



# МЕХАНИКА

## Динамика

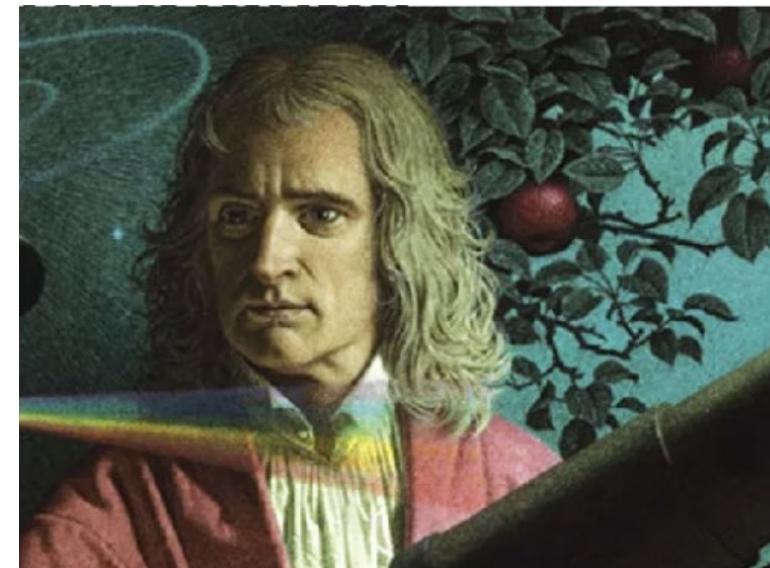
### Законы Ньютона

Подготовительный курс физики ИТМО

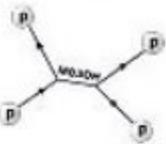
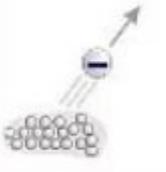
# Динамика

**Динамика** – раздел механики, изучающий законы взаимодействия тел, причины движения.

**Основная задача динамики:** зная условия движения данного тела, определить его ускорение и силы, действующие на него.



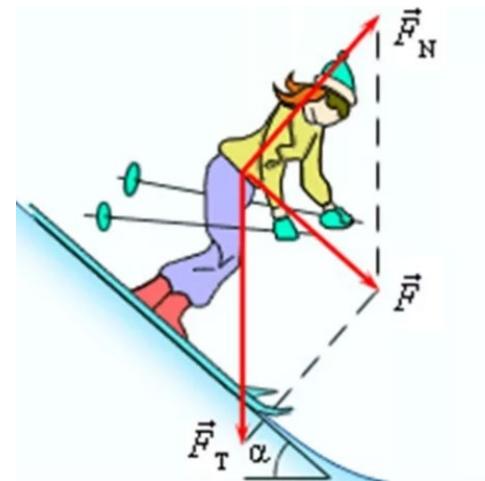
# Основные типы взаимодействия:

Вид	Взаимо-действующие частицы	Проявление	Интенсивность	Радиус действия, м
<b>СИЛЬНОЕ</b> 	тяжелые частицы (кварки, нуклоны)	ядерные силы, обеспечивающие существование ядер	1	$10^{-15}$
<b>ЭЛЕКТРО-МАГНИТНОЕ</b> 	заряженные частицы, фотоны	кулоновская сила, обеспечивающая существование атома	$\frac{1}{137}$	$\infty$
<b>СЛАБОЕ</b> 	кварки лептоны	$\beta$ - распад	$10^{-10}$	$10^{-18}$
<b>ГРАВИТАЦИОННОЕ</b> 	все тела Вселенной	всемирное тяготение, обеспечивающее существование звезд, планетных систем	$10^{-38}$	$\infty$

# Способы описания взаимодействия

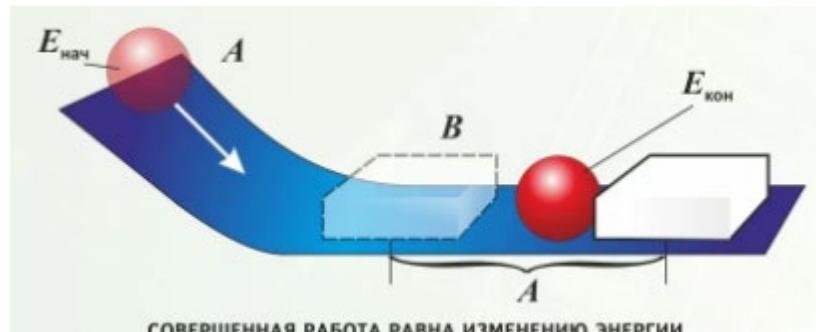
## 1. силовой

Взаимодействие описывается через силы, действующие на тело



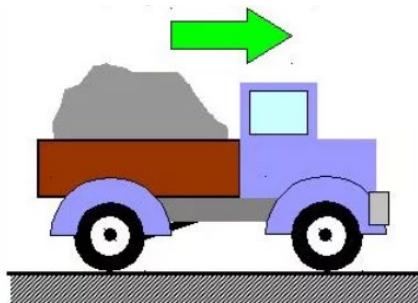
## 2. энергетический

Взаимодействие описывается с помощью энергии и работы

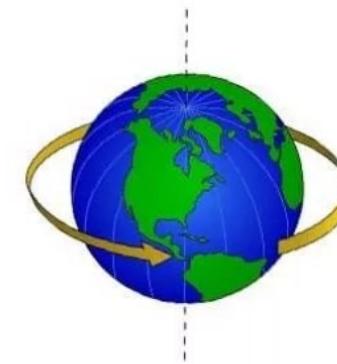


# Движение

поступательное



вращательное



# Системы отсчета

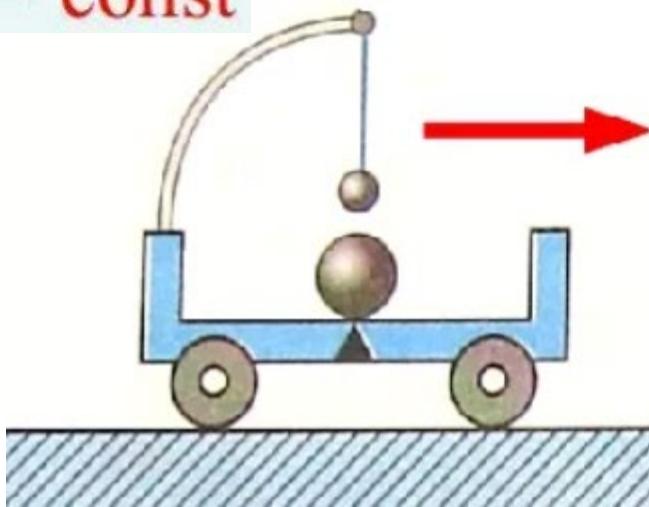
инерциальные (ИСО)

СО, связанные с любым телом, которое покойится или движется РПД.

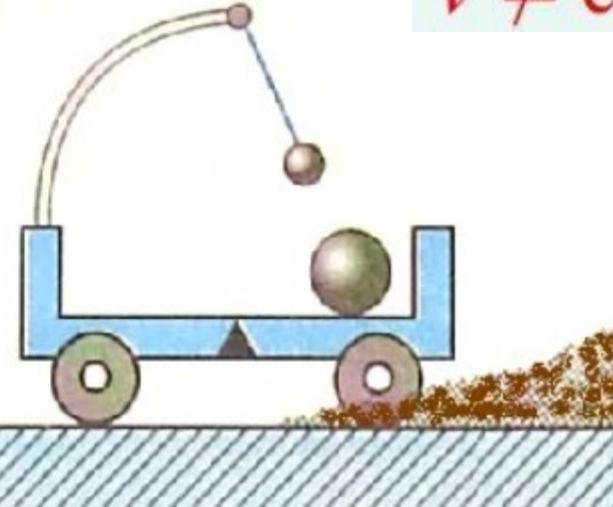
неинерциальные (НИСО)

СО, связанные с любым телом, которое движется с ускорением.

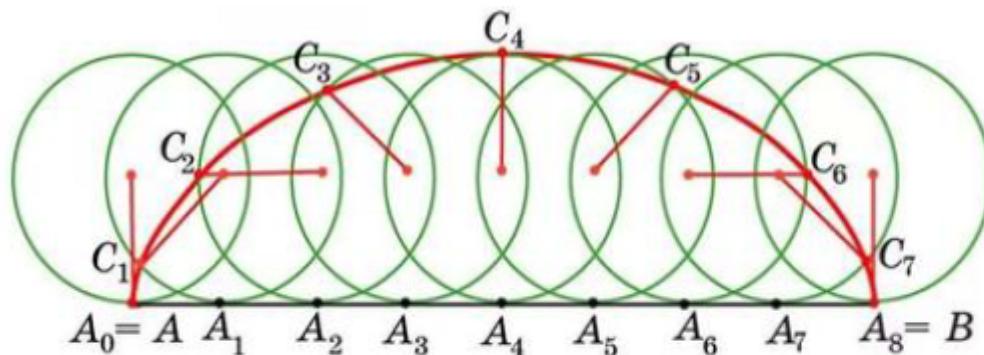
$$\vec{v} = \text{const}$$



$$\vec{v} \neq \text{const}$$



В **динамике** существуют различия между системами отсчета и преимущества одних СО над другими.



Существуют такие системы отсчета, относительно которых **свободное тело** (тело, на которое не действуют другие тела) движется равномерно и прямолинейно или находится в состоянии покоя. Такие системы называются **инерциальными (ИСО)**.

Земля  $a_n = 3,4 \text{ см/с}^2$

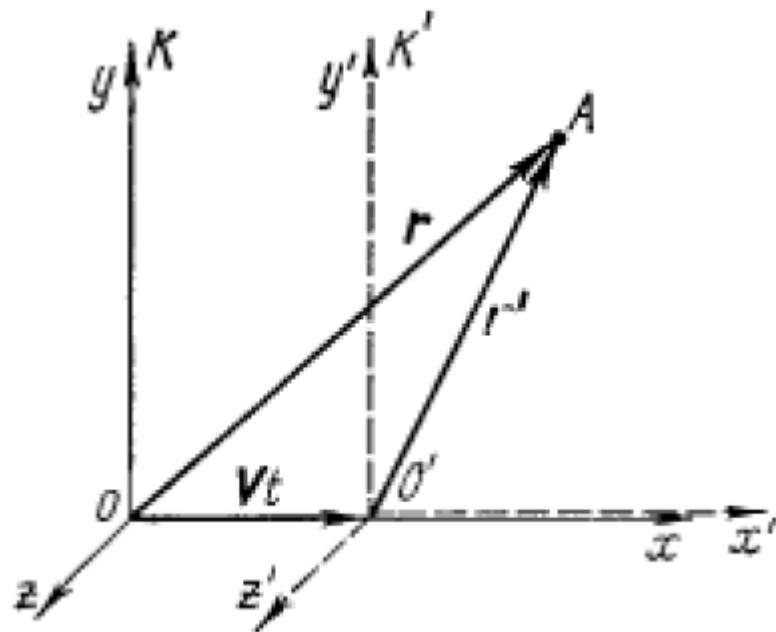
Центр Земли  $a_n = 0,6 \text{ см/с}^2$

Солнце  $a_n = 3 \cdot 10^{-8} \text{ см/с}^2$

# Преобразования Галилея

Любая СО, движущаяся с постоянной скоростью относительно ИСО, также является ИСО

- законы механики одинаковы во всех инерциальных системах отсчета.
- преобразования координат при переходе от одной ИСО к другой



$K, K'$  – инерциальные системы отсчета  
 $\vec{V}$  - скорость, с которой движется СО  
 $K'$  относительно  $K$

$$t = t'$$

$$x' = x + Vt$$

$$\vec{r} = \vec{r}' + \vec{V}t$$

$$\vec{v} = \vec{v}' + \vec{V}$$

$$\vec{a}' = \vec{a}$$

# Динамика поступательного движения

**Сила** – физическая величина, определяющая количественную характеристику и направление воздействия, оказываемого на данное тело со стороны других тел.

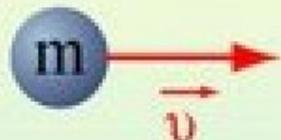
Силы условно можно разделить на силы, возникающие при непосредственном контакте (силы трения, давления) и на силы, возникающие через поля (электрические, гравитационные).

$$[F] = H, [F] = \text{Дн} (\text{СГС})$$



# Динамика поступательного движения

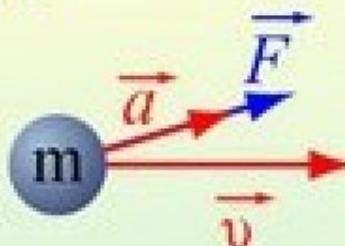
## Законы Ньютона



$$\vec{v} = \text{const}, \\ \text{при } \vec{F} = 0$$

I закон

**Не пнёшь -  
не полетит**



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

II закон

**Как пнёшь,  
так и полетит**

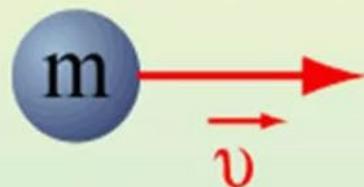


$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

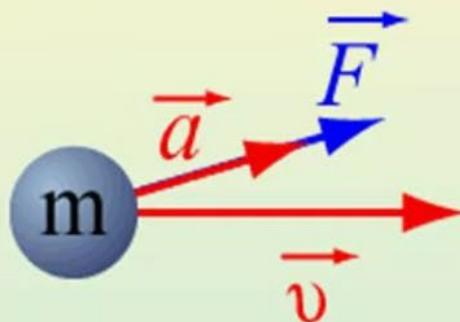
III закон

**Как пнёшь,  
так и получишь**

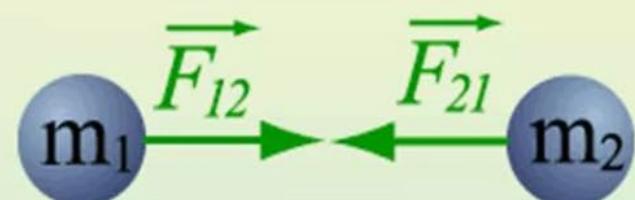
**Масса – мера инертности тела при поступательном движении.**



$\vec{v} = \text{const}$ ,  
при  $\vec{F} = 0$



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



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

## I закон

Существуют такие системы отсчета, в которых всякое тело будет сохранять состояние покоя или равномерного и прямолинейного движения до тех пор, пока действие других тел не заставит его изменить это состояние.

## II закон

Под действием силы тело приобретает такое ускорение, что его произведение на массу тела равно действующей силе.

## III закон

Силы, с которыми взаимодействующие тела действуют друг на друга, равны по модулю и направлены по одной прямой в противоположные стороны.

# Масса

**Инертная масса** – мера инертности тела, т.е. способности тела сохранять свою скорость при движении.

**Гравитационная масса** – мера гравитационного взаимодействия, величина, определяющая вес тел.

$$m_{\text{ин}} = m_{\text{гр}} \text{ с точностью до } 10^{-13} \text{ кг}$$

**В классической механике:**

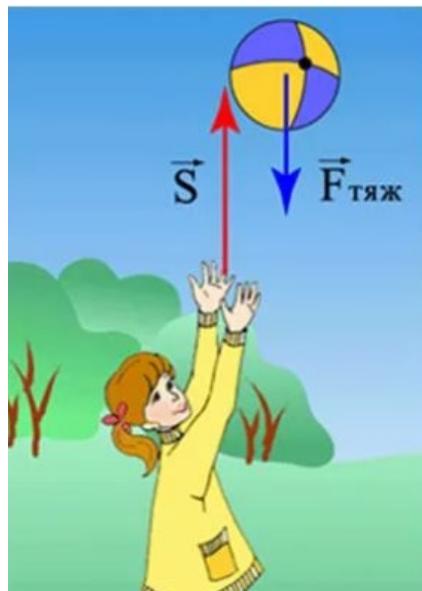
1. Масса – величина аддитивная

$$m = m_1 + m_2 + ..$$

2.  $m = \text{const}$

# Силы в природе:

1. Сила тяжести (как частный случай закона всемирного тяготения).

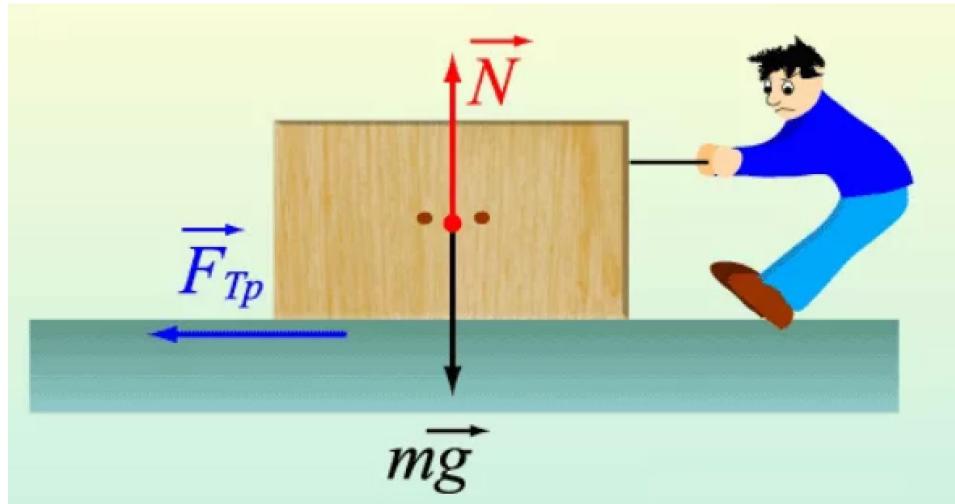


$$F_G = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$$



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

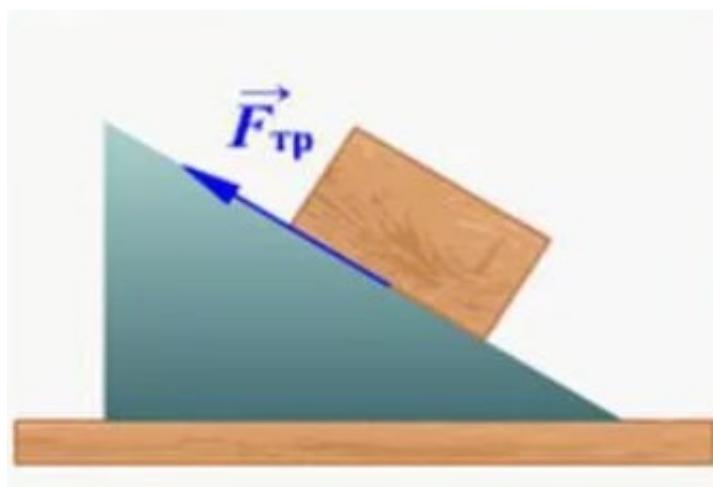
## 2. Контактные силы (сила трения и нормальной реакции опоры).



$$F_{\text{тр.}} = \mu N$$



$$|P| = |N|$$



# Сила трения

покоя

равна по величине  
внешней силе, не может  
превышать некоторого  
максимального значения

$$0 \leq F_{\text{тр.}} \leq \mu_0 N$$



скольжения

$$F_{\text{тр.}} = \mu N$$

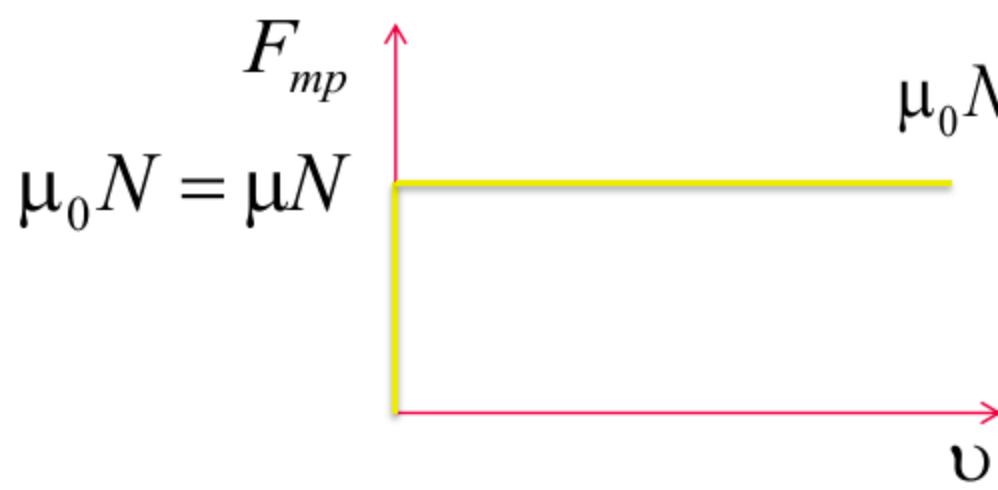
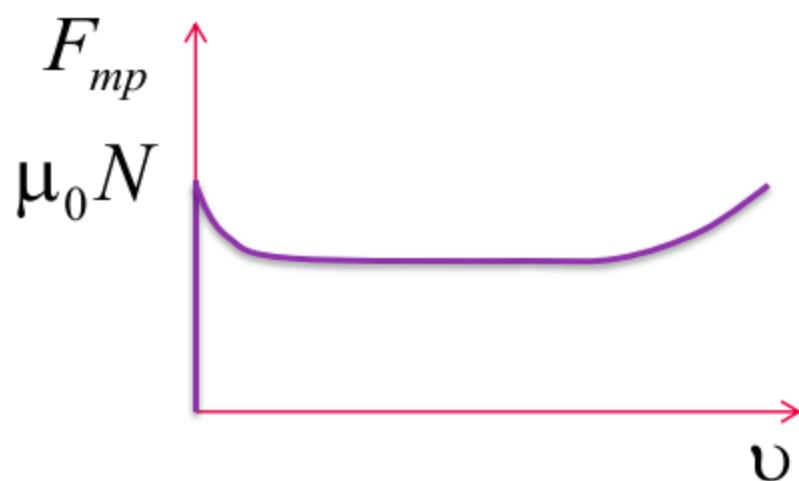


качения

значительно  
меньшее трение,  
коэффициент трения  
зависит от твердости  
поверхности.

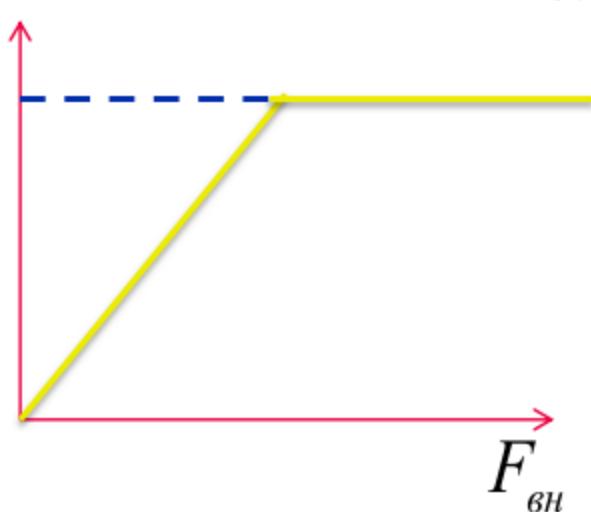
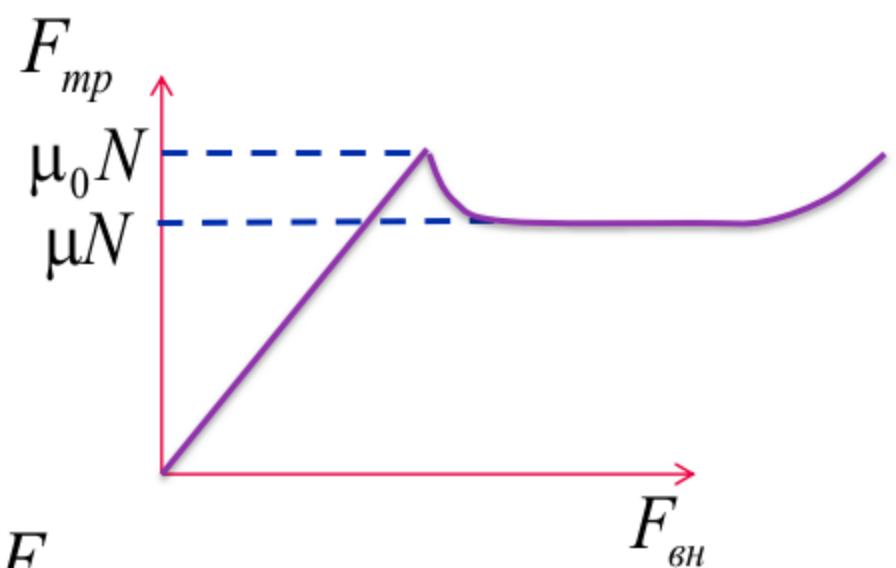


Зависимость модуля силы  
трения от скорости  
движения:



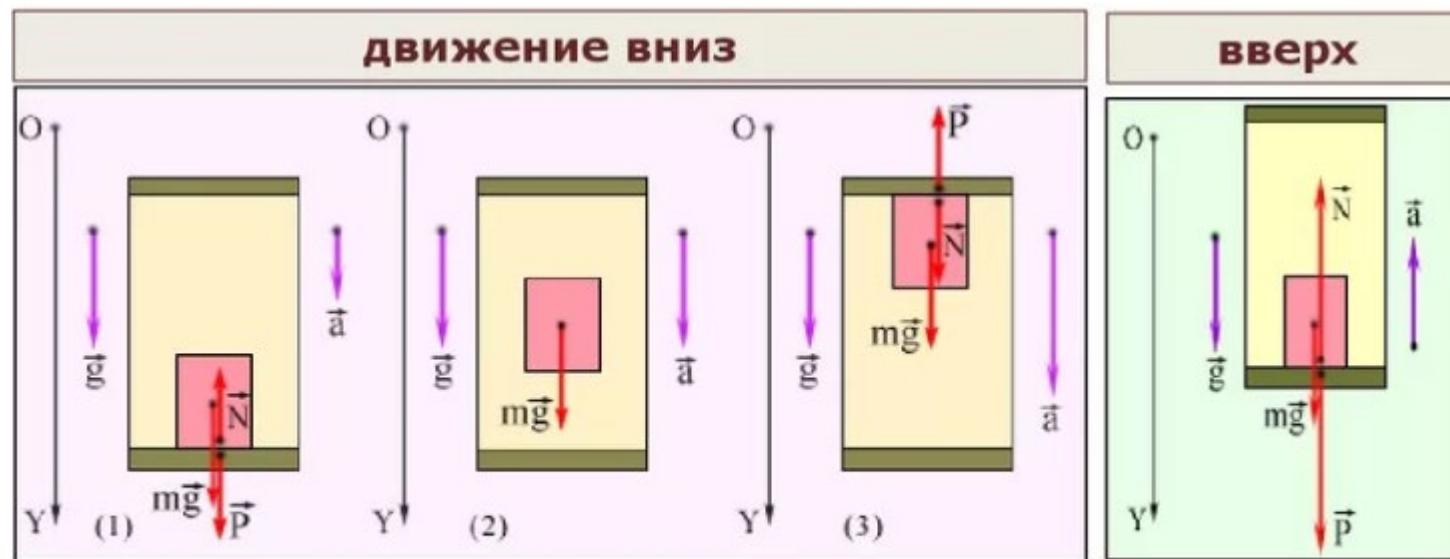
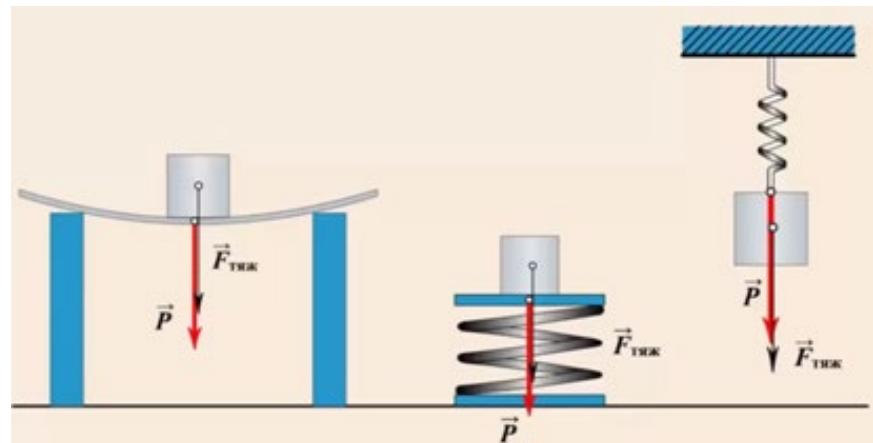
$$\mu_0 N = \mu N$$

Зависимость силы трения от  
внешней силы:



3. Вес тела (сила с которой тело действует на опору или подвес).

$$|P| = |N|$$



$$a < g, P < mg$$

$$a = g, P = 0$$

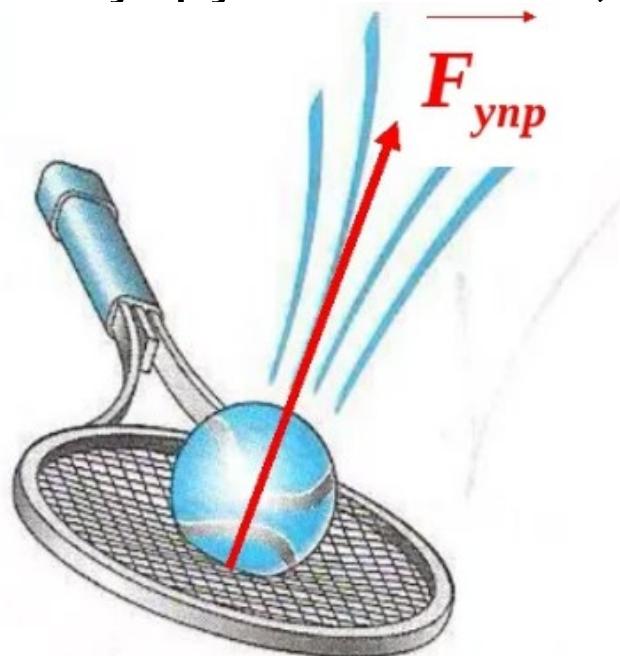
невесомость

$$a > g, P < 0$$

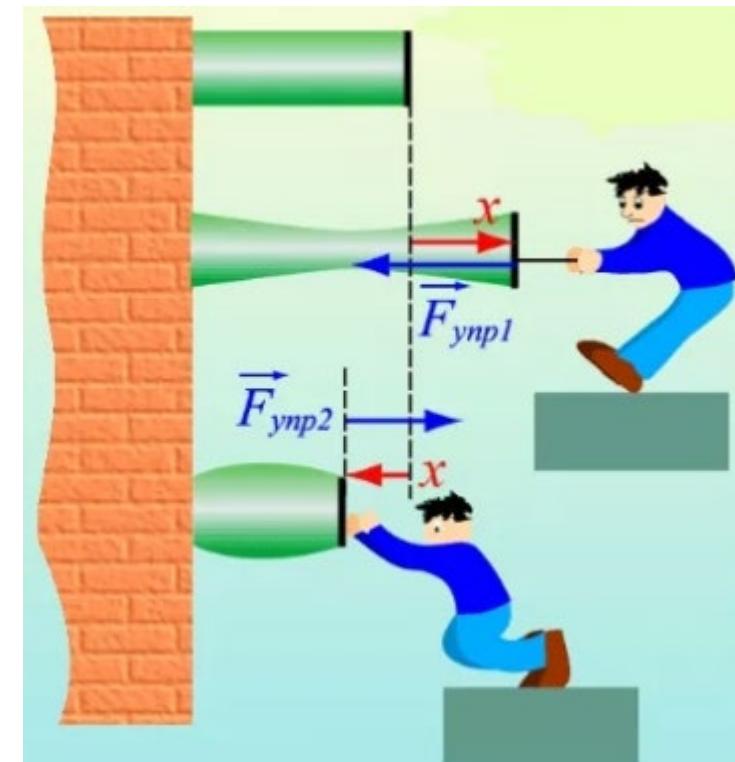
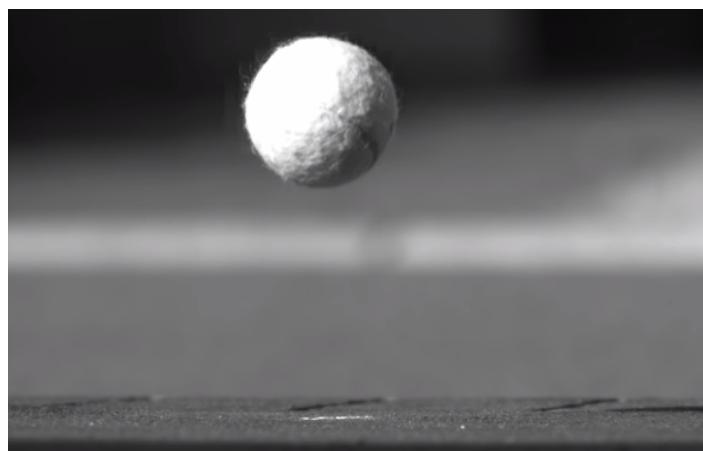
**перегрузки**

$$P > mg$$

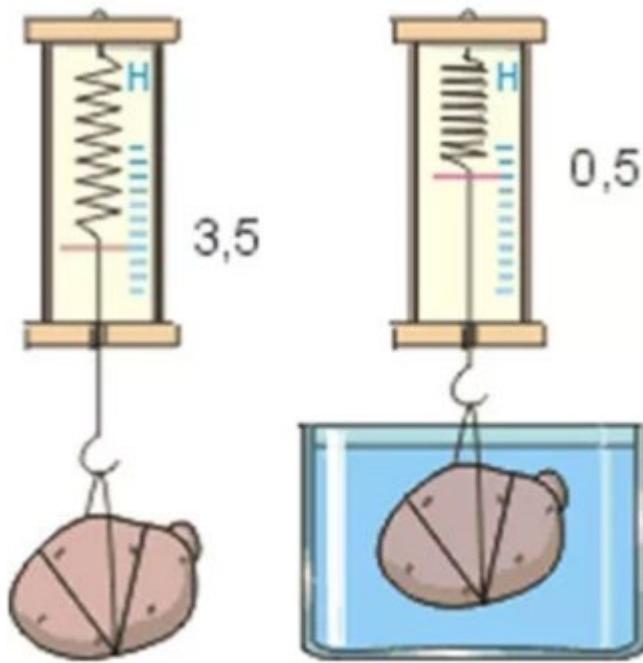
#### 4. Сила упругости - сила, возникающая при деформации.



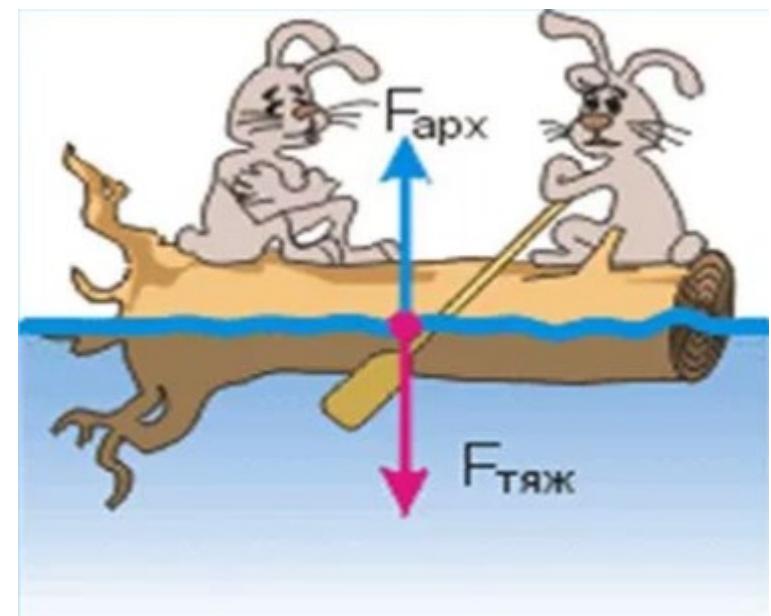
$$\vec{F} = -k\vec{x}$$



5. Сила Архимеда - выталкивающая сила, действующая на тело в жидкости или газе.

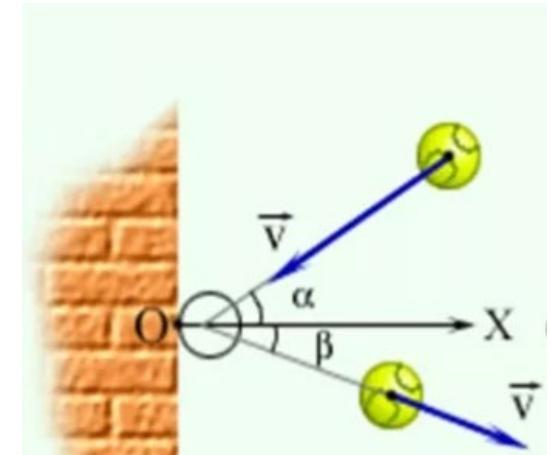
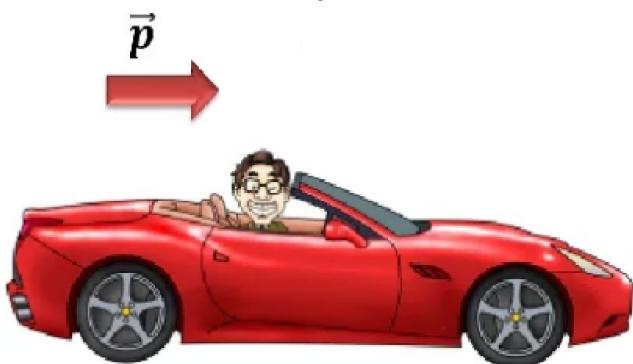


$$F_{apx} = \rho_{ж} g V_m$$



# Импульс

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

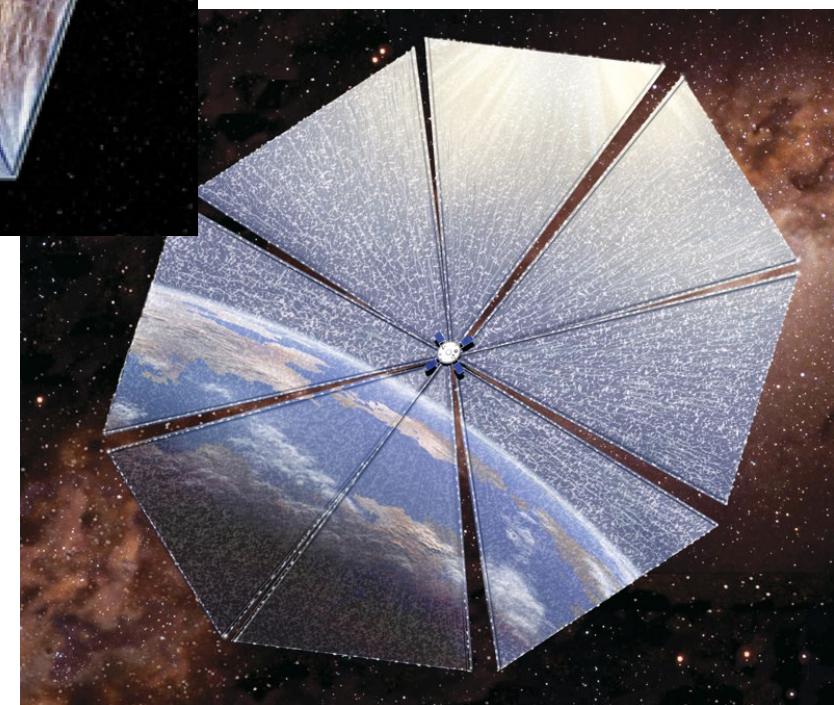
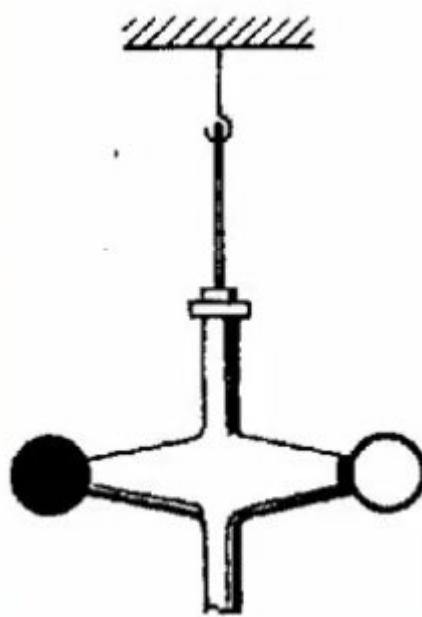
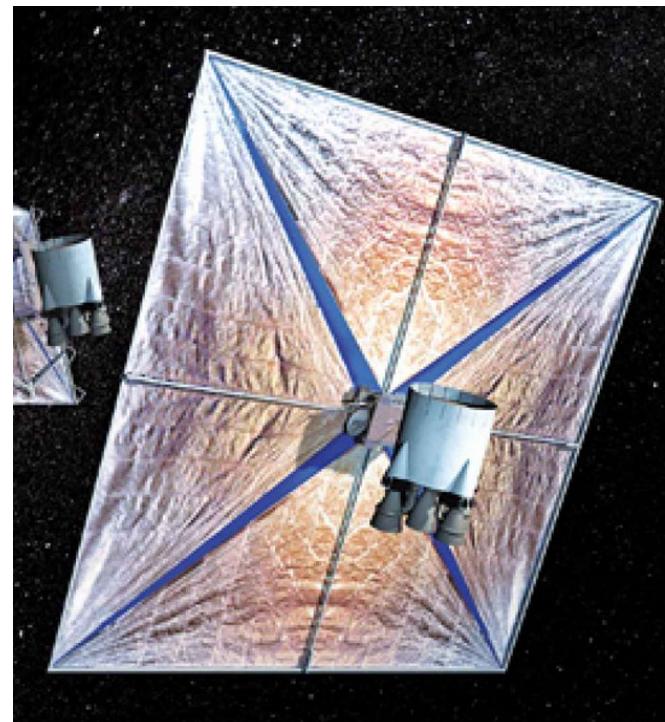
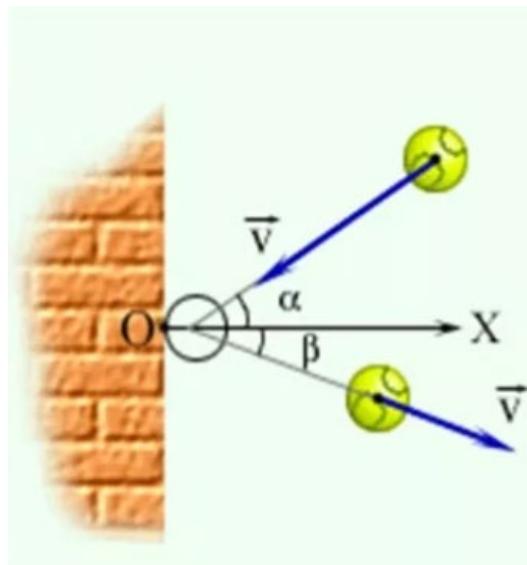


**СИЛА ЕСТЬ**

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

**ma → не надо**

# Импульс



# Задачи

1. Под каким углом нужно тянуть равномерно движущиеся санки, чтобы приложенная сила  $F$  была наименьшей. Коэффициент трения  $\mu$ .



2. Определите коэффициент трения между телами.



4. Начальная скорость пули  $v_0$ . При движении в воздухе за время  $t$  ее скорость уменьшилась до  $v$ . Масса пули  $m$ . Считая силу сопротивления воздуха пропорциональной квадрату скорости, определить коэффициент сопротивления  $k$ . Действием силы тяжести пренебречь.



# Спасибо!

