

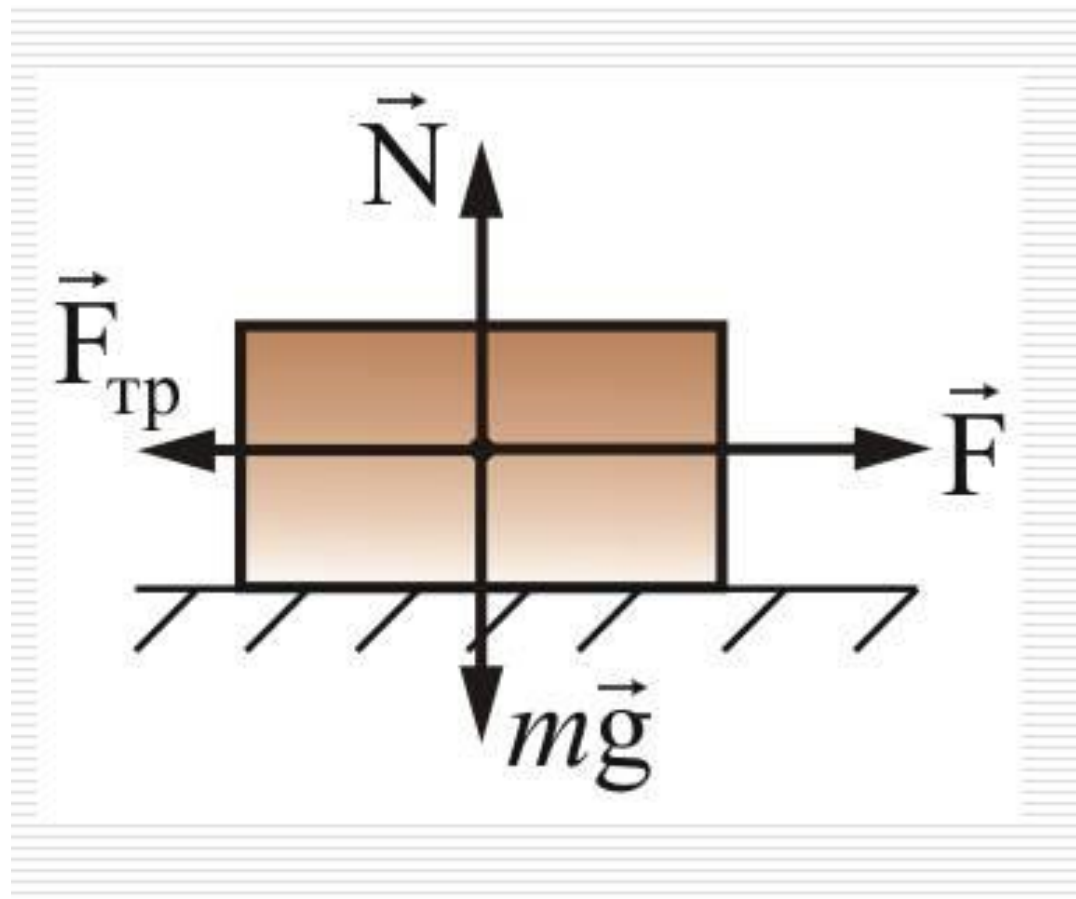


# **Силы в механике**

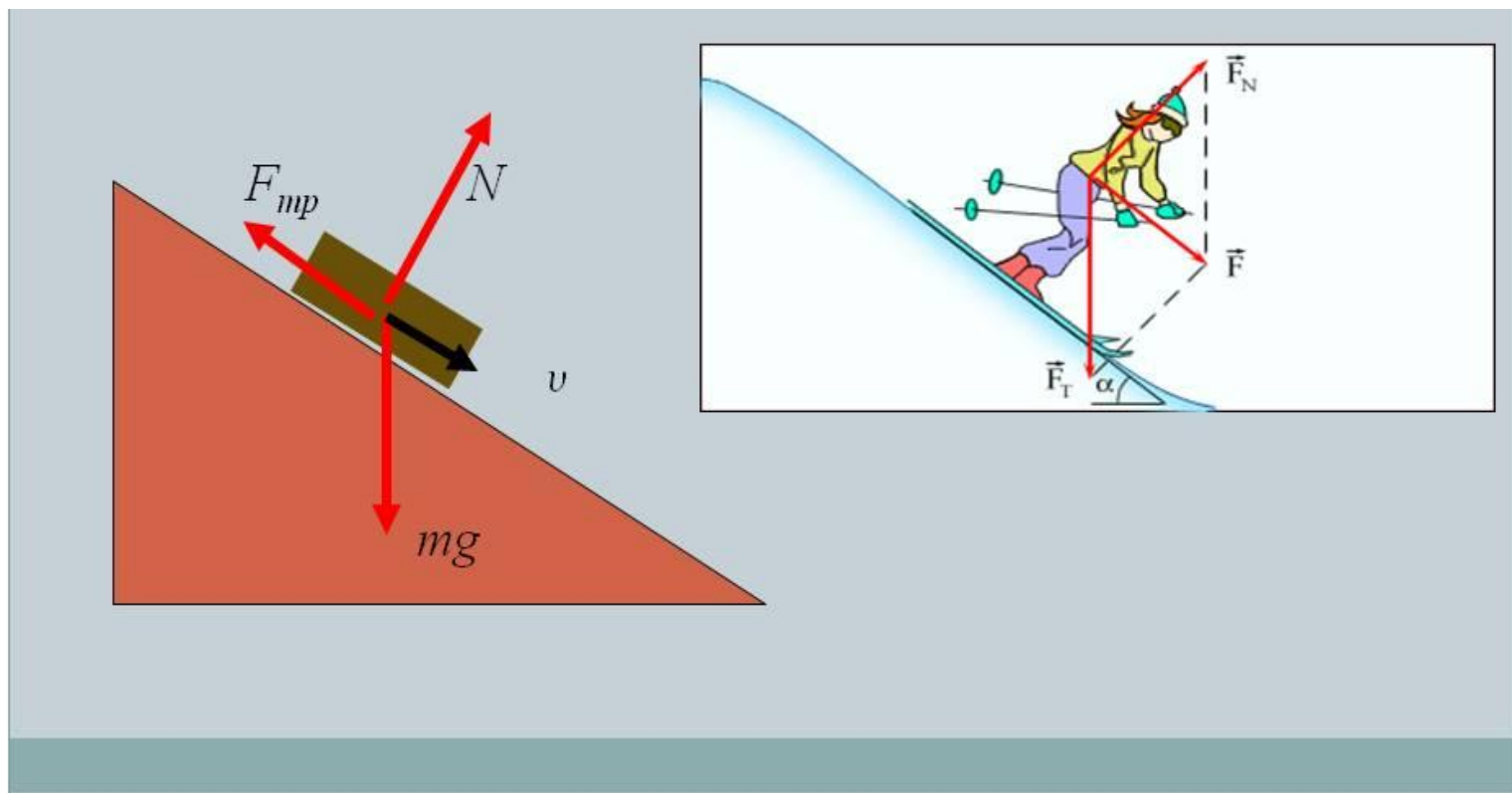
# Взаимодействие тел

- Если на тело 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

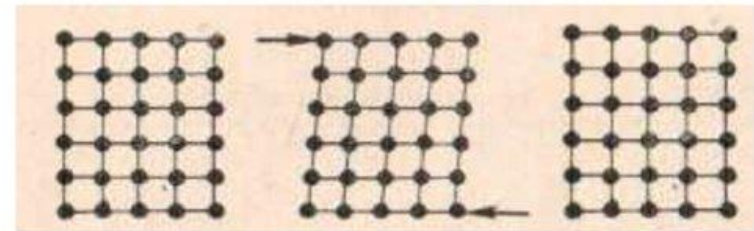


Схема упругой деформации

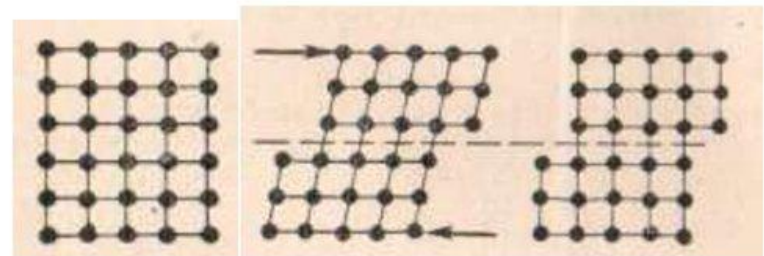


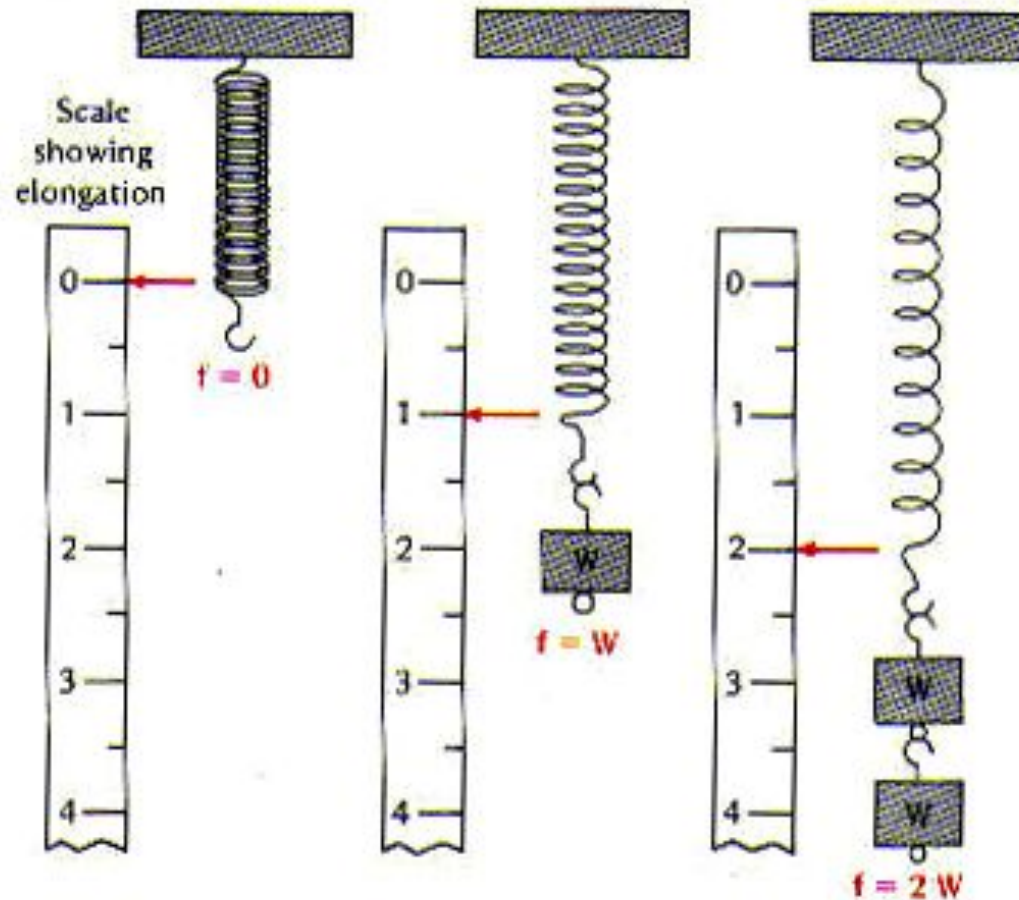
Схема пластической деформации



# 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
- $\Delta l = l - l_0$  – удлинение пружины
- Проекция силы упругости  $F_x = -k\Delta l$

## Закон Гука


$$F_{\text{упр}} = k \cdot \Delta l$$

# 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  $F = -F_{\text{упр}}$

## Задачи

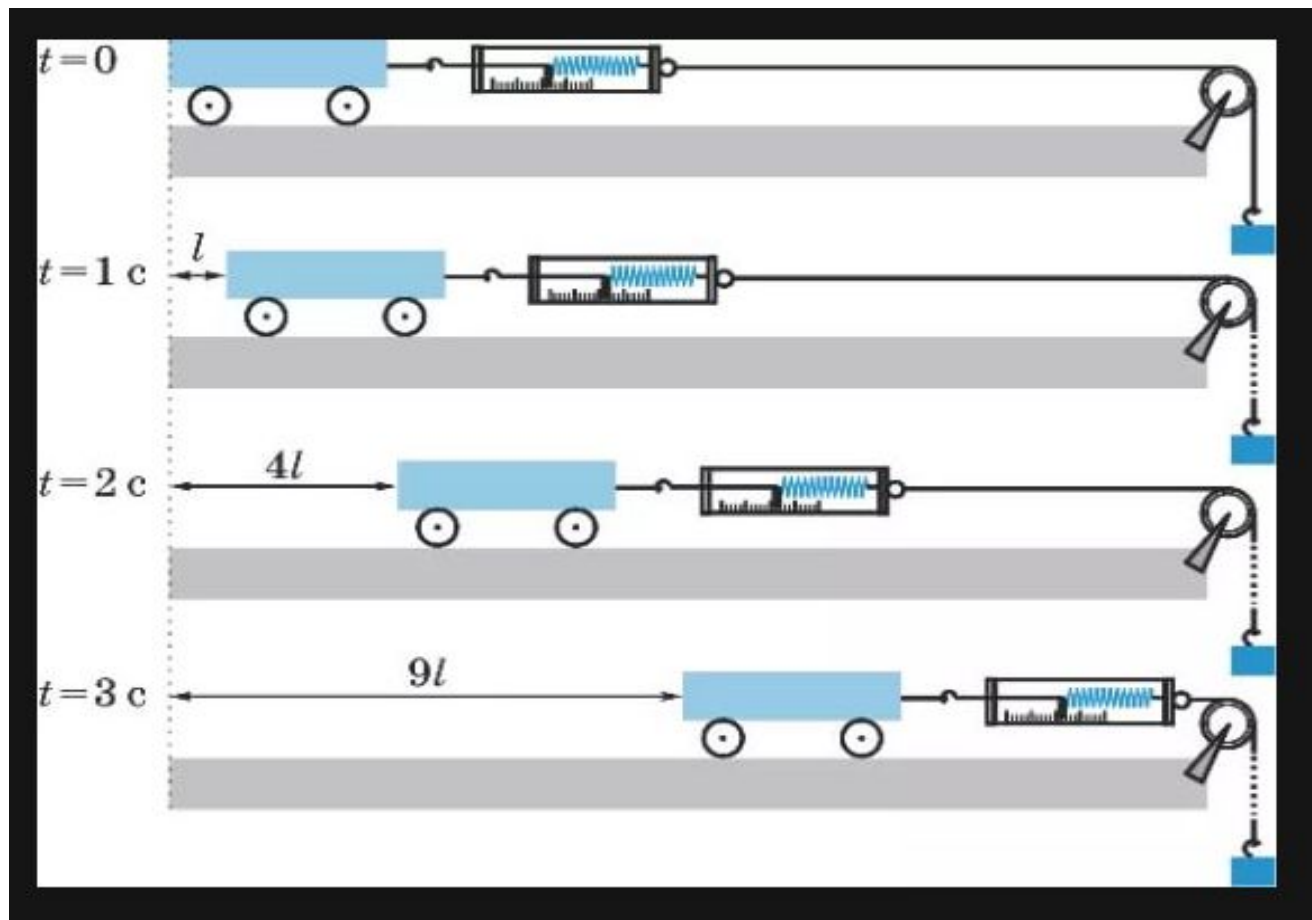
- С какой силой необходимо тянуть за конец проволоки, второй конец которой закреплен, чтобы удлинить ее на 5 мм? Жесткость проволоки  $2 \cdot 10^6 \text{ Н/м}$ ?
- Определить жесткость пружины, если под действием силы 80 Н она удлинилась на 5 см.



**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.

# Сила

- Сила – векторная величина, характеризующая взаимодействие тел.

$$[\overset{\Delta}{F}] = H$$



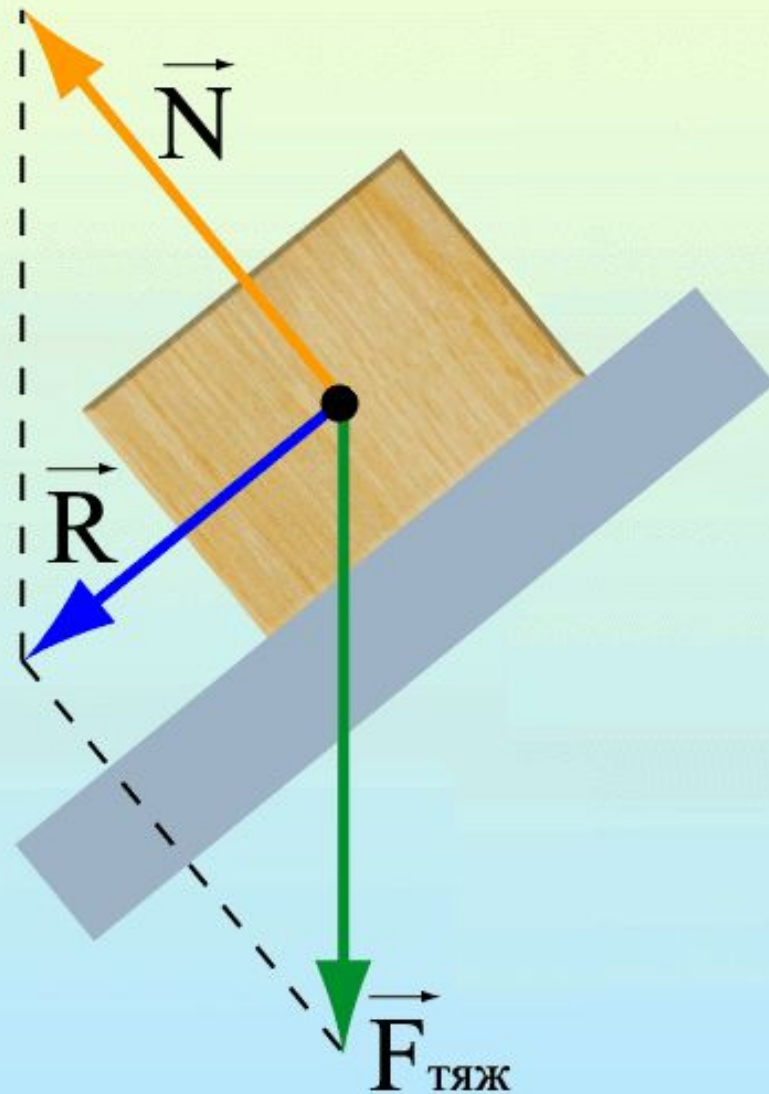
# Принцип суперпозиции

- Сила, с которой несколько тел действуют на данное тело, равна сумме сил, с которой действует каждое тело в отдельности.

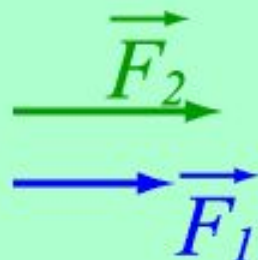
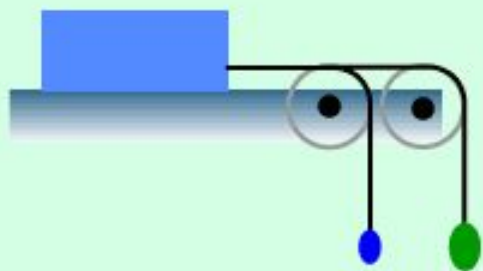
$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_N$$

- Эту силу называют равнодействующей.

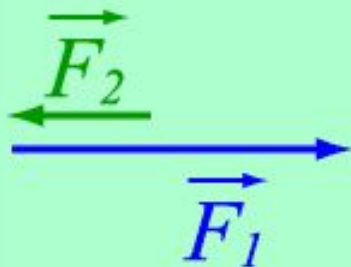
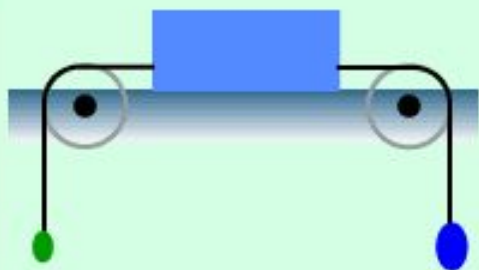
- Эту силу называют равнодействующей



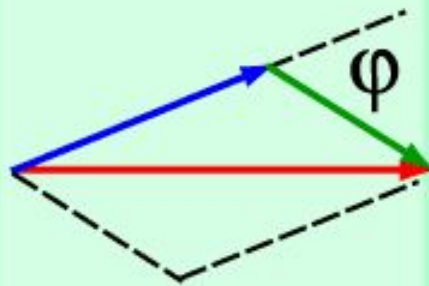
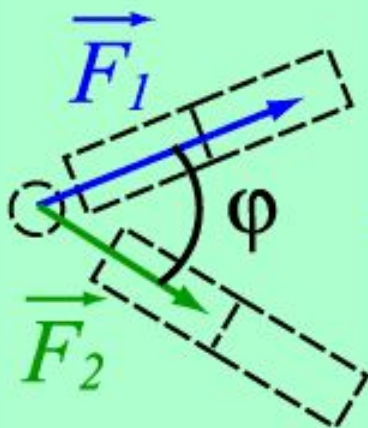
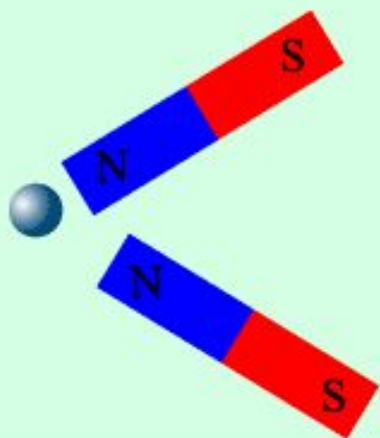
# Сложение сил



$$F_p = F_1 + F_2$$



$$F_p = F_1 - F_2$$



$$F_p^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \varphi$$

# Законы Ньютона

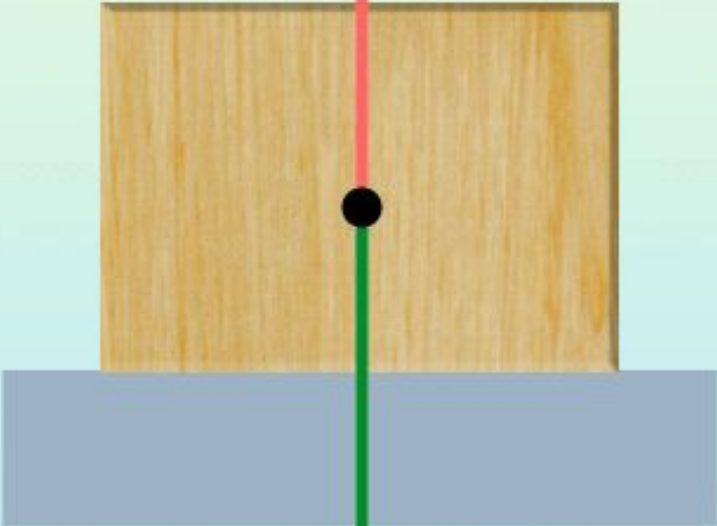


## ▣ 1 закон Ньютона

- ▣ **Существуют системы отсчета, называемые инерциальными, в которых тело сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения, если на него не действуют силы или действие всех сил скомпенсировано.**

$$F = F_{\text{тяж}}$$

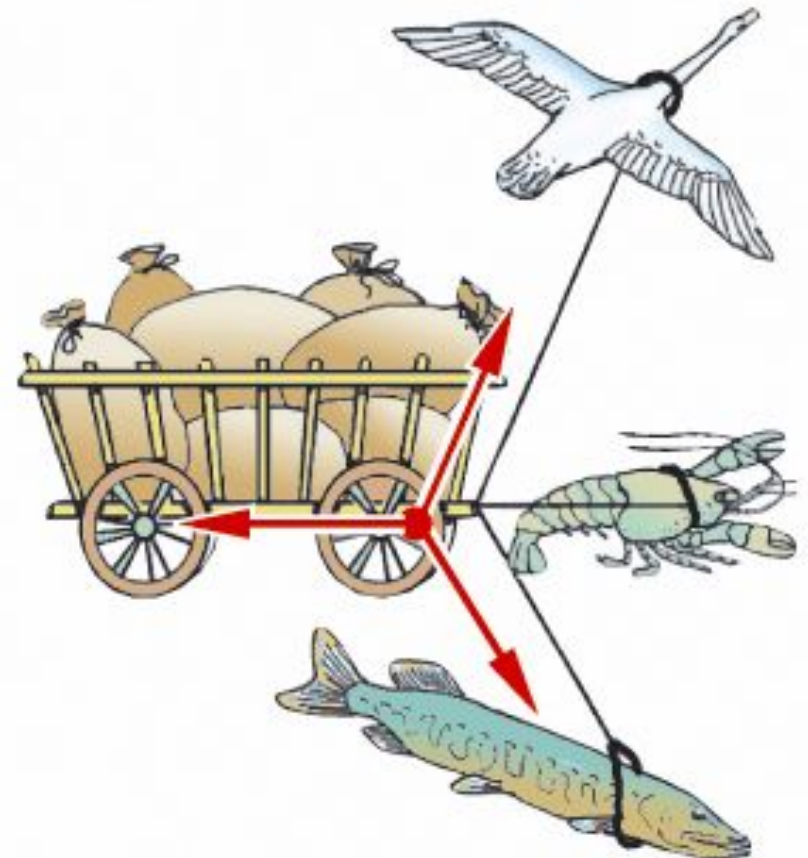
$\vec{F}$



$\vec{F}_{\text{тяж}}$

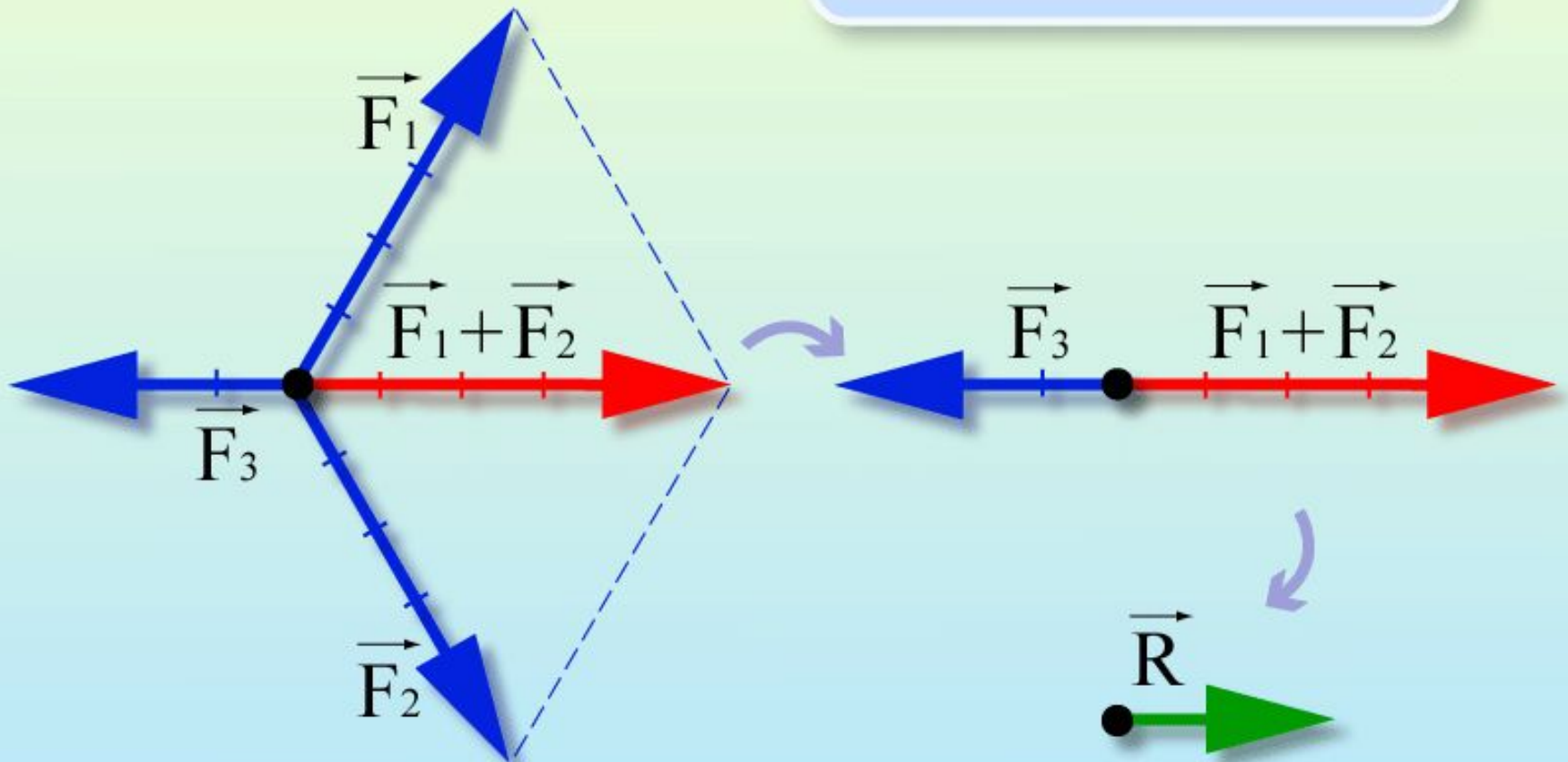


- вспомните басню Крылова о том, как лебедь, рак и щука тянут воз. Чему равна равнодействующая сила, если «воз и ныне там»?





$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$

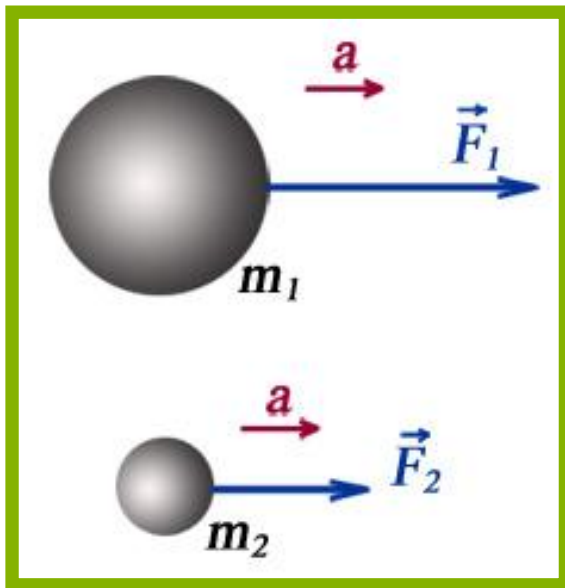


- Масса (m) – скалярная величина, характеризующая инертность тел.

$$[m] =$$

## 2 закон Ньютона

- Ускорение, приобретаемое телом прямо пропорционально, действующей на него силе и обратно пропорционально его массе.



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

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

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

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

$m$  – масса тела, кг

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

## 3 закон Ньютона

- Силы взаимодействия двух тел направлены вдоль одной прямой в противоположные стороны и равны по величине.

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

# 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  $1,5 \text{ м/с}^2$ ?

# Задачи

- 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  $12 \text{ кг}$ ?