

Динамика

Росинский Александр
МБОУ СШ №2 г. Вязьмы
11М класс

Определение и задача

Динамика – раздел механики, в котором изучаются законы и характер движения тел под действием приложенных к ним сил, порождающих это движение, и их инертности (массы).

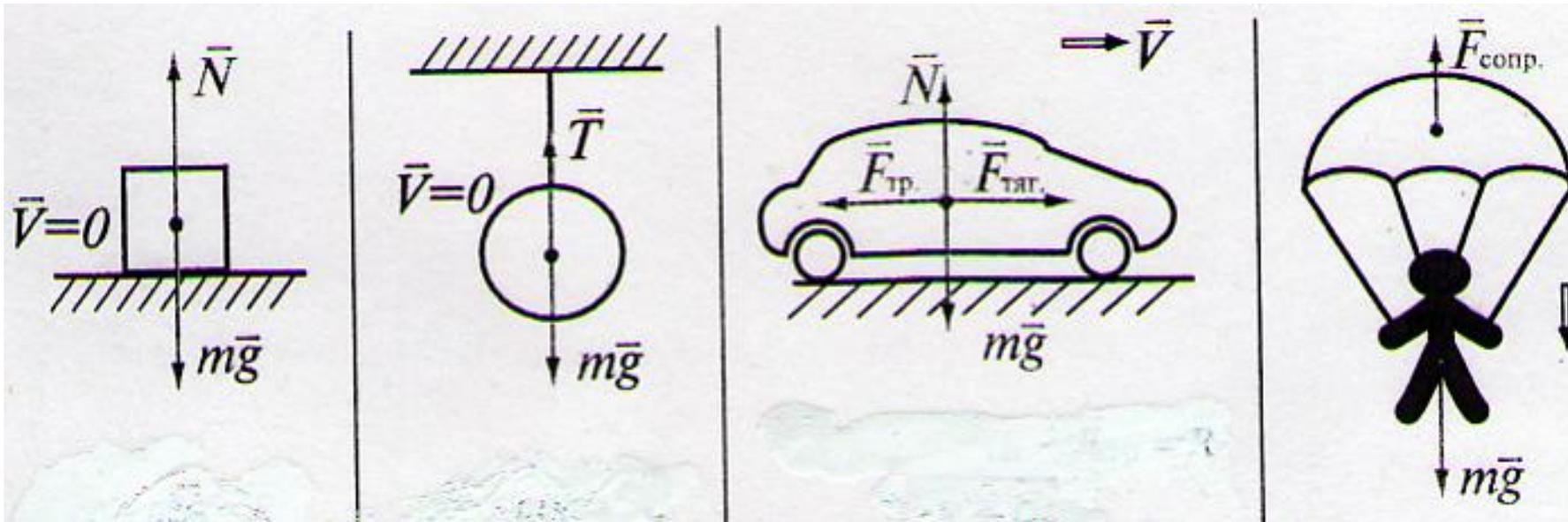
Основная задача динамики:

Объяснить почему тело движется именно так, а не иначе.

Сила

Сила — векторная физическая величина, которая является мерой воздействия на данное тело со стороны других тел или полей.

Задать силу - значит указать направление силы, точку приложения, численное значение.



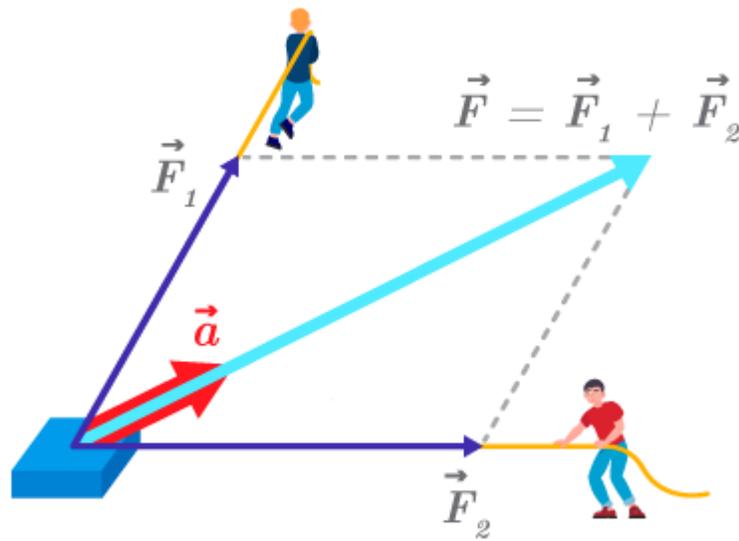
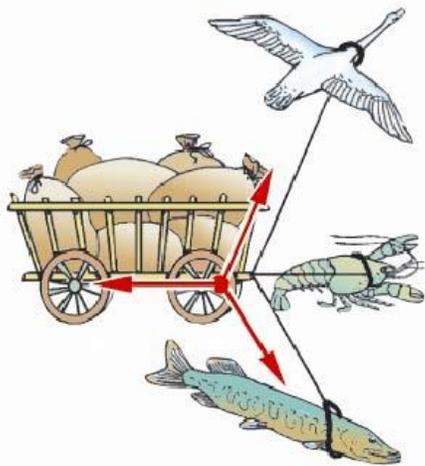
Классификация сил

- ▶ Слабое взаимодействие происходит при распаде атомных ядер и элементарных частиц.
- ▶ Сильное взаимодействие отвечает за притяжение между нуклонами — протонами и нейтронами в ядре атомов.
- ▶ К гравитационным силам принято относить тот тип взаимодействий, которые происходят между материальными телами, имеющими массу. *Сила тяготения* ($\vec{F}_{\text{тяг}}$) и *сила тяжести* ($m\vec{g}$) по праву относятся к такому типу, так как зависят прямо пропорционально от массы тела.
- ▶ Электромагнитные силы действуют между всеми частицами, у которых есть электрические заряды. К ним можно отнести *силу упругости* ($\vec{F}_{\text{упр}}$), *трения* ($\vec{F}_{\text{тр}}$), *вес тела* (P), *силу реакции опоры* (\vec{N}), *силу Архимеда* ($\vec{F}_{\text{арх}}$) и другие.

Равнодействующая сил

Векторная (геометрическая) сумма всех сил, действующих на тело, называется равнодействующей силой \vec{R} .

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



Масса тела

Масса - величина, показывающая, как тело сопротивляется изменению скорости (насколько оно инертно) и как участвует в гравитационном взаимодействии (как сильно притягивается к Земле).

$$m = \rho V$$

m – масса тела, ρ – плотность вещества, V – объем тела.

Плотность показывает, чему равна масса вещества в объеме 1 м^3 .

Основная единица измерения массы кг. За кг принята масса эталона, хранящегося во Всемирной палате мер и весов. Примерно масса кг равна массе одного литра воды.



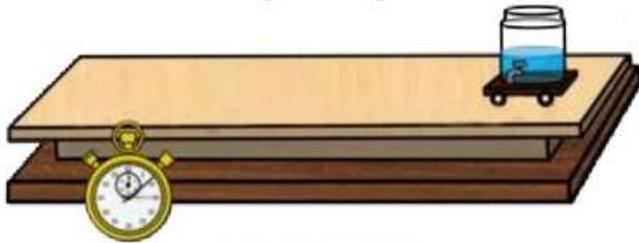
Первый закон Ньютона

Существуют такие системы отсчета, относительно которых поступательно движущееся тело сохраняет свою скорость постоянной, если равнодействующая сил приложенных к этому телу равна нулю.

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n = \vec{0}$$

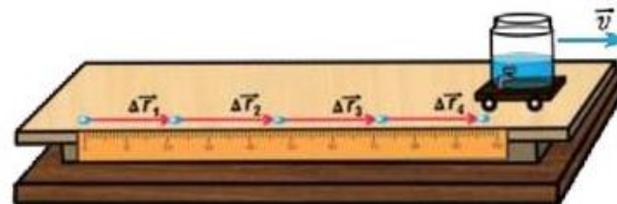
Принцип относительности Галилея: Все механические процессы протекают одинаково во всех инерциальных системах отсчета, т.е. находясь в инерциальной системе отсчета никакими способами нельзя определить, движется тело прямолинейно и равномерно или покоится.

$$\vec{v} = \vec{0}$$



ПОКОИТСЯ

$$\vec{v} = \overrightarrow{const}$$



движется прямолинейно
равномерно

Второй закон Ньютона

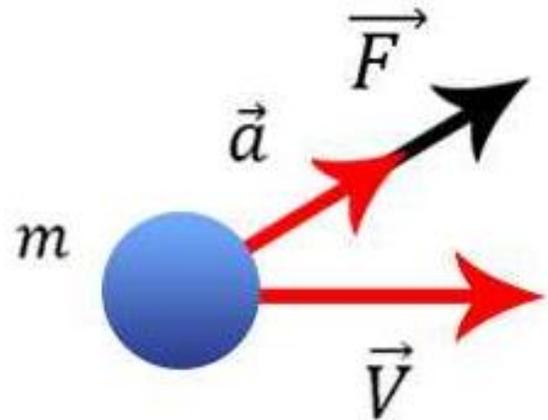
Ускорение тела прямо пропорционально равнодействующей всех сил приложенных к телу и обратно пропорционально массе этого тела.

$$\vec{a} = \frac{\vec{R}}{m} = \frac{\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n}{m}$$

Второй закон Ньютона, записанный в форме:

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

Называют основным уравнением динамики.



Третий закон Ньютона

Тела действуют друг на друга с силами равными по модулю и противоположными по направлению.

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



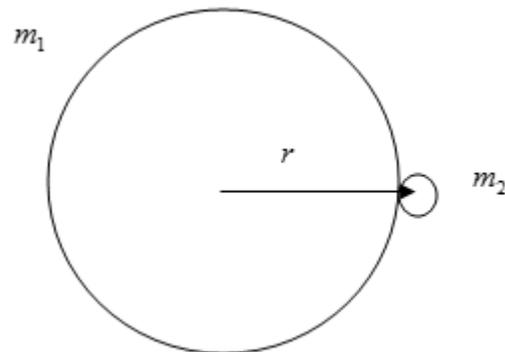
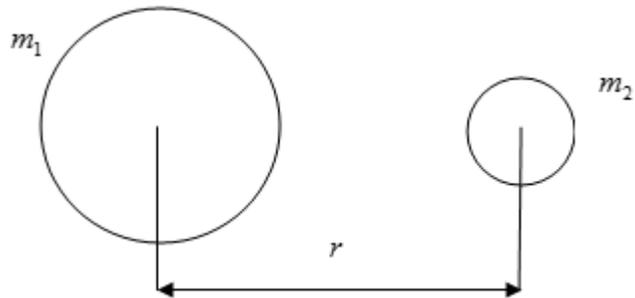
Закон Всемирного тяготения

Все тела во Вселенной притягиваются друг к другу с силой прямо пропорциональной произведению масс тел и обратно пропорциональной квадрату расстояния между центрами этих тел.

$$F_T = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$

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

Физический смысл: Гравитационная постоянная численно равна силе взаимного притяжения двух тел по 1 кг каждое, расположенных на расстоянии 1 м друг от друга.



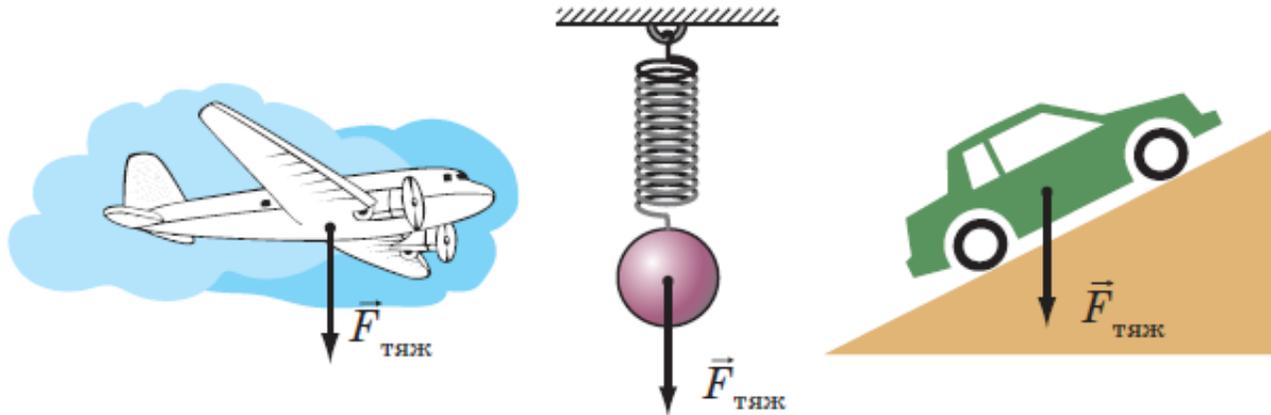
Сила тяжести

Сила тяжести – частный случай силы всемирного тяготения.

$$\vec{F}_{\text{ТЯЖ}} = m\vec{g}$$

Если учесть, что в выражении для закона всемирного тяготения m_1 – масса Земли равная M , а m_2 - масса тела равная m , получим выражение для ускорения свободного падения.

$$g = \frac{GM}{r^2}$$



Космические скорости

Первая космическая скорость – тело движется по круговой орбите(№1).

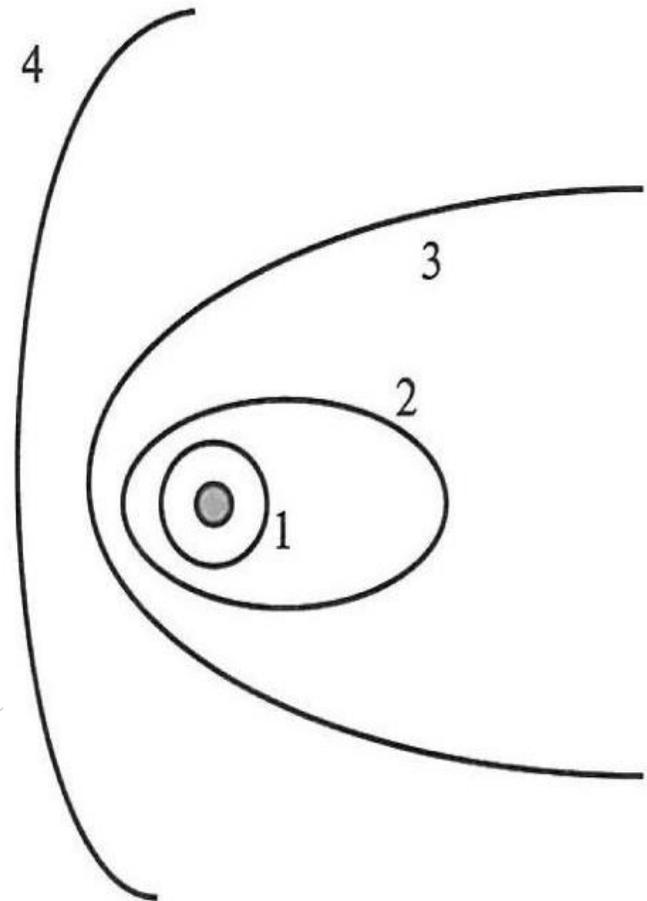
$$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R + h}}$$

M – масса Земли, R – радиус Земли, h – высота орбиты. Для Земли первая космическая скорость составляет 7,9 км/с.

Вторая космическая скорость – тело движется по параболической орбите(№3).

$$v_2 = v_1\sqrt{2}$$

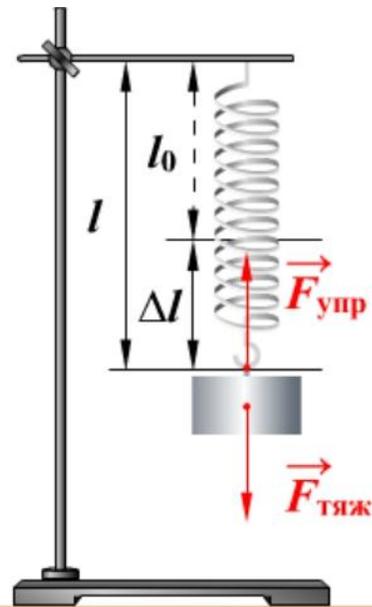
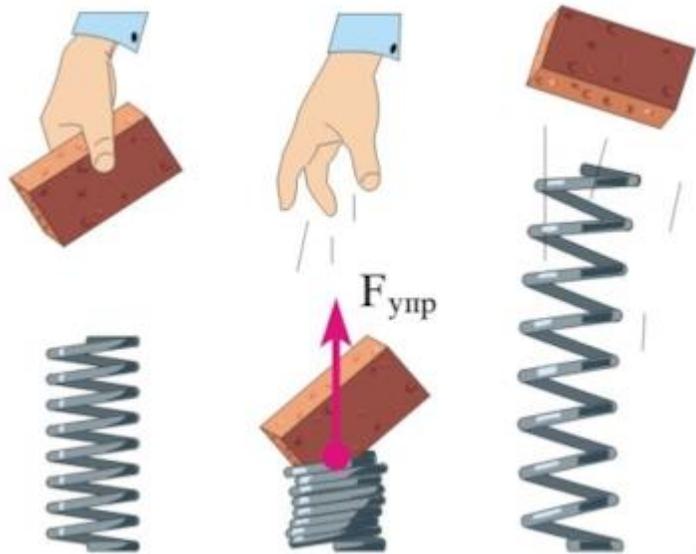
Для Земли вторая космическая скорость составляет 11,2 км/с. Если скорость спутника больше первой космической, но меньше второй, то он движется по эллиптической орбите, в одном из фокусов которого находится планета (№2).



Сила упругости

Сила упругости – сила, возникающая при деформации тел, стремящаяся вернуть тело в недеформированное состояние и имеющая электромагнитную природу. Сила упругости рассчитывается по закону Гука. Величина силы упругости прямо пропорциональна смещению от положения равновесия и направлена в сторону противоположную смещению.

$$F_{\text{упр}} = -kx$$



Вес тела

Вес тела – сила, с которой тело действует на горизонтальную опору или вертикальный подвес в результате притяжения к Земле. В зависимости от условий движения вес тела может изменяться.

- ▶ тело движется по горизонтальной поверхности или находится в покое.

$$P = mg$$

- ▶ тело вместе с опорой движется вверх с ускорением a . Увеличение веса - перегрузка.

$$P = m(g + a)$$

- ▶ тело вместе с опорой движется вниз с ускорением a . Уменьшение веса. При $a=g$, вес тела равен нулю, состояние называется невесомостью

$$P = m(g - a)$$

- ▶ тело движется по выпуклой траектории радиусом R со скоростью V . Уменьшение веса.

$$P = m\left(g - \frac{v^2}{R}\right)$$

- ▶ тело движется по вогнутой траектории радиусом R со скоростью V . Увеличение веса - перегрузка.

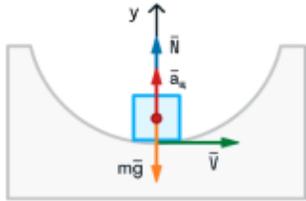
$$P = m\left(g + \frac{v^2}{R}\right)$$

Вес тела

4. Движение по вогнутому и выпуклому мосту

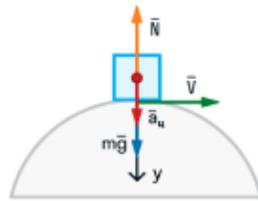
Вогнутый мост

$$\frac{mV^2}{R} = N - mg$$



Выпуклый мост

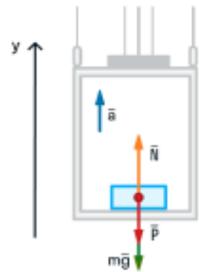
$$\frac{mV^2}{R} = mg - N$$



5. Движение лифта

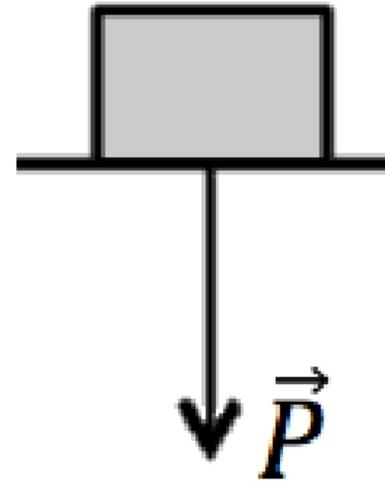
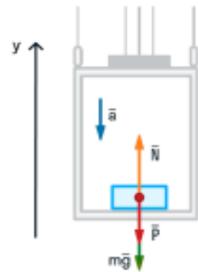
Движение вверх

$$P = m(a + g)$$



Движение вниз

$$P = m(g - a)$$



Трение

Трение – взаимодействие тел, в результате которого часть механической энергии превращается в другие виды энергии. Сила, возникающая при движении одного тела по поверхности другого и направленная в сторону противоположную движению, называется силой трения. Различают следующие виды трения: трение покоя, трение скольжения, трение качения, жидкое трение.

Сила трения покоя – возникает между неподвижным телом и опорой. Она равна по величине и противоположна по направлению силе вынуждающей тело к движению.

$$F_{\text{тр пок}} \leq \mu N$$

где μ – коэффициент трения, N – сила реакции опоры.

Трение скольжения возникает при скольжении одного тела по поверхности другого и вычисляется по формуле:

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

Трение качения возникает в том случае, если одно тело катится по поверхности другого, оно мало по сравнению с трением скольжения.

Жидкое трение возникает при относительном движении слоев жидкости. Мало по сравнению с другими видами трения.

Виды трения

