






# Взаимодействие тел



# Взаимодействие тел

- **Механическое движение** 
- **Инерция** 
- **Взаимодействие тел** 
- **Плотность вещества** 
- **Сила** 

# Сила

• **Определение силы**



• **Сила тяжести**



• **Сила упругости**



• **Вес тела**



• **Сложение сил**



• **Сила трения**

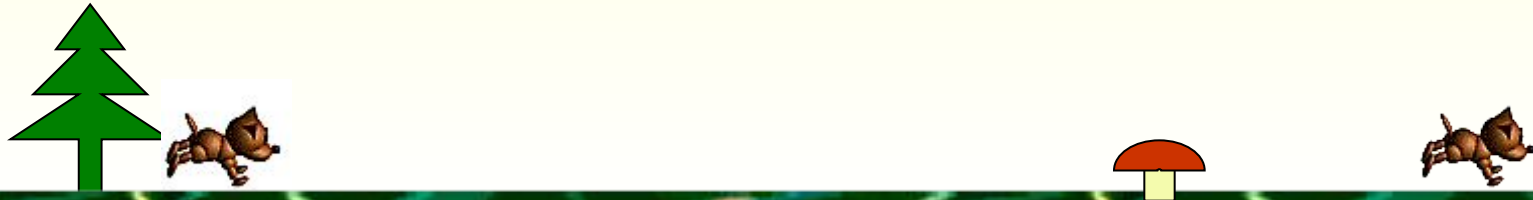


• **Динамометр**



# Механическое движение

**Механическое движение – это изменение положения тела относительно других тел с течением времени.**

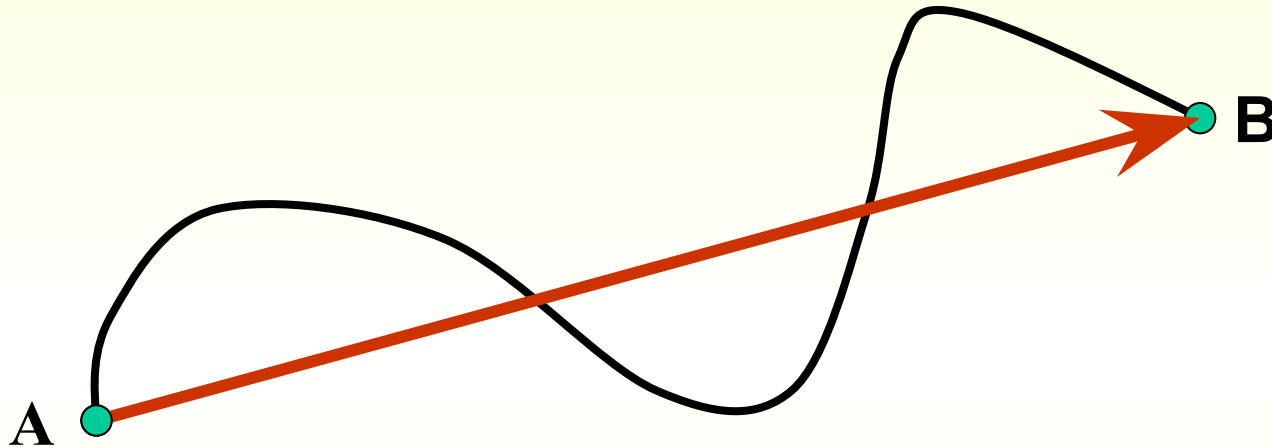


**Если положение тел не меняется относительно друг друга с течением времени, то говорят, что эти тела находятся в покое относительно друг друга.**



# Механическое движение

**Перемещение – вектор соединяющий начальное и конечное положение тела.**



**Траектория – линия, по которой движется тело.**

**Путь – длина траектории по которой движется тело в течение некоторого промежутка времени.**



# Механическое движение

Путь:  $[S] = м$

$$1мм = 0,001м$$

$$1см = 0,01м$$

$$1дм = 0,1м$$

$$1км = 1000м$$



# Механическое движение



# Механическое движение

```
graph TD; A[Механическое движение] --> B[равномерное]; A --> C[неравномерное];
```

**равномерное**

**Тело за любые  
равные  
промежутки  
времени  
проходит  
равные пути.**

**неравномерное**

**Тело за равные  
промежутки  
времени  
проходит  
разные пути.**





# Механическое движение



# Механическое движение

**Скорость** – величина, характеризующая быстроту движения тел.

При равномерном движении тела скорость тела остается постоянной.

$$v = const$$

$$\text{скорость} = \frac{\text{путь}}{\text{время}}$$

$$v = \frac{S}{t} \quad [v] = \frac{м}{с} \left( \frac{км}{ч} \right)$$

Скорость тела при равномерном движении - это величина, равная отношению пути ко времени, за которое этот путь пройден.

# Механическое движение

Международная система  
(СИ):

$$[v] = \frac{m}{c}$$

За единицу скорости принимается скорость такого равномерного движения, при котором тело за 1 секунду проходит путь, равный 1 метру.

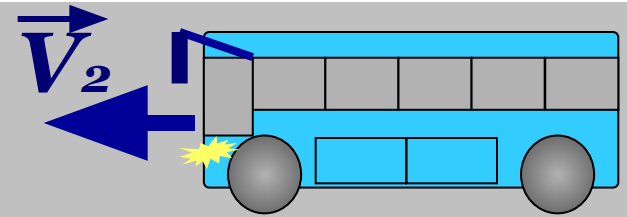
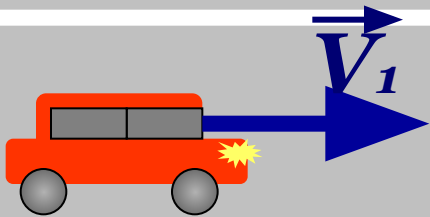
$$1 \frac{км}{ч} = 1 \cdot \frac{1000 м}{3600 с} = \frac{1}{3,6} \frac{м}{с}$$



# Механическое движение

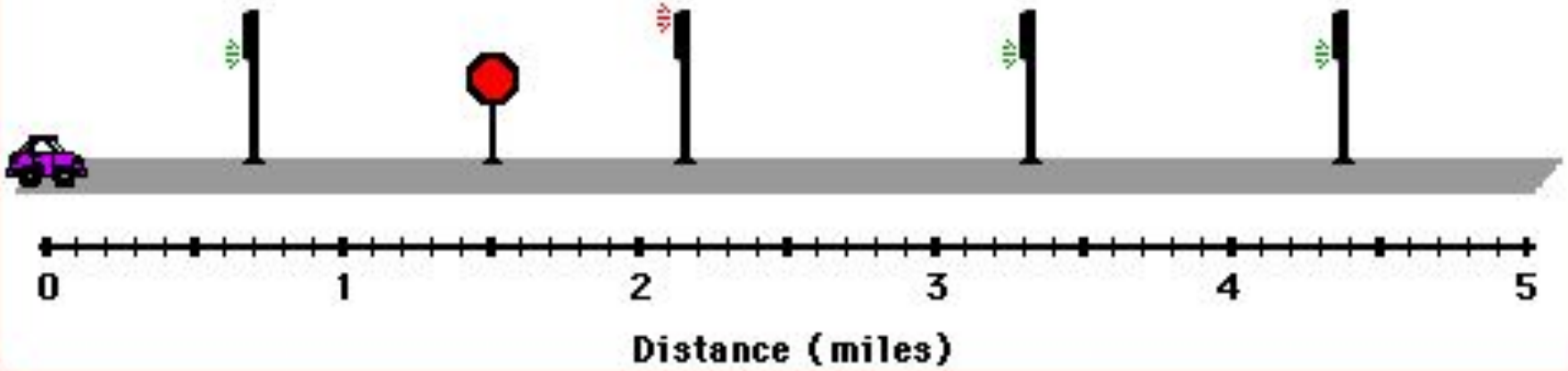
Помимо числового значения (модуля) скорость имеет еще и направление.

Скорость – **векторная физическая величина.**



# Механическое движение

Time: 0.00 hrs.



# Механическое движение

При неравномерном движении тела скорость тела не остается постоянной, она меняется во время движения.

Для характеристики неравномерного движения вводят понятие **средней скорости**.

*средняя скорость* =  $\frac{\text{весь путь}}{\text{все время}}$

$$v_{cp} = \frac{S}{t}$$



# Механическое движение

**Равномерное движение:**

$$v = \frac{S}{t} \Rightarrow \begin{cases} S = v \cdot t \\ t = \frac{S}{v} \end{cases}$$

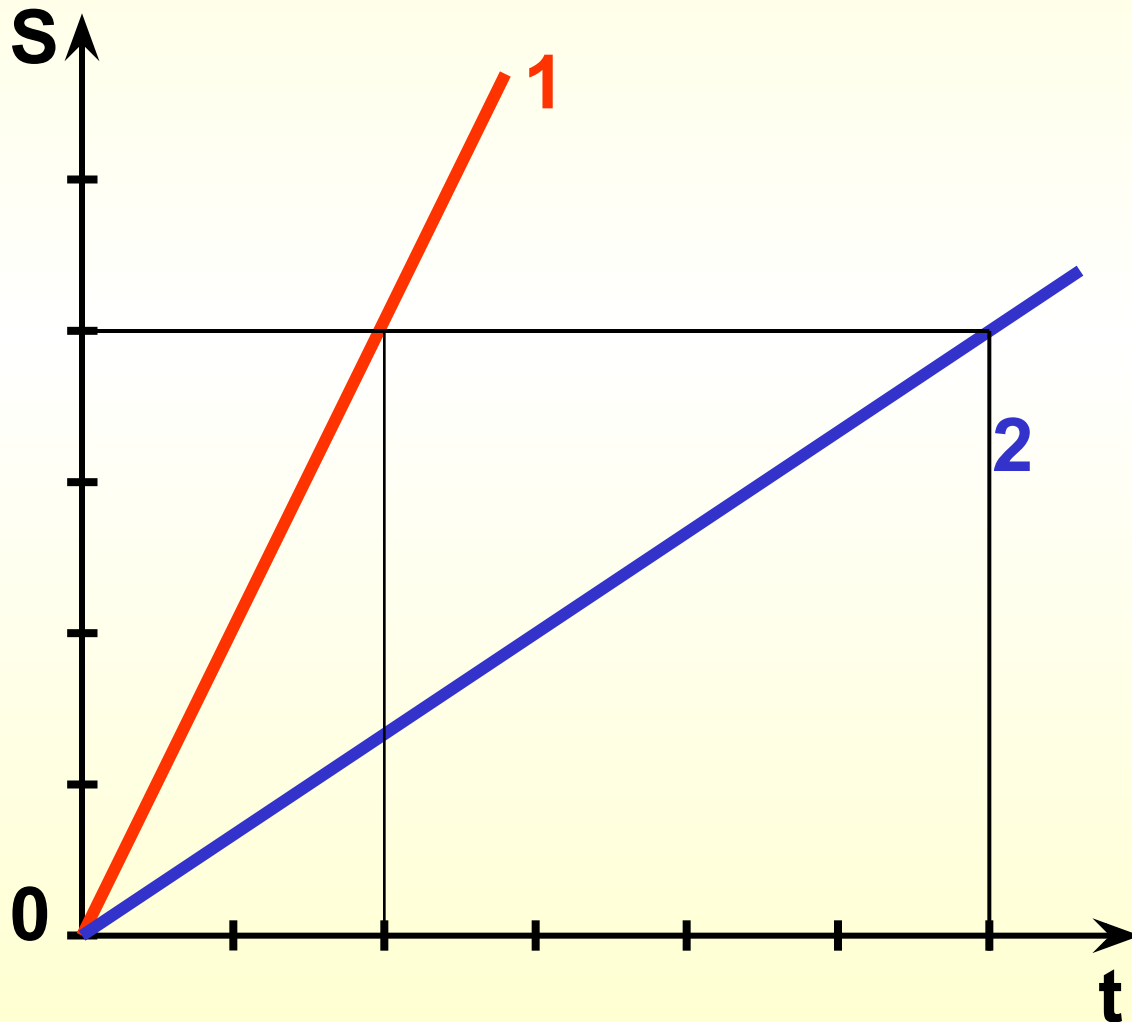
**Неравномерное движение:**

$$v_{cp} = \frac{S}{t} \Rightarrow \begin{cases} S = v_{cp} \cdot t \\ t = \frac{S}{v_{cp}} \end{cases}$$

# Механическое движение

$$S = v \cdot t$$

$$v = \frac{S}{t}$$

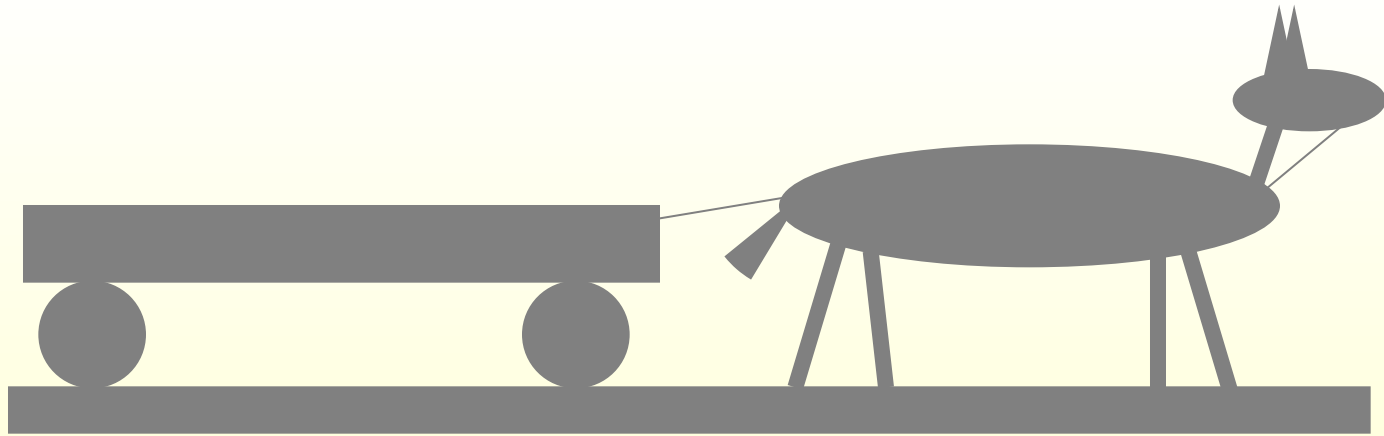


$$v_1 > v_2$$



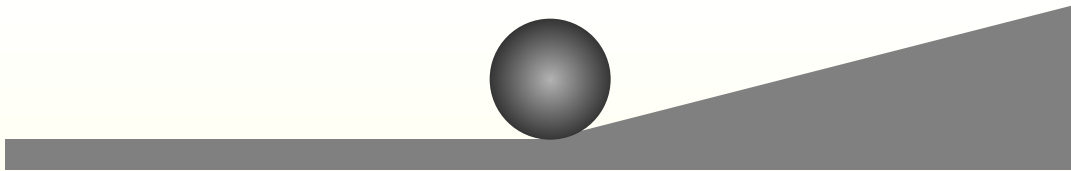
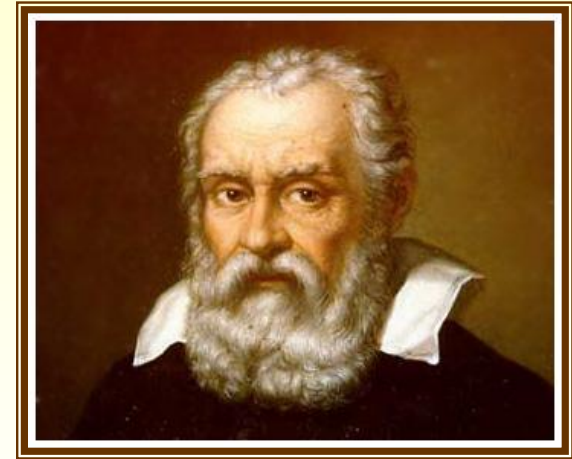
# Инерция

**Аристотель считал, что причина движения тела – действие на него других тел. Например телега движется до тех пор, пока ее тянет лошадь.**



# Инерция

Галилео  
Галилей



**Причина изменения скорости тела – воздействие на него других тел.**

**Если на тело не действуют другие тела, то скорость тела не изменяется ни по модулю ни по направлению.**



# Инерция

Изменение скорости тела (величины и направления) происходит в результате действия на него другого тела.

Чем меньше действие другого тела, тем дольше сохраняется скорость движения.

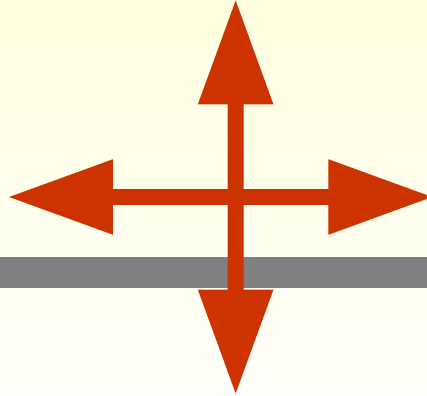
**Инерция** – явление сохранения скорости тела при отсутствии действия на него других тел.

*Инерция – «неподвижность, бездеятельность», (лат.)*

**Движение по инерции** – движение при отсутствии воздействия внешних тел.



# Инерция



**Если на тело не действуют другие тела, то оно движется с постоянной по модулю и направлению скоростью.**

**Движение по инерции является прямолинейным и равномерным.**

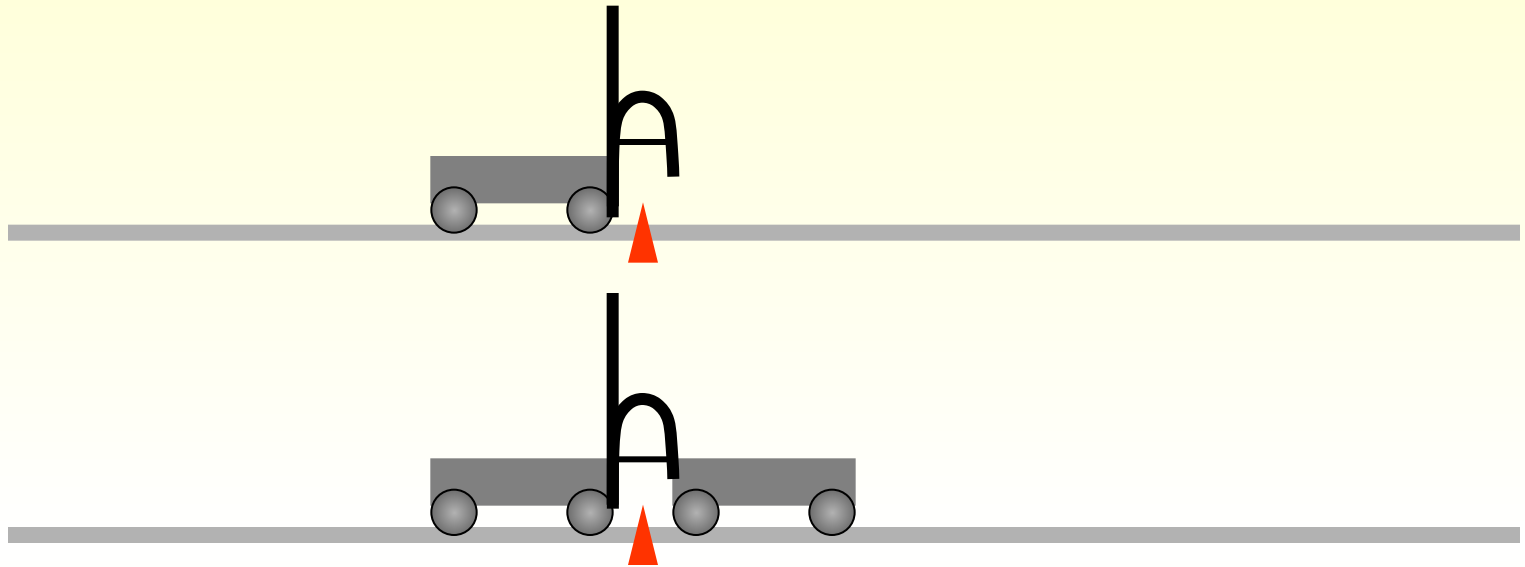


# Инерция

# Инерция



# Взаимодействие тел



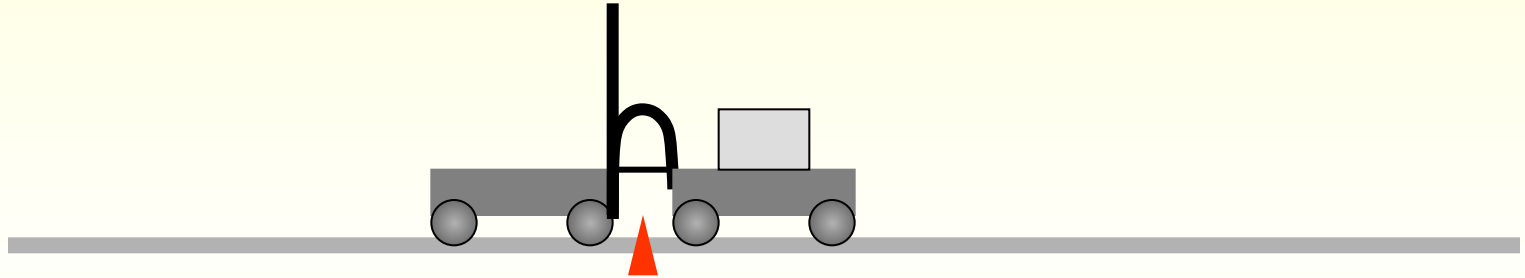
Действие одного тела на другое не может быть односторонним, оба тела действуют друг на друга, т. е. **взаимодействуют**.

В результате взаимодействия оба тела меняют свою скорость.



# Взаимодействие тел

При взаимодействии тела могут приобрести различные скорости.



У тележек разная **масса**.

Во сколько раз скорость первого тела больше (меньше) скорости второго тела, во столько раз масса первого тела меньше (больше) массы второго.





# Взаимодействие тел



# Взаимодействие тел

Явление сохранения скорости тела – инерция.

Более массивное тело меньше меняет свою скорость. Говорят, что оно **более инертно**.

Менее массивное тело больше меняет свою скорость. Говорят, что оно **менее инертно**.

**Инертность** – свойство тела сохранять свою скорость при отсутствии внешних воздействий.

**Масса тела** – физическая величина, которая характеризует его инертность.



# Взаимодействие тел



# Взаимодействие тел



# Взаимодействие тел

**Масса – мера инертности тела.**

$$[m] = \text{кг}$$

$$1\text{т} = 1000\text{кг}$$

$$1\text{г} = 0,001\text{кг}$$

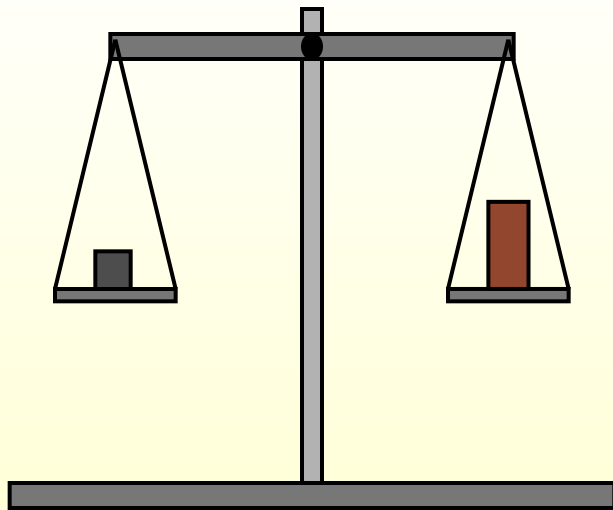
$$1\text{мг} = 0,000001\text{кг}$$



# Плотность вещества



**Тела, имеющие равные объемы, но изготовленные из разных веществ имеют разные массы.**



**Тела, имеющие равные массы, но изготовленные из разных веществ имеют разные объемы.**



# Плотность вещества

**Плотность** показывает, чему равна масса вещества, взятого в объеме  $1 \text{ м}^3$  (или  $1 \text{ см}^3$ ).

$$\text{плотность} = \frac{\text{масса}}{\text{объем}}$$

**Плотность** – физическая величина, которая равна отношению массы тела к его объему.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad [\rho] = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \left( \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \right)$$

# Плотность вещества

$$[\rho] = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \left( \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \right)$$

$$1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 1 \cdot \frac{0,001 \text{кг}}{0,000001 \text{м}^3} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$1 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 1 \cdot \frac{1000 \text{г}}{1000000 \text{см}^3} = 0,001 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$





# Плотность вещества

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \begin{cases} m = \rho \cdot V \\ V = \frac{m}{\rho} \end{cases}$$

**Чтобы вычислить массу тела нужно плотность вещества умножить на объем тела.**

**Чтобы вычислить объем тела нужно массу тела разделить на плотность вещества.**



# Сила

**Сила** – количественная мера взаимодействия тел.

$$[F] = Н \quad (\text{ньютон})$$

**Результат действия силы:**

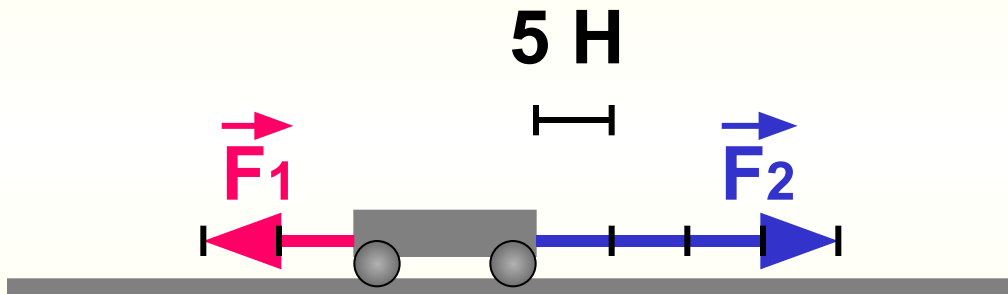
- **Изменение скорости тела**
- **Деформация тела**

**Деформация** – любое изменение формы или размера тела.



# Сила

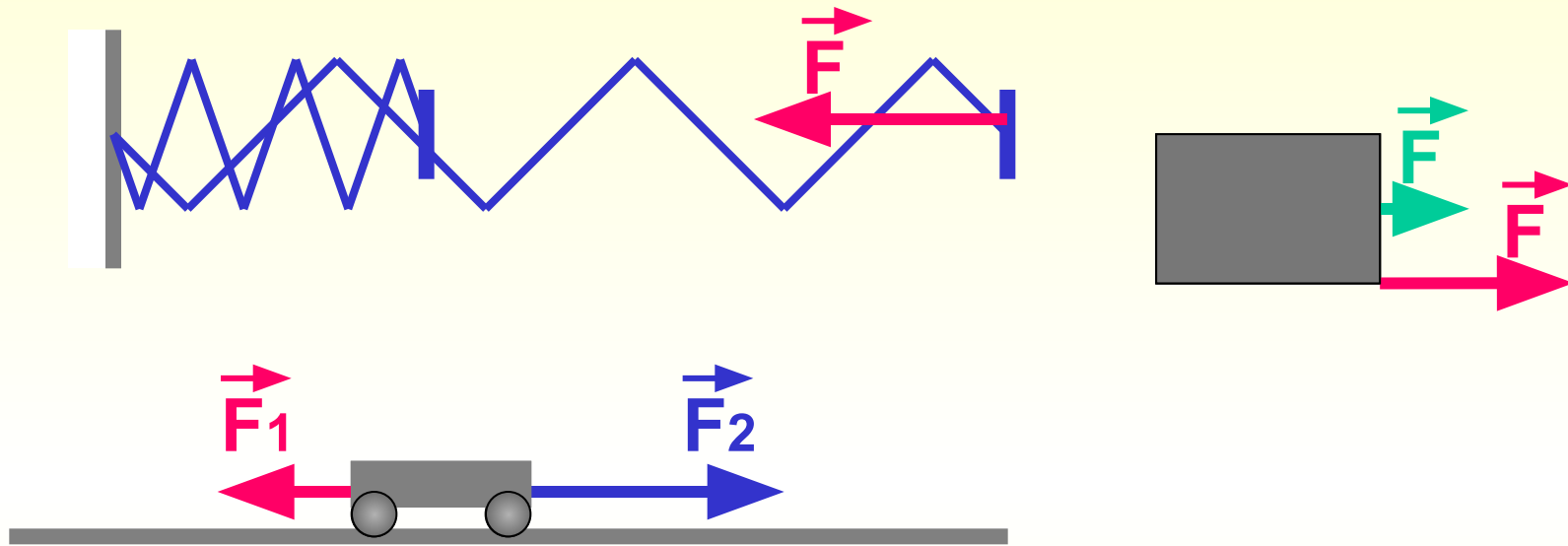
Сила как и скорость является векторной величиной, т.е. характеризуется численным значением и направлением.



$$F_1 = 10H$$

$$F_2 = 20H$$

# Сила

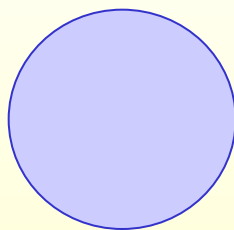
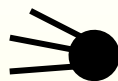
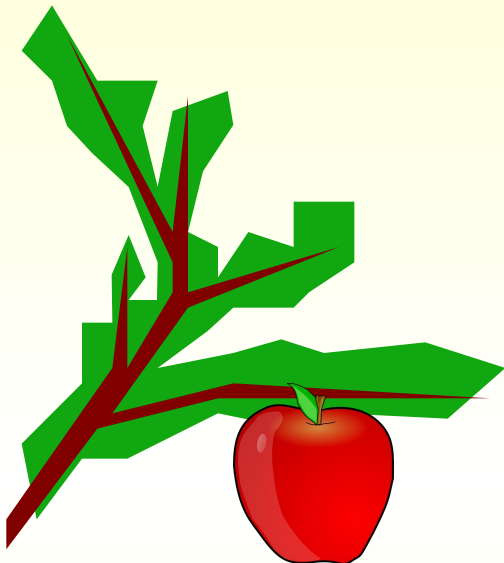


**Результат действия силы зависит от:**

- **Модуля силы (численного значения)**
- **Направления силы**
- **Точки приложения силы**



# Сила тяжести



# Сила тяжести

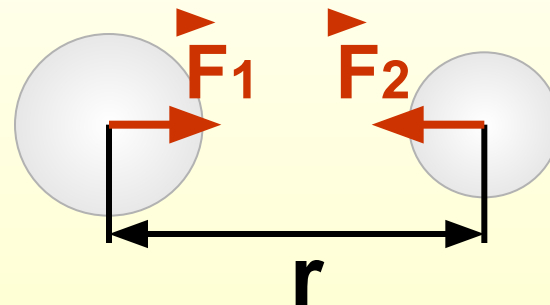


17 век

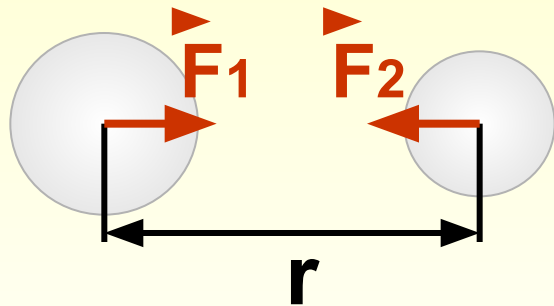
Исаак Ньютон

Притяжение всех тел во Вселенной друг к другу называется **всемирным тяготением**.

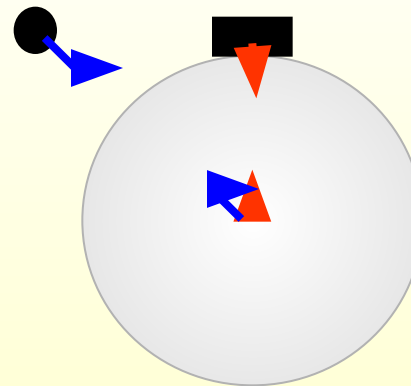
Силы притяжения между телами тем больше, чем больше массы этих тел и чем меньше расстояние между ними.



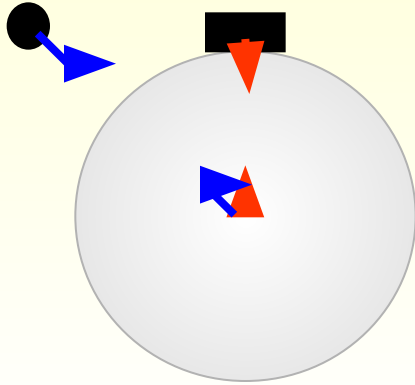
# Сила тяжести



Частным случаем сил всемирного тяготения является **сила тяжести** – это сила, с которой Земля притягивает тела, находящиеся вблизи ее поверхности.



# Сила тяжести



Сила тяжести, действующая на тело, пропорциональна его массе.

На тело массой 1 кг действует сила тяжести 1 Н.

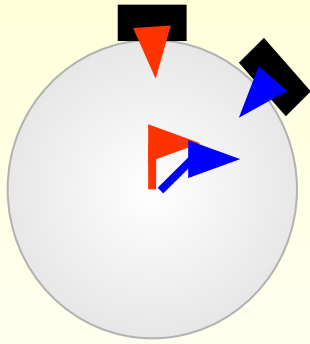
$$F_{\text{тяж}} = mg$$

$$g = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \quad \text{- ускорение свободного падения}$$

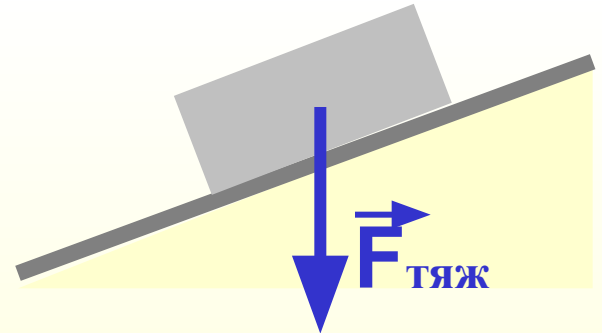
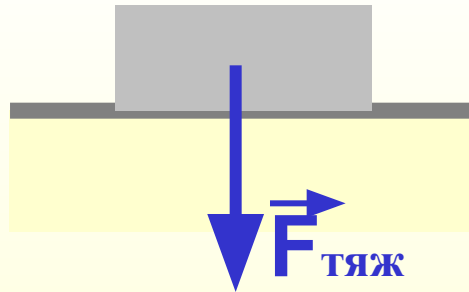
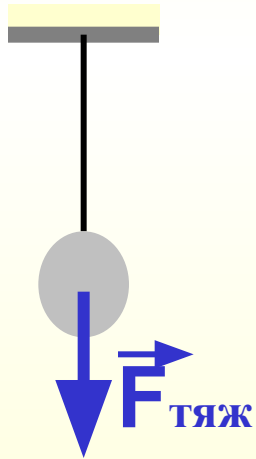




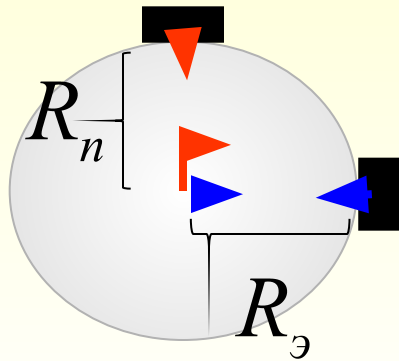
# Сила тяжести



Сила тяжести всегда направлена к центру Земли.



# Сила тяжести



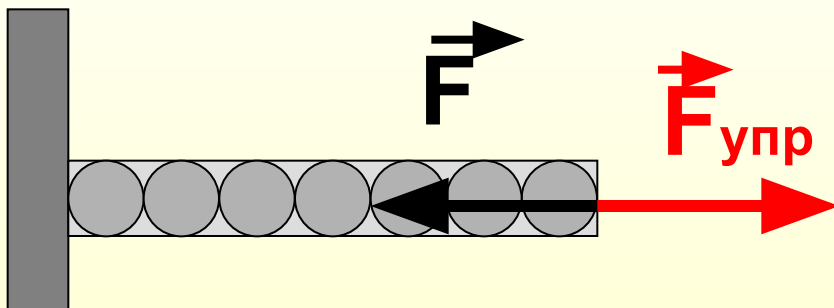
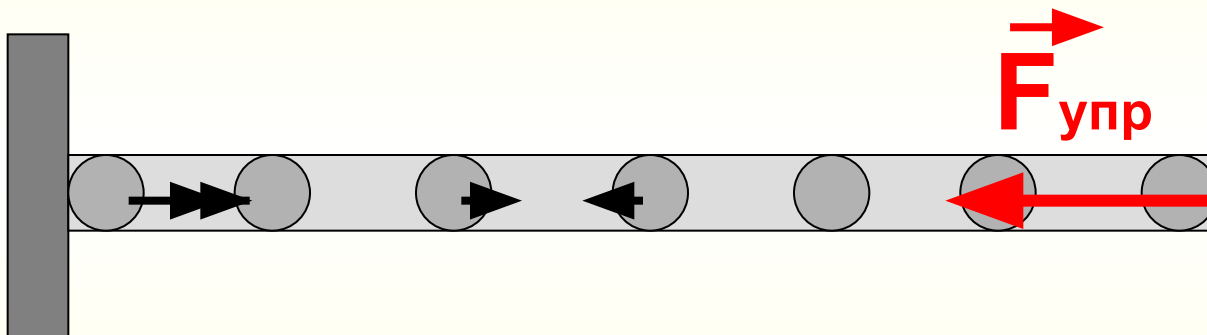
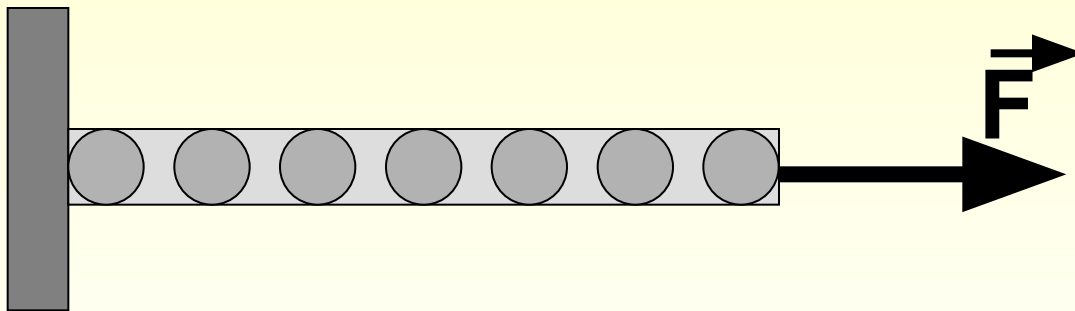
$$R_n < R_э \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{\text{тяж } n} > F_{\text{тяж } э}$$

**Земля слегка приплюснута у полюсов, экваториальный радиус Земли больше полярного. Находясь на экваторе тело расположено дальше от центра Земли, поэтому сила тяжести на экваторе меньше, чем на полюсе.**



# Сила упругости



# Сила упругости

Сила, возникающая в результате деформации тела и направленная в сторону смещения частиц тела, называется **силой упругости**.

**Деформация** – изменение формы тела.

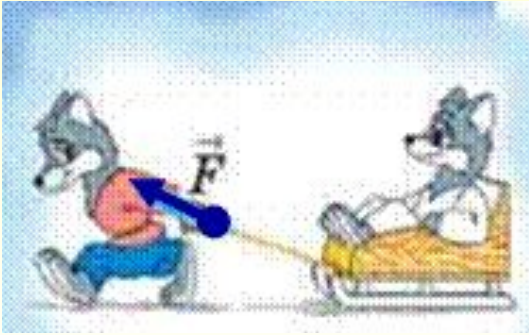


Виды деформаций:

- Растяжение
- Сжатие
- Кручение
- Изгиб
- Сдвиг



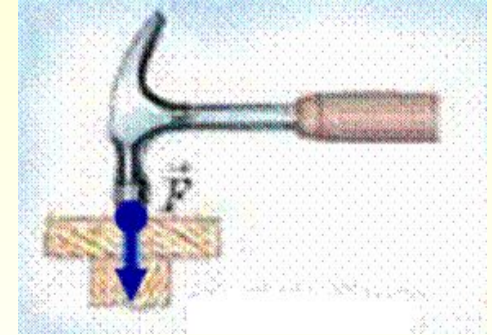
# Сила упругости



растяжение



кручение



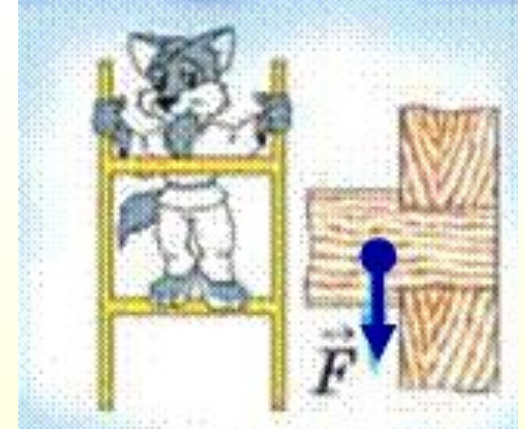
сжатие



изгиб



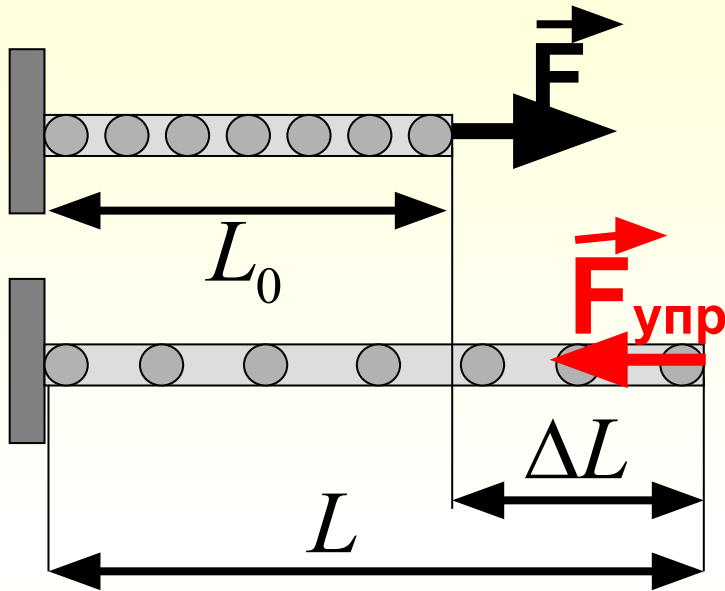
срез



сдвиг



# Сила упругости



$$\Delta L = L - L_0$$

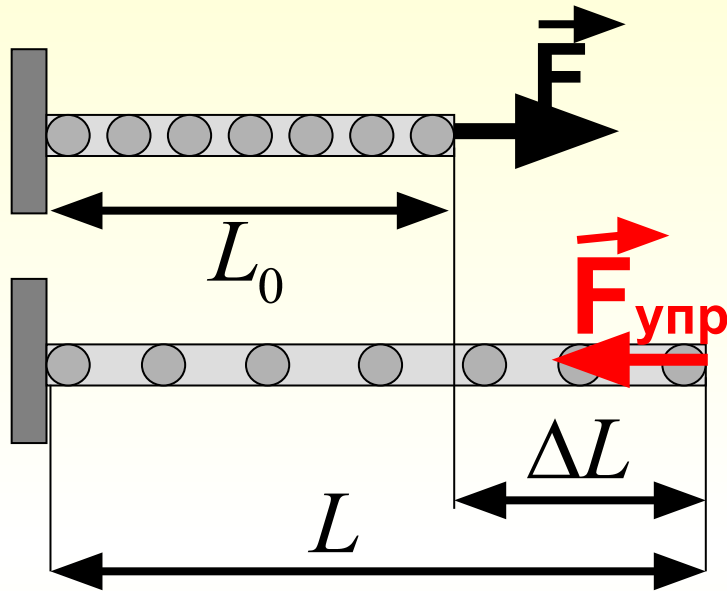
$\Delta L$  - абсолютное удлинение.

$$[\Delta L] = \text{м}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

$\varepsilon$  - относительное удлинение

# Сила упругости



Модуль силы упругости при растяжении (или сжатии) тела прямо пропорционален изменению длины тела.

$$F_{\text{упр}} = k\Delta L \quad \text{- закон Гука}$$

$k$  – жесткость

$$[k] = \frac{H}{m}$$

# Сила упругости

**Закон Гука справедлив только для упругой деформации.**

**Упругая деформация** – деформация, при которой тело возвращается в исходное положение после снятия сил, вызывающих деформацию.





# Вес тела

**Вес** – это сила, с которой тело вследствие притяжения к Земле действует на опору или подвес.

$$[P] = H$$

Если тело и опора **неподвижны** или движутся **прямолинейно и равномерно**, то вес тела по своему численному значению **равен силе тяжести**, действующей на тело.

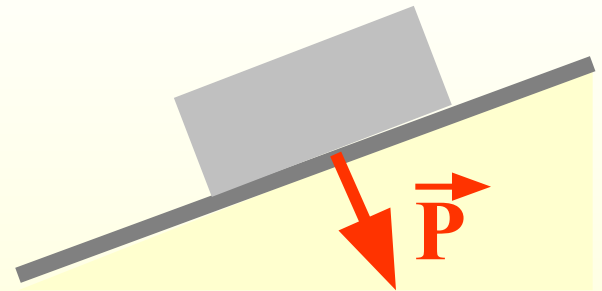
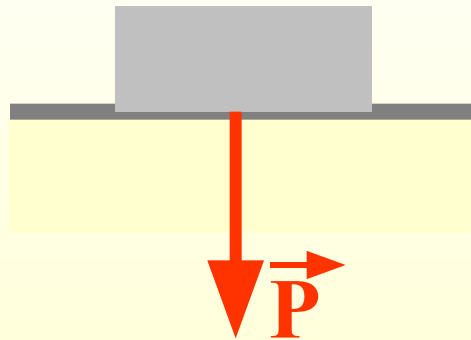
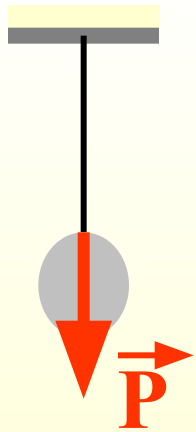
$$P = F_{\text{тяж}}$$

$$P = mg$$

# Вес тела

**Вес** действует не на тело, а на опору или подвес.

Вес всегда направлен перпендикулярно опоре или вдоль подвеса.



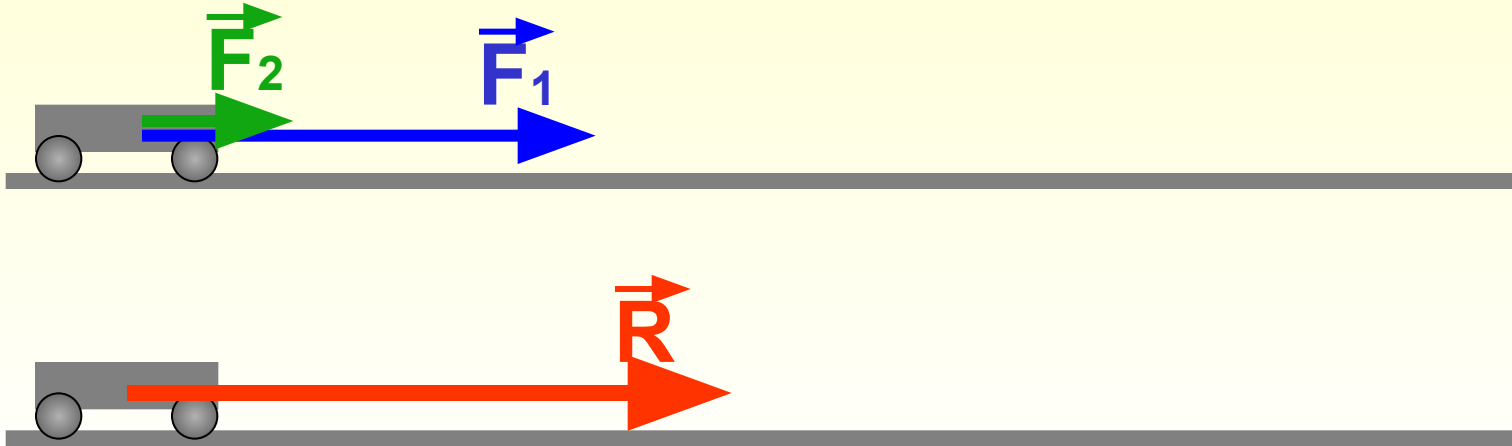
# Сложение двух сил

**Равнодействующая** – сила, которая производит на тело такое же действие, как и несколько одновременно действующих сил.

$$[R] = H$$

Модуль и направление равнодействующей зависят от сил, действующих на тело.

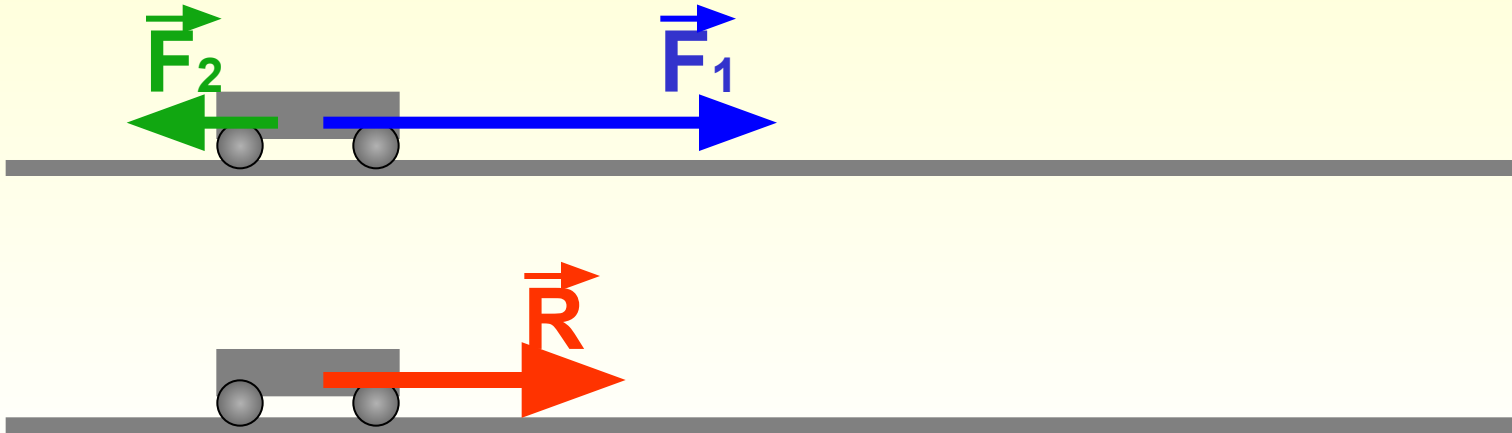
# Сложение двух сил



**Равнодействующая сил, направленных вдоль одной прямой в одну сторону направлена в ту же сторону, а ее модуль равен сумме модулей сил, приложенных к телу.**

$$R = F_1 + F_2$$

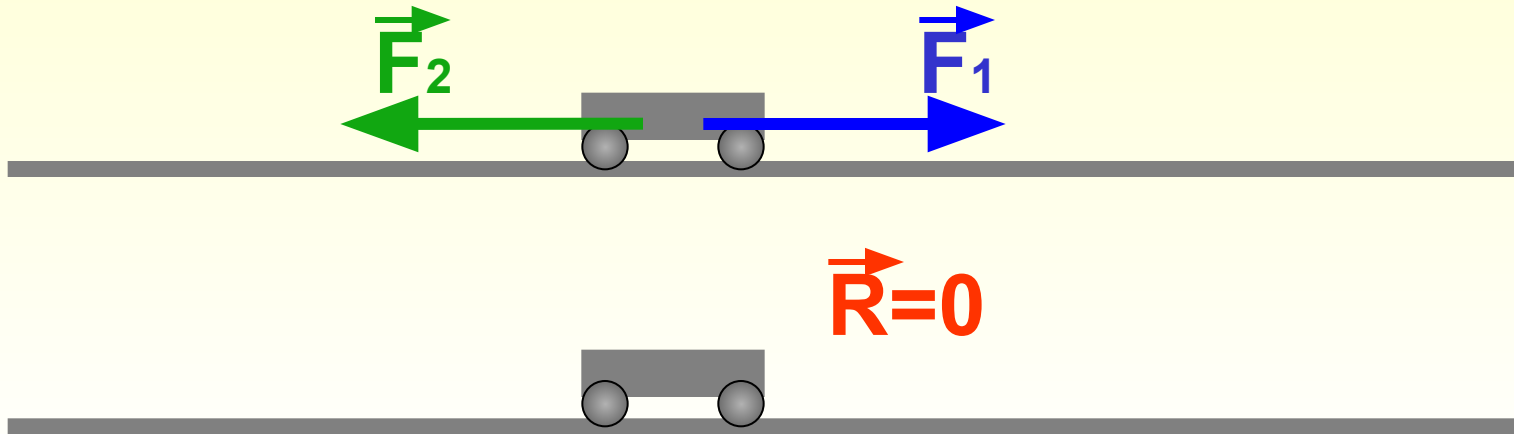
# Сложение двух сил



**Равнодействующая сил, направленных вдоль одной прямой в противоположные стороны направлена в сторону большей силы, а ее модуль равен разности модулей сил, приложенных к телу.**

$$R = F_1 - F_2$$

# Сложение двух сил

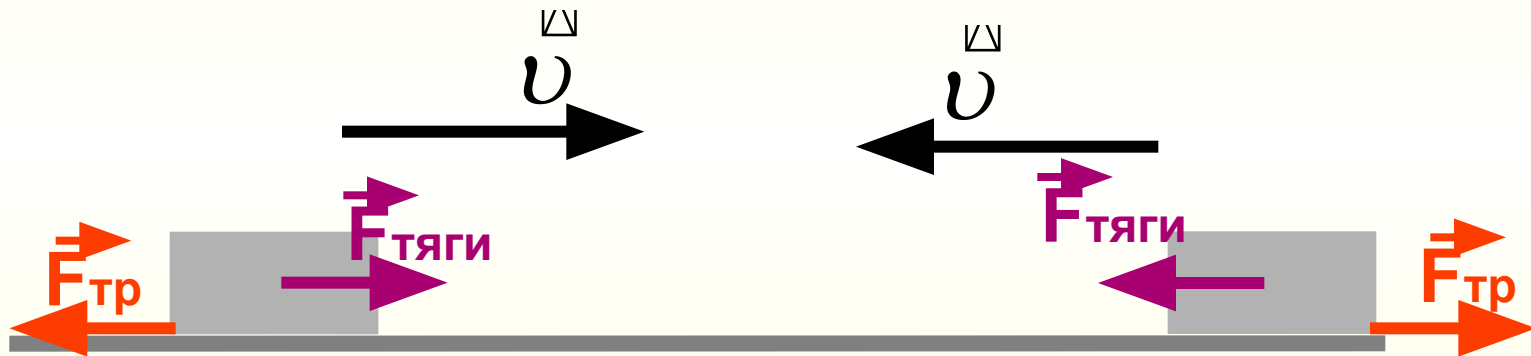


Если к телу приложены две силы равные по модулю и противоположные по направлению, то их равнодействующая равна нулю.

$$R = F_1 - F_2 = 0$$

# Сила трения

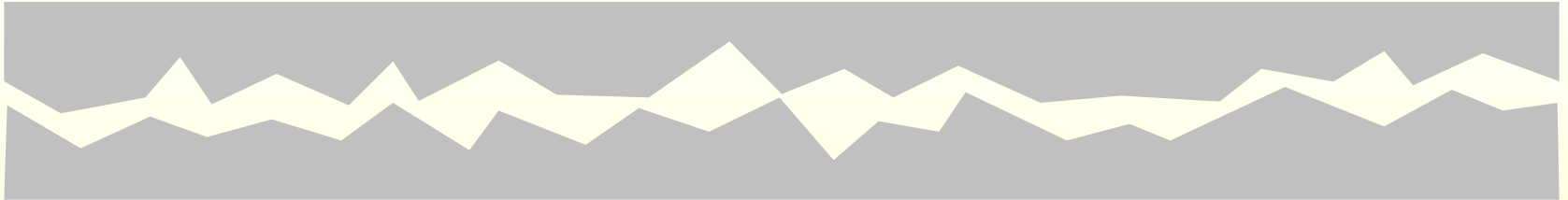
**Сила трения** – сила, которая возникает при движении одного тела по поверхности другого, приложена к движущемуся телу и направлена против движения.



# Сила трения

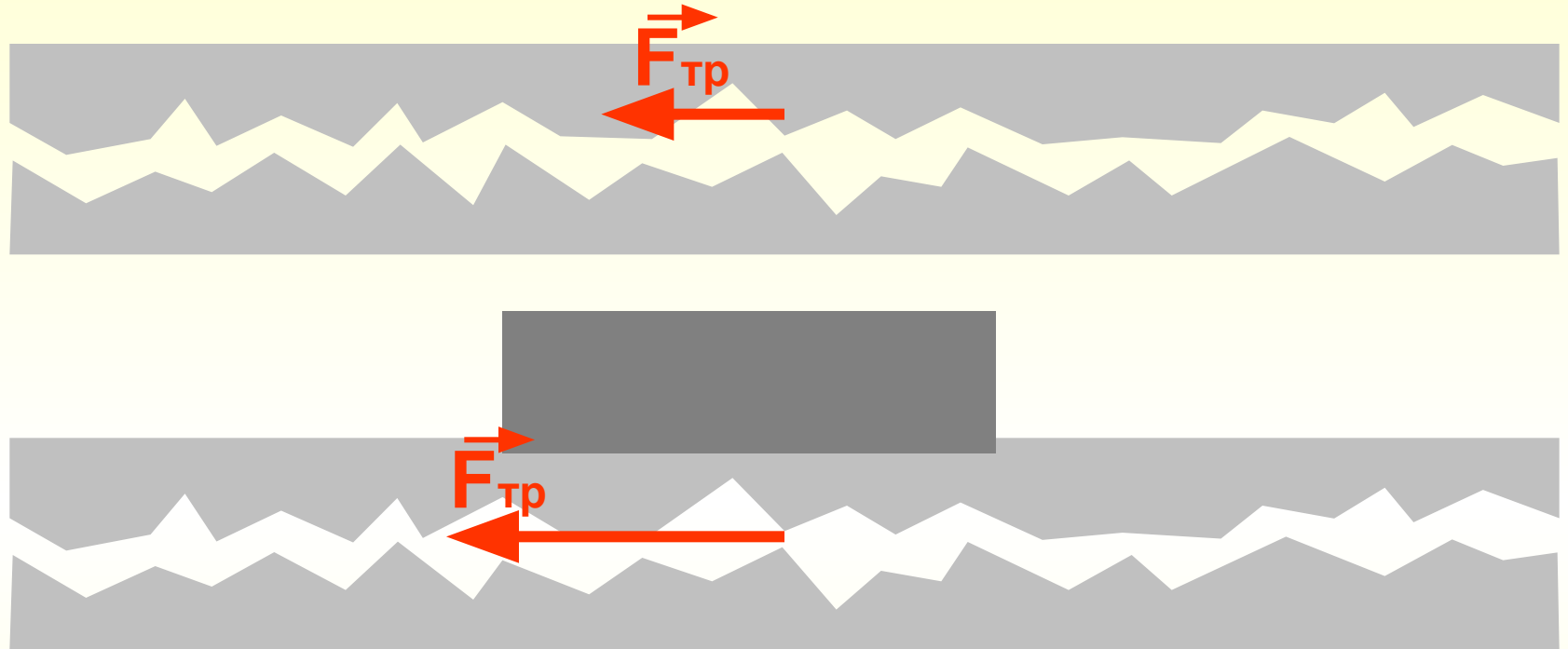
Причины силы трения:

- Неровности поверхностей
- Взаимодействие молекул соприкасающихся тел





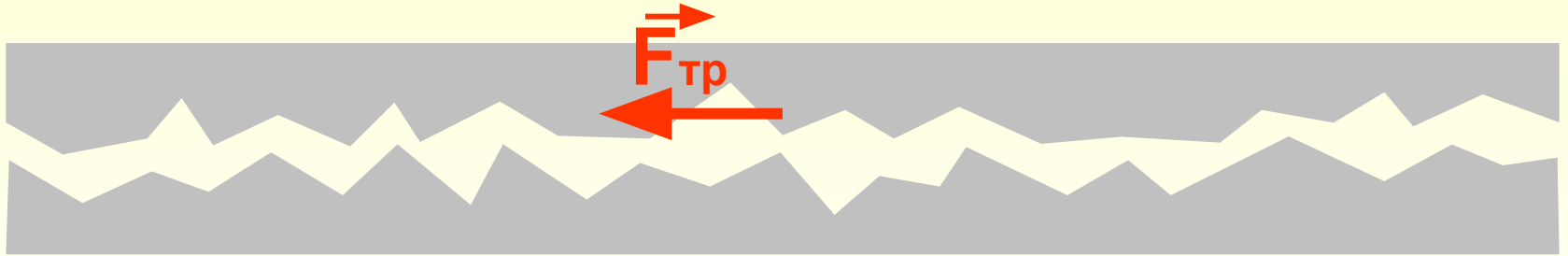
# Сила трения



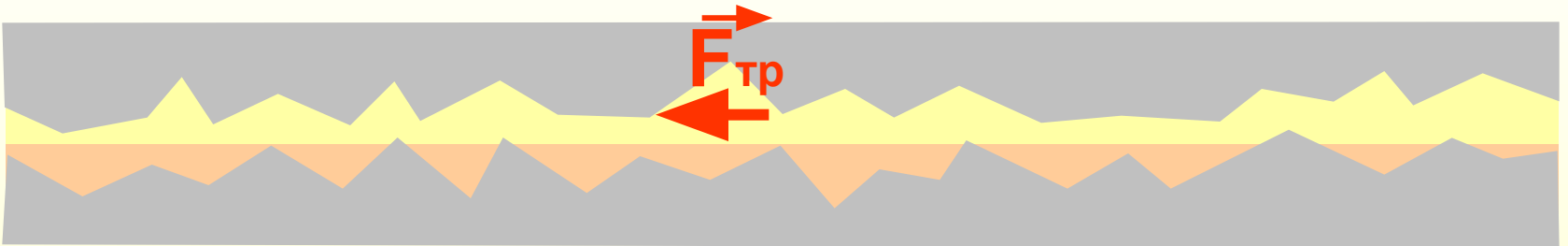
**Чем больше сила, прижимающая тело к поверхности, тем больше сила трения.**



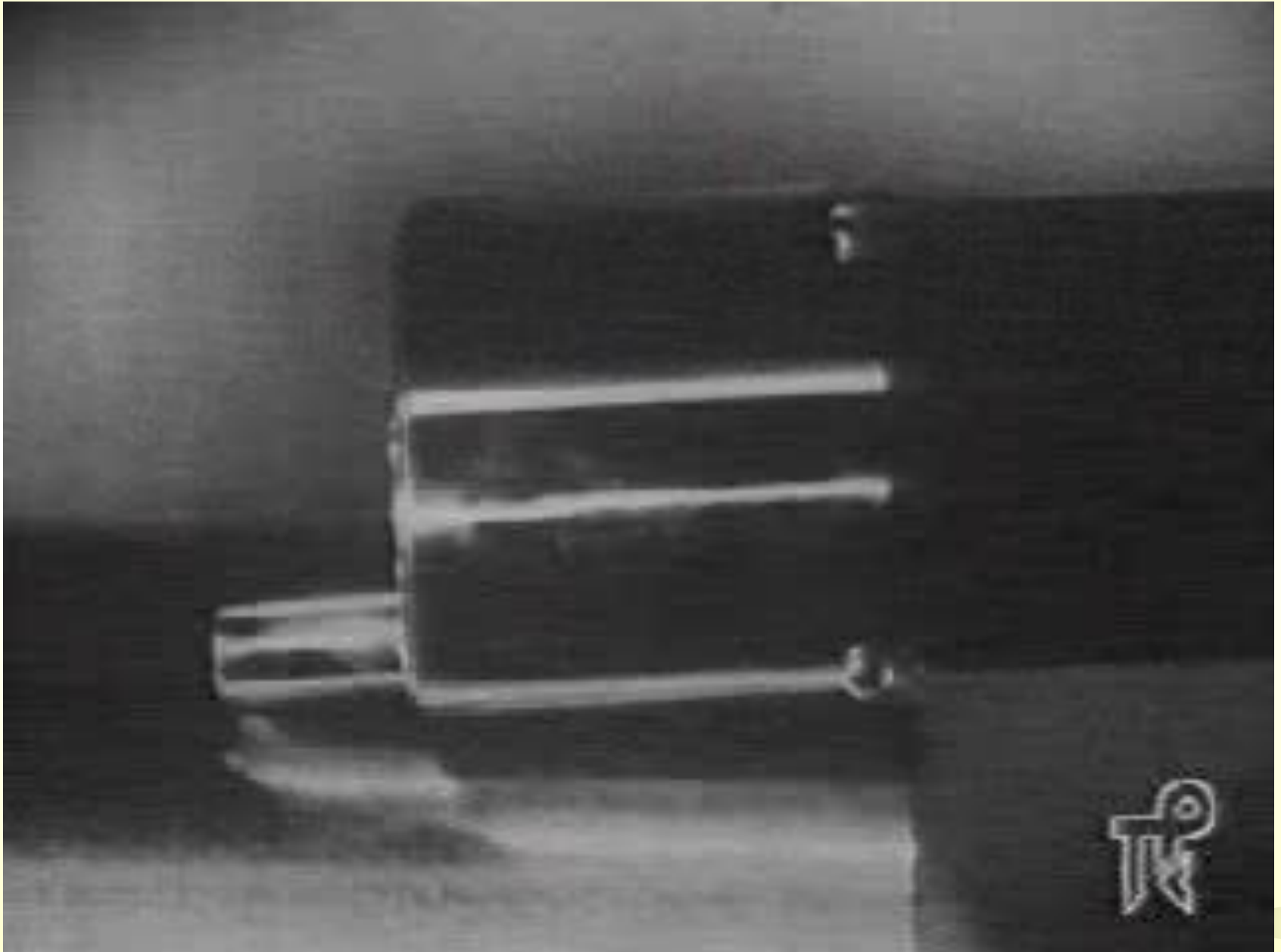
# Сила трения



Один из способов уменьшить силу трения – смазка.

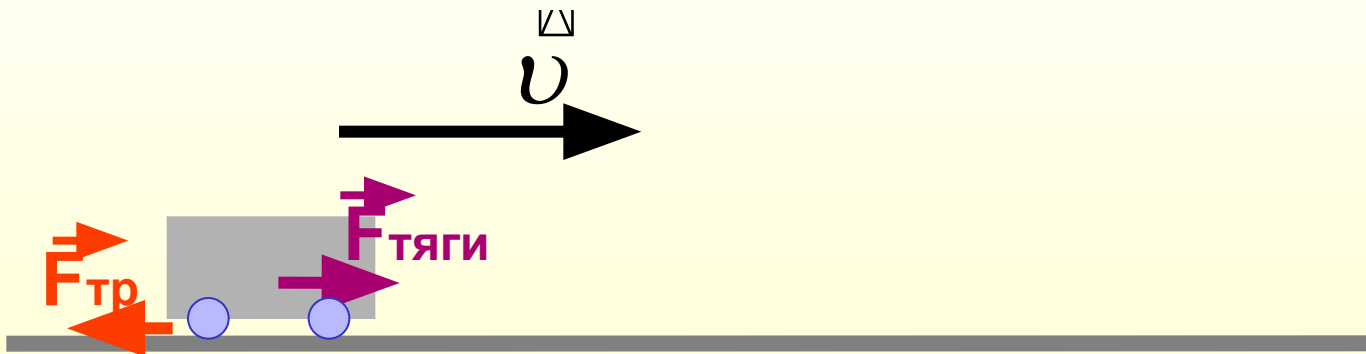
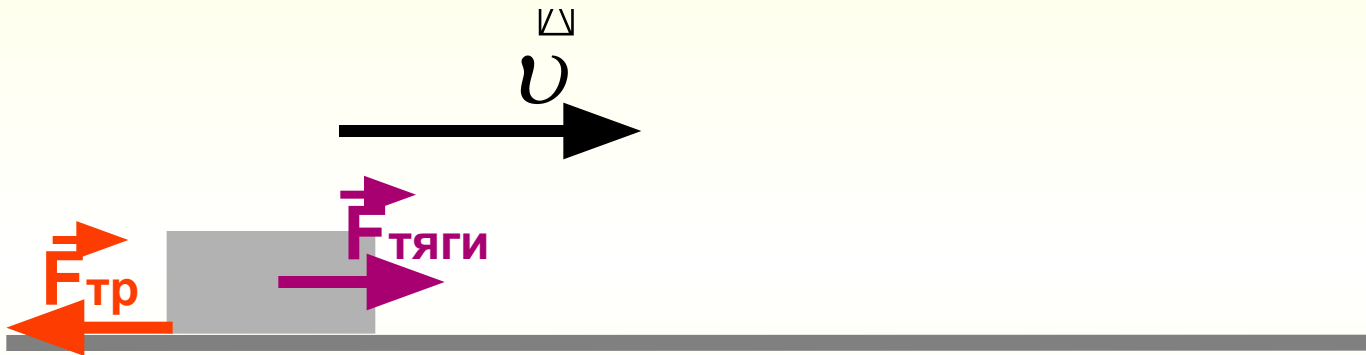


# Сила трения



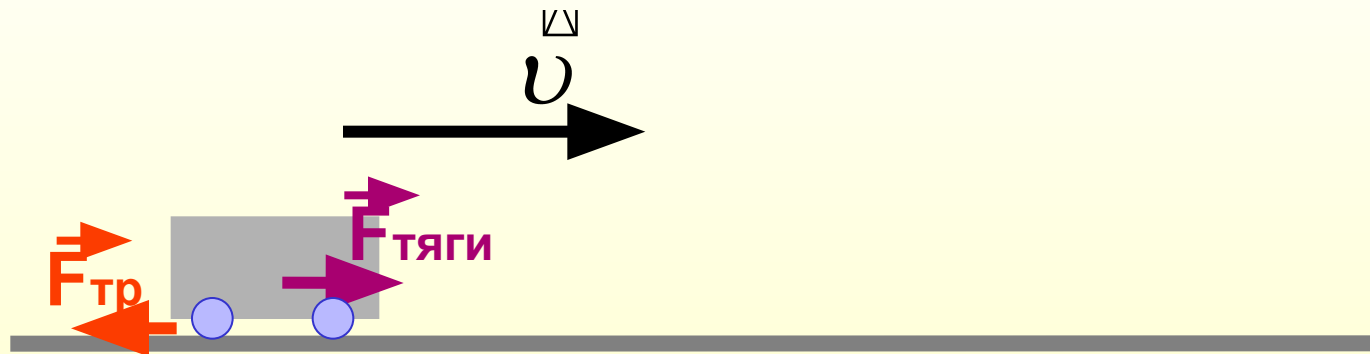
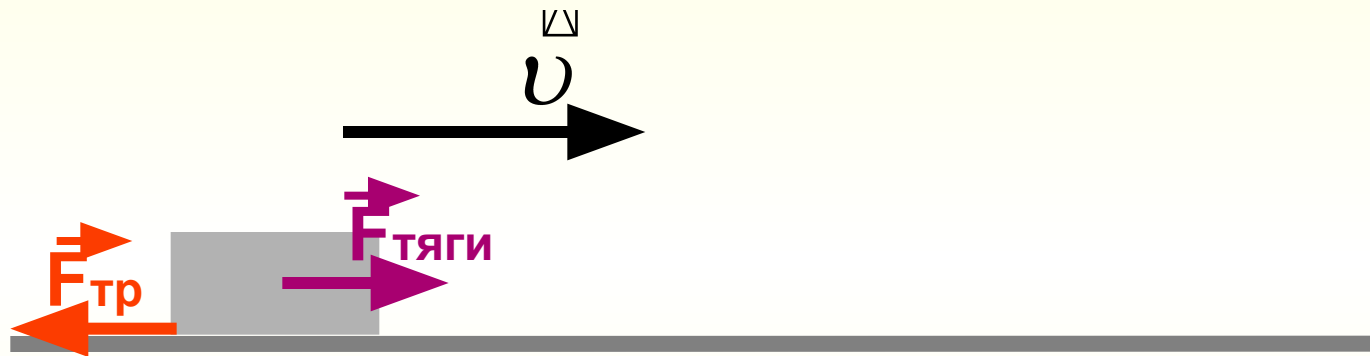
# Сила трения

Сила трения, которая возникает при скольжении одного тела по поверхности другого называется **силой трения скольжения**.



# Сила трения

При равных нагрузках **сила трения качения** всегда меньше силы трения скольжения.



# Сила трения



# Сила трения



# Сила трения



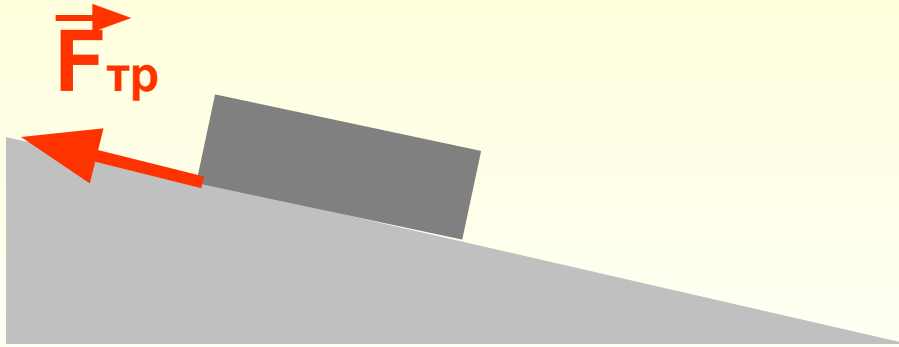
Силу трения, действующую между двумя телами, неподвижными относительно друг друга называют **силой трения покоя**.

Наибольшее значение силы трения, при котором скольжение еще не наступает, называется **максимальной силой трения покоя**.

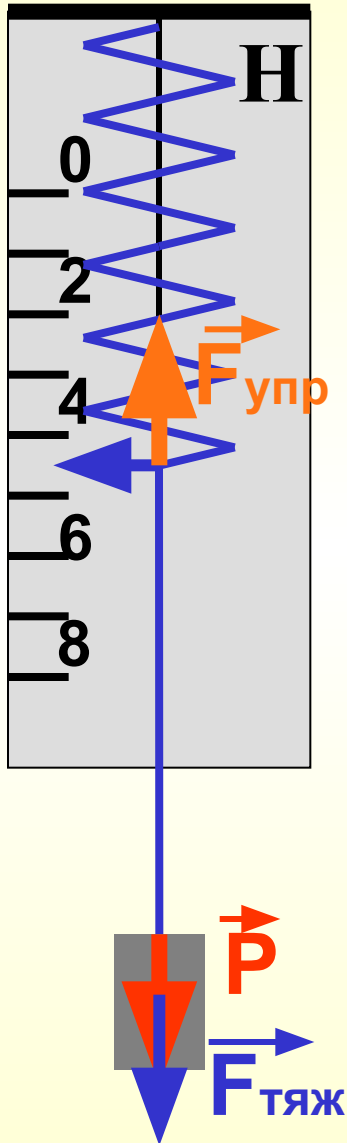




# Сила трения



# Динамометр



$$P = F_{тяж}$$

*тело находится  
в покое*

*равнодействующая  
равна нулю*

$$F_{упр} = k\Delta L$$

$$F = 4,5 \text{ Н}$$

# Динамометр

