

Лекция 2

Тема :

Динамика поступательного движения

Домашнее задание

- Прочитать: **Учебник**, том 1
- **§§ 6** Динамика поступательного движения.
- **Задачник**, т. 1.
- Сделать **задачу 3** (стр. 196). Образец решения смотри в задачнике.

§6 Динамика материальной точки

- Динамика – раздел механики, в котором изучают движение тел с учётом причин, вызывающих это движение.

6.1 Основные характеристики динамики поступательного движения

- **1. Масса (m) – скалярная физическая величина, являющаяся мерой инертных и гравитационных свойств тела.**
- Масса может служить мерой энергосодержания.
- Единица измерения $[m] = \text{кг}$.

Основные свойства массы

- масса в классической механике не зависит от скорости движения;
- масса является величиной аддитивной, т. е. масса системы тел равняется сумме масс тел, входящих в систему $m = m_1 + m_2 + \dots + m_3$;
- масса замкнутой системы остается величиной постоянной, т.е. выполняется закон сохранения массы.

ПЛОТНОСТЬ ρ (читается ро)

- ***Плотность (ρ) – скалярная физическая величина, характеристика вещества, численно равная массе единицы объёма:***

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

- **Единица измерения $[\rho] = \text{кг} / \text{м}^3$**

Основные характеристики динамики поступательного движения

- **2. Импульс тела – векторная физическая величина, равная произведению массы тела на его скорость:**
$$\vec{p} = m\vec{v}$$

- Единица измерения $[p] = (\text{кг}\cdot\text{м}) / \text{с}$
- Направление импульса тела совпадает с направлением скорости.

Сила F

- ***3. Сила (F) – векторная физическая величина, являющаяся мерой механического воздействия на тело других тел или полей.***
- **Единица измерения $[F] = \text{Н}$ (ньютон)**
- **Сила характеризуется модулем (численным значением), направлением действия и точкой приложения.**

Сила F

- Действие силы может быть статическим и динамическим. Статическое действие проявляется в возникновении деформаций, динамическое – в возникновении ускорений.
- Вид формулы для расчёта силы зависит от природы взаимодействий.

6.2 Виды взаимодействий

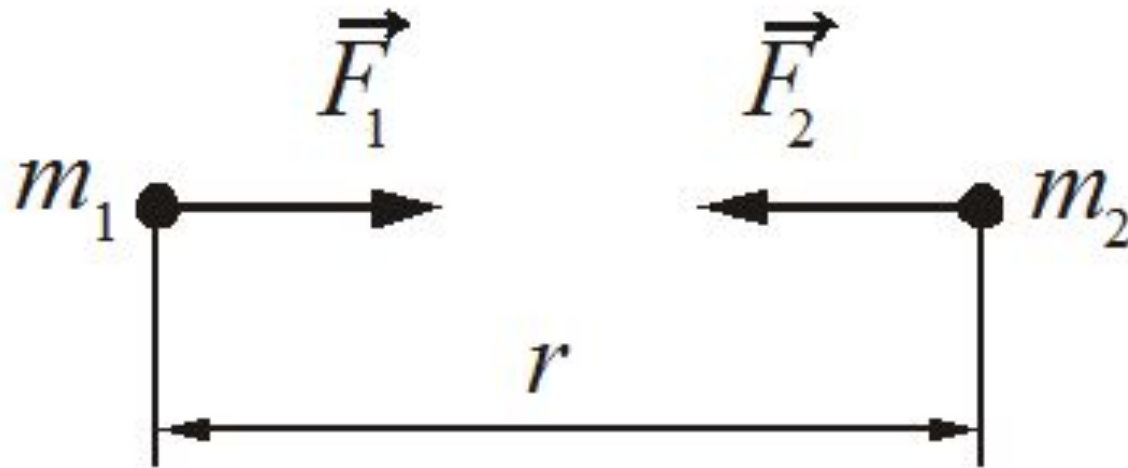
- **1. Гравитационное взаимодействие**
- Универсальное фундаментальное взаимодействие между всеми материальными телами имеющими массу

6.2 Виды взаимодействий

- **Закон всемирного тяготения.**
- **Две материальные точки массами m_1 и m_2 притягиваются друг к другу с силой прямо пропорциональной массам этих точек и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними**

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

Закон всемирного тяготения



$$|\vec{F}_{1-2}| = |\vec{F}_{2-1}| = F$$

Сила тяжести

- **Сила тяжести** — сила, действующая на любое физическое тело, находящееся вблизи поверхности Земли

$$F_{\text{тяжести}} = F = mg$$

- Гравитационное взаимодействие осуществляется посредством гравитационного поля.

Гравитационное поле

- **Поле** – это особая форма материи, которая проявляет себя силовым действием на другие тела. Одно тело изменяет свойства окружающего пространства, т. е. создаёт в нём гравитационное поле. Второе тело, находящееся вблизи первого, испытывает со стороны гравитационного поля некоторую силу в том месте, где оно находится.

Электромагнитное взаимодействие

- Электромагнитное взаимодействие существует между частицами, обладающими электрическим зарядом. С современной точки зрения электромагнитное взаимодействие между заряженными частицами осуществляется не прямо, а только посредством электромагнитного поля.

Электромагнитное взаимодействие

- Частными случаями проявления электромагнитных взаимодействий являются силы упругости и силы трения.
- Для сил упругости и трения можно получить лишь приближённые, эмпирические (т. е. основанные на опыте) формулы.

силы упругости

- Под действием внешних сил возникают деформации (т. е. изменение размеров и формы тел).
- Если после прекращения действия сил прежняя форма и размеры тела восстанавливаются, то деформация называется ***упругой***.

Закон Гука

- ***Сила упругости пропорциональна абсолютному удлинению***

$$F_{упр} = -kx$$

- k – жёсткость пружины;
- x – абсолютное удлинение пружины.

Закон Гука (другая формулировка)

- ***Механическое напряжение прямо пропорционально относительному удлинению***

$$\sigma = E\varepsilon$$

- E – модуль упругих деформаций (модуль Юнга);
- ε - относительное удлинение

обозначения

- Абсолютное удлинение

$$x = \Delta l = l - l_0$$

- Относительное удлинение

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$$

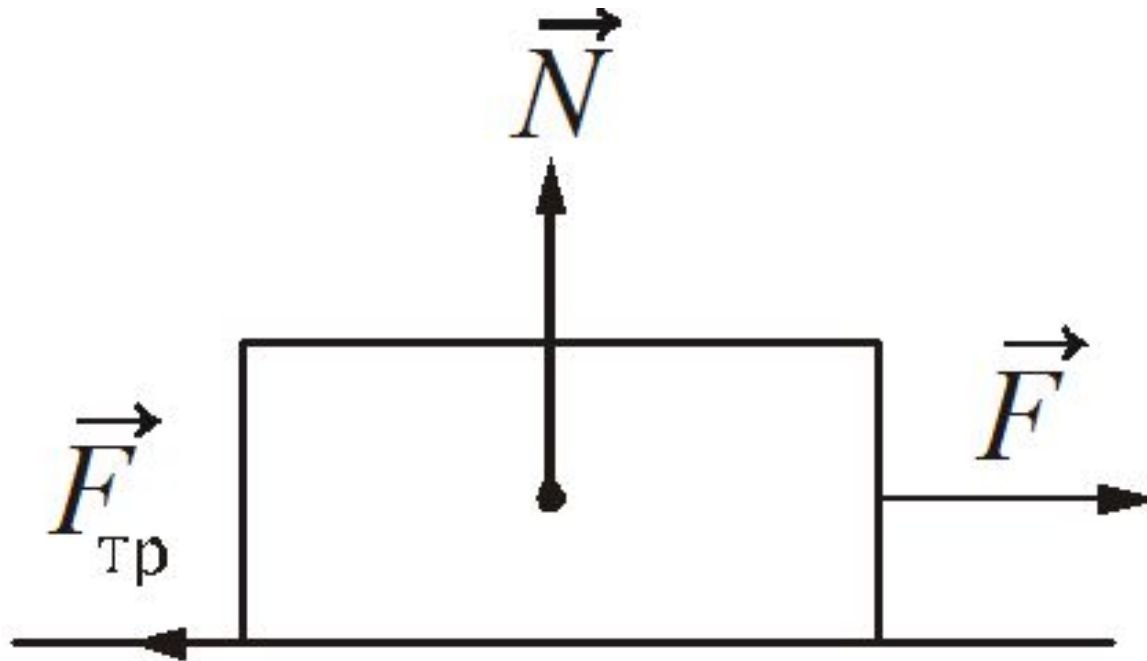
- Механическое напряжение

$$\sigma = \frac{F_{\perp}}{S}$$

Закон сухого трения

- Трение между поверхностями двух соприкасающихся твёрдых тел при отсутствии между ними жидкой или газообразной прослойки, называется ***сухим трением***.
- ***Трение скольжения*** – трение при относительном движении соприкасающихся тел.

Сила трения



Закон сухого трения

- ***Сила трения скольжения пропорциональна силе нормальной реакции опоры и не зависит от площади соприкосновения тел:***

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

- где μ – коэффициент трения скольжения

Закон вязкого трения

- На тело, движущееся в вязкой (жидкой или газообразной) среде, действует сила, тормозящая его движение. Эта сила называется ***силой вязкого трения***:

$$F = -r V$$

- r – коэффициент сопротивления;
- v – скорость движения тела.

Закон Архимеда

- ***На тело, погружённое в жидкость (газ), действует выталкивающая сила, равная весу вытесненной телом жидкости (газа)***

$$F_A = \rho_{ж} g V$$

- где $\rho_{ж}$ – плотность жидкости (газа);
- V – объём погружённой части тела.

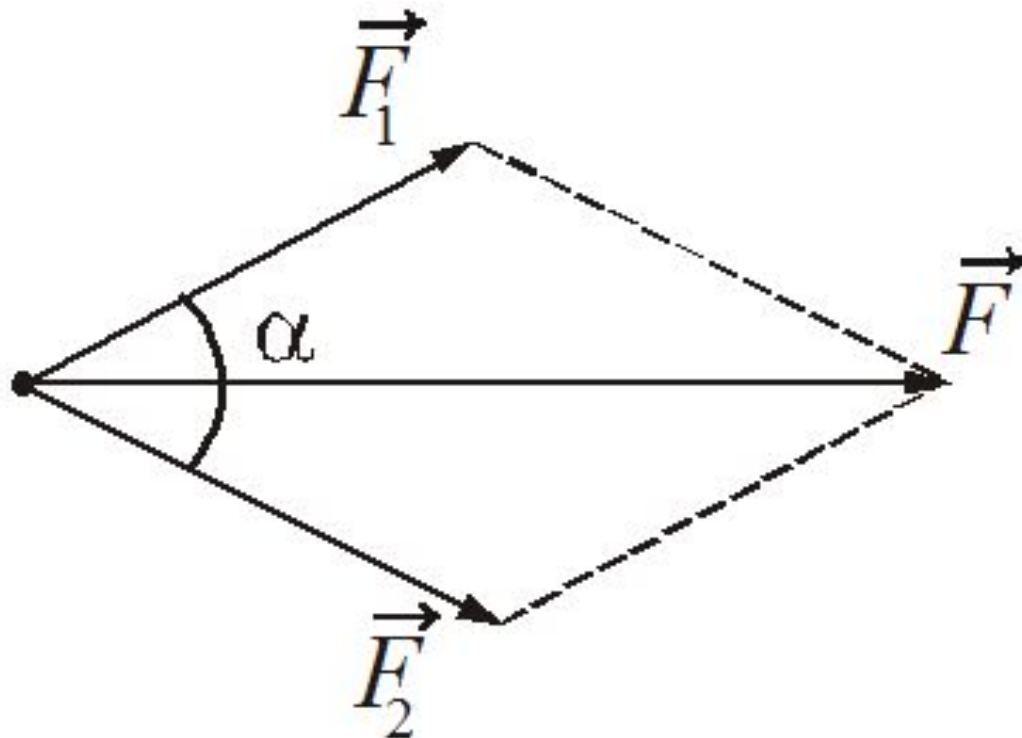
Сложение сил

- **Равнодействующей** нескольких сил называется сила, действие которой эквивалентно одновременному действию этих сил. Равнодействующая равна векторной сумме действующих сил:

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

- Складываются силы по правилу параллелограмма

Сложение сил

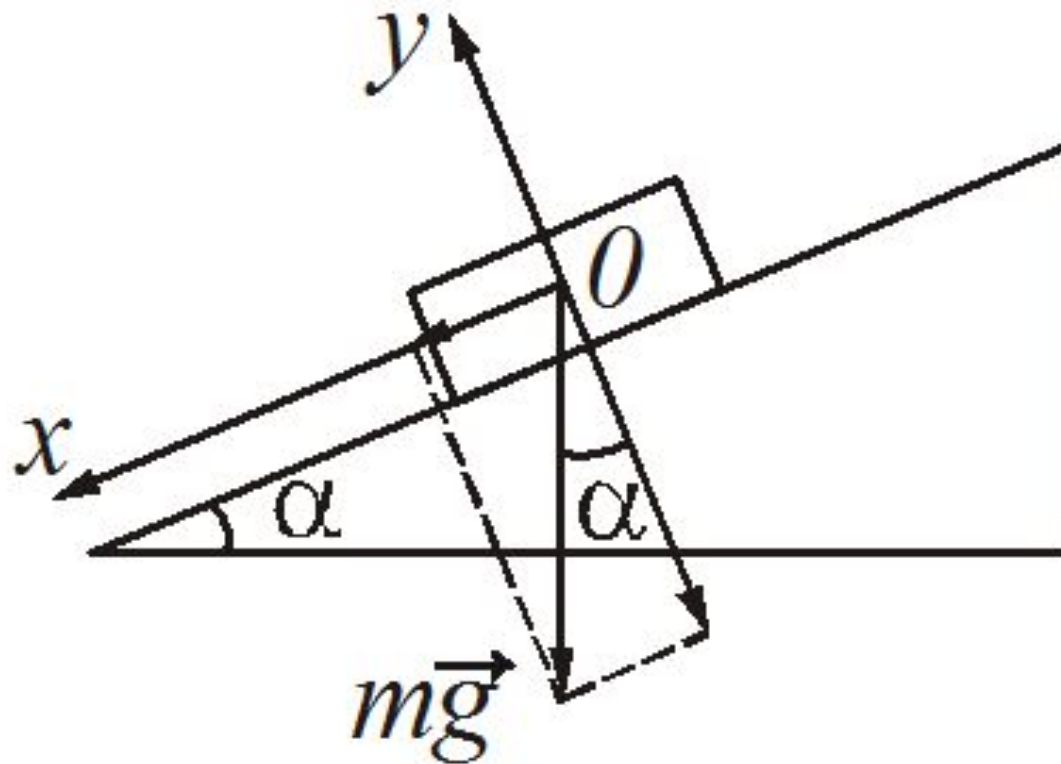


Сложение сил

- модуль равнодействующей двух сил рассчитывается по формуле

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha}$$

Разложение сил



Разложение сил

- Разложение вектора на составляющие состоит в замене вектора двумя или несколькими векторами, сумма которых равна данному вектору.

$$F_x = (mg)_x = mg \sin \alpha$$

$$F_y = (mg)_y = -mg \cos \alpha$$

6.5 Основные законы динамики материальной точки (законы Ньютона)

- Динамика базируется на законах Ньютона, которые математически не выводятся, а являются обобщением опыта.

6.5.1 Первый закон Ньютона

- ***Всякое тело сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока воздействия со стороны других тел не изменят этого состояния.***
- **Свойство тел сохранять состояние своего движения называется инерцией.**

6.5.2 Второй закон Ньютона

- **Скорость изменения импульса тела равна равнодействующей всех сил, действующих на тело:**

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$$

- **Масса тела остается постоянной $m = \text{const}$, то**

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

6.5.3 Третий закон Ньютона

- **Силы, с которыми взаимодействуют два тела, равны по величине и противоположны по направлению:**

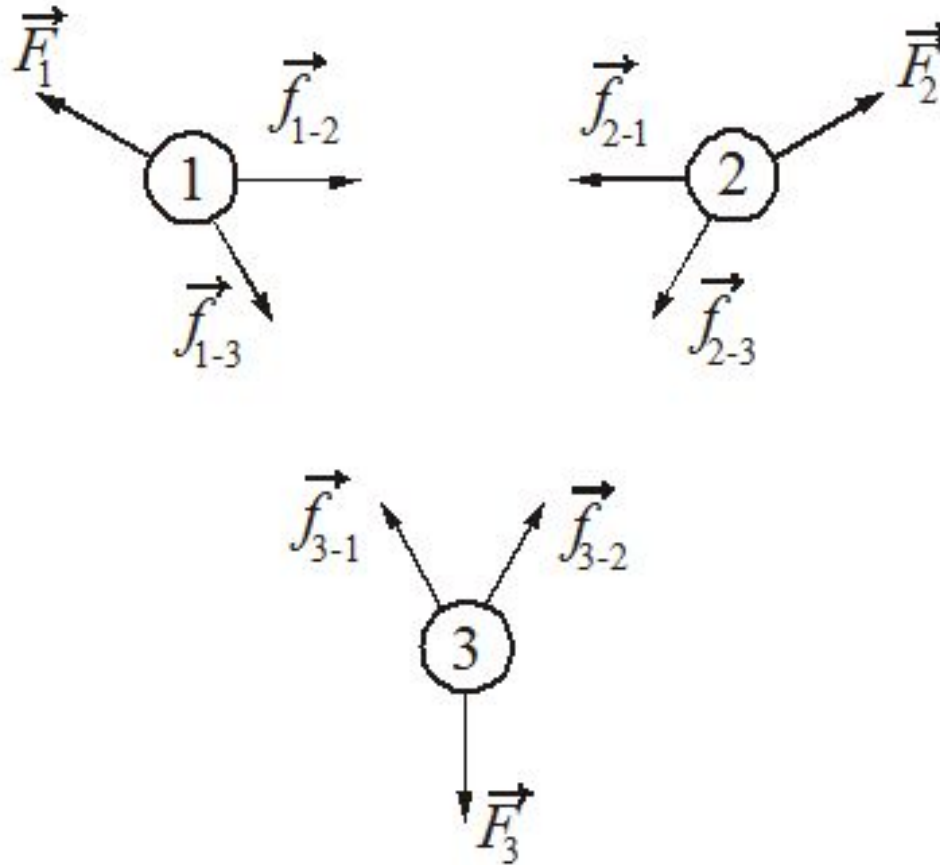
$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

- Силы всегда возникают попарно, поэтому говорят о взаимодействии .

6.6 Динамика системы материальных точек

- Совокупность материальных точек (тел), выделенных для рассмотрения, называется **механической системой**.
- Рассмотрим систему тел, которые взаимодействуют как между собой, так и с внешними телами.

6.6 Динамика системы материальных точек



6.6 Динамика системы материальных точек

- Для каждого тела запишем второй закон Ньютона. Сложив уравнения почленно, получим

$$\frac{d(\overset{\square}{p}_1 + \overset{\square}{p}_2 + \overset{\square}{p}_3)}{dt} = \overset{\boxtimes}{F}_1 + \overset{\boxtimes}{F}_2 + \overset{\boxtimes}{F}_3$$

- где $\overset{\square}{p}_1 + \overset{\square}{p}_2 + \overset{\square}{p}_3$ - сумма импульсов системы тел.

6.6 Динамика системы материальных точек

- $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$ - сумма внешних сил.
- Если она равна нулю, то такая система называется **замкнутой**.
- Тогда
$$\frac{d(\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3)}{dt} = 0$$
- Это означает $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3 = \text{const}$
т.е. получили закон сохранения импульса

Закон сохранения импульса

- ***Импульс замкнутой системы тел остается постоянным (const).***
- ***То, что величина остаётся const, означает, что можно записать***

$$m_1 \overset{\Delta}{v}_1 + m_2 \overset{\Delta}{v}_2 = m_1 \overset{\Delta}{u}_1 + m_2 \overset{\Delta}{u}_2$$

- ***где v и u – скорости до и после взаимодействия***