
Динамика

2.1 Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона

Определение:

Инерциальная система отсчета — это система отсчета, в которой тело, не подверженное действию внешних сил, движется равномерно и прямолинейно или покоится.

Формулировка первого закона Ньютона:

Существуют такие системы отсчёта, называемые инерциальными, относительно которых материальные точки, когда на них не действуют никакие силы (или действуют силы взаимно уравновешенные), находятся в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения.

Историческая формулировка:

Всякое тело продолжает удерживаться в своём состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменить это состояние.

Почему историческая формулировка считается неудовлетворительной?

Во-первых, термин «*тело*» следует заменить термином «*материальная точка*», так как тело конечных размеров в отсутствие внешних сил может совершать и вращательное движение.

Во-вторых, Ньютон в своём труде опирался на существование абсолютной неподвижной системы отсчёта, то есть абсолютного пространства и абсолютного времени, а это представление современная физика отвергает. С другой стороны, в произвольной (например, вращающейся) системе отсчёта закон инерции неверен, поэтому ньютоновская формулировка была заменена постулатом существования инерциальных систем отсчёта.

2.2 Принцип относительности Галилея

Принцип относительности Галилея

Принцип относительности Галилея утверждает, что все механические процессы протекают одинаково во всех инерциальных системах отсчета. Математически это выражается в инвариантности законов механики относительно преобразований Галилея:

$$x' = x - vt, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = t$$

где x, y, z — координаты в одной системе отсчета, x', y', z' — координаты в другой системе, движущейся со скоростью v относительно первой.

2.3 Масса тела

Определение:

Масса тела — это физическая величина, характеризующая инертные и гравитационные свойства тела. Единица измерения массы в системе СИ — килограмм (кг).

2.4 Плотность вещества

Определение

Плотность вещества — это физическая величина, равная отношению массы тела к его объему:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

где ρ — плотность, m — масса, V — объем. Единица измерения плотности в системе СИ — килограмм на кубический метр (кг/м).

2.5 Сила

Сила

Сила — это векторная величина, характеризующая взаимодействие тел и вызывающая изменение их скорости или деформацию. Единица измерения силы в системе СИ — ньютон (Н).

2.6 Принцип суперпозиции

Формулировка:

Принцип суперпозиции: если на тело действуют несколько сил, то их действие эквивалентно действию одной силы, равной векторной сумме всех действующих сил:

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

2.7 Второй закон Ньютона

Формулировка второго закона Ньютона:

Ускорение тела прямо пропорционально действующей на него силе и обратно пропорционально его массе:

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

где \vec{a} — ускорение, \vec{F} — сила, m — масса тела.

2.8 Третий закон Ньютона

Формулировка третьего закона Ньютона:

Силы, с которыми два тела действуют друг на друга, равны по модулю и противоположны по направлению:

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

где \vec{F}_{12} — сила, действующая на первое тело со стороны второго, \vec{F}_{21} — сила, действующая на второе тело со стороны первого.

2.9 Закон всемирного тяготения. Искусственные спутники Земли

Формулировка

Закон всемирного тяготения: сила гравитационного притяжения между двумя телами прямо пропорциональна произведению их масс и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними:

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

где F — сила притяжения, G — гравитационная постоянная ($G \approx 6.674 \times 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$), m_1 и m_2 — массы тел, r — расстояние между центрами масс тел.

Искусственные спутники Земли

Искусственные спутники Земли движутся по орбитам под действием силы гравитационного притяжения Земли. Для круговой орбиты скорость спутника определяется формулой:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

где v — скорость спутника, G — гравитационная постоянная, M — масса Земли, r — радиус орбиты.

2.10 Сила тяжести

Определение:

Сила тяжести — это сила, с которой Земля притягивает тело:

$$F = mg$$

где F — сила тяжести, m — масса тела, g — ускорение свободного падения ($g \approx 9.81 \text{ м/с}^2$).

2.11 Вес и невесомость

Определение:

Вес тела — это сила, с которой тело действует на опору или подвес:

$$P = mg$$

где P — вес, m — масса тела, g — ускорение свободного падения.

Определение:

Невесомость — это состояние, при котором вес тела равен нулю. Это происходит, когда тело движется только под действием силы тяжести (например, в свободном падении или на орбите).

2.12 Сила упругости. Закон Гука

Определение:

Сила упругости — это сила, возникающая при деформации тела и направленная в сторону, противоположную деформации.

Формулировка:

Закон Гука: Сила упругости пропорциональна величине деформации:

$$F = -kx$$

где F — сила упругости, k — коэффициент упругости (жесткость), x — величина деформации.

2.13 Сила трения

Определение:

Сила трения — это сила, возникающая при движении одного тела по поверхности другого и направленная против направления движения. Сила трения скольжения определяется формулой:

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

где $F_{\text{тр}}$ — сила трения, μ — коэффициент трения, N — сила нормального давления.

2.14 Давление

Определение:

Давление — это физическая величина, равная отношению силы, действующей перпендикулярно поверхности, к площади этой поверхности:

$$p = \frac{F}{S}$$

где p — давление, F — сила, S — площадь. Единица измерения давления в системе СИ — паскаль (Па).