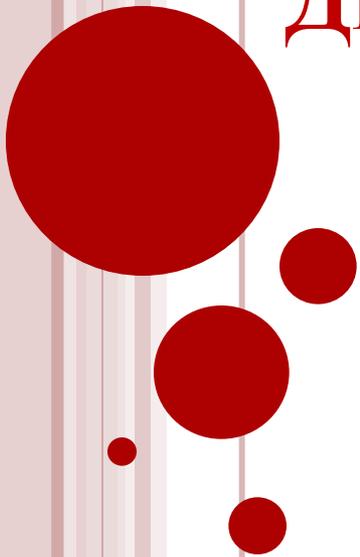
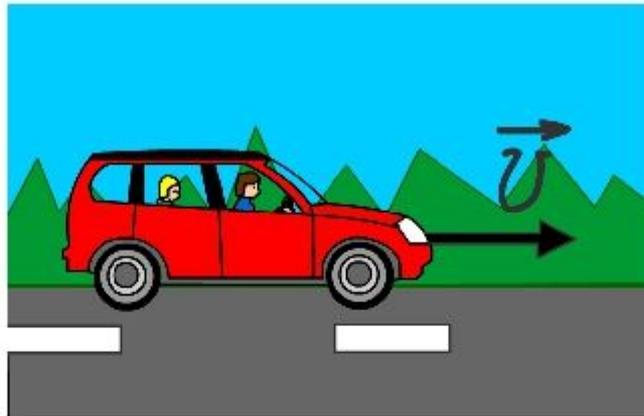


# МЕХАНИКА

## ДИНАМИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ



□ **Динамика** изучает **причины** движения тел



**Кинематика – как?**



**Динамика – почему?**

# СИЛА

- Сила – мера взаимодействия тел
- Измеряется в Ньютонах 1 [Н]
- Каждая сила имеет:
  - значение
  - направление
  - точку приложения



# ВИДЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ПРИРОДЕ

- 📌 **Гравитационное** – проявляется как притяжение между телами, обладающими массой
- 📌 **Электромагнитное** – существует между электрическими зарядами и заряженными телами
- 📌 **Сильное** ( $R_{\text{д}} < 10^{-15}$  м) – обеспечивает связь нуклонов в атомном ядре
- 📌 **Слабое** ( $R_{\text{д}} < 10^{-18}$  м) – отвечает за радиоактивный распад

( $R_{\text{д}}$  - радиус действия сил)

# МАССА И ИМПУЛЬС

 **Масса**  $m$  [кг] – количественная мера *инертности*

**Инертность** – свойство тела оставаться в покое или двигаться равномерно и прямолинейно в отсутствие или при взаимной компенсации внешних воздействий

Чем **больше** масса тела, тем более оно **инертно**

**Пример:** машину остановить легче, чем поезд

**Аддитивность массы** – масса системы равна сумме масс составляющих её тел

 **Импульс** – количественная мера механического движения (векторная величина)

Импульс материальной точки  $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$  [кг · м / с]

# ЗАКОНЫ НЬЮТОНА

**1 закон Ньютона:** существуют такие системы отсчета, в которых тело движется прямолинейно и равномерно, если на него не действуют другие тела или действия других тел скомпенсированы

Такие системы отсчета называются ***инерциальные***

**Другая формулировка:** если телу не мешать, оно будет двигаться равномерно и прямолинейно или покоиться, пока воздействие со стороны других тел не изменит этого состояния

# ЗАКОНЫ НЬЮТОНА

**2 закон Ньютона:** сумма всех сил, действующих на тело, равна произведению массы тела на ускорение, которое тело приобретает под действием этих сил

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



# ЗАКОНЫ НЬЮТОНА

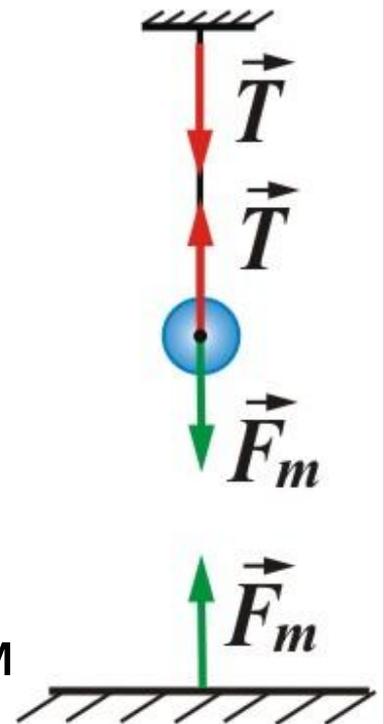
**3 закон Ньютона:** два тела действуют друг на друга с силами равными по модулю и противоположными по направлению:

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

**Важно:**  $\vec{F}_{12}$  и  $\vec{F}_{21}$

- действуют вдоль одной прямой
- приложены к разным телам
- имеют одинаковую природу

**Пример:** Шар и Земля, а также шар и нить действуют друг на друга с одинаковыми силами направленными противоположно

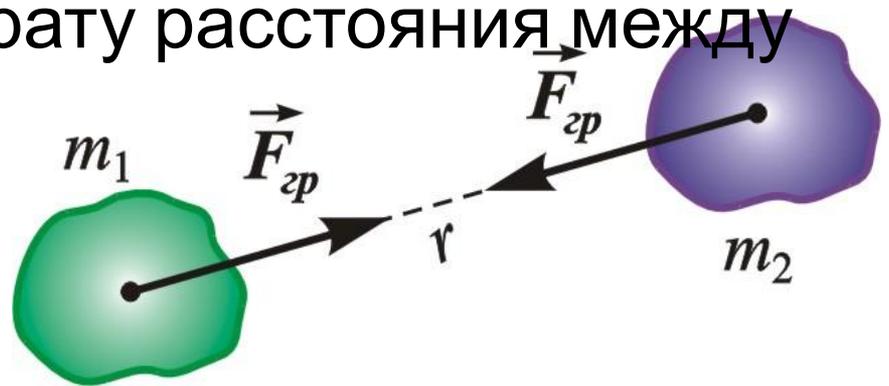


## СИЛЫ В МЕХАНИКЕ

**Сила всемирного тяготения** – существует между всеми телами во Вселенной

**Закон Всемирного тяготения:** два тела притягиваются друг к другу с силой прямо пропорциональной массам тел и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними

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

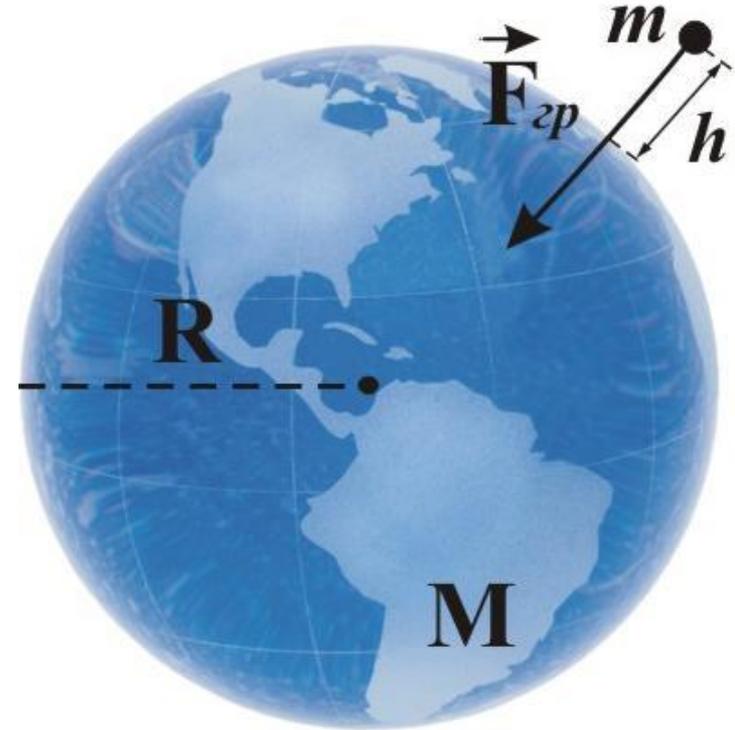


$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$  – гравитационная постоянная

## СИЛЫ В МЕХАНИКЕ

**Сила тяжести** - действует со стороны Земли на тело массой  $m$

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



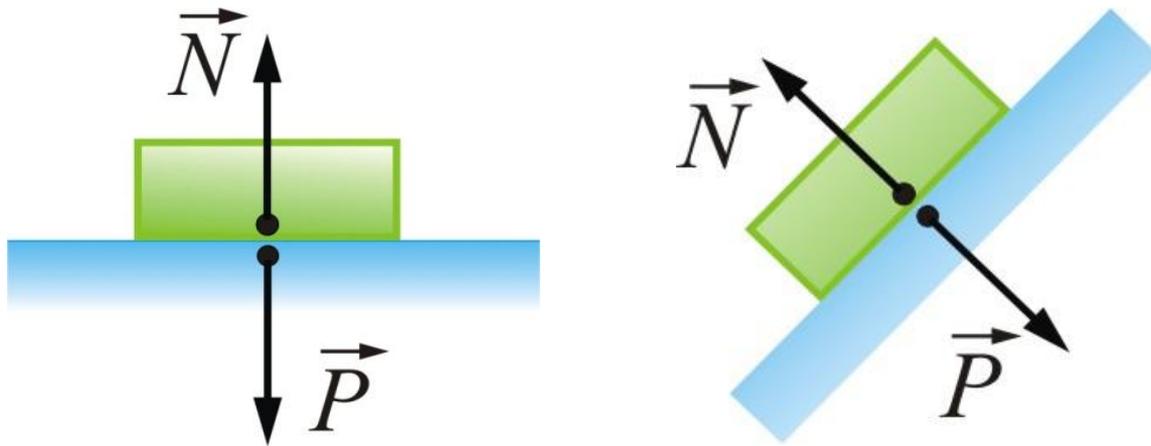
$g$  - ускорение свободного падения  
на высоте  $h$

вблизи поверхности Земли:  $g = G \frac{M}{R^2} = 9,8$

## СИЛЫ В МЕХАНИКЕ

**Вес  $\vec{P}$**  - сила, с которой тело действует на опору или подвес

**Сила реакции опор  $\vec{N}$**  (натяжения и  $\vec{T}_1$ ) - действует со стороны опоры (подвеса) на тело



Согласно 3-му закону Ньютона:

$$\vec{P} = -\vec{N}$$

# СИЛЫ В МЕХАНИКЕ

**Сила упругости** – возникает в деформированном теле и стремится вернуть ему первоначальную форму и размеры

## Виды деформации:

- упругая – тело восстанавливает свою форму и размер
- пластическая – тело не может восстановиться

Для упругой деформации типа растяжение-сжатие

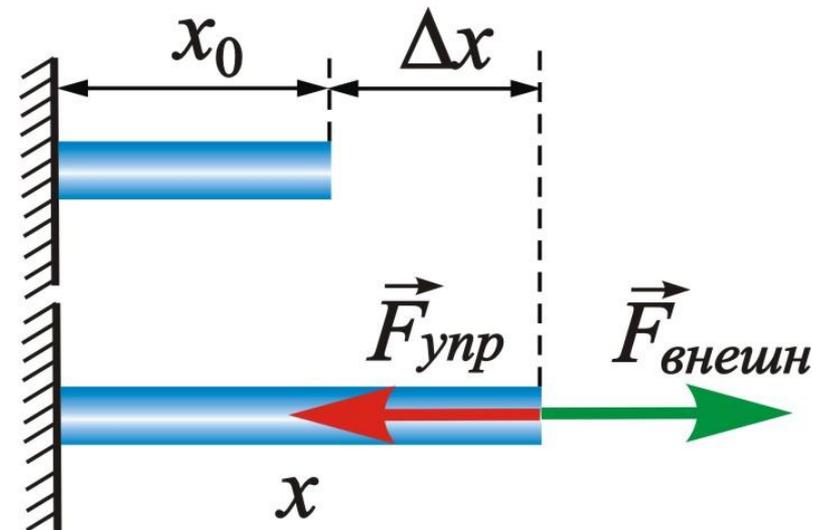
выполняется **закон**

**Гука:**  $F_{упр} = k |\Delta x|$

$$\Delta x = x - x_0$$

- абсолютная деформация

$k$  – коэффициент



# СИЛЫ В МЕХАНИКЕ

**Сила трения** – возникает между соприкасающимися поверхностями и препятствует их взаимному перемещению

**Сила трения** всегда направлена **против** движения тела

**Виды трения:**

## 1) Внешнее (сухое)

- трение покоя
- трение скольжения
- трение качения

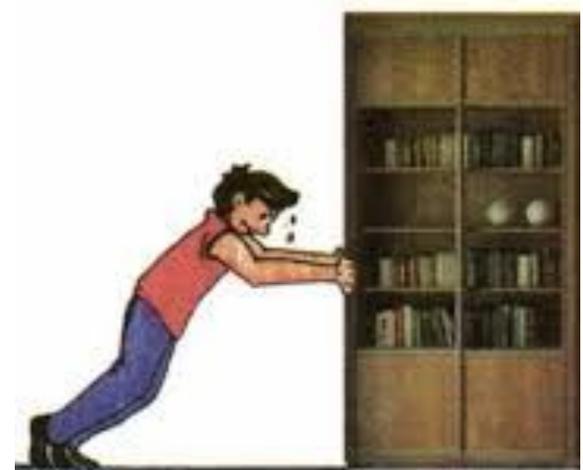
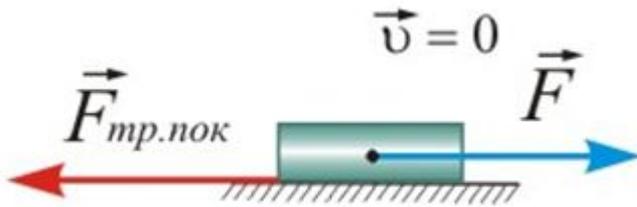
**2) Внутреннее (вязкое)** – возникает внутри жидкостей и газов



# СИЛЫ В МЕХАНИКЕ

**Внешнее (сухое) трение** – действует между твёрдыми телами

а) **сила трения покоя** действует на покоящееся тело при попытке его сдвинуть

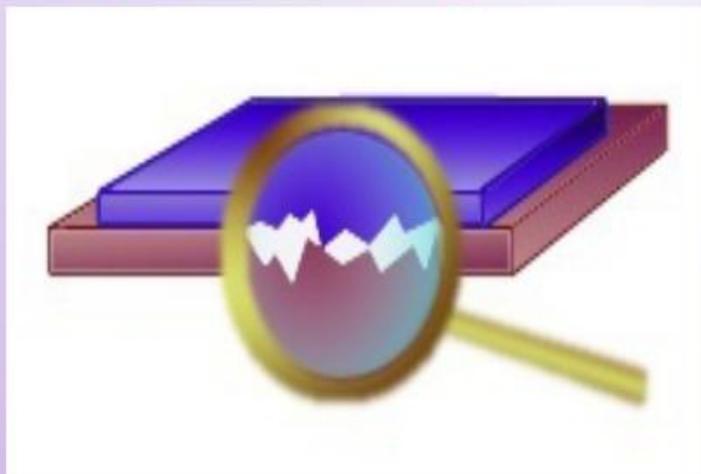


$$0 < F_{тр.пок} \leq F_{\max\text{ тр.ск}} = \mu N$$

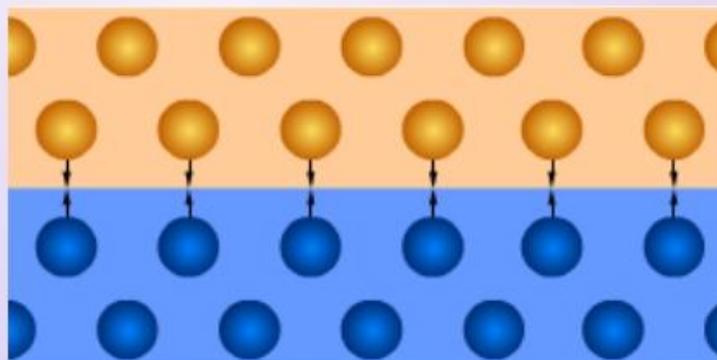


# ПРИЧИНЫ ТРЕНИЯ

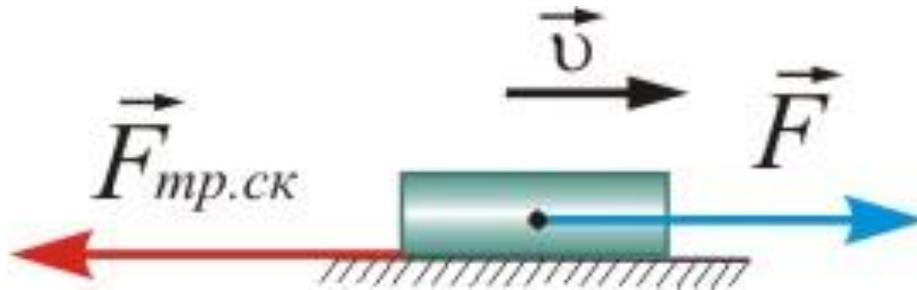
**Неровность поверхностей**



**Взаимное притяжения молекул  
соприкасающихся тел**



б) **сила трения скольжения** действует между телом и опорой при их относительном **движении**



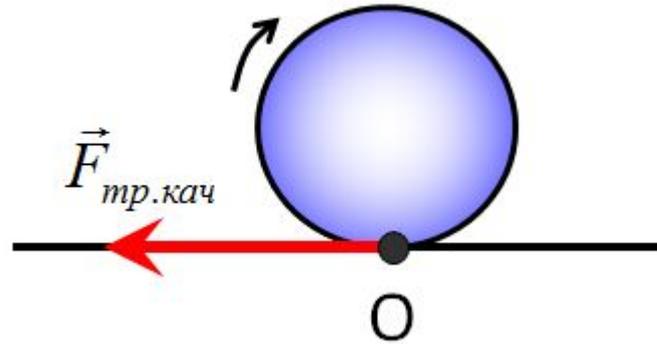
$$F_{тр.ск} = \mu N$$

$\mu$  - коэффициент трения (безразмерная величина)



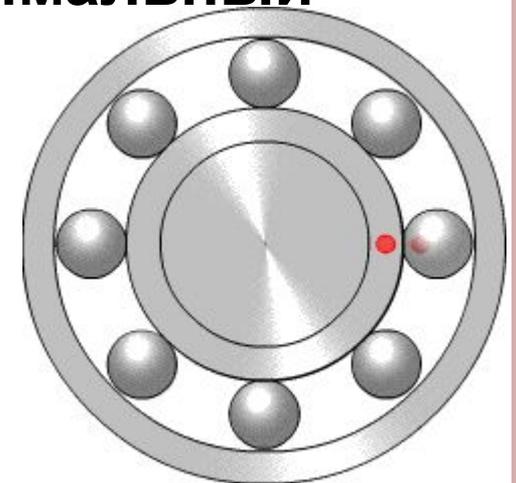
# Силы в механике

в) **сила трения качения** действует на катящееся тело



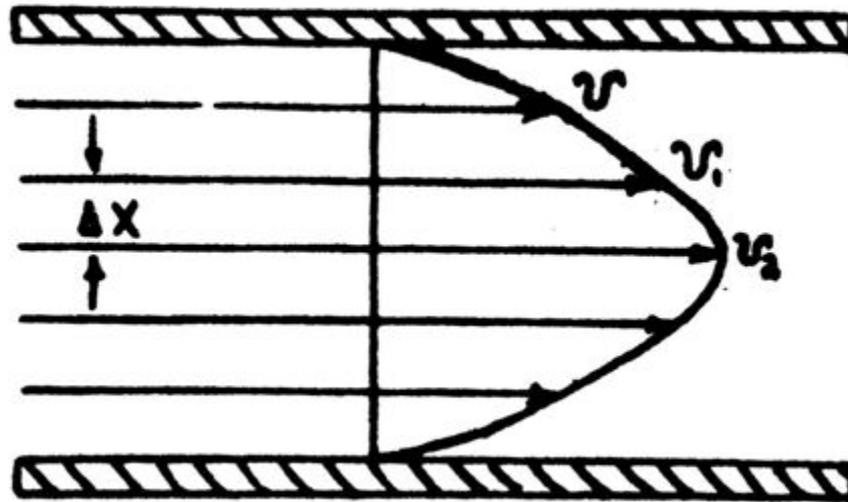
Сила трения качения наиболее **экономически выгодна**  
– при качении коэффициент трения **минимальный**

**Пример:** подшипник



## СИЛЫ В МЕХАНИКЕ

 **Внутреннее (вязкое) трения** – действует на тело, движущееся в жидкости или газе



Градиент скорости – скорость слоев максимальна по центру и минимальна у стенок из-за трения



## ФОРМУЛА НЬЮТОНА ДЛЯ ВЯЗКОГО ТРЕНИЯ

$$F = \eta \frac{dv}{dx} S$$

$\eta$       □ коэффициент вязкости

$\frac{dv}{dx}$     □ градиент скорости

$S$         □ площадь соприкасающихся слоев



# СИЛЫ В МЕХАНИКЕ

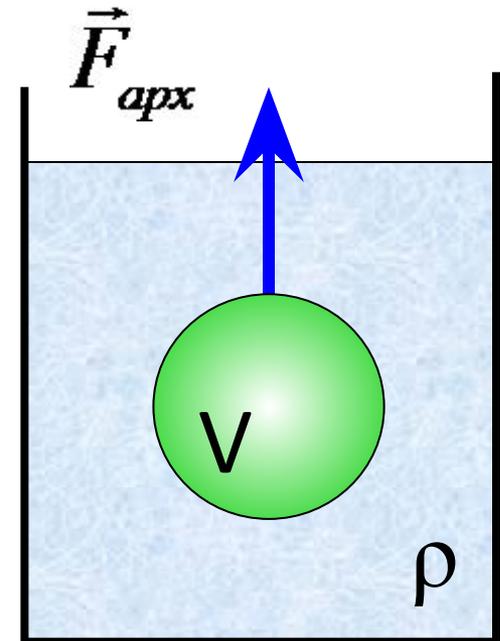
 **Сила Архимеда** – выталкивающая сила, действующая на тело, погруженное в жидкость или газ:

$$F_{арх} = \rho g V$$

$\rho$  – плотность жидкости

$g$  – ускорение свободного падения

$V$  – объем тела, погруженный в жидкость



Если тело погружено в жидкость частично, то сила Архимеда действует только на погруженную часть

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

