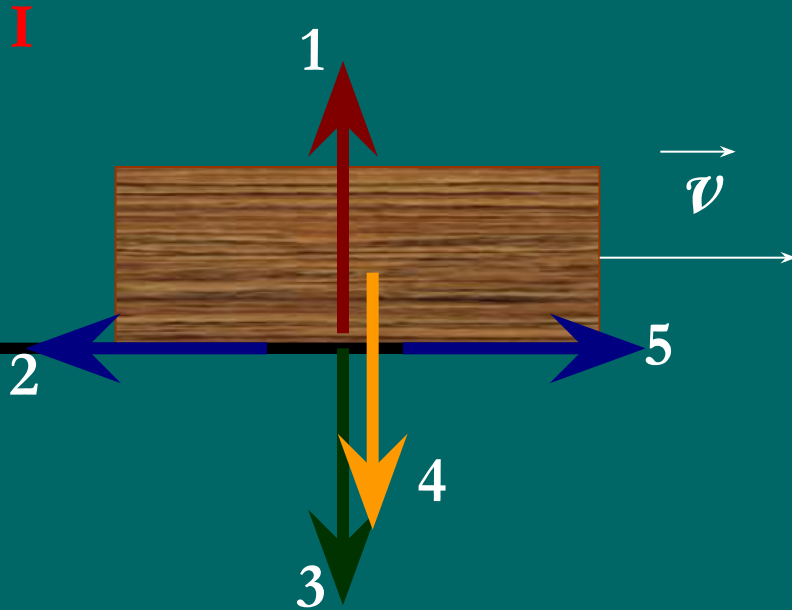


# Тема: применение законов Ньютона.

Провидите аналогию



1. Вес тела
2. Реакция опоры
3. Сила тяжести
4. Сила трения

Ответ:

12  
24  
31  
43

**II** 1  $F = \mu mg$

2  $F = \frac{mg}{\mu}$

3  $P = mg$

4  $F = mg$

1. Вес тела
2. Реакция опоры
3. Сила тяжести
4. Сила трения

Ответ:

14  
31  
43

Оценка:

7+      5  
били5 +      4  
4      3

Для решения задач динамики используют следующий подход:

1. Изобразить силы, действующие на тело в инерциальной системе отсчета
2. Записать для каждого тела второй закон Ньютона в векторной форме.
3. Выберите координатные оси (если известно направление ускорения, то одну ось направляем вдоль ускорения, а вторую перпендикулярно ей)
4. Проецируем второй закон Ньютона на оси, получаем систему уравнений для нахождения неизвестных величин.
5. Решаем систему уравнений

Найдем ускорение и вес тела массой  $m$ , скатывающегося по наклонной плоскости, составляющей угол  $\alpha$  с горизонтом (рис. 100). Коэффициент трения скольжения равен  $\mu$ .

**Решение.**

Изобразим все силы, действующие на тело: силу тяжести  $m\vec{g}$ , силу реакции  $\vec{N}$  и силу трения  $\vec{F}_{\text{тр}}$ , направленную противоположно скорости движения.

Запишем второй закон Ньютона в векторной форме:

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

Выберем ось  $X$  параллельно и ось  $Y$  перпендикулярно наклонной плоскости.

Спроецируем уравнение на координатные оси  $X$  и  $Y$ :

$$\begin{cases} ma = mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} & (\text{на ось } X), \\ 0 = N - mg \cos \alpha & (\text{на ось } Y). \end{cases}$$

Используя выражение для силы трения  $F_{\text{тр}} = \mu N$  и подставляя его в первое уравнение системы, получаем систему двух уравнений с двумя неизвестными:

$$\begin{cases} ma = mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}, \\ 0 = N - mg \cos \alpha. \end{cases}$$

Из второго уравнения находим силу реакции  $N$  и соответственно вес тела  $P$ :

$$N = P = mg \cos \alpha.$$

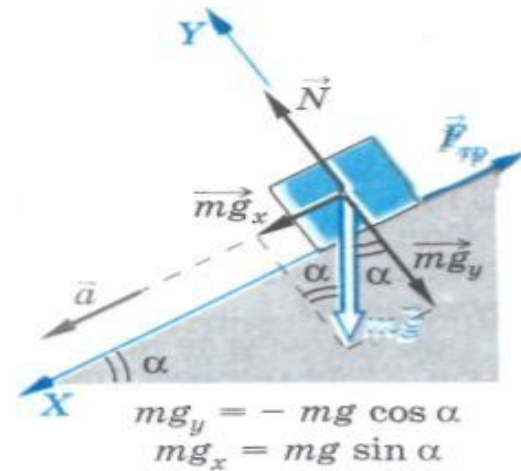
Вес тела на наклонной опоре меньше силы тяжести.

Подставляя выражение для силы реакции в первое уравнение системы

$$ma = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha,$$

находим ускорение тела

$$a = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha).$$



▲ 100

Для решения задач динамики используют следующий подход:

1. Изобразить силы, действующие на тело в инерциальной системе отсчета
2. Записать для каждого тела второй закон Ньютона в векторной форме.
3. Выберите координатные оси (если известно направление ускорения, то одну ось направляем вдоль ускорения, а вторую перпендикулярно ей)
4. Проецируем второй закон Ньютона на оси, получаем систему уравнений для нахождения неизвестных величин.
5. Решаем систему уравнений

Решим задачу

Автомобиль массой 1т поднимается по шоссе с уклоном  $30^\circ$  под действием силы тяги 7кН. Найти ускорение автомобиля считая, что сила сопротивления зависит от скорости движения. Коэффициент сопротивления 0,1. ускорение свободного падения принять равным  $10 \frac{м}{с^2}$

Решение :

Дано :

$$m=1т = 10^3 \text{ кг}$$

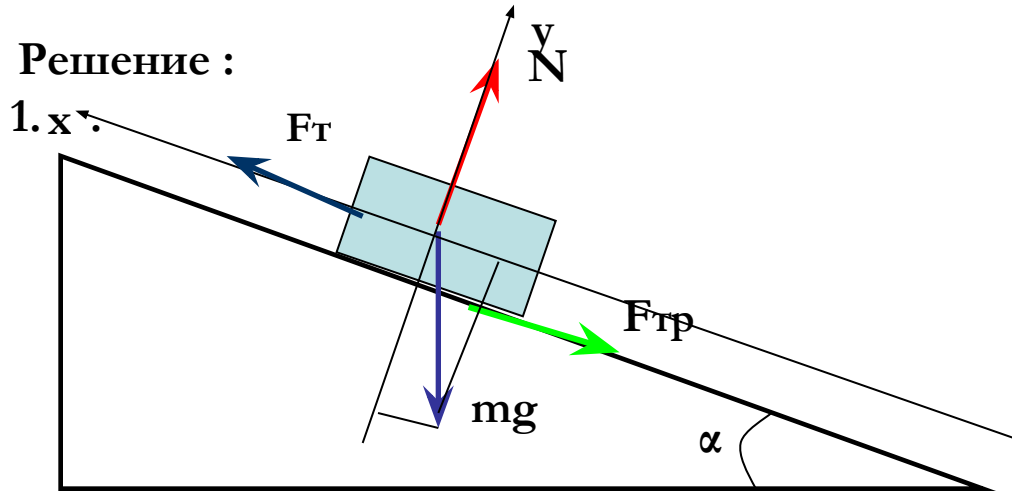
$$\alpha = 30^\circ$$

$$F=7кН=7 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

$$\mu=0,1$$

$$g=10 \frac{м}{с^2}$$

$$a=?$$



$$2 \quad N + F_T + mg + F_{Tp} = ma$$

$$3 \quad O_x: -mg \sin \alpha + F_T - F_{Tp} = ma$$

$$4 \quad O_y: N - mg \cos \alpha = 0$$

по определению сила трения  $F_{Tp} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$

$$-mg \sin \alpha + F_T - \mu mg \cos \alpha = ma$$

$$a = \frac{F_{mp} - mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{m}$$

Ответ:  $1,13 \frac{м}{с^2}$

Брусок массой  $m_1 = 200\text{г}$  под действием груза массой  $m_2 = 100\text{г}$  проходит из состояния покоя путь  $40\text{ см}$  за  $1\text{ с}$ . Найти коэффициент трения бруска о плоскость.

Дано:

$$m_1 = 200\text{г}$$

$$m_2 = 100\text{г}$$

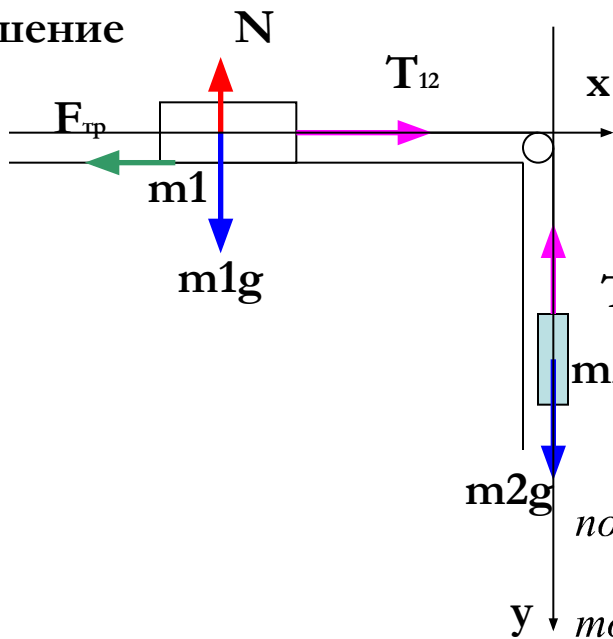
$$S = 40\text{ см}$$

$$t = 1\text{с}$$

$$V_0 = 0$$

$$\mu = ?$$

Решение



Запишем второй закон Ньютона в векторной форме для первого тела:

$$\vec{F}_{mp} + \vec{N} + \vec{m}_1\vec{g} + \vec{T}_{12} = \vec{m}_1\vec{a}$$

Выберем оси координат и спроецируем уравнение

$$\text{оx} \quad -F_{mp} + T_{12} = m_1 a$$

$$\text{оy} \quad -N + m_1 g = 0 \Rightarrow N = mg$$

по определению  $F_{mp} = \mu N$  то  $F_{mp} = \mu mg$

$$\text{тогда} \quad -\mu mg + T_{12} = ma$$

Запишем второй закон Ньютона в векторной форме для второго тела:

$$\vec{m}_2\vec{g} + \vec{T}_{21} = \vec{m}_2\vec{a} \quad \text{спроецируем уравнение} \quad m_2 g - T_{21} = m_2 a$$

решаем получившуюся систему уравнений сложив левые и правые части

$$-\mu m_1 g + T_{12} = m_1 a$$

$$\Rightarrow m_2 g - T_{21} + T_{12} - \mu m_1 g = m_2 a + m_1 a \quad \text{от куда получаем} \quad \mu = \frac{a(m_1 + m_2) - m_2 g}{m_1 g}$$

$$m_2 g - T_{21} = m_2 a$$

$$\text{Ускорение найдем из } S = v_0 t + \frac{at^2}{2} ; \quad S = \frac{at^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2S}{t^2}$$

Ответ: 0,38

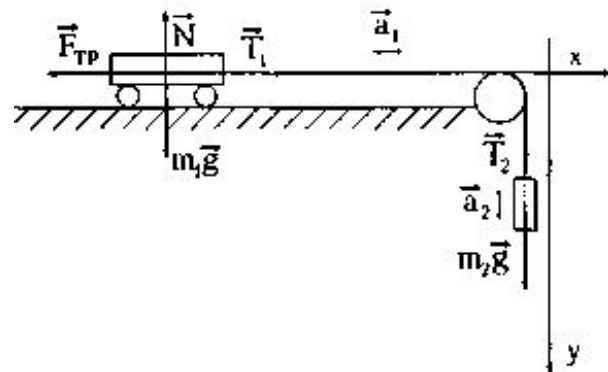
3. Тележка массой 5 кг движется по горизонтальной поверхности под действием гири массой 2 кг, прикрепленной к концу нерастяжимой нити, перекинутой через неподвижный блок. Определить натяжение нити и ускорение движения тележки, если коэффициент трения тележки о плоскость 0,1. Массами блока и нити, а также трением в блоке пренебречь.

**Решение:** В данном случае рассматривают движение каждого тела отдельно.

Запишем для тележки второй закон Ньютона в векторной форме:  $\vec{N} + \vec{T}_1 + m_1 \vec{g} + F_{mp} = m_1 \vec{a}_1$

$$Ox: T_1 - F_{mp} = m_1 a_1$$

$$Oy: N - m_1 g = 0 \Rightarrow N = m_1 g = 49 \text{ Н, т. к. } F_{mp} = \mu m_1 g = m_1 a_1, (1)$$



2) На гирю  $m_2$  действуют две силы: сила тяжести  $m_2 g$  и сила натяжения нити  $T_2$ .

По второму закону Ньютона:

$$T_2 + m_2 g = m_2 a_2$$

$$-T_2 + m_2 g = m_2 a_2 \text{ или } m_2 g - T_2 = m_2 a_2 (2)$$

$$T_1 - \mu m_1 g = m_1 a_1$$

$$m_2 g - T_2 = m_2 a_2$$

$$T_1 = T_2 = T = a_1 = a_2 = a.$$

Складывая уравнения системы, получим:

$$T - \mu m_1 g + m_2 g - T = m_1 a + m_2 a, \text{ откуда}$$

$$g(m_2 - \mu m_1) = a(m_1 + m_2).$$

Силу натяжения нити можно определить по любому уравнению (1) или (2)

$$a = \frac{g(m_2 - \mu m_1)}{m_1 + m_2}$$

$$T = m_1 a + \mu m_1 g = m_1 (a + \mu g); \quad T = 5 \cdot 2,1 + 0,1 \cdot 5 \cdot 9,8 = 15,4 \text{ Н.}$$

(Ответ:  $T = 15,4 \text{ Н}$ ;  $a = 2,1 \text{ м/с}^2$ .)