
Лекция 3

Динамика поступательного движения

- 1. Масса тела. Центр масс
 - 2. Импульс МТ, системы МТ, твердого тела
 - 3. Сила.
 - 4. Законы Ньютона
-

Масса тела

- Масса тела – мера инертности тела при поступательном движении
- Инертность – свойство тела сохранять состояние покоя или равномерного прямолинейного движения
- Масса – скалярная аддитивная величина

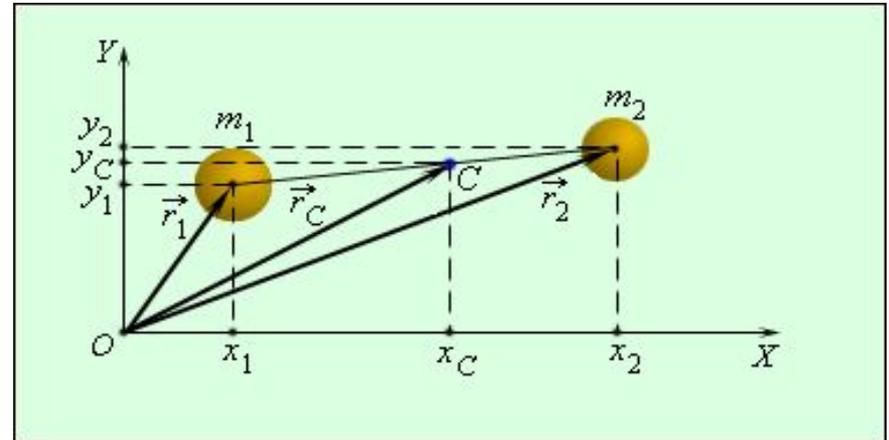
Центр масс системы материальных точек

- **Центр масс – центр инерции.**

В любой системе частиц имеется одна замечательная точка C называемая центром масс (центр инерции), которая обладает рядом интересных и важных свойств. Её положение относительно начала системы отсчета O характеризуется радиусом-вектором.

Центр масс – это геометрическая точка, радиус-вектор которой равен

$$\vec{r}_C = \frac{\sum m_i \vec{r}_i}{\sum m_i}$$



Центр масс двух МТ

$$\vec{r}_C = \frac{m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2}{m_1 + m_2}, \quad x_C = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2}, \quad y_C = \frac{m_1 y_1 + m_2 y_2}{m_1 + m_2}$$

Импульс МТ, системы МТ и АТТ

$$1) \quad \overset{\Delta}{P}_i = m_i \overset{\Delta}{V}_i$$

$$2) \quad \overset{\Delta}{P} = \sum_i \overset{\Delta}{P}_i = \sum_i m_i \overset{\Delta}{V}_i$$

$$3) \quad \overset{\Delta}{P} = \sum_i m_i \overset{\Delta}{V}_i = \sum_i m_i \frac{dr_i}{dt} = \frac{d}{dt} \sum_i m_i r_i = \frac{d}{dt} (r_c m) = m \frac{dr_c}{dt}$$

$$\overset{\Delta}{P} = m \overset{\Delta}{V}_c$$

Суммарный импульс системы МТ или твердого тела равен произведению массы системы на скорость центра масс

•

Значит центр масс любой системы частиц движется так, как если бы вся масса системы была сосредоточена в одной точке и к ней были приложены все внешние силы.

Если $\vec{F}_{\text{вн}} = 0$, то центр масс системы движется равномерно и прямолинейно или сохраняет состояние покоя.

Первый закон Ньютона – закон инерции

- Всякое тело находится в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения, пока воздействие со стороны других тел не заставит его изменить это состояние.
- Сила- векторная величина, количественная мера интенсивности взаимодействия



Никакими механическими опытами невозможно определить движется данная ИСО или покоится.

Пользуясь понятием импульса $\bar{p} = m\bar{V}$, второй закон Ньютона можно записать в виде:

$$\bar{F} = m\bar{a} = m \frac{d\bar{V}}{dt} = \frac{d(m\bar{V})}{dt} = \frac{d\bar{p}}{dt}$$

Скорость изменения импульса тела равна действующей на тело силе.

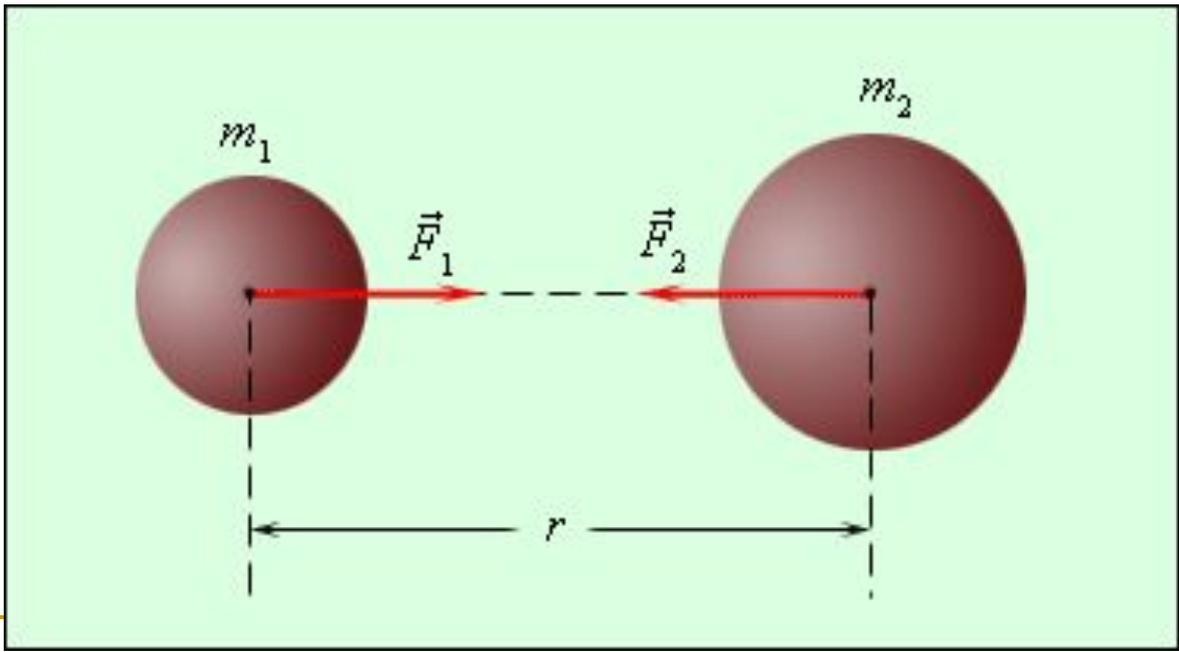
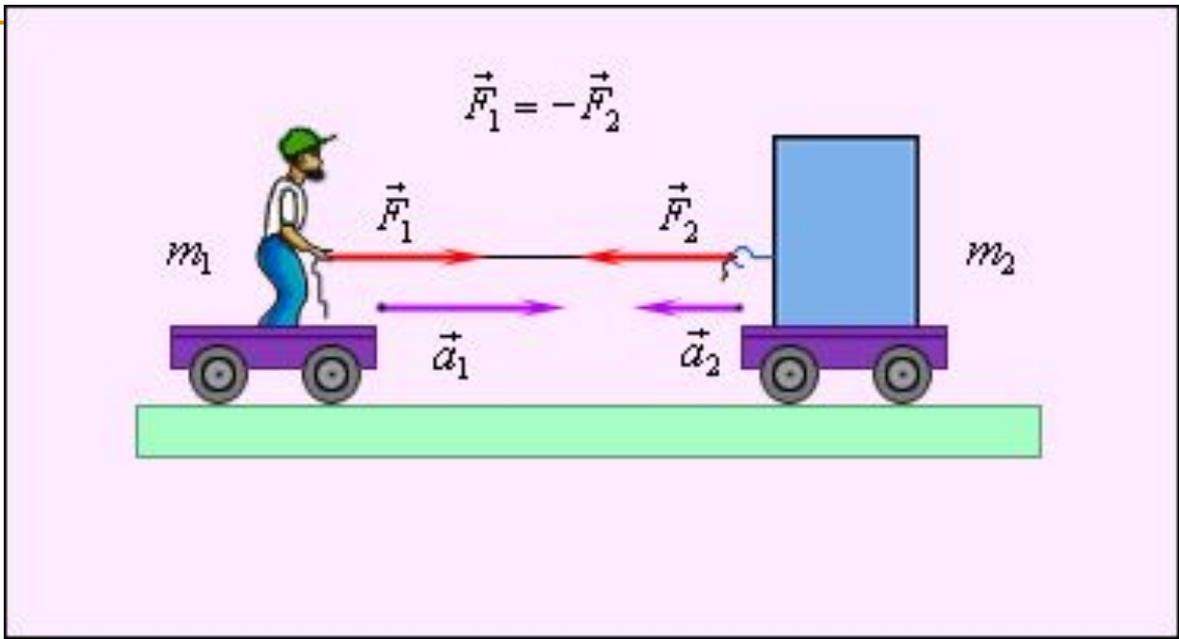
III-й закон Ньютона

- В инерциальных системах отсчета силы, с которыми действуют друг на друга взаимодействующие тела, равны по величине и противоположены по направлению.

$$F_{12} = -F_{21}$$

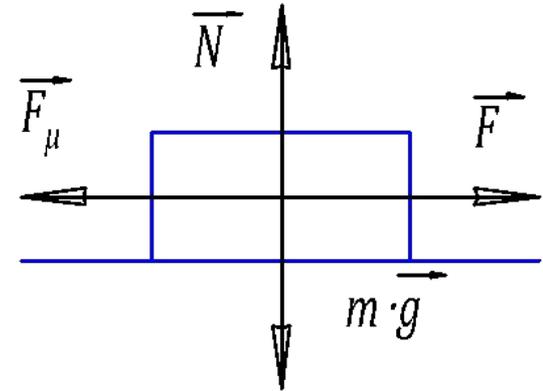
Эти силы приложены к разным телам и поэтому никогда не уравновешивают друг друга.

Эти силы взаимодействия отличаются только противоположенной направленностью.

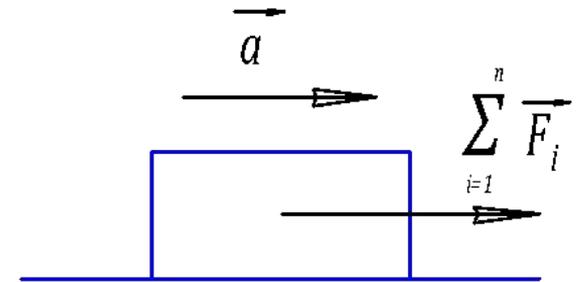


Три закона Ньютона

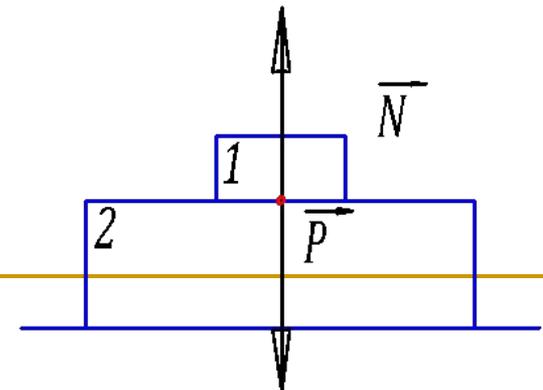
I
$$\sum_{i=2}^n \vec{F}_i = 0 \quad \begin{cases} \vec{V} = 0 \\ \vec{V} = const \end{cases}$$



II
$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = m \cdot \vec{a}$$



III
$$\begin{aligned} \vec{F}_{12} &= -\vec{F}_{21} \\ \vec{P} &= -\vec{N} \\ P &= N \end{aligned}$$



Сила гравитационного притяжения

● 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:

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

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

Закон всемирного тяготения Ньютона применим к любым массам.

Сила тяжести

- Любое тело на Земле испытывает действие силы гравитационного притяжения к ней – силы тяжести.

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

Где g – ускорение свободного падения (ускорение, которое земной шар сообщает любым телам независимо от их массы)

$$g = \gamma \frac{M_3}{R^2}$$

Где M_3 - масса Земли, R – радиус Земли

Сила тяжести направлена к центру Земли и действует на все тела, расположенные вблизи Земли.

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

Вес тела P приложен к опоре, а к телу приложена сила реакции опоры N , которые по третьем закону Ньютона равны по модулю.

Контрольные вопросы

- Два однородных шара массами 2 кг и 4 кг скреплены невесомым стержнем. Расстояние между их центрами 0,6 м. На каком расстоянии от центра более легкого шара находится центр масс системы?
- Шайба, пущенная по поверхности льда с начальной скоростью 20 м/с, остановилась через 40 с. Найти коэффициент трения шайбы о лед.