

Теорминимум к занятию «Динамика поступательного движения»

Первый закон Ньютона (закон инерции): тело находится в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока воздействия со стороны других тел не выведут его из этого состояния.

Существуют такие системы отсчета, относительно которых тело, не испытывающее на себе воздействия других тел, покоится или движется равномерно и прямолинейно. Такие системы отсчета называются **инерциальными** и именно в них выполняются законы Ньютона.

Сила – векторная величина, характеризуемая направлением, модулем и точкой приложения.

Сила \vec{F} , которая оказывает на тело такое же воздействие, как и несколько одновременно действующих сил $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$, называется **равнодействующей**: $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$.

Второй закон Ньютона: в инерциальной системе отсчета ускорение тела прямо пропорционально равнодействующей \vec{F} всех приложенных к телу сил и обратно пропорционально массе тела

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \text{ или } m\vec{a} = \vec{F}.$$

Третий закон Ньютона: силы, с которыми два тела воздействуют друг на друга, равны по модулю, противоположны по направлению и приложены соответственно к взаимодействующим телам. В инерциальных системах отсчета все силы возникают (или исчезают) только парами.

В соответствии с законом всемирного тяготения **сила гравитационного притяжения** между двумя материальными точками прямо пропорциональна произведению масс точек m_1 и m_2 , обратно пропорциональна квадрату расстояния r между ними и направлена по прямой, соединяющей эти точки:

$$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}, \quad \gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2.$$

По такой же формуле рассчитывается сила гравитационного притяжения между однородными телами шарообразной формы. В этом случае r — расстояние между центрами шаров, а силы направлены вдоль прямой, соединяющей центры шаров.

Сила тяжести – сила гравитационного притяжения, действующая на тело со стороны Земли. $\vec{F} = m\vec{g}$.

Здесь m — масса тела, \vec{g} — ускорение свободного падения. Сила тяжести направлена к центру Земли. Из закона всемирного тяготения имеем

$$g = \gamma \frac{M_3}{R_3^2}, \quad R_3 \approx 6400 \text{ км}, \quad M_3 - \text{масса Земли}.$$

Весом тела называют силу, с которой тело вследствие его притяжения к Земле действует на опору (или подвес), неподвижную относительно данного тела.

Пока модуль составляющей внешней силы вдоль касательной к поверхности соприкосновения двух тел не превышает максимального значения **силы трения покоя** μN (μ - коэффициент трения скольжения, N - сила нормальной реакции) последняя равна по модулю указанной составляющей внешней силы и противоположно ей направлена, а соприкасающиеся тела находятся в покое друг относительно друга. Если же касательная составляющая внешней силы превысит по модулю величину μN , то одно тело будет скользить относительно другого и на него будет действовать **сила трения скольжения**.

Сила трения скольжения направлена по касательной к поверхности контакта, а ее модуль равен μN .

Сила упругости. Силами упругости называют силы, возникающие при деформации тела и зависящие от величины этой деформации. Направление сил упругости противоположно направлению относительного смещения частиц тела при деформации. Такие силы возникают при растяжении (или сжатии) пружины, резинового шнура, нити, металлического стрежня.

Пусть l_0 — длина пружины в недеформированном состоянии, а l — длина деформированной пружины. Модуль деформации x равен $|l - l_0|$. Тогда для приведенных выше примеров при небольших деформациях растяжения или сжатия x сила упругости прямо пропорциональна деформации и направлена в сторону, противоположную ей

$$F_{\text{упр}} = kx,$$

Где k — коэффициент упругости (или жесткости), зависящий от свойств материала и геометрии деформируемого тела.

Для характеристики упругих свойств вещества вводится величина E , называемая модулем Юнга. Напряжение σ , возникающее в твердом теле, равно $\sigma = F/S$, где S — площадь поперечного сечения твердого тела, на которое действует сила F . Относительная деформация $\varepsilon = x/l_0$, где l_0 — длина тела до деформации, пропорциональна напряжению, возникающему в твердом теле

$$\varepsilon = \frac{|l - l_0|}{l_0} = \frac{\sigma}{E} = \frac{F}{SE}.$$

С учетом $F_{\text{упр}} = F$, для коэффициента жесткости k получаем

$$k = \frac{SE}{l_0}.$$

Сила сопротивления движению тела в жидкости или газе. При движении тела в жидкости или газе на него со стороны жидкости или газа действуют силы, направленные навстречу движению. Эти силы называются силами сопротивления среды. Силы сопротивления движению твердых тел в жидкостях или газах зависят от скорости этих тел относительно среды, формы и размеров тел, а также от свойств самой среды (плотности, вязкости). В задачах, где силы сопротивления среды играют важную роль, чаще всего используется либо линейная, либо квадратичная зависимость сил сопротивления среды от скорости v тела:

$$F_{\text{сопр}} = kv, \quad F_{\text{сопр}} = \beta v^2,$$

где k, β — некоторые постоянные коэффициенты, зависящие от формы и размеров тела, а также от свойств среды.