

# ЗАКОНЫ И ФОРМУЛЫ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ ФИЗИКИ

## 2. Законы динамики и статики

**Первый закон Ньютона:** материальная точка сохраняет состояние покоя или прямолинейного равномерного движения, если на нее не действуют внешние силы, или действующие силы компенсируют друг друга ( $F_{\text{рез}} = 0$ )

*Или так:*

Инерциальные системы отсчета существуют. Инерциальные – это такие системы отсчета, относительно которых тело движется равномерно и прямолинейно или покоятся, если на него не действуют никакие силы или действие всех сил скомпенсировано.

### Второй закон Ньютона

Ускорение материальной точки  $\vec{a}$  равно отношению векторной суммы всех сил, действующих на материальную точку, к ее массе  $m$ :

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

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

Другая формулировка **Второго закона Ньютона:** изменение импульса тела за время  $\Delta t$  равно импульсу силы, действующей на тело в течение этого времени:

$$\Delta \vec{P} = \vec{F} \Delta t$$

Где  $\vec{F}$  – сила;  $\Delta \vec{P} = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$  – изменение импульса тела;  $\vec{v}_1, \vec{v}_2$  – начальная и конечная скорости тела.

### Третий закон Ньютона:

Силы, с которыми тела действуют друг на друга в инерциальных системах отсчета, равны по модулю и направлены по одной прямой противоположно друг другу.

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

### Закон Всемирного тяготения:

Сила взаимного притяжения двух материальных точек прямо пропорциональна произведению масс этих точек и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними:

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

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

**Сила тяжести**  $\vec{F}_T$  – это сила притяжения тела Землей.

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

Где  $m$  – масса тела,  $g$  – ускорение свободного падения.

### Ускорение свободного падения у поверхности Земли

$$g = GM / R^2$$

Где  $M$  – масса Земли,  $R$  – ее радиус.

## Ускорение свободного падения на высоте $h$ над поверхностью Земли.

$$g_h = GM / (R+h)^2$$

Вес тела  $\vec{P}$  – это сила, с которой тело вследствие притяжения к вращающейся Земле действует на опору или подвес, удерживающие его от свободного падения

$$\vec{P} = m (\vec{g} + \vec{a})$$

Где  $m$  – масса тела,  $\vec{g}$  – ускорение свободного падения,  $\vec{a}$  – ускорение, с которым движется тело.

**Сила трения скольжения** выражается уравнением:

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

Где  $\mu$  – коэффициент трения,  $N$  – сила нормальной реакции опоры.

**Закон Гука:** при упругой деформации растяжения (сжатия) сила упругости пропорциональна вектору удлинения (сжатия)  $\Delta l$  и противоположна ему по направлению:

$$\vec{F}_{\text{упр}} = -k\Delta l$$

Где  $k$  – коэффициент упругости.

Коэффициент  $k$  зависит от размеров тел, его формы и материала.

**Закон Гука для однородного стержня:** при упругой деформации относительное удлинение стержня пропорционально приложенной к нему силе и обратно пропорционально площади его поперечного сечения и модулю упругости материала стержня:

$$\Delta l / l_0 = (1/E)(F / S)$$

Где  $l_0$  – начальная длина тела,  $\Delta l$  – изменение длины тела,  $S$  – площадь его поперечного сечения,  $F$  – приложенная сила,  $E$  – модуль упругости (модуль Юнга) .

**Плечом силы** относительно оси вращения называется кратчайшее расстояние от этой оси до линии действия силы.

**Моментом силы** относительно оси называется произведение модуля силы  $F$  на ее плечо  $l$ .

$$M = \pm F l$$

Положительный знак момента силы берется в случае, если сила вызывает вращение по часовой стрелке, и отрицательный знак – если сила вызывает вращение против часовой стрелки.

**Условия равновесия твердого тела:**

- 1) Векторная сумма внешних сил, действующих на тело, равна нулю:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \vec{0}$$

- 2) Алгебраическая сумма моментов внешних сил относительно любой неподвижной оси вращения равна нулю (правило моментов), т.е.

$$M_1 + M_2 + \dots + M_n = 0.$$

При выполнении этих условий тело может либо находиться в покое, либо двигаться равномерно и прямолинейно, либо равномерно вращаться вокруг оси, проходящей через его центр масс.