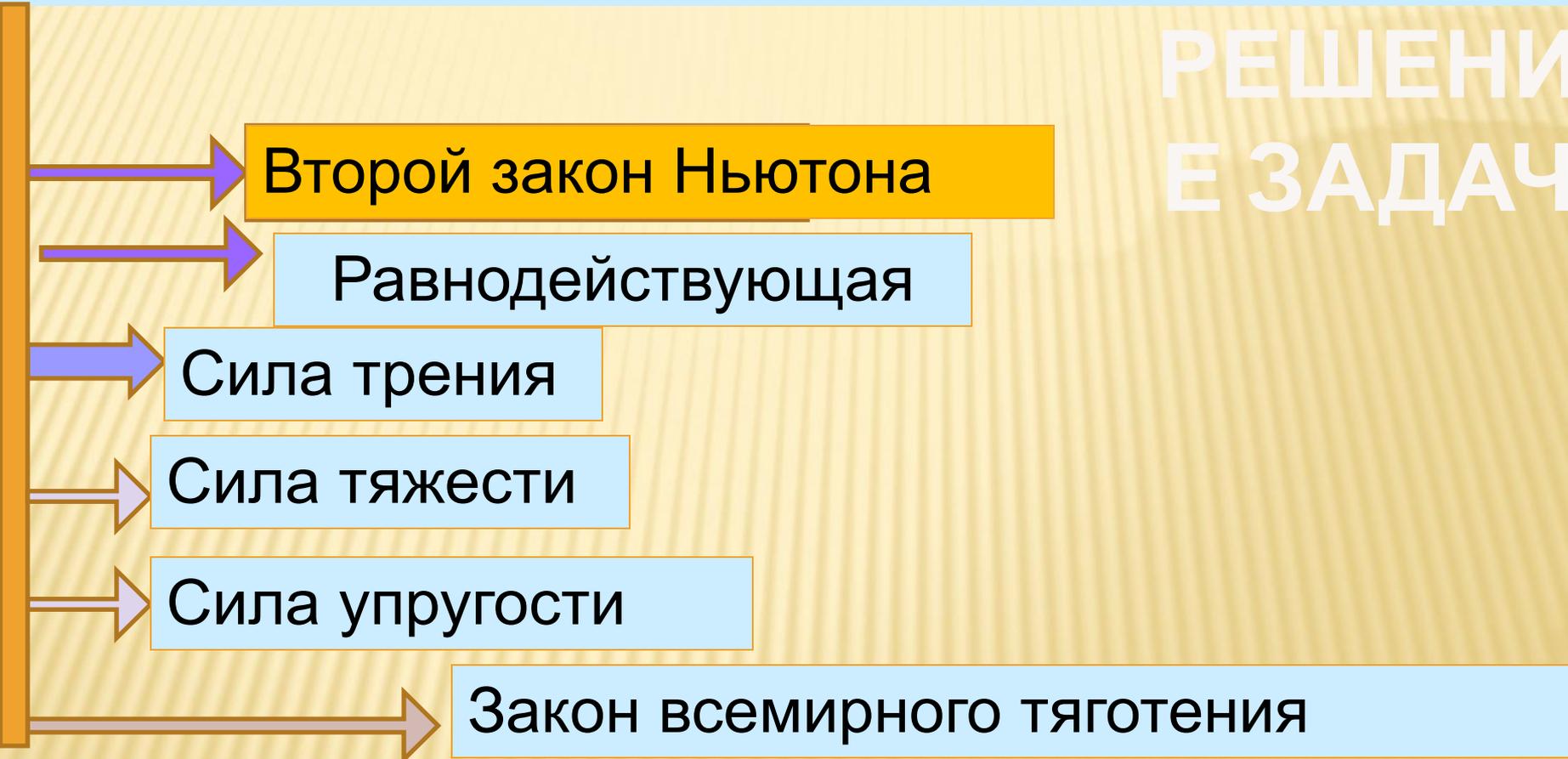


# Силы в природе, законы Ньютона

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ



Второй закон Ньютона

Равнодействующая

Сила трения

Сила тяжести

Сила упругости

Закон всемирного тяготения

В данном примере, под действием силы, тело движется равноускоренно.

Уравнение для скорости при этом принимает вид:

$$V = V_0 + at.$$

Импульс — это произведение скорости тела на его массу

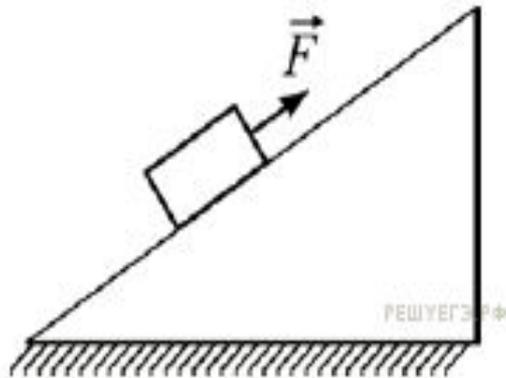
$$p_x = mV_0 + mat = mV_0 + F_x t.$$

сравнивая полученное выражение с данным в условии, находим, что модуль силы равен 4 Н.

Точечное тело движется по гладкой горизонтальной поверхности под действием постоянной горизонтальной силы, направленной вдоль оси  $Ox$ . Известно, что проекция импульса этого тела на указанную ось изменяется со временем по закону:

$$p_x = -10 + 4t.$$

Чему равен модуль силы, действующей на это тело? (Ответ дайте в ньютонах.)

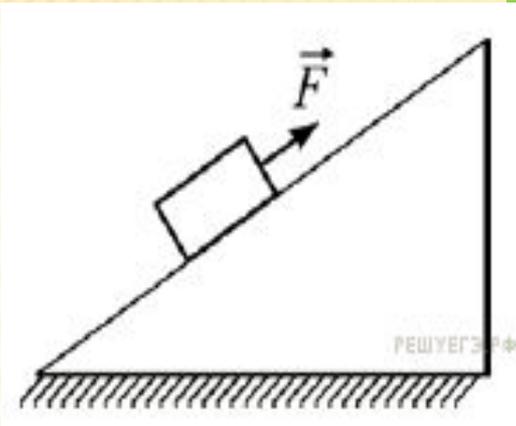


К бруску массой  $m_1 = 5$  кг, находящемуся на закреплённой наклонной шероховатой плоскости, приложена сила  $F = 10$  Н, направленная вдоль плоскости, как показано на рисунке. При этом брусок движется вверх с ускорением. На какую величину изменится ускорение бруска, если, не изменяя модуля и направления силы заменить брусок на другой — из того же материала, но массой  $m_2 = 0,4 m_1$ ?  
 Ответ выразите в  $\text{м/с}^2$ .

$$m\vec{a} = \vec{F} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N}$$



$$\begin{cases} O_x: m_1 a_1 = F - m_1 g \sin \alpha - F_{\text{тр}}, \\ O_y: N = m_1 g \cos \alpha \end{cases} \Rightarrow F - m_1 a_1 = m_1 g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha),$$



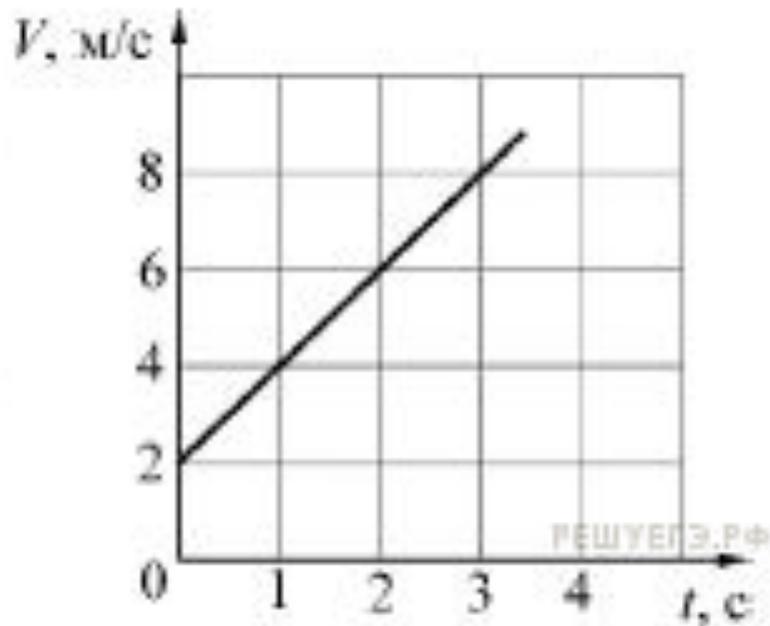
На какую величину изменится ускорение бруска, если, не изменяя модуля и направления силы заменить брусок на другой — из того же материала, но массой  $m_2 = 0,4 m_1$ ? Ответ выразите в  $\text{м/с}^2$ .

$$m\vec{a} = \vec{F} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N}.$$

$$\begin{cases} O_x: m_1 a_1 = F - m_1 g \sin \alpha - F_{\text{тр}}, \\ O_y: N = m_1 g \cos \alpha \end{cases} \Rightarrow F - m_1 a_1 = m_1 g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha).$$

$$\longrightarrow F - m_2 a_2 = m_2 g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha).$$

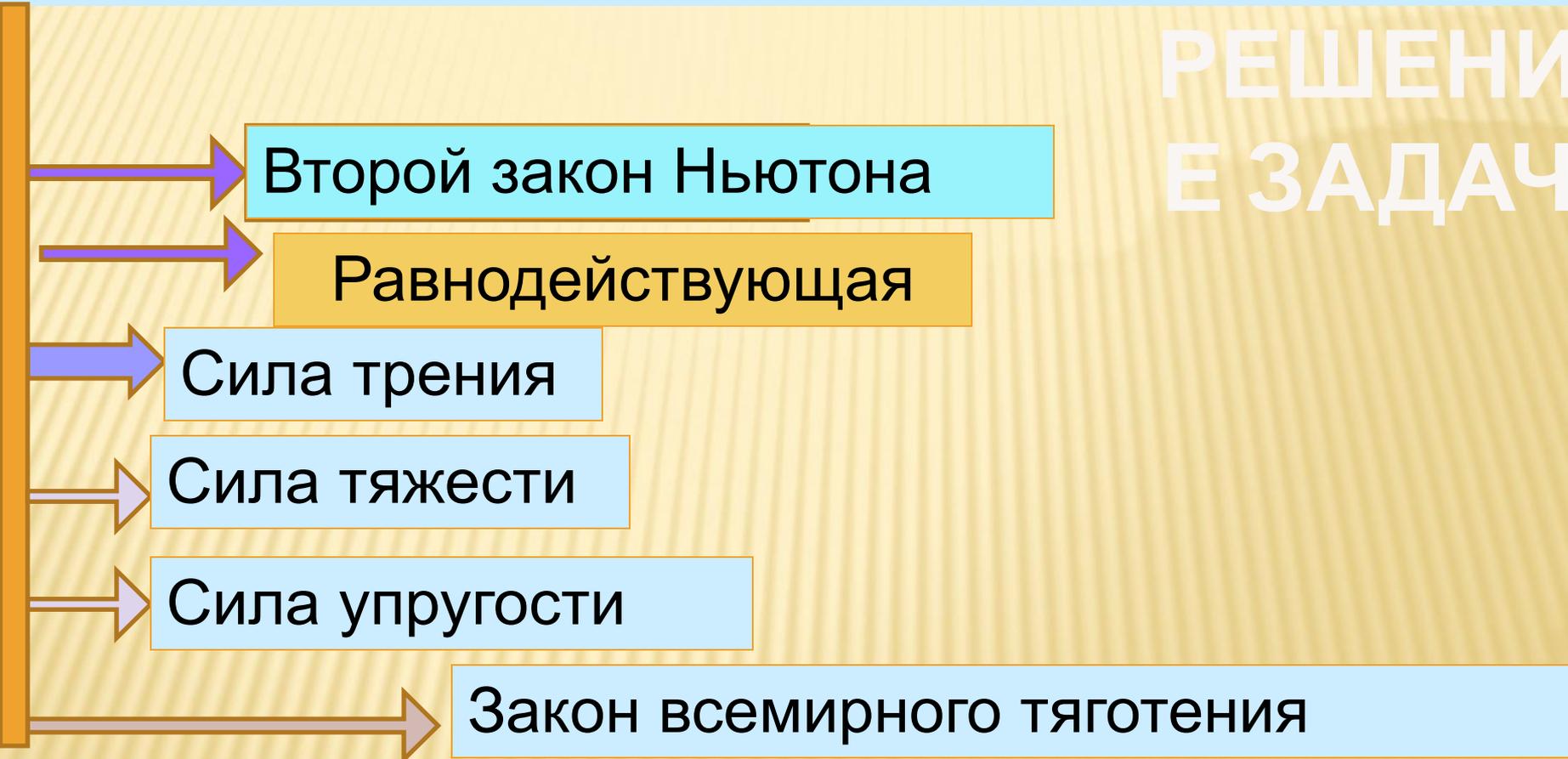
$$\frac{F - m_1 a_1}{F - m_2 a_2} = \frac{m_1}{m_2} \Leftrightarrow a_2 - a_1 = \frac{F(m_1 - m_2)}{m_1 m_2} = \frac{F(1 - \frac{m_2}{m_1})}{0,4 m_1} = \frac{F \cdot (1 - 0,4)}{0,4 \cdot 5} = \frac{10 \cdot 0,6}{0,4 \cdot 5} = 3 \text{ м/с}^2.$$



Груз массой 100 кг поднимают вертикально вверх с помощью троса. На рисунке приведена зависимость проекции скорости  $V$  груза на ось, направленную вертикально вверх, от времени  $t$ . Определите модуль силы натяжения троса в течение подъёма. Ответ выразите в ньютонах.

# Силы в природе, законы Ньютона

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ



Второй закон Ньютона

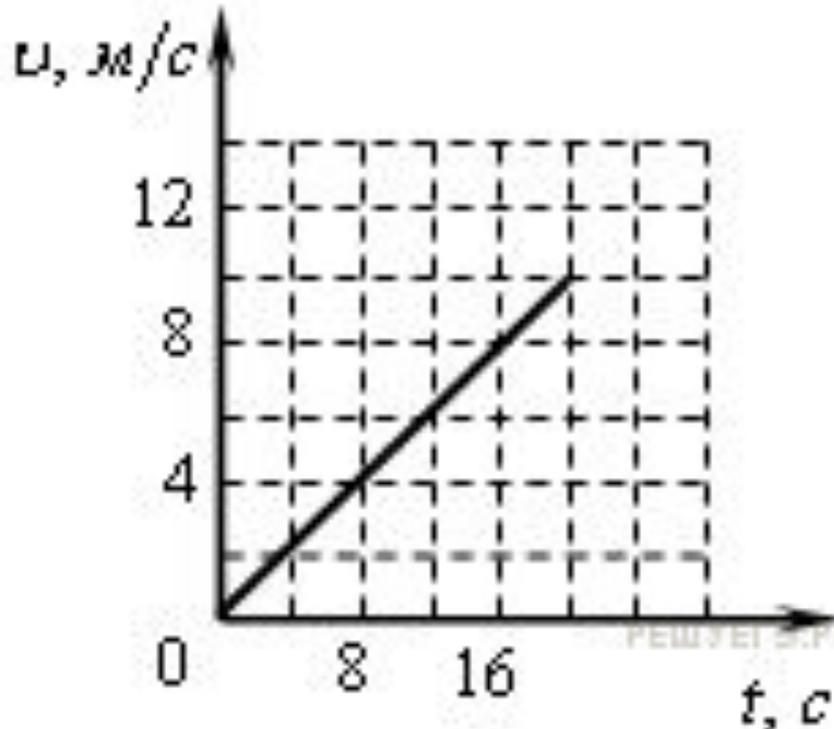
Равнодействующая

Сила трения

Сила тяжести

Сила упругости

Закон всемирного тяготения



Согласно второму закону Ньютона

Скорость автомобиля массой 1000 кг, движущегося вдоль оси  $Ox$ , изменяется со временем в соответствии с графиком. Систему отсчета считать инерциальной. Чему равна равнодействующая всех сил, действующих на автомобиль?

$$F = ma.$$

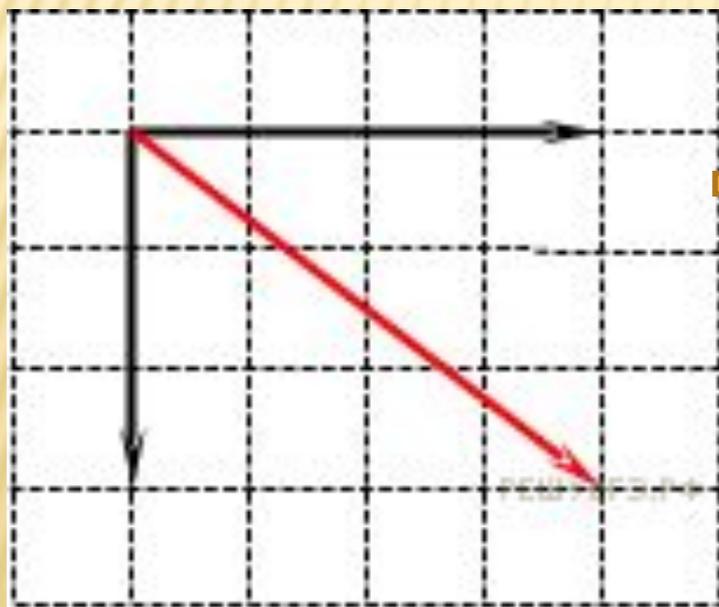
Из графика определим ускорение

$$a = \frac{v_x(t = 8 \text{ с}) - v_x(t = 0 \text{ с})}{8 \text{ с}} = \frac{4 \text{ м/с} - 0 \text{ м/с}}{8 \text{ с}} = 0,5 \text{ м/с}^2.$$

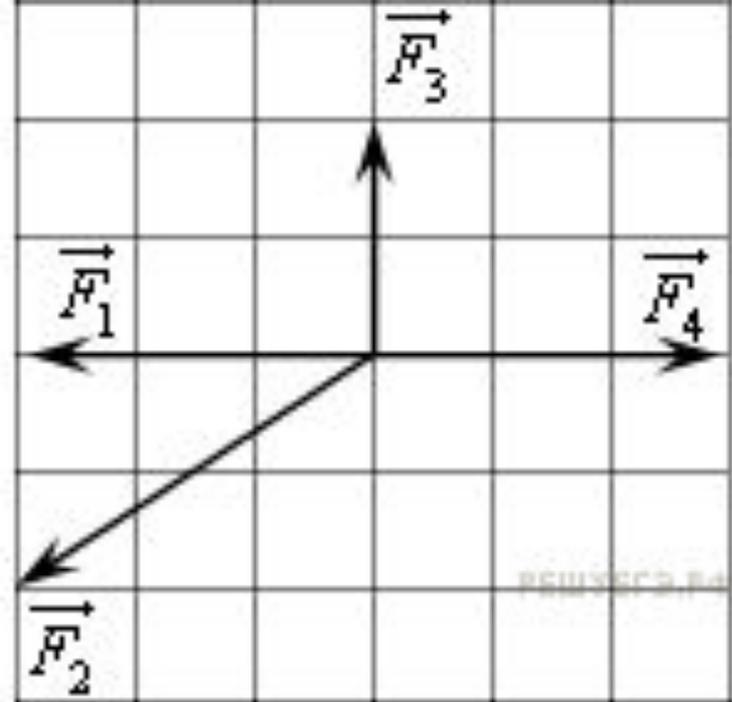


$$F = 1000 \cdot 0,5 \text{ м/с}^2 = 500.$$

Две силы 3 Н и 4 Н приложены к одной точке тела, угол между векторами сил равен  $90^\circ$ . Чему равен модуль равнодействующей сил?  
(Ответ дайте в ньютонах.)

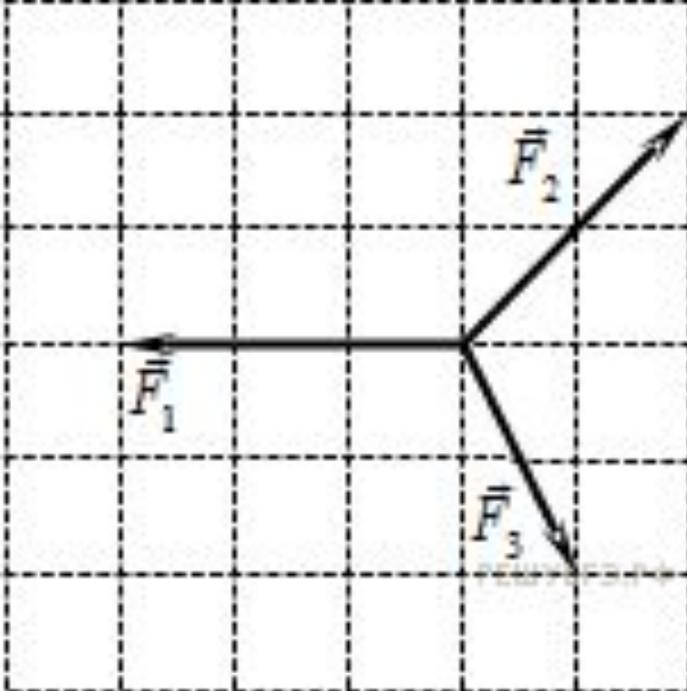


$$\sqrt{(3 \text{ Н})^2 + (4 \text{ Н})^2} = 5 \text{ Н.}$$

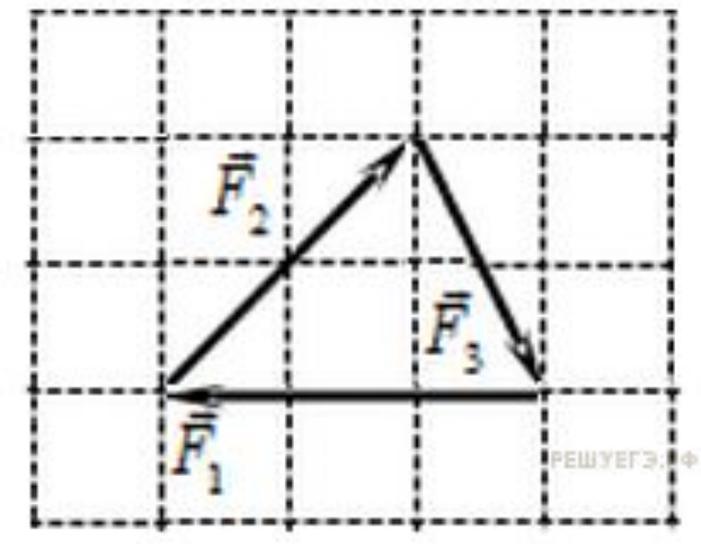


На рисунке представлены четыре вектора сил. Модуль вектора силы  $F_1$  равен 3 Н. Чему равен модуль равнодействующей векторов всех сил? (Ответ дайте в ньютонах.)

Из рисунка видно, что равнодействующая сил  $F_2$ ,  $F_3$ ,  $F_4$  равна нулю, а значит, равнодействующая всех сил совпадает с вектором  $F_1$ . Следовательно, модуль равнодействующей сил и равен 3 Н.



На рисунке представлены три вектора сил, приложенных к одной точке и лежащих в одной плоскости. Модуль вектора силы  $F_1$  равен 3 Н. Чему равен модуль равнодействующей векторов  $F_1$ ,  $F_2$  и  $F_3$ ?



Сложим вектора сил, чтобы найти равнодействующую. Для этого перерисуем картинку. Из нового рисунка видно, что равнодействующая векторов сил и равна нулю.

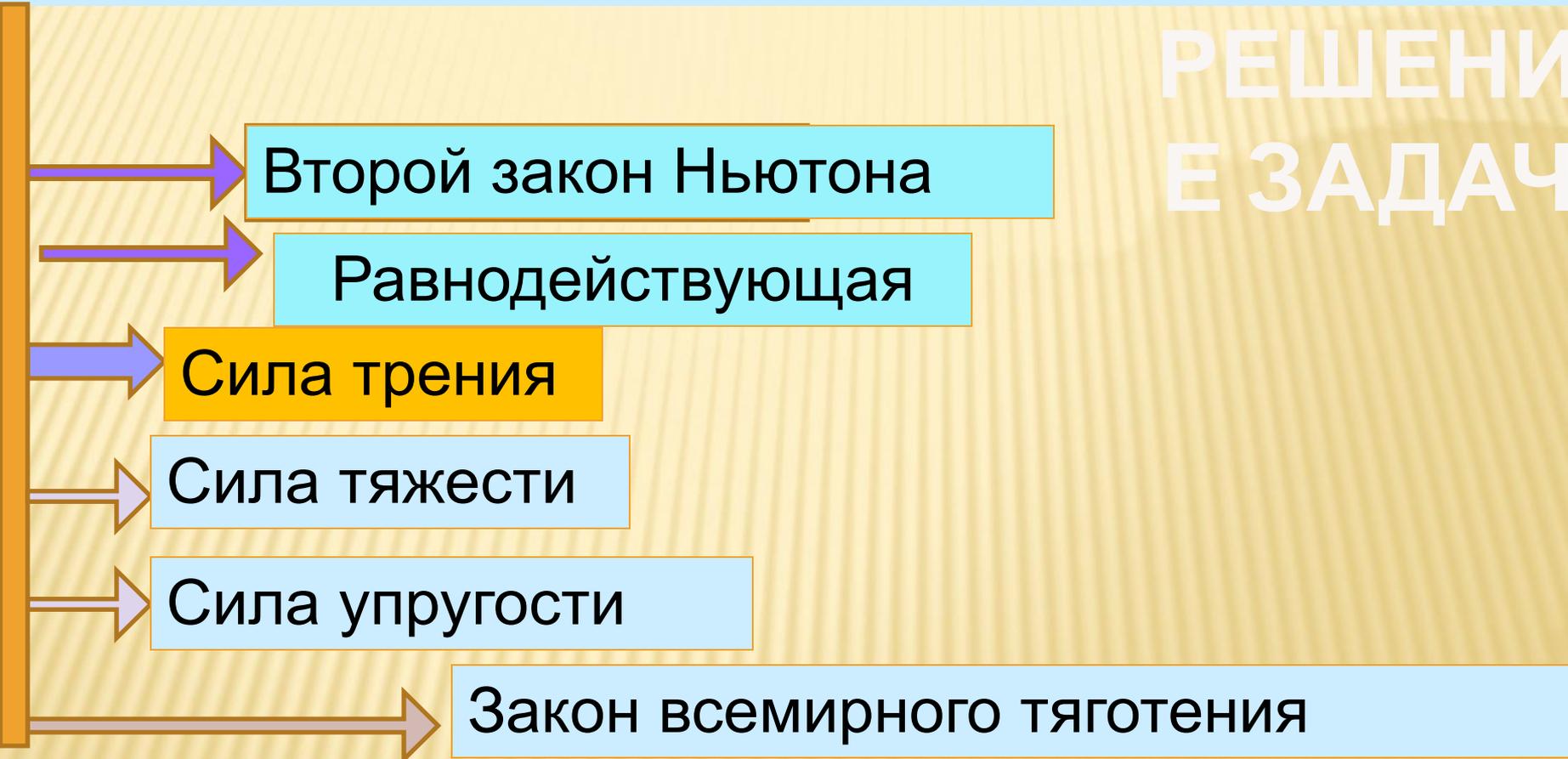
Тело массой 6 кг движется вдоль оси  $Ox$ . В таблицу приведена зависимость проекции скорости  $v_x$  этого тела от времени  $t$ .

Считая равнодействующую всех сил, приложенных к телу, постоянной, определите, чему равна проекция этой равнодействующей на ось  $Ox$ .  
(Ответ дайте в ньютонах.)

$t$	1	1.5	2	2.5	3
$v$ м/с	2	3	4	5	6

# Силы в природе, законы Ньютона

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ



Второй закон Ньютона

Равнодействующая

Сила трения

Сила тяжести

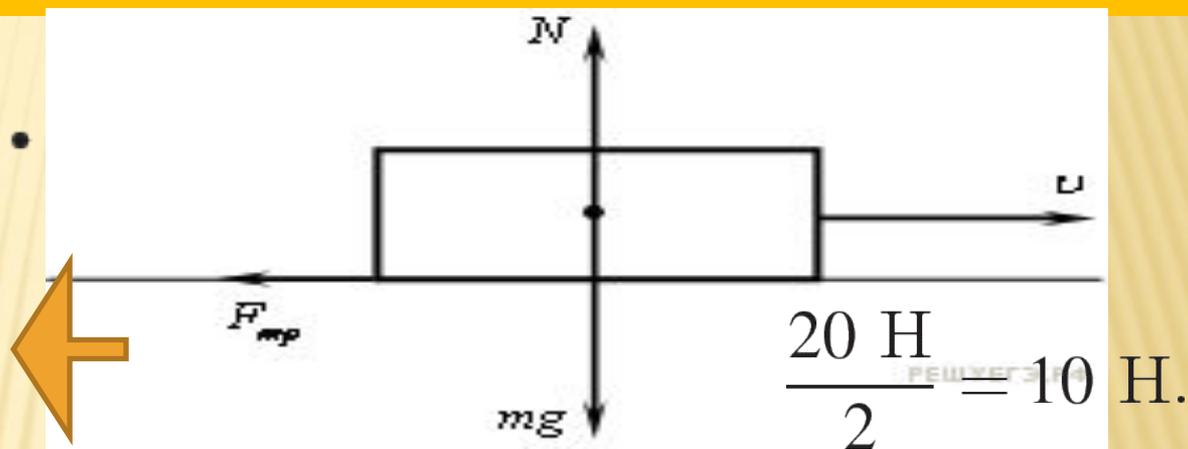
Сила упругости

Закон всемирного тяготения

На брусок массой 5 кг, движущийся по горизонтальной поверхности, действует сила трения скольжения 20 Н. Чему будет равна сила трения скольжения после уменьшения массы тела в 2 раза, если коэффициент трения не изменится?

$$F_{\text{тр}} = \mu N.$$

$$N = mg.$$



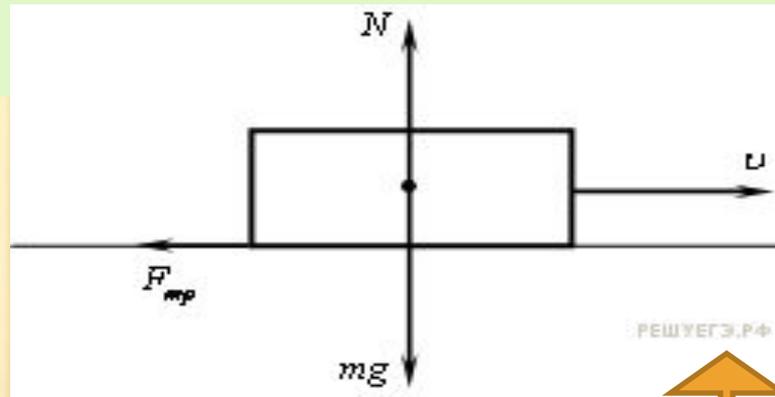
Сила трения скольжения пропорциональна произведению коэффициента трения и массы бруска. Если коэффициент трения не изменится, то после уменьшения массы тела в 2 раза сила трения скольжения также уменьшится в 2 раза и окажется равной

На брусок массой 5 кг, движущийся по горизонтальной поверхности, действует сила трения скольжения 10 Н. Если, не изменяя коэффициента трения, увеличить в 2 раза силу давления бруска на плоскость, чему будет равна сила трения скольжения? (Ответ дайте в ньютонах.)

$$F_{\text{тр}} = \mu N.$$

$$N = P.$$

$$F = \mu P.$$



Если увеличить силу давления бруска на плоскость в 2 раза, сила трения скольжения также увеличится в 2 раза

$$2 \cdot 10 \text{ Н} = 20 \text{ Н}.$$

Два спортсмена разной массы на одинаковых автомобилях, движущихся со скоростью 10 и 20 км/ч стали тормозить, заблокировав колеса. Каково отношение тормозных путей их автомобилей при одинаковом коэффициенте трения колес о землю?

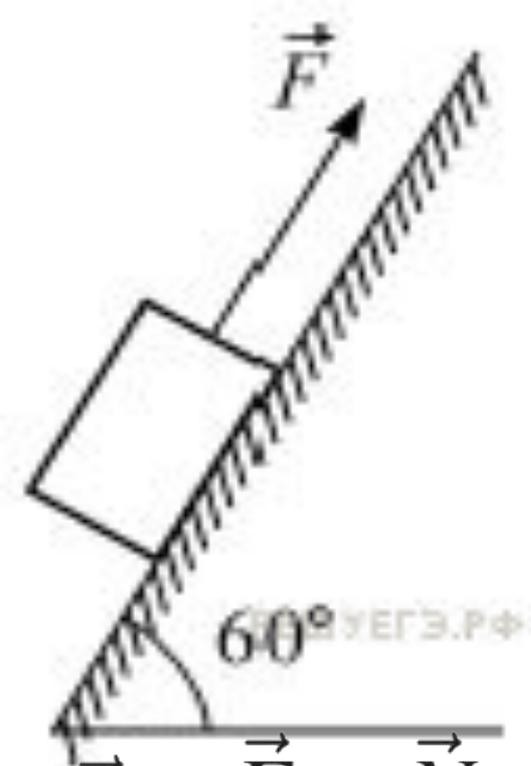
$$F_{\text{тр}} = \mu N, \quad N - mg = 0 \Leftrightarrow N = mg.$$

$$F_{\text{тр}} = \mu mg = ma \Leftrightarrow a = \mu g$$

$$s = \frac{v_0^2}{2a},$$

Таким образом ускорение не зависит от массы, и оба автомобиля тормозят с одинаковым ускорением.

$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{v_{01}^2 / 2a}{v_{02}^2 / 2a} = \frac{v_{01}^2}{v_{02}^2} = \frac{(10 \text{ км/ч})^2}{(20 \text{ км/ч})^2} = \frac{1}{4} = 0,25.$$

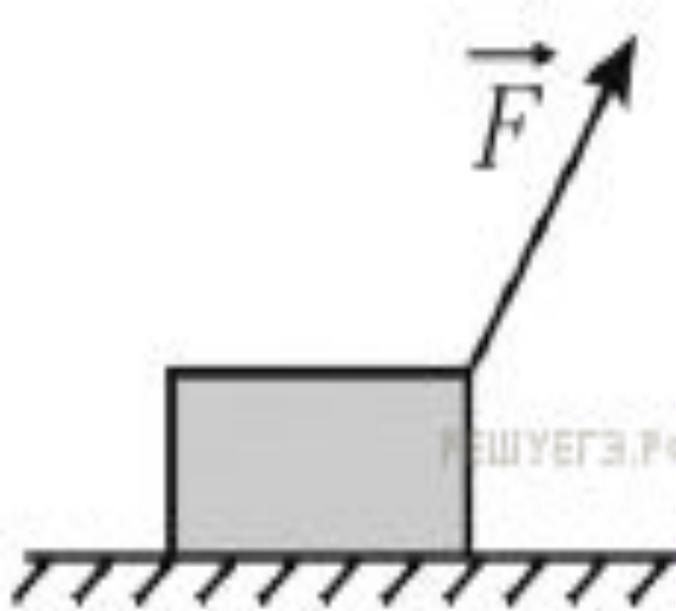


Брусок массой 20 кг равномерно перемещают по склону горки, прикладывая к нему постоянную силу, направленную параллельно поверхности горки. Модуль этой силы равен 204 Н, угол наклона горки к горизонту  $60^\circ$ . Определите коэффициент трения между бруском и склоном горки. Ответ округлите до десятых долей.

$$m\vec{g} + \vec{F} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} = 0.$$

$$\begin{cases} F - F_{\text{тр}} - mg \sin 60^\circ = 0, \\ mg \cos 60^\circ = N \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \mu = \frac{F - mg \sin 60^\circ}{mg \cos 60^\circ}, \\ mg \cos 60^\circ = N. \end{cases}$$

$$\mu = \frac{204 \text{ Н} - 20 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{20 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot \frac{1}{2}} \approx 0,3.$$



Брусок массой 2 кг лежит на горизонтальной шероховатой поверхности. К нему прикладывают силу направленную под углом  $60^\circ$  к горизонту. Модуль этой силы равен 8 Н. Коэффициент трения между бруском и поверхностью равен 0,6. Чему равен модуль силы трения, действующей со стороны поверхности на брусок? Ответ приведите в ньютонах, округляя до целых.

Небольшое тело кладут на наклонную плоскость, угол при основании которой можно изменять. Если угол при основании наклонной плоскости равен  $20^\circ$ , то тело покоится и на него действует такая же по модулю сила трения, как и в случае, когда угол при основании наклонной плоскости равен  $47^\circ$ . Чему равен коэффициент трения между наклонной плоскостью и телом? Ответ округлите до десятых долей.

Если тело покоится



$$\vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} + m\vec{g} = 0$$

$$F_{\text{тр}1} = mg \sin \alpha_1$$

Если бы во втором случае тело тоже покоилось, то сила трения была бы

$$mg \sin \alpha_2$$

Значит, при угле  $47^\circ$  тело скользит

Небольшое тело кладут на наклонную плоскость, угол при основании которой можно изменять. Если угол при основании наклонной плоскости равен  $20^\circ$ , то тело покоится и на него действует такая же по модулю сила трения, как и в случае, когда угол при основании наклонной плоскости равен  $47^\circ$ . Чему равен коэффициент трения между наклонной плоскостью и телом? Ответ округлите до десятых долей.

Если тело покоится

$$\vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} + m\vec{g} = 0.$$

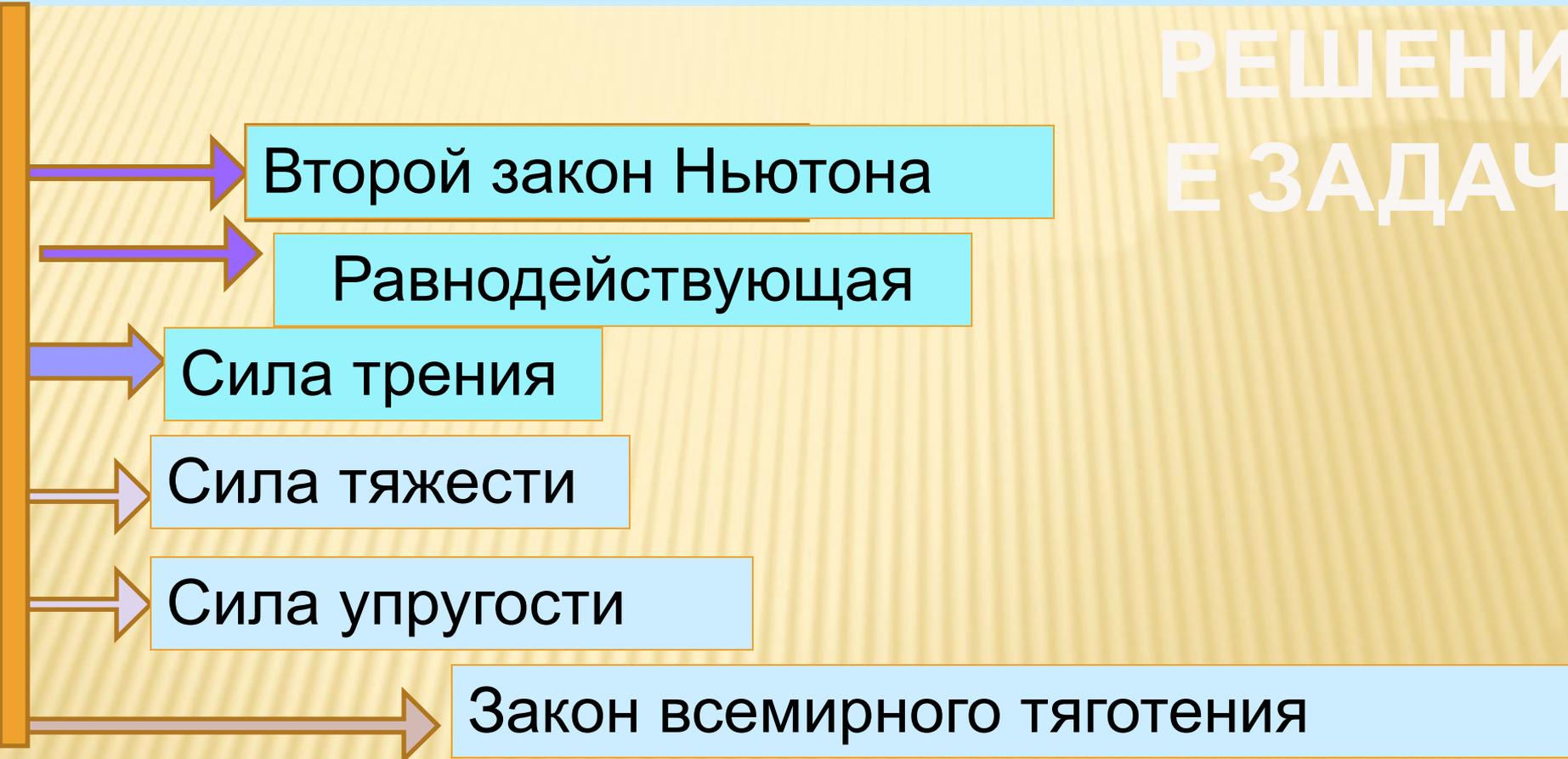
$$F_{\text{тр}2} = \mu N = \mu mg \cos \alpha_2, \quad F_{\text{тр}1} = mg \sin \alpha_1.$$

$$F_{\text{тр}1} = F_{\text{тр}2} \Leftrightarrow mg \sin \alpha_1 = \mu mg \cos \alpha_2.$$

$$\mu = \frac{\sin \alpha_1}{\cos \alpha_2} = \frac{\sin 20^\circ}{\cos 47^\circ} \approx 0,5.$$

# Силы в природе, законы Ньютона

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ



Второй закон Ньютона

Равнодействующая

Сила трения

Сила тяжести

Сила упругости

Закон всемирного тяготения