

**Силы в  
механике.  
Сила упругости.**

7.11.2017

---

# Взаимодействия и силы

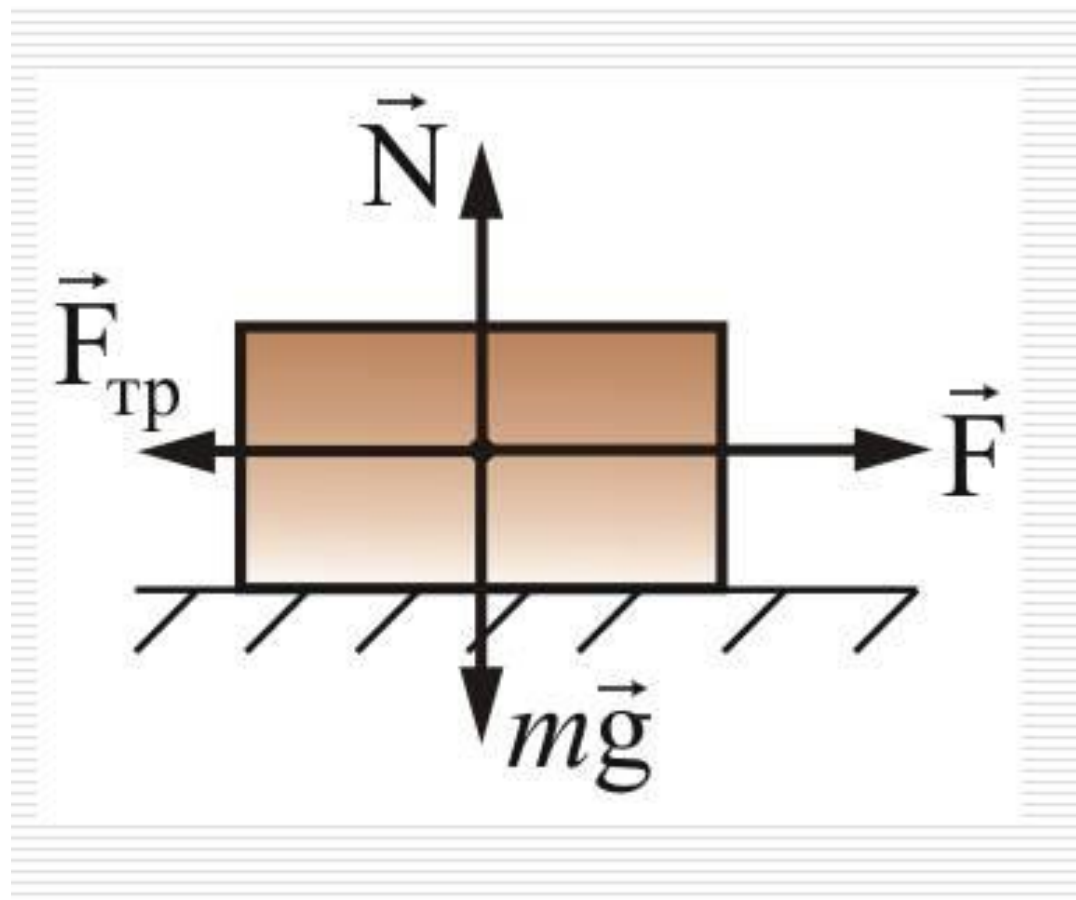
Любое взаимодействие тел обусловлено действием каких либо сил.

- Примеры:
  - Движение автомобиля;
  - Брошенный камень;
  - Висящая люстра;
  - Сталкивающиеся тележки.

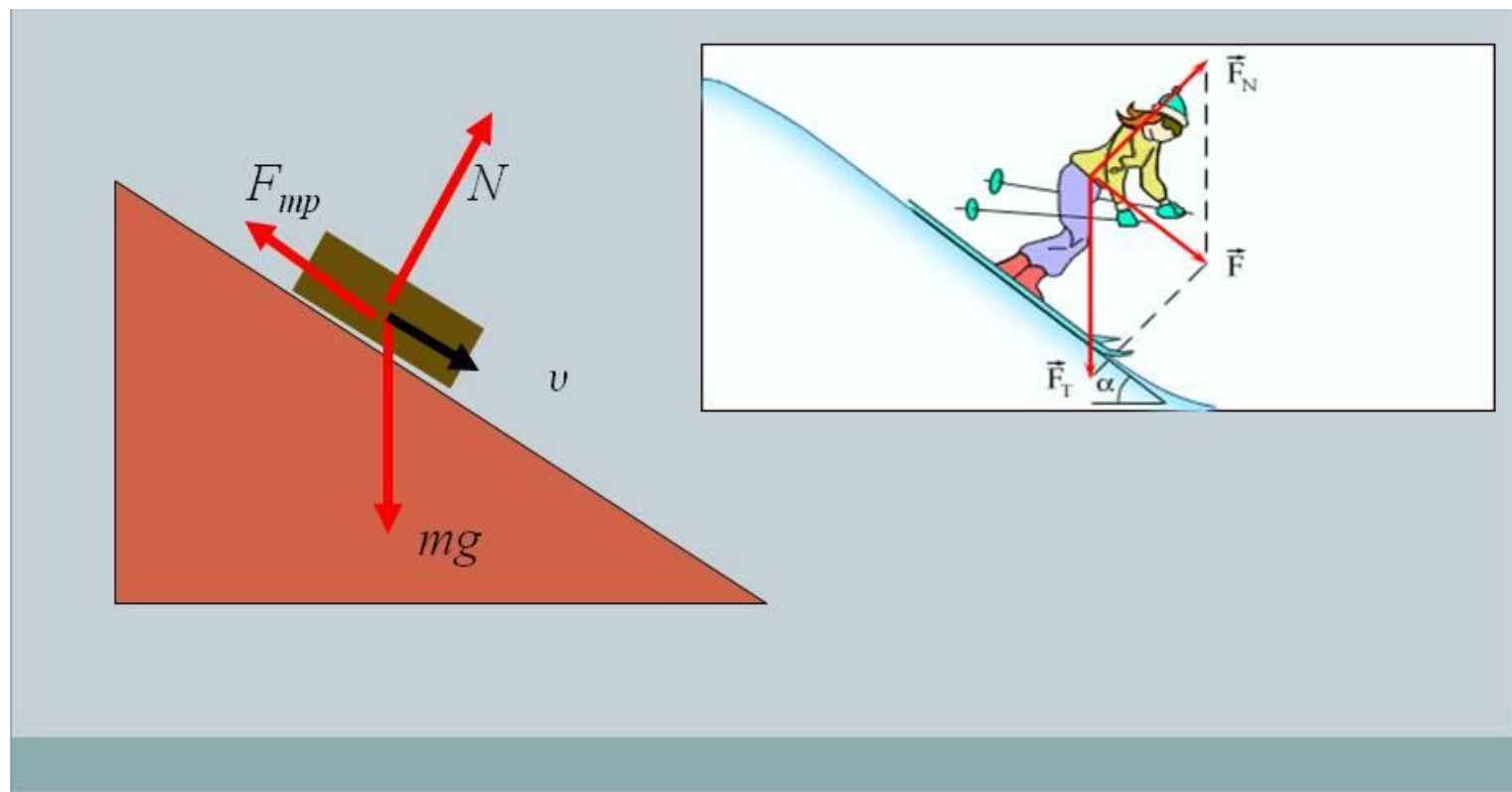
# Взаимодействие тел

- Если на теле не действуют никакие силы, то оно движется с постоянной скоростью – первый закон Ньютона.
- Ускорение тел обусловлено их взаимодействием друг с другом.
- Эти взаимодействия описываются при помощи сил.
- Сила – мера взаимодействия тел.
- Сила – векторная величина.
- Обозначается стрелками, которые начинаются в точке приложения силы.

# Тело движется по поверхности



# Тело движется по наклонной плоскости



## Три вида сил в механике

```
graph TD; A[Три вида сил в механике] --> B[Сила всемирного тяготения]; A --> C[Сила упругости]; A --> D[Сила трения]; B --- E[Все тела притягиваются друг к другу с определенной силой]; C --- F[При столкновении движущегося тела с телом, находящимся в покое, второе тело придет в движение или деформируется]; D --- G[При движении скорость уменьшается за счет сил, останавливающих его];
```

**Сила всемирного тяготения**

**Все тела притягиваются друг к другу с определенной силой**

**Сила упругости**

**При столкновении движущегося тела с телом, находящимся в покое, второе тело придет в движение или деформируется**

**Сила трения**

**При движении скорость уменьшается за счет сил, останавливающих его**

# Сила упругости

- Возникает при деформации тела, то есть при изменении его формы и размеров.
- Деформация - изменение взаимного положения частиц тела, связанное с их перемещением друг относительно друга.

# Виды упругих деформаций





# Упругая и пластическая деформация

**Деформацией** называется изменение размеров и формы тела под действием приложенной нагрузки

**Упругой** является деформация, которая исчезает после снятия нагрузки, при этом тело восстанавливает свои размеры и форму

**Пластическая** деформация остается после снятия нагрузки, тело своей прежней формы не восстанавливает

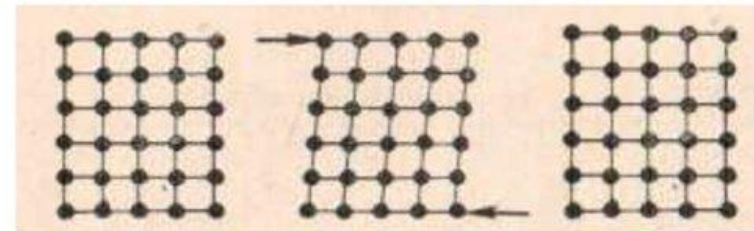


Схема упругой деформации

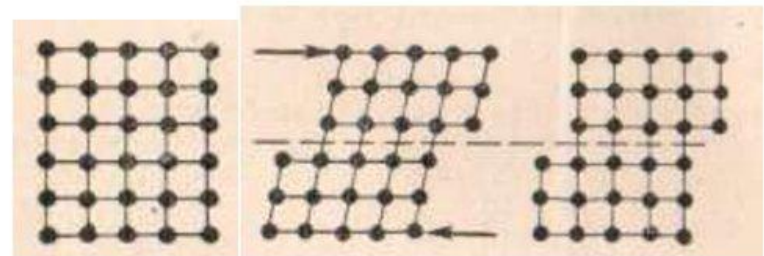
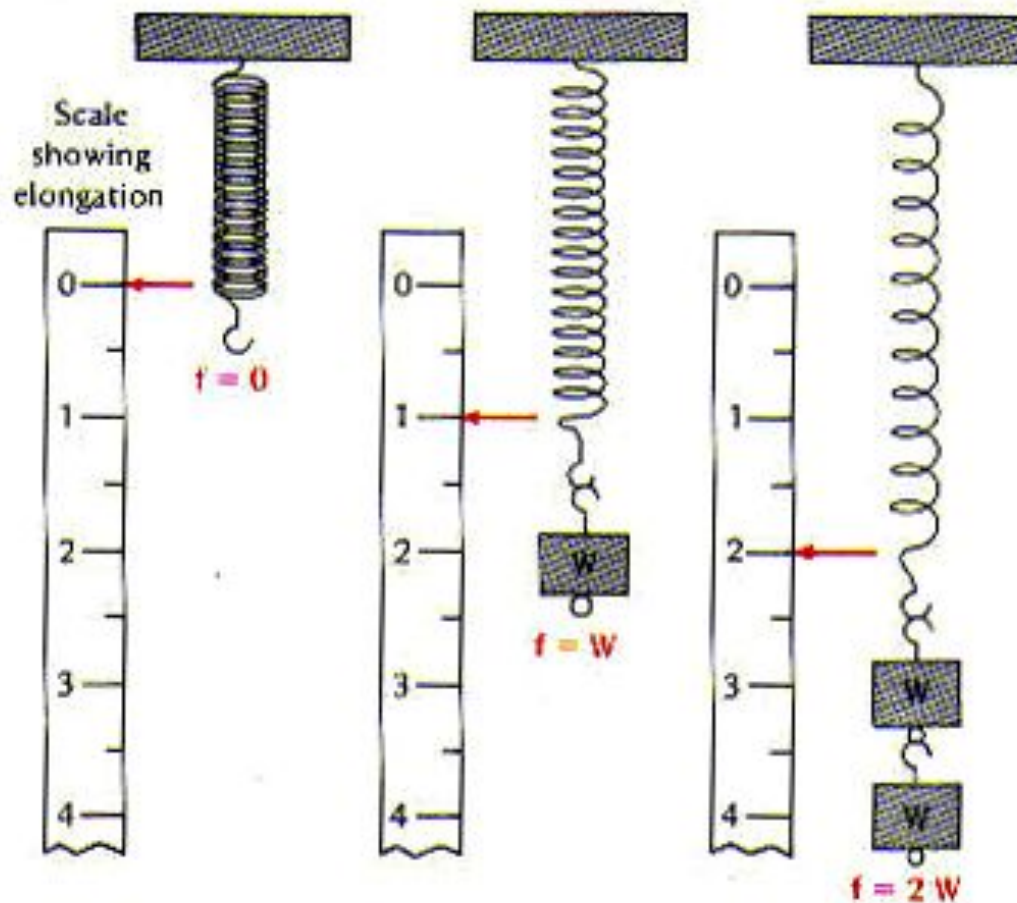


Схема пластической деформации

# Причина возникновения сил упругости

- Взаимодействие молекул.
- На малых расстояниях молекулы отталкиваются.
- На больших расстояниях притягиваются.

# Закон Гука. Опыт.



# Закон Гука.

- ▣ Удлинение пружины происходит пропорционально числу подвешенных грузов.

Пусть:

- ▣  $l$  – длина растянутой пружины
- ▣  $l_0$  – длина нерастянутой пружины
- ▣  $x = l - l_0$  – удлинение пружины
- ▣ Проекция силы упругости  $F_x = -kx = -k\Delta l$

$$F_{\text{упр}} = -k \cdot \Delta l$$

$F_{\text{упр}}$  – сила упругости, Н

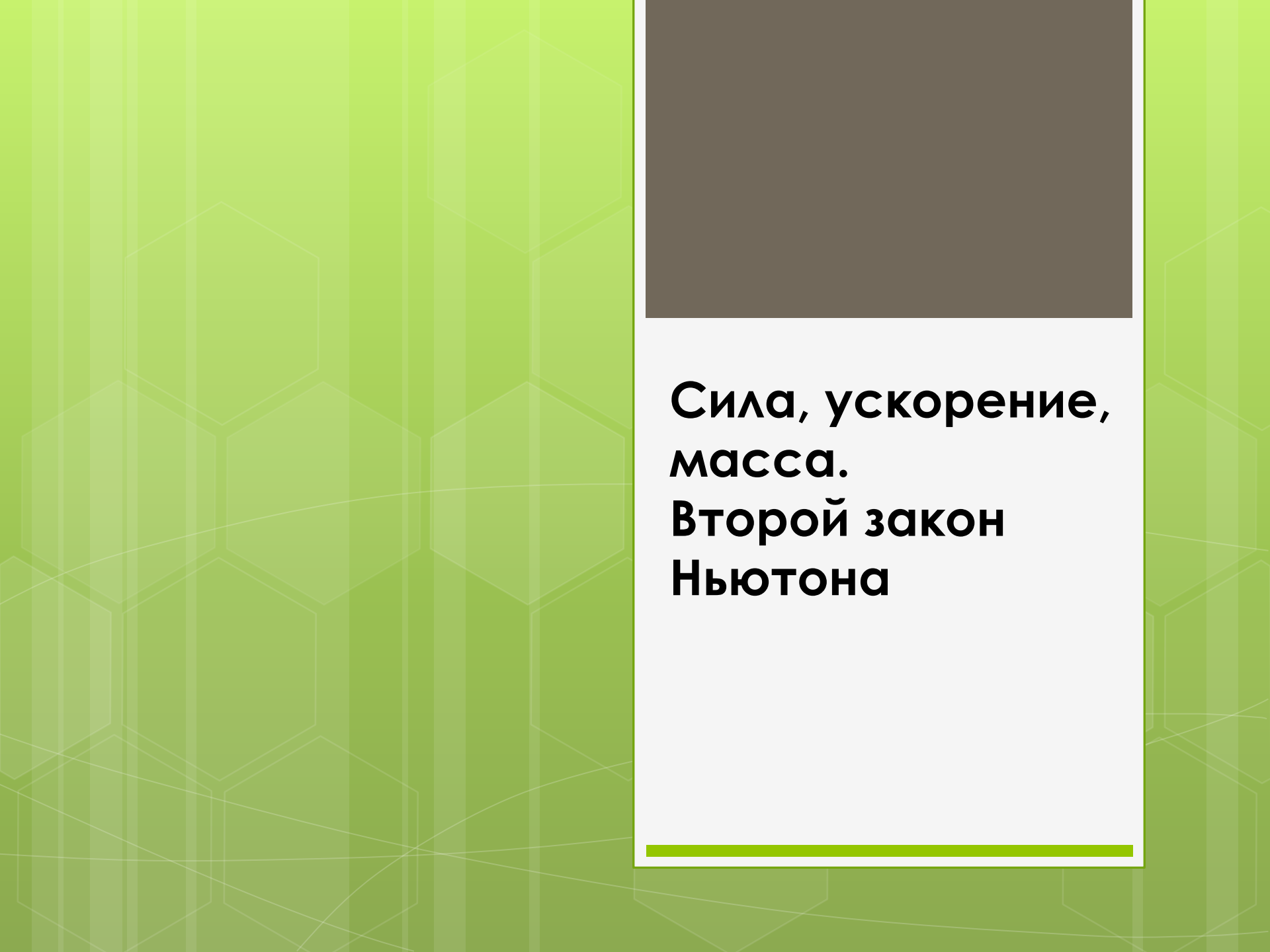
$k$  – коэффициент жесткости  
(жесткость), Н/м

$\Delta l$  – удлинение (сжатие) тела, м

# Сила упругости

- это сила, возникающая при деформации тела.
- направлена против силы, вызывающей деформацию и равна ей.
- пропорциональна деформации.
- Закон, который связывает силу упругости и деформацию тела, называется законом Гука.
- Уравнение  $F = -F_{\text{упр}}$

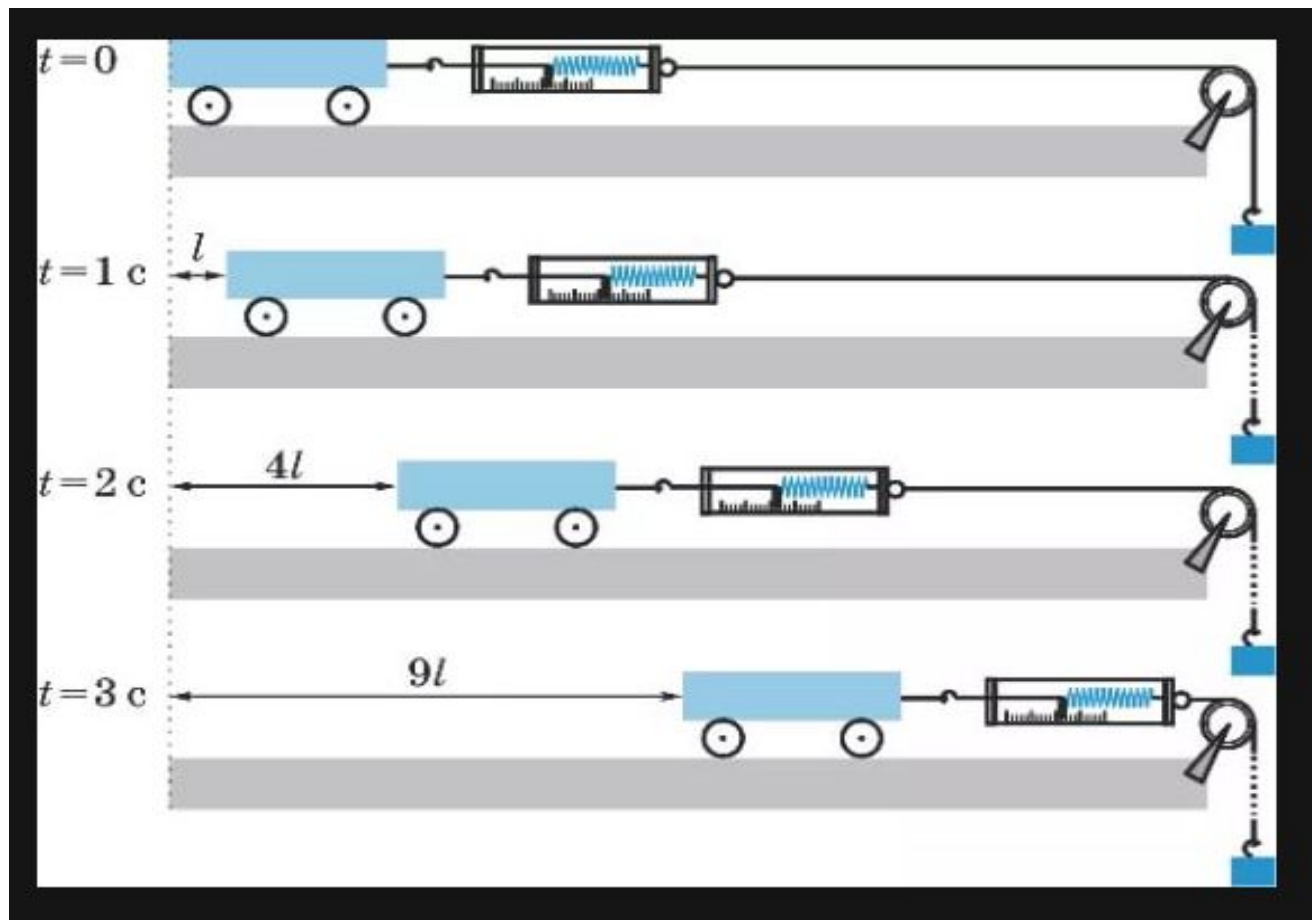
- С какой силой необходимо тянуть за конец проволоки, второй конец которой закреплен, чтобы удлинить ее на 5 мм? Жесткость проволоки  $2 \cdot 10^6$  Н/м?
- Определить жесткость пружины, если под действием силы 80 Н она удлинилась на 5 см.



**Сила, ускорение,  
масса.  
Второй закон  
Ньютона**



Постоянная сила вызывает  
постоянное ускорение

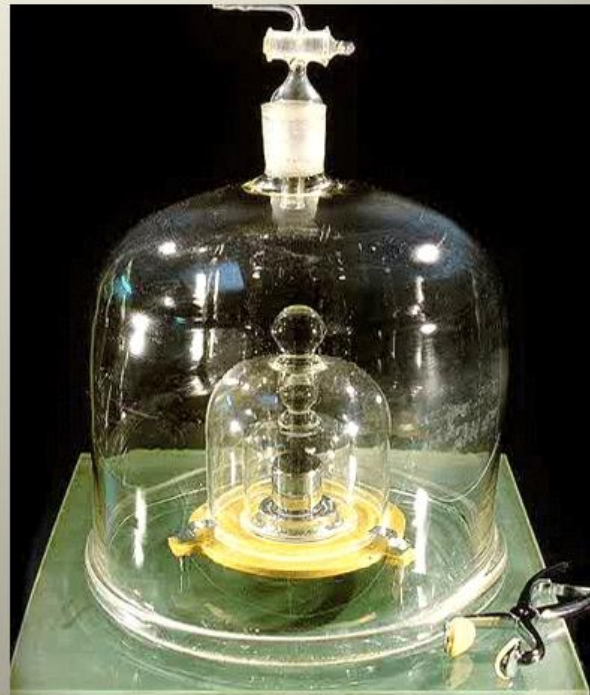
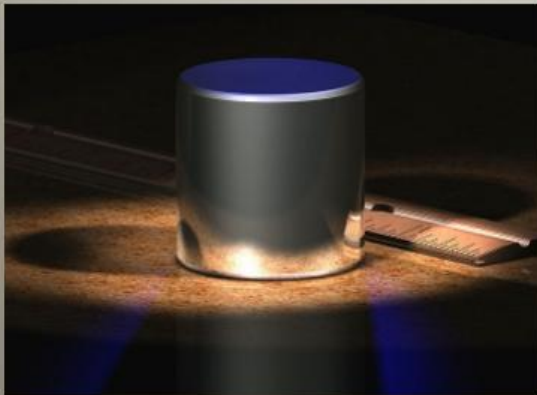


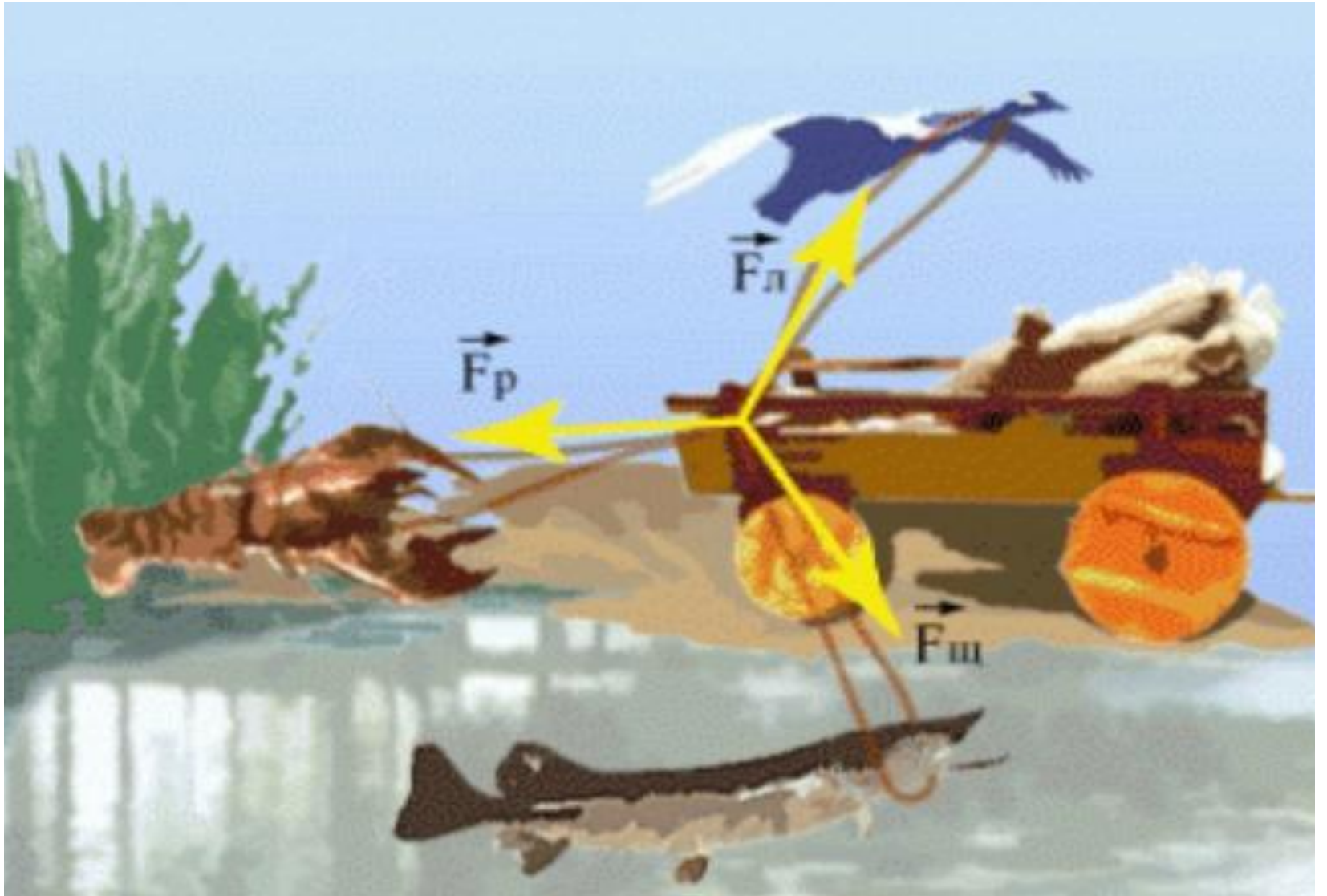
# Зависимость ускорения от СИЛЫ

- Модуль ускорения прямопропорционален модулю действующей на тело силы.
- Направление ускорения тела совпадает с направлением силы.

## Эталон массы

Хранится во Франции в  
Международном бюро  
мер и весов





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

$\vec{a}$  – ускорение тела, м/с<sup>2</sup>

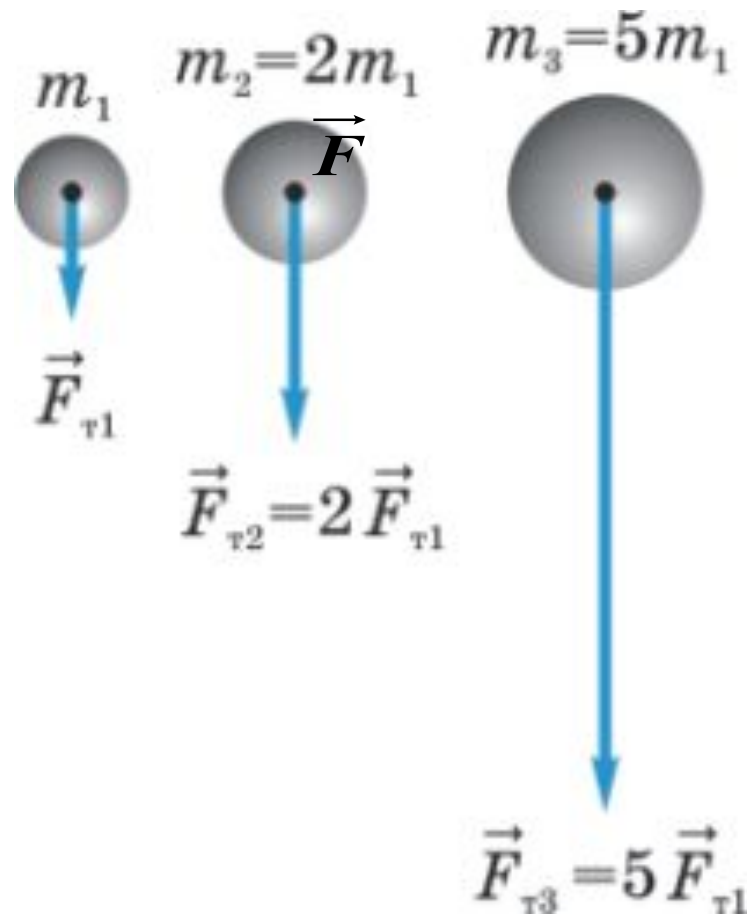
$\vec{F}$  – сила, действующая на тело, Н

$m$  – масса тела, кг

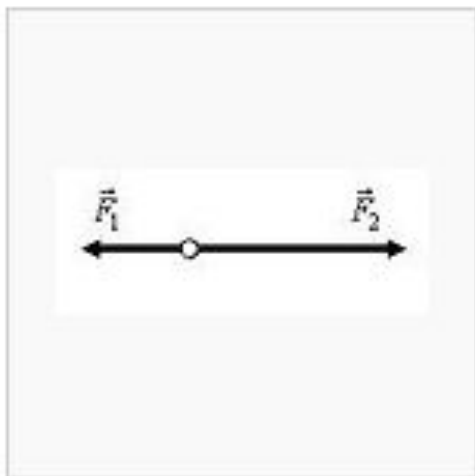
$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

# Зависимость силы тяжести от массы тела

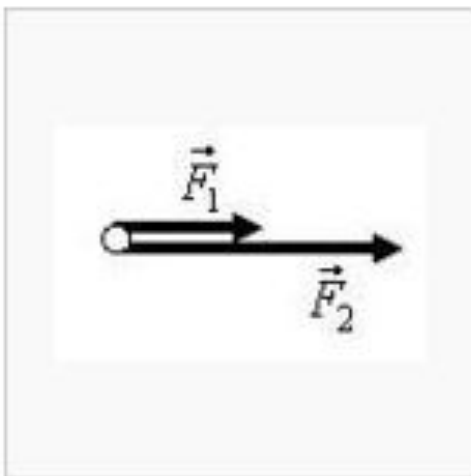
- Сила тяжести, действующая на тело, пропорциональна его массе.
- Для падающего тела  $\vec{F} = m\vec{g}$



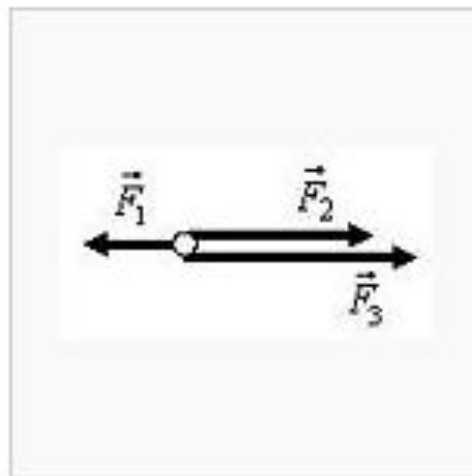
- Используя рис. 1, найдите построением равнодействующую следующих сил:



а



б



в

Рис. 1

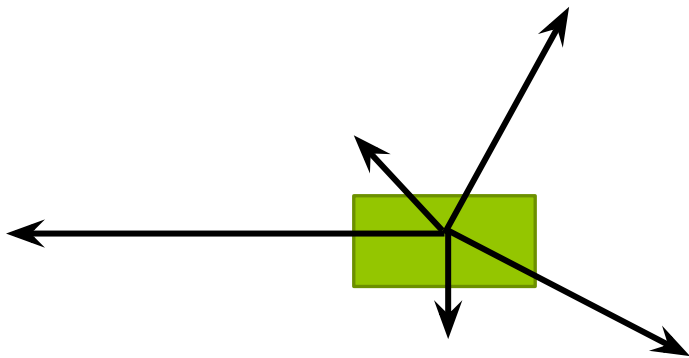
# Расчетные задачи

- Определите массу мяча, который под действием силы  $0,05 \text{ Н}$  получает ускорение  $10 \text{ м/с}^2$ .
- Вагонетка массой  $500 \text{ кг}$  движется под действием силы  $125 \text{ Н}$ . Определите ее ускорение.
- Определите величину силы, которую надо приложить к телу массой  $200 \text{ г}$ , чтобы оно двигалось с ускорением  $1,5 \text{ м/с}^2$ ?



## Домашнее задание (лист А4, в письменной форме)

- Краткие сообщения:
  - «Эталон массы»
  - Открытие второго закона Ньютона
  - Найти графически равнодействующую сил. В какую сторону сместится тело под действием этих сил?



# Задачи на самостоятельную работу

- ▣ 1. На сколько удлинится рыболовная леска жесткостью  $0,3 \text{ кН/м}$  при поднятии вверх рыбы весом  $300 \text{ г}$ ?
- ▣ Тележка массой  $4 \text{ кг}$  приобретает под действием некоторой силы ускорение  $8 \text{ м/с}^2$ . Какое ускорение приобретет под действием этой силы тележка массой  $12 \text{ кг}$ ?