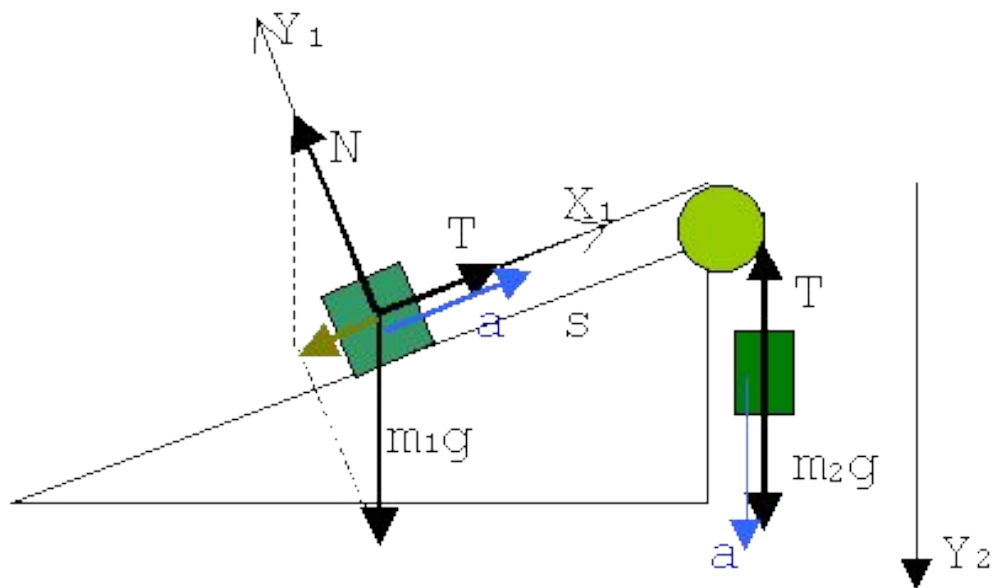


# Второй закон Ньютона



# Сила

1) **Сила** – это векторная физическая величина являющаяся мерой взаимодействия тел.

2) **Сила** - есть причина изменения скорости тел, ускорения.

3) **Обозначают:**  $\vec{F}$

# Сила

**4) На рисунке изображают**

в виде направленного отрезка – вектор

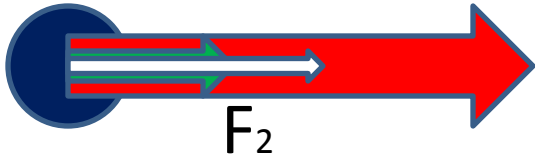
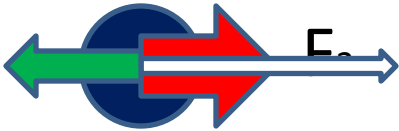

**5) Измеряют** – динамометром в Ньютонах [Н]

**6) Результат действия силы зависит:**

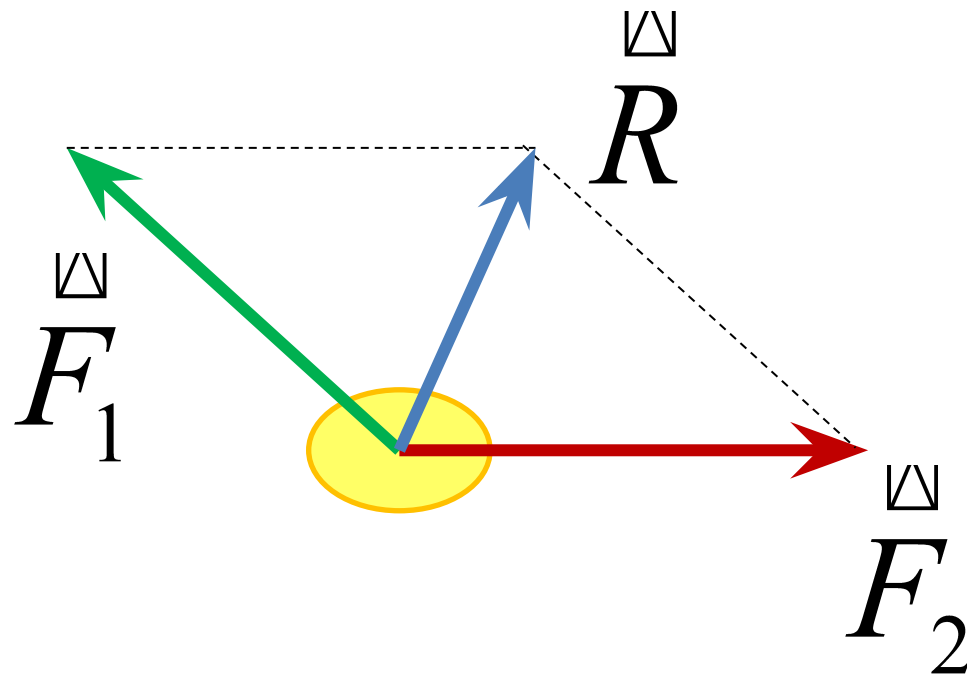
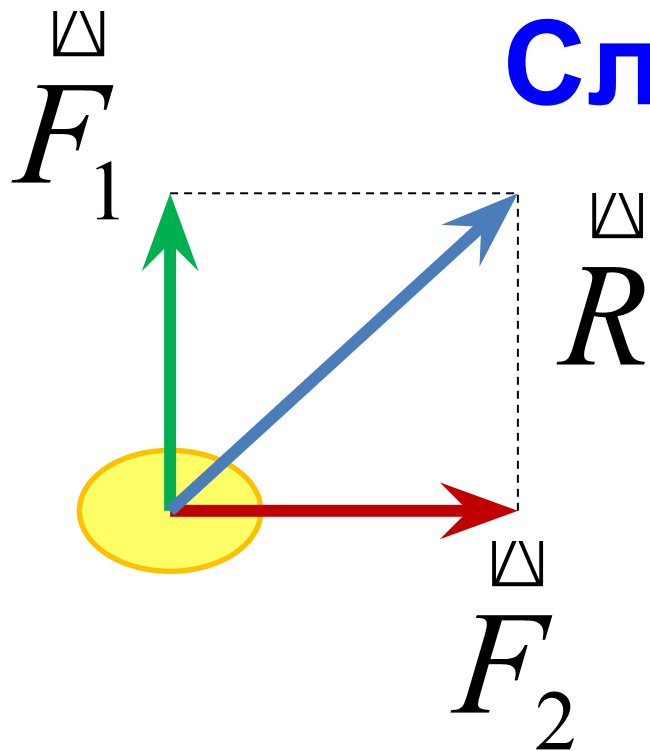
- От точки приложения;
- Модуля;
- Направления;

**Равнодействующая сила** – это сила,  
которая оказывает такое же действие как и  
одновременно несколько действующих сил,  
равна векторной сумме сил действующих  
на тело

# Как найти равнодействующую сил?

Направление	Рисунок	Формула
По одной прямой в одну сторону	 <p>The diagram shows a blue circle representing an object. Two forces, <math>F_1</math> and <math>F_2</math>, are applied to it from the left, both pointing to the right. <math>F_1</math> is represented by a green arrow, and <math>F_2</math> is represented by a red arrow. The resultant force <math>R</math> is shown as a larger red arrow pointing to the right, representing the sum of the two forces.</p>	$R = F_1 + F_2$
По одной прямой в разные стороны	 <p>The diagram shows a blue circle representing an object. Force <math>F_1</math> is a green arrow pointing to the left, and force <math>F_2</math> is a red arrow pointing to the right. The red arrow <math>F_2</math> is longer than the green arrow <math>F_1</math>. The resultant force <math>R</math> is shown as a red arrow pointing to the right, representing the difference between the two forces.</p>	$F_2 > F_1$ $R = F_2 - F_1$
По одной прямой в разные стороны, равные друг другу	 <p>The diagram shows a blue circle representing an object. Force <math>F_1</math> is a green arrow pointing to the left, and force <math>F_2</math> is a blue arrow pointing to the right. Both arrows are of equal length. The resultant force <math>R</math> is zero, indicating equilibrium.</p>	$F_2 = F_1$ $R = F_2 - F_1 = 0$

# Сложение сил



# Сила тяжести

Определение

Сила с которой Земля притягивает к себе все тела

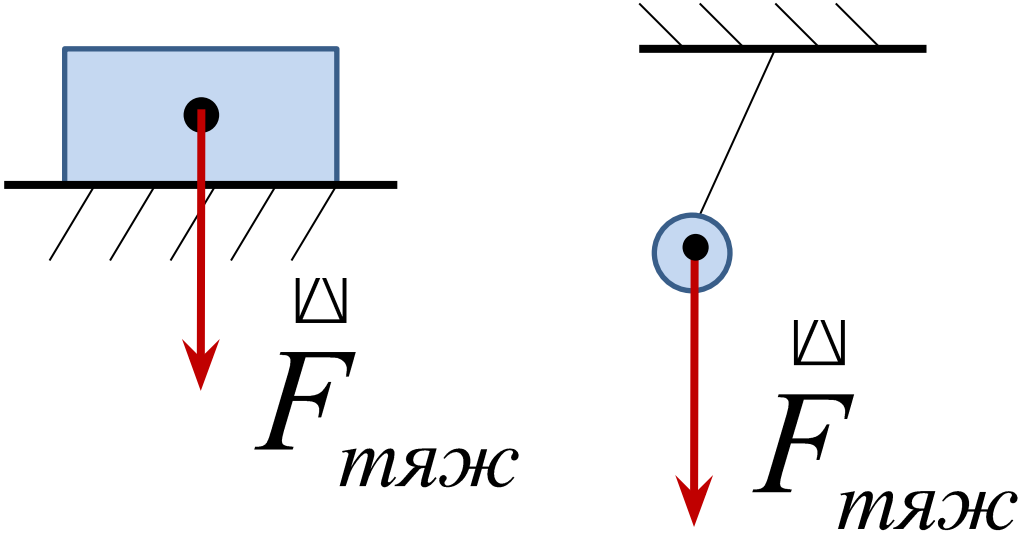
Обозначение

$F_{тяж}$

Природа

Гравитационная

# Сила тяжести

Направление	Всегда вертикально вниз
К чему приложена, Точка приложения	Приложена к телу Точка приложения в центре массы
Графическое изображение	 <p>The image contains two diagrams illustrating the force of gravity. The left diagram shows a blue rectangular block resting on a horizontal surface. A red arrow points vertically downwards from the center of the block, labeled <math>F_{тяж}</math>. The right diagram shows a blue circular mass hanging from a horizontal ceiling by a string. A red arrow points vertically downwards from the center of the mass, also labeled <math>F_{тяж}</math>.</p>



# Сила тяжести

Причина	Наличие массы у тела, притяжение к Земле
Зависит	От массы тела; Высоты тела над поверхностью земли; Широты места;
Модуль	$F_{\text{тяж}} = m \cdot g$ $g = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \approx 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

# Сила упругости

Определение

Сила возникающая при деформации тела, направленная в противоположную сторону деформации

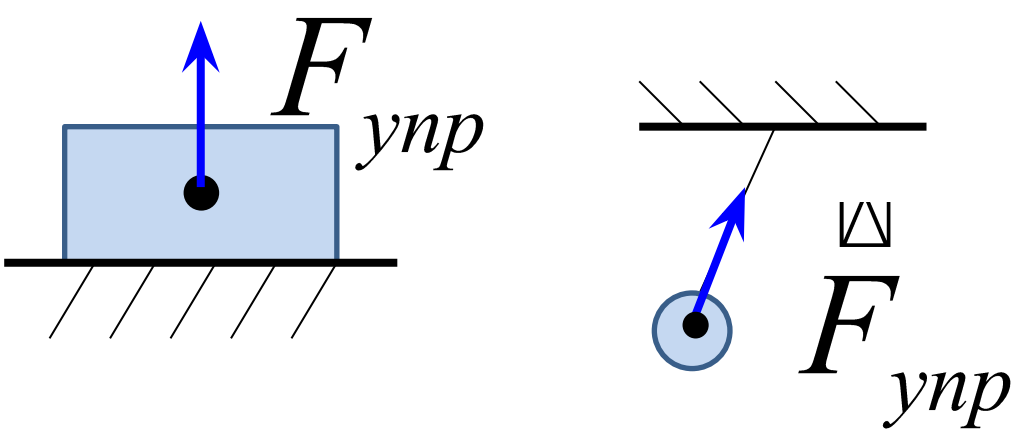
Обозначение

$$F_{упр}$$

Природа

электромагнитная

# Сила упругости

Направление	В противоположную сторону деформации
К чему приложена, Точка приложения	Приложена к телу Точка приложения в центре массы
Графическое изображение	

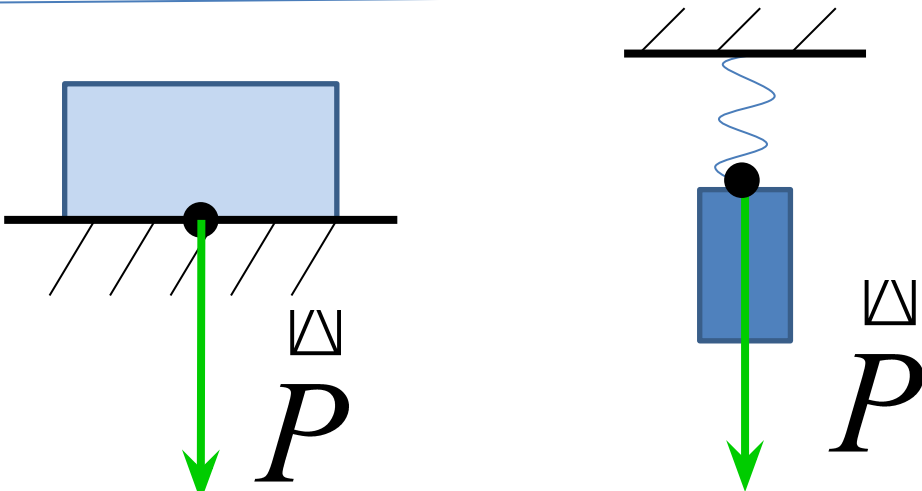
# Сила упругости

Причина	Наличие деформации
Зависит	От удлинения; Жесткости;
Модуль	$F_{упр} = k \cdot \Delta l$ $[k] = \left[ \frac{Н}{м} \right] \quad [\Delta l] = [л]$ $\Delta l = l - l_0$

# Сила – Вес тела

Определение	Сила с которой тело действует на опору или подвес, вследствие земного притяжения
Обозначение	$P$
Природа	электромагнитная

# Сила – Вес тела

Направление	Перпендикулярно к опоре, противоположно силам упругости
К чему приложена, Точка приложения	Приложена к опоре или подвесу Точка приложения на опоре или подвесе
находится Графическое изображение	

# Сила – Вес тела

Причина	Деформация тела
Зависит	От массы
Модуль	<p>тела;</p> $P = m \cdot g$ $P = 0$ <p>Если опора или подвес неподвижны или движатся с постоянной скоростью</p> <p>НЕВЕСОМОСТЬ</p> $g = 9,8 \frac{H}{KГ} \approx 10 \frac{H}{KГ} = 10 \frac{M}{C^2}$

# Сила трения

Определе  
ние

Сила возникающая при  
относительном  
перемещении одного тела  
по поверхности другого

Обозначени  
е

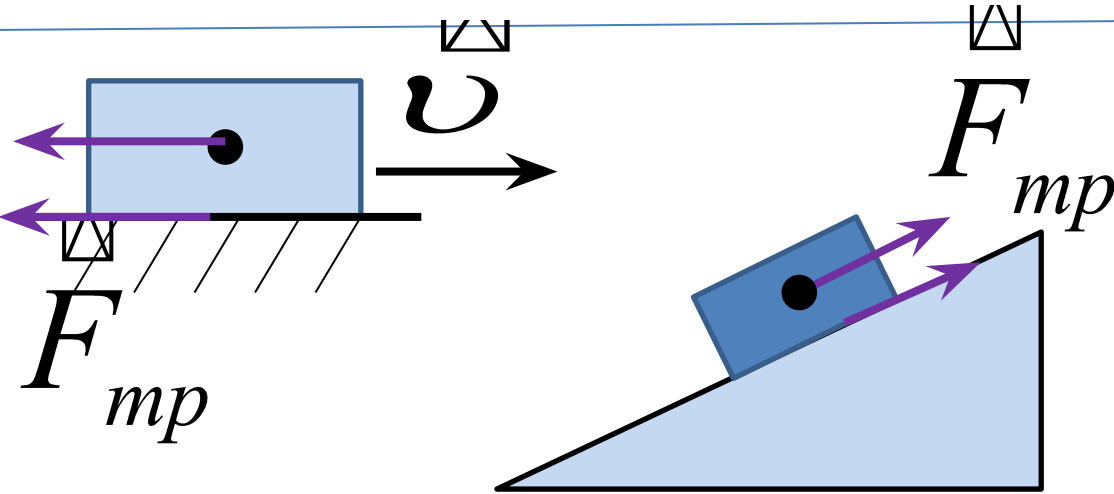
$$F_{тр}$$

Природа

электромагнитная



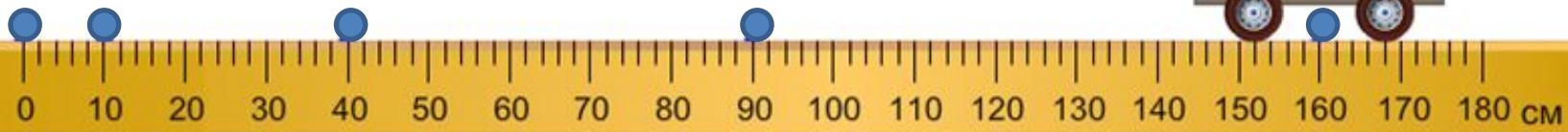
# Сила трения

Направлени е	В противоположную сторону движению
К чему приложена, Точка	Приложена к телу Точка приложения в центре массы
приложения находится изображение	

# Сила трения

Причина	Наличие шероховатостей поверхности; взаимное притяжение молекул поверхностей;
Зависит	От прижимающей силы; Качества поверхности;
Модуль	$F_{тр} = \mu \cdot N$

# Опыт



0:04:00



0:06:00



# Результаты опыта

Рассчитайте ускорение  $a = \frac{2s}{t^2}$

	S, м	t, с	a, м/с <sup>2</sup>
<b>Масса m</b>	1,6	4	<b>0,2</b>
<b>Масса 2m</b>	1,8	6	<b>0,1</b>

Как изменялась  
масса?  
Как изменялось  
ускорение?

увеличилась  
уменьшилось

# Зависимость ускорения тела от массы

- Чем больше масса тела, тем ускорение меньше

$$a \sim \frac{1}{m}$$

# Опыт



0:04:00



0:03:00



# Результаты опыта

Рассчитайте ускорение  $a = \frac{2s}{t^2}$

	S, м	t, с	a, м/с <sup>2</sup>
<b>Сила F</b>	1,6	4	<b>0,2</b>
<b>Сила 2F</b>	1,8	3	<b>0,4</b>

Как изменялась  
сила?  
Как изменялось  
ускорение?

увеличилась  
увеличилось  
увеличилось

# Зависимость ускорения тела от силы

- Чем больше сила, тем ускорение больше

$$a \sim F$$



# Второй закон Ньютона

$$a \sim \frac{1}{m}$$

$$a \sim F$$

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

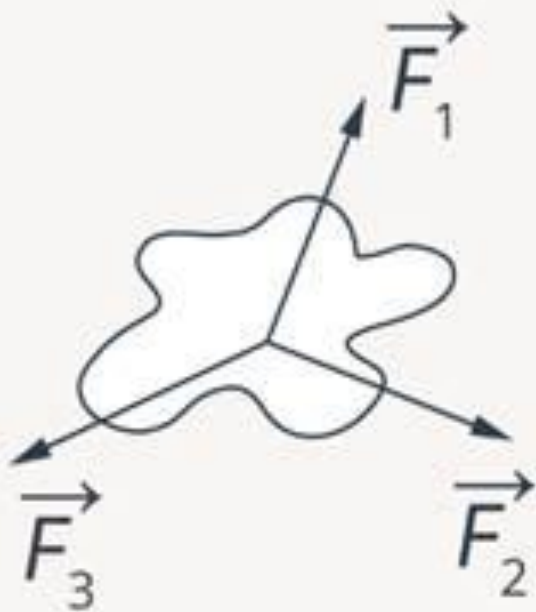
$$F \uparrow \uparrow a$$

# Второй закон Ньютона

Ускорение тела прямо пропорционально равнодействующей сил, приложенных к телу и обратно пропорционально его массе

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

- под силой в данном случае понимается равнодействующая всех сил, т.е векторная сумма всех сил, действующих на тело.



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

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

# Единицы силы

В СИ за единицу силы в 1 Н,  
принимается сила, которая телу  
массой 1 кг сообщает ускорение в  
 $1\text{ м/с}^2$

$$F = ma$$

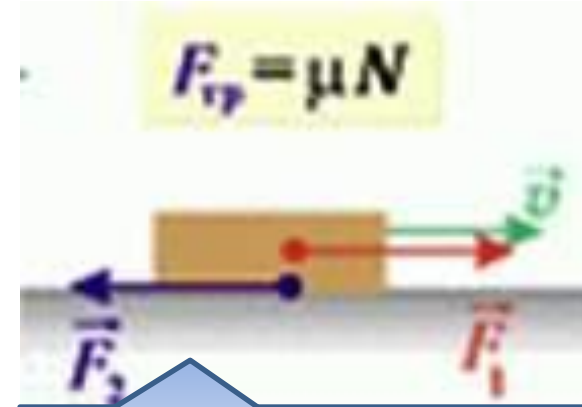
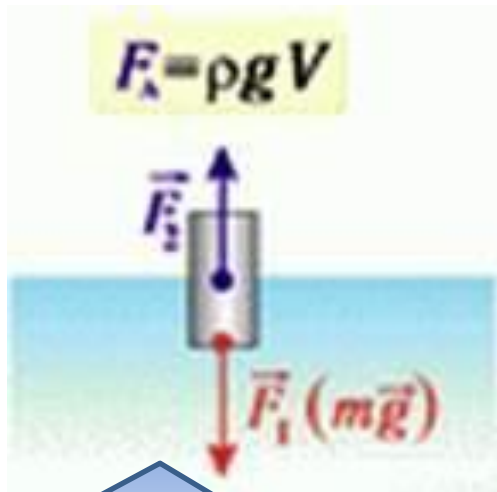
$$[F] = \left[ 1\text{ кг} \cdot 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right] = \left[ 1\text{ кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right] = [H]$$

$$1\text{ МН} = 1000000\text{ Н} = 10^6\text{ Н}$$

$$1\text{ кН} = 1000\text{ Н} = 10^3\text{ Н}$$

$$1\text{ мН} = 0,001\text{ Н} = 10^{-3}\text{ Н}$$

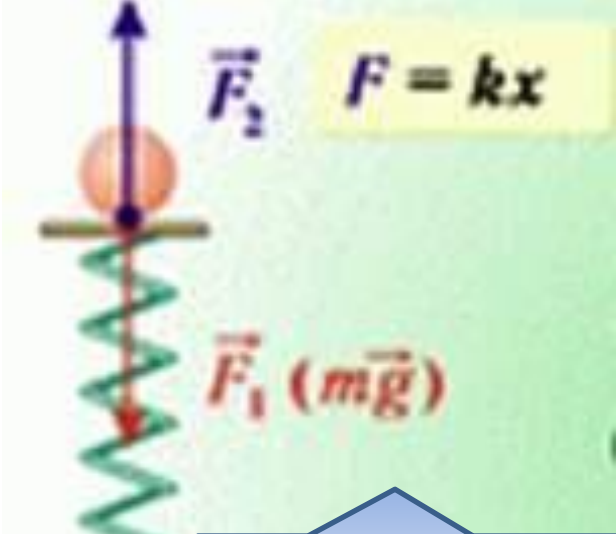
# Примеры:



$$F_m - rv = ma$$

$$F_m - \mu N = ma$$

$$mg - \rho g V = ma$$

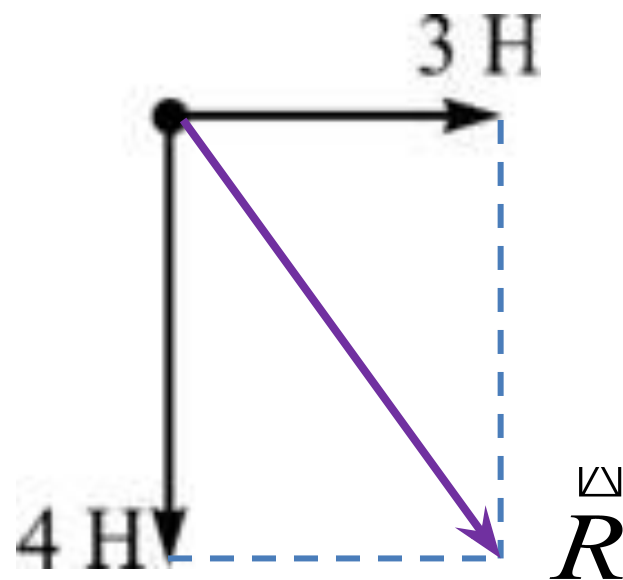


$$mg - kx = ma$$

Используем  
**проекции** на  
координатную  
ось

К телу приложены силы 3 Н и 4 Н, направленные перпендикулярно друг другу, как показано на рисунке. Модуль равнодействующей этих сил

- 1) меньше 3 Н;
- 2) больше 4 Н;
- 3) Имеет значение между 3 Н и 4 Н;
- 4) равен 7 Н;



$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{16H^2 + 9H^2} = 5H$$

# Задачи

- 1) Поезд массой 400 т движется со скоростью 40 км/ч и после торможения останавливается. Какова сила торможения, если тормозной путь поезда равен 200 м?
- 2) Какую силу надо приложить в горизонтальном направлении к вагону массой 16 т, что бы уменьшить его скорость на 0,6 м/с за 10 с. Коэффициент трения равен 0,05.

3) Автомобиль движется с ускорением  $2 \text{ м/с}^2$  под действием двух сил: силы тяги двигателя

$F_1 = 10 \text{ кН}$  и силы сопротивления движению  $F_2 = 4 \text{ кН}$ . Сила  $F_1$  направлена на юг, сила  $F_2$  - противоположна направлению движения автомобиля. Чему равна масса автомобиля?

4) На соревнованиях лошадей тяжелоупряжных пород одна из них равномерно перевезла груз массой  $23 \text{ т}$ . Найдите коэффициент трения, если сила тяги лошади  $2,3 \text{ кН}$



Два тела одинаковой массы по 2 кг совершали движение. Даны уравнения проекции перемещения. На каком графике представлена зависимость проекции силы от времени действующей на каждое из тел

**А3; Б2**

А)  $S_x = 2t$

Б)  $S_x = 4t - 0,5t^2$

