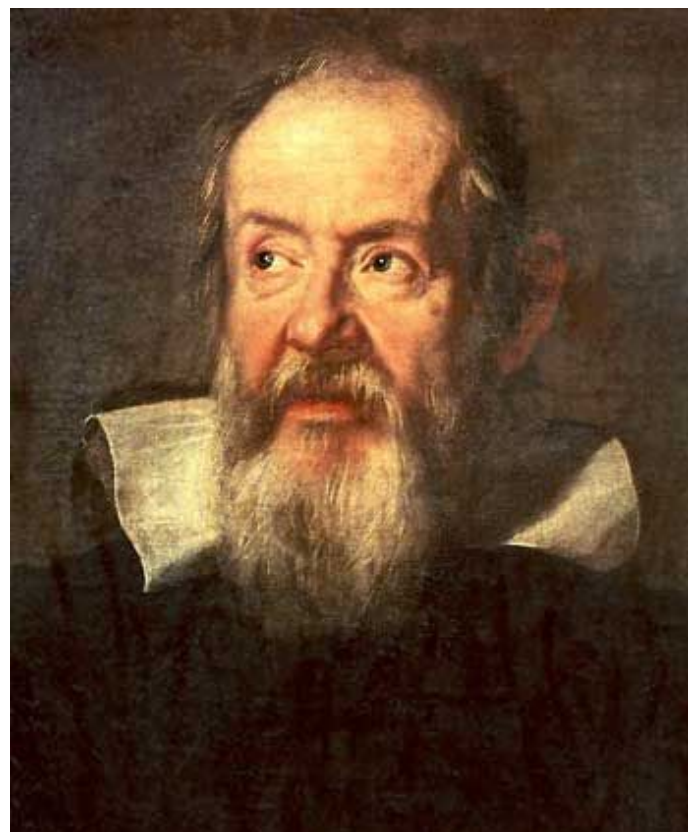
# Основные понятия и законы динамики.

На основе экспериментальных исследований движения шаров по наклонной плоскости



Скорость любого тела изменяется только в результате его **взаимодействия** с другими телами.

**Инерция** – явление сохранения скорости движения тела при отсутствии внешних воздействий.



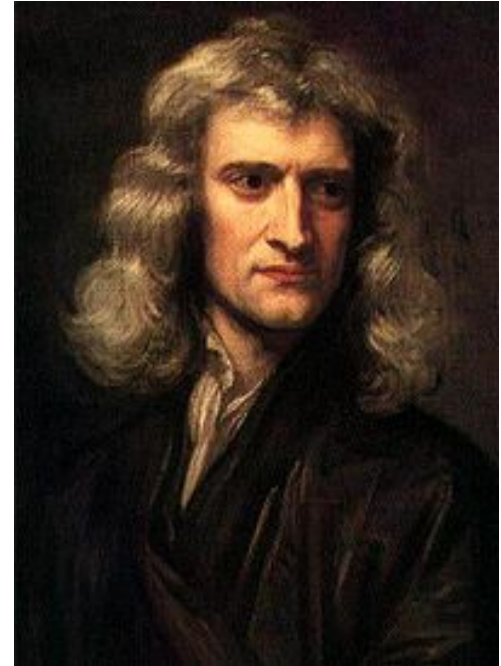
Галилео Галилей  
(1564-1642)

# Первый закон Ньютона.

## **Закон инерции (первый закон Ньютона, первый закон механики):**

всякое тело находится в покое или движется равномерно и прямолинейно, если на него не действуют другие тела.

- **Инертность тел** – свойство тел сохранять своё состояние покоя или движения с постоянной скоростью.
- Инертность разных тел может быть различной.



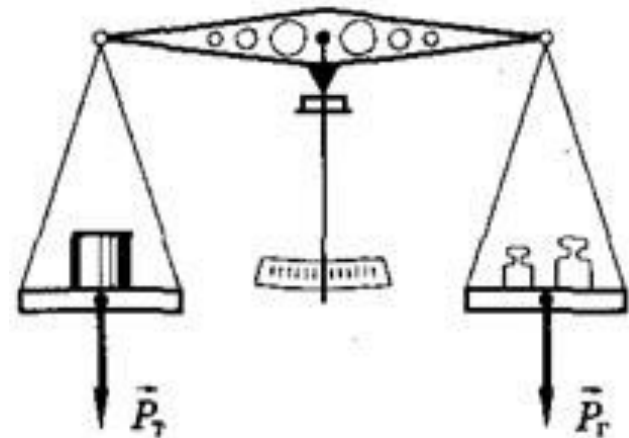
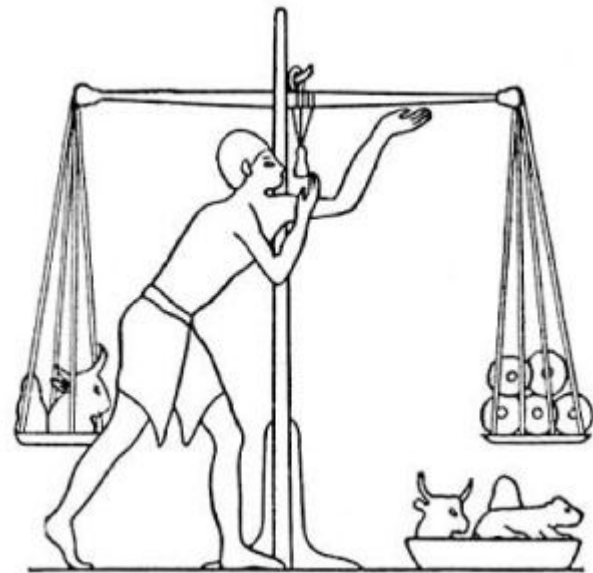
Исаак Ньютон  
(1643-1727)

# Масса

**Масса** – мера инертности тела.  
Тело, масса которого принимается за единицу массы, – эталон из сплава иридия с платиной (хранится в Международном бюро мер и весов во Франции).

$[m] = 1 \text{ кг}$ .

Притяжение тел к Земле называется **гравитационным притяжением**.



Масса

мера инертности  
тел

мера способности  
тел к  
гравитационному  
притяжению

**Инерциальные системы отсчета:** системы отсчета, в которых тело находится в покое или движется равномерно и прямолинейно, если на него не действуют другие тела. Физическая величина  $F$ , равная произведению массы  $m$  тела на ускорение  $a$  его движения, называется **силой**:

$$F = ma$$

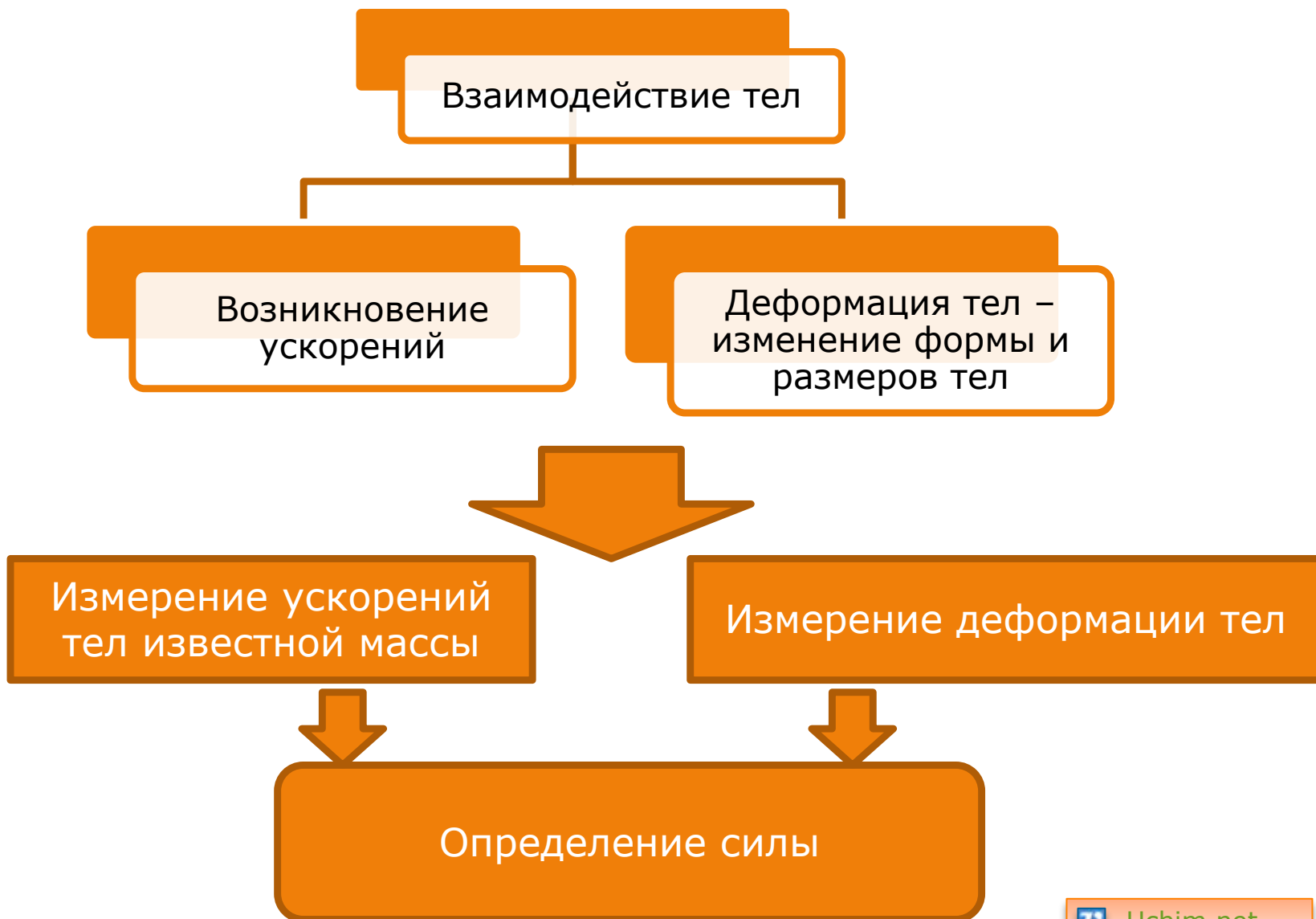
- сила  $F$  есть **векторная** величина;
- **направление** вектора силы  $F$  совпадает с направлением вектора ускорения  $a$  тела.

$$[m] = 1 \text{ кг};$$

$$[a] = 1 \text{ м/с}^2 ;$$

$$[F] = 1 \text{ Н (ньютон)}.$$

# Силы упругости:



Силы, возникающие в результате деформации тел, называются **силами упругости**.

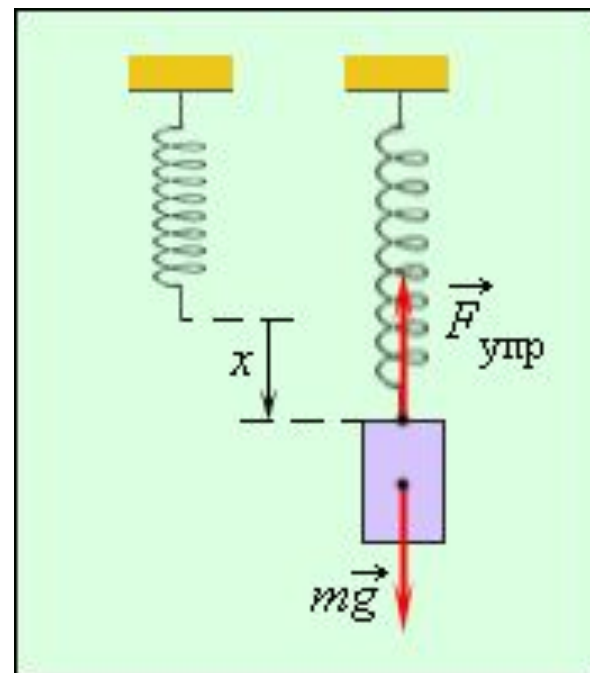
При малых деформациях стальной пружины сила упругости  $F_{упр}$  прямо пропорциональна деформации (закон Гука):

$$F_{упр} = -kx$$

$$F_{упр} = -mg$$

Сила упругости направлена **противоположно** силе тяжести.

- $k$  называется жесткостью;
- знак «минус» указывает, что сила упругости направлена противоположно деформации тела;
- $[k]=1 \text{ Н/м}$ .

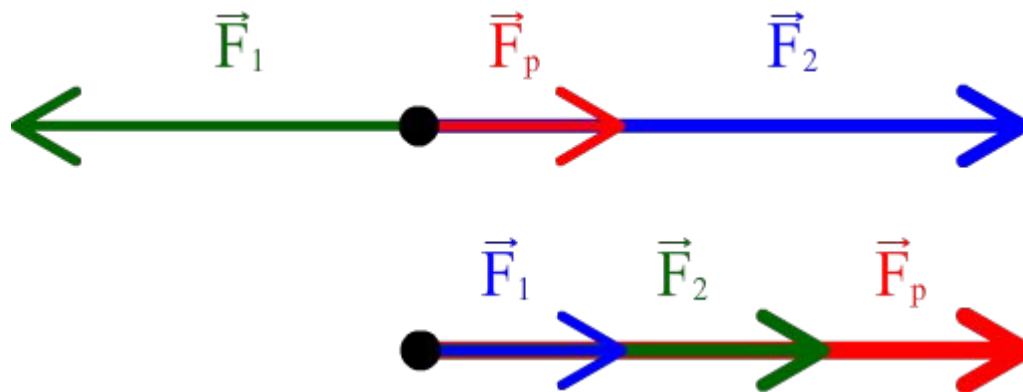


## Сложение сил

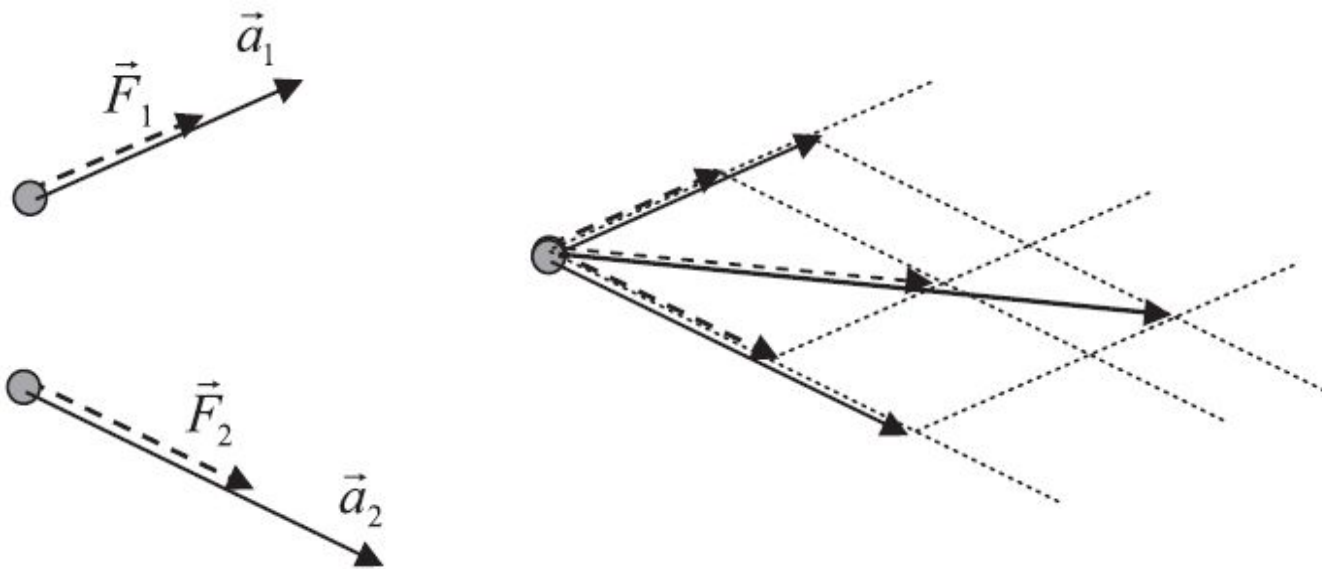
Сила  $\vec{F}$ , оказывающая на тело такое же действие, как две одновременно действующие на это тело силы  $\vec{F}_1$  и  $\vec{F}_2$  называется **равнодействующей** сил  $\vec{F}_1$  и  $\vec{F}_2$ .

Равнодействующую  $\vec{F}$  двух сил  $\vec{F}_1$  и  $\vec{F}_2$ , приложенных к одной точке тела, можно найти по правилу сложения векторов (правилу **параллелограмма**):

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







**Принцип суперпозиции:** при взаимодействии одного тела одновременно с несколькими телами каждое из тел действует независимо от других тел и равнодействующая сила  $\vec{F}$  является суммой векторов всех действующих сил:

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n$$

# Второй закон Ньютона

**Второй закон Ньютона** (второй закон механики): ускорение движения тела прямо пропорционально приложенной к нему силе и обратно пропорционально массе тела:

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

Если к телу приложено несколько сил, то ускорение  $\vec{a}$  тела прямо пропорционально равнодействующей  $F_p$  всех сил и обратно пропорционально массе  $m$  тела:

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

- Второй закон механики выполняется только в инерциальных системах отсчёта;
- закон инерции не является простым следствием второго закона механики;
- закон инерции позволяет установить границы применимости второго закона механики.

# Третий закон Ньютона

Опыт при любом взаимодействии двух тел, массы которых равны  $m_1$  и  $m_2$ , отношение модулей их ускорений остается постоянным и равно обратному отношению масс тел:

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1} \quad \longrightarrow \quad a_1 m_1 = a_2 m_2$$

В векторном виде:  $m_1 \overset{\curvearrowright}{a}_1 = -m_2 \overset{\curvearrowright}{a}_2$

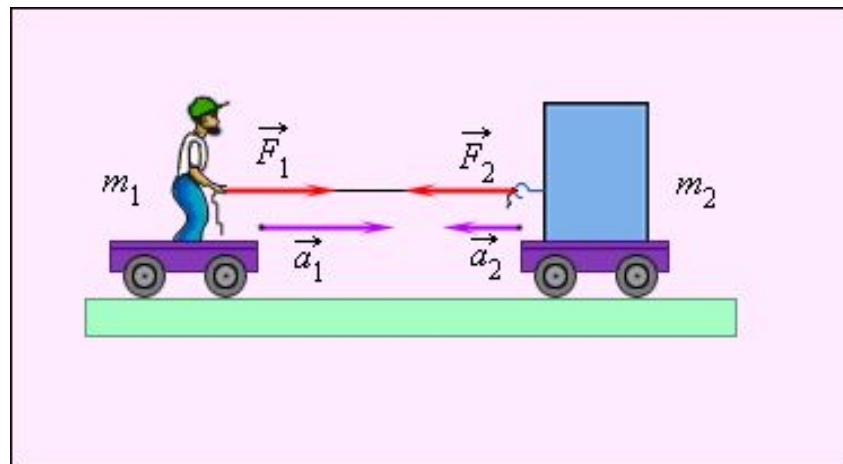
«**Минус**» означает, что при взаимодействии тел их ускорения всегда имеют **противоположные** направления.

Приведем примеры, иллюстрирующие третий закон Ньютона. Возьмем в руки два одинаковых динамометра, сцепим их крюками и будем тянуть в разные стороны (рис. 18). Оба динамометра покажут одинаковые по модулю силы натяжения, т. е.  $F_1 = -F_2$ .

**Третий закон Ньютона:** тела действуют друг на друга с силами, направленными вдоль одной прямой, равными по модулю и противоположными по направлению.

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

- Силы приложены к **разным** телам и **не** уравновешивают друг друга;
- сила действия и сила противодействия имеют одинаковую природу;
- третий закон Ньютона выполняется **только** в инерциальных системах отсчёта.



**Пример:** если взять два одинаковых динамометра сцепить их крюками и тянуть в разные стороны, то оба динамометра покажут одинаковые по модулю силы натяжения, т. е.  $F_1 = -F_2$ .

