

Динамика. Решение задач



1	
2	
3	
4	

Содержание

Повторение теоретического материала

План решения задач

Движение по горизонтали

Движение по вертикали

Движение по наклонной
плоскости

Домашнее задание



Законы Ньютона

I закон: Существуют такие системы отсчета относительно которых поступательно движущееся тело сохраняет свою скорость постоянной, если на него не действуют другие тела, или действия других тел скомпенсированы.

II закон: Сила, действующая на тело, равна произведению массы тела на сообщаемое этой силой ускорение.

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

III закон: Тела действуют друг на друга с силами, равными по модулю и противоположными по направлению

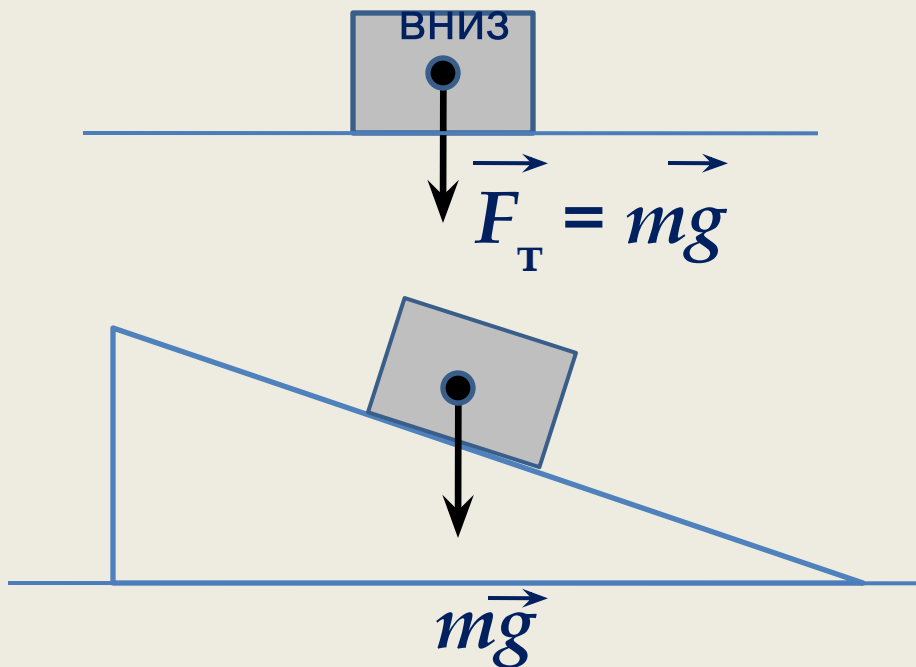
$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$



Виды сил:

Сила тяжести

приложена к центру тела,
всегда направлена вертикально

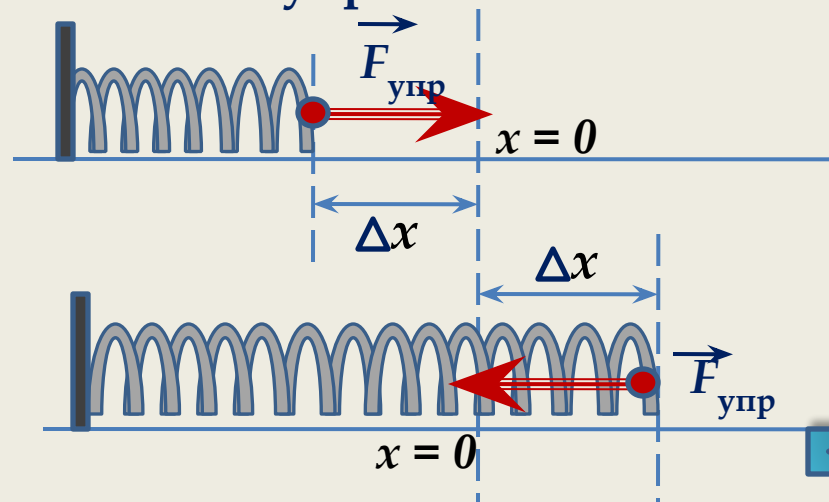


Сила упругости

возникает при деформации тела,
пропорциональна его удлинению и
направлена противоположно
направлению смещения частиц тела
при деформации.

При малых деформациях для
модуля силы выполняется закон

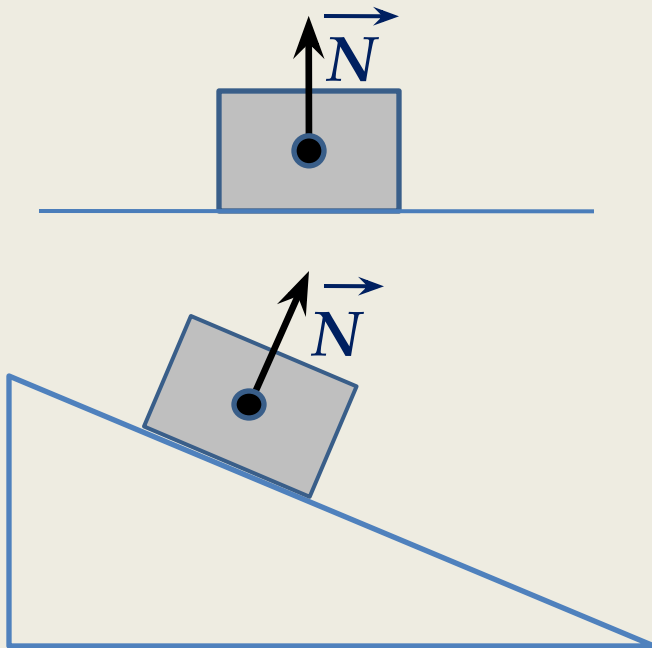
$$F_{\text{упр}} \stackrel{\text{Гука}}{=} k |\Delta x|$$



Виды сил упругости:

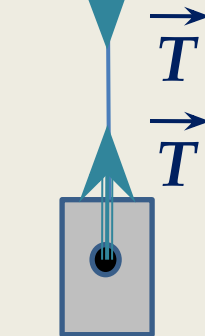
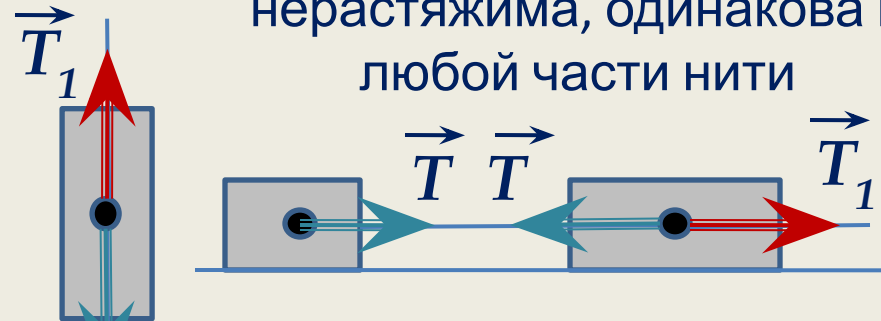
Сила реакции опоры

Приложена к центру тела, всегда направлена перпендикулярно поверхности, на которой находится тело



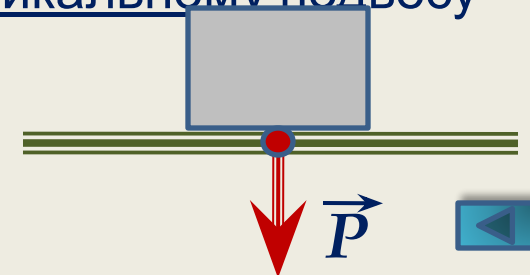
Сила натяжения нити

Приложена к центру тела. В случае, если нить невесома, нерастяжима, одинакова в любой части нити



Вес тела

Это сила упругости, приложенная к горизонтальной опоре или вертикальному подвесу

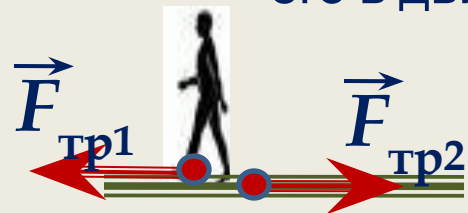


Силы трения

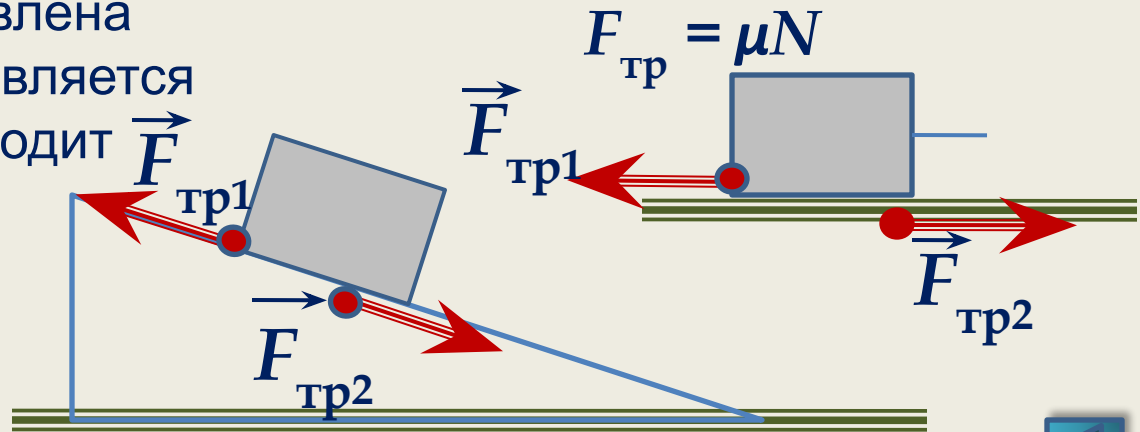
Виды трения: покоя, скольжения, качения. Сила трения приложена к телу и направлена вдоль поверхности соприкасающихся тел в сторону, противоположную направлению движения тела, предполагаемого движения (когда мы пытаемся сдвинуть тело с места)

- ▶ Исключением является случай, когда одно тело начинает движение по поверхности другого тела.

Здесь сила трения направлена в сторону движения тела и является той силой, которая приводит его в движение



- ▶ Максимальная сила трения покоя (скольжения) пропорциональна силе нормального давления



- ▶ Для удобства можно изображать силу трения от центра тела



План решения задач

1. Записать краткое условие задачи («Дано», «Найти»)
2. Перевести, по необходимости, единицы измерения в стандарты СИ.
3. Выполнить рисунок, на котором обозначить направления координатных осей, ускорения и всех сил, приложенных к телу
4. Для каждого тела записать в векторном виде уравнение второго закона Ньютона, перечислив в его правой части в любом порядке все силы, приложенные к телу
5. Записать полученные в п. 4 уравнения в проекции на оси координат.
6. Из полученного уравнения (системы уравнений) в буквенной форме выразить неизвестную величину.
7. Найти численное значение неизвестной величины, если этого требует условие задачи.
8. Записать ответ.



Движение тел по горизонтали

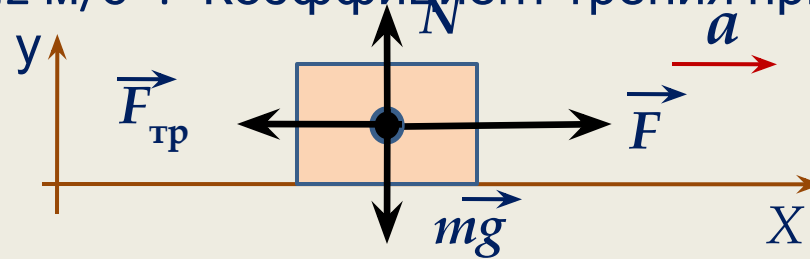
Какая горизонтальная сила потребуется, чтобы тело массой 2 кг, лежащее на горизонтальной поверхности, начало скользить по ней

Дано: с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$? Коэффициент трения принять равным

$\mu = 0,02$
 $m = 2 \text{ кг}$
 $a = 0,2$

м/с^2 ?

1



2

$$\vec{m}a = \vec{m}g + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} + \vec{F} \quad \text{Откуда } F = ma + \mu mg$$

3 Ох $ma = 0 - F_{\text{тр}} + 0 + F$ (1)

5 Вычислим $F = 0,79$
Н

Оу $0 = -mg + 0 + N + 0$ (2)

4 из (2) : $mg = N$, т. к. $F_{\text{тр}} = \mu N$,

получим уравнение (1) в виде:

$$ma = -\mu mg + F$$

Ответ: $F = 0,79$
Н



Два тела массами 50 г и 100 г связаны нитью и лежат на гладкой горизонтальной поверхности. С какой силой можно тянуть первое тело, чтобы нить, выдерживающая максимальную силу натяжения 5 Н, не оборвалась?

Дано

$$m_1 = 50 \text{ г} = 0,05 \text{ кг}$$

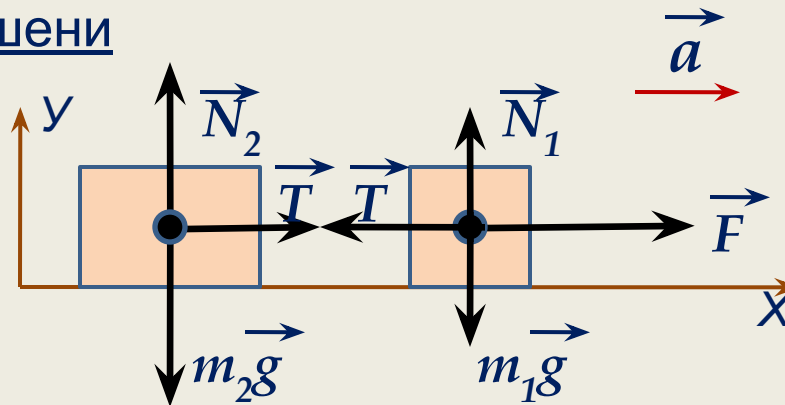
$$m_2 = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}$$

$$T = 5 \text{ Н}$$

$F - ?$

Решени

е:
1



$$m_1 \vec{a} = m_1 \vec{g} + \vec{T} + \vec{N}_1 + \vec{F}$$

$$m_2 \vec{a} = m_2 \vec{g} + \vec{T} + \vec{N}_2$$

$$\text{ОХ } m_1 a = -T + F \quad (1)$$

$$: \quad m_2 a = T \quad (2)$$

4 Выражая из (2) : $a = T/m_2$,
и подставляя в (1),
получим

$$m_1 T/m_2 = -T + F$$

$$F = m_1 T/m_2 + T$$

$$5 \quad F = 0,05 \text{ кг} \cdot 5 \text{ Н} / 0,1 \text{ кг} + 5 \text{ Н} = 7,5 \text{ Н}$$

Ответ: $F = 7,5$
Н



Движение по вертикали

Два тела, связанные друг с другом, поднимают на нити вертикально вверх, прикладывая силу 5 Н. Масса первого тела 100 г, второго

200 г. Определите ускорение, с которым движутся тела и силу натяжения нити.

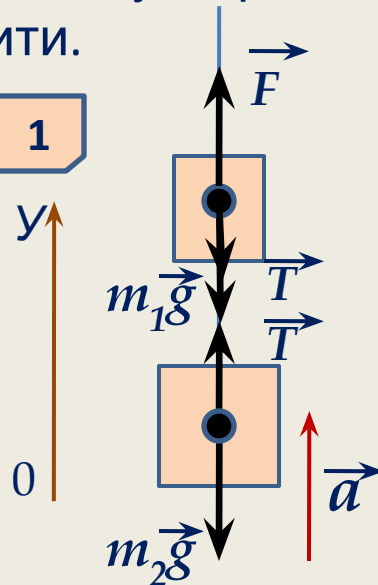
Дано

$$m_1 = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}$$

$$m_2 = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$$

$$F = 6 \text{ Н}$$

$$a - ? \quad T - ?$$



Решени

3 \vec{e}_y : $m_1 a = -m_1 g - T + F$ (1)

$$m_2 a = -m_2 g + T$$
 (2)

4 Сложим (1) и (2)

$$m_1 a + m_2 a = -m_1 g + F - m_2 g$$

$$a = \frac{F - m_2 g - m_1 g}{m_1 + m_2}, \quad T = m_2 (g + a)$$

5 $a = 10 \text{ м/с}^2 \quad T = 4 \text{ Н}$

Ответ: $a = 10 \text{ м/с}^2, T = 4 \text{ Н}$

2

$$m_1 \vec{a} = m_1 \vec{g} + \vec{T} + \vec{F}$$

$$m_2 \vec{a} = m_2 \vec{g} + \vec{T}$$



К концам легкой нити, перекинутой через невесомый блок, подвешены грузы массами 2 кг и 1 кг. Определите ускорение грузов.

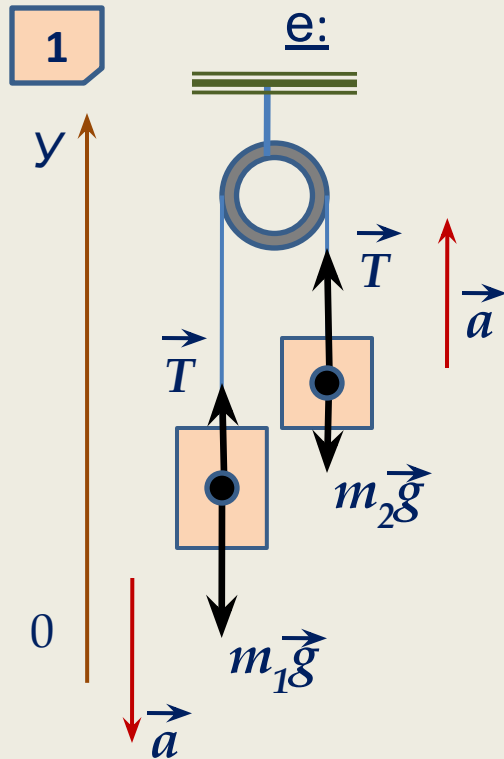
Дано

$$m_1 = 2 \text{ кг}$$

$$m_2 = 1 \text{ кг}$$

$a = ?$

Решени



2

$$m_1 \vec{a} = m_1 \vec{g} + \vec{T}$$

$$m_2 \vec{a} = m_2 \vec{g} + \vec{T}$$

3

Оу: $-m_1 a = -m_1 g + T$ (1)

$$m_2 a = -m_2 g + T$$
 (2)

4

Вычтем из (2) (1) и выразим a

$$m_2 a + m_1 a = m_1 g - m_2 g$$

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

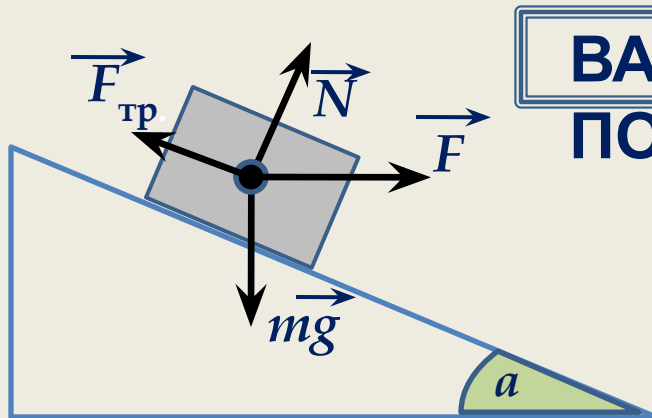
5

$$a = \frac{9,8 \text{ м/с}^2 (2 \text{ кг} - 1 \text{ кг})}{1 \text{ кг} + 2 \text{ кг}} = 3,3 \text{ м/с}^2$$

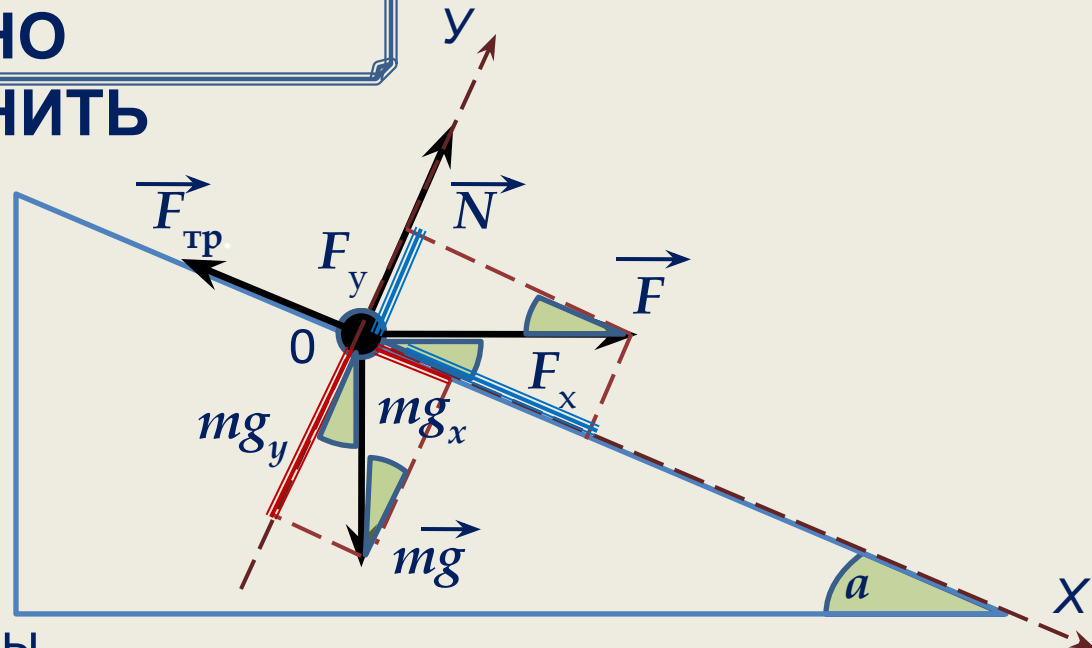
Ответ: $a = 3,3 \text{ м/с}^2$



Движение по наклонной плоскости



**ВАЖНО
ПОМНИТЬ**



- Для тела, расположенного на наклонной плоскости, целесообразно выбирать оси координат таким образом, чтобы ось Ox располагалась вдоль, а ось Oy – перпендикулярно наклонной плоскости (не нужно путать целесообразность с обязательностью)

Тогда для проекции сил на оси координат получим следующие выражения:

$$F_x = F \cos a, \quad F_y = F \sin a$$
$$mg_x = mg \sin a, \quad mg_y = - mg \cos a$$
$$N_x = 0, \quad N_y = N$$
$$F_{\text{тр}x} = - F_{\text{тр}}, \quad F_{\text{тр}y} = 0$$



На брусок массой m действует горизонтальная сила F , параллельная основанию наклонной плоскости с углом при основании a . С каким ускорением движется брусок к вершине, если коэффициент трения μ ?

Дано

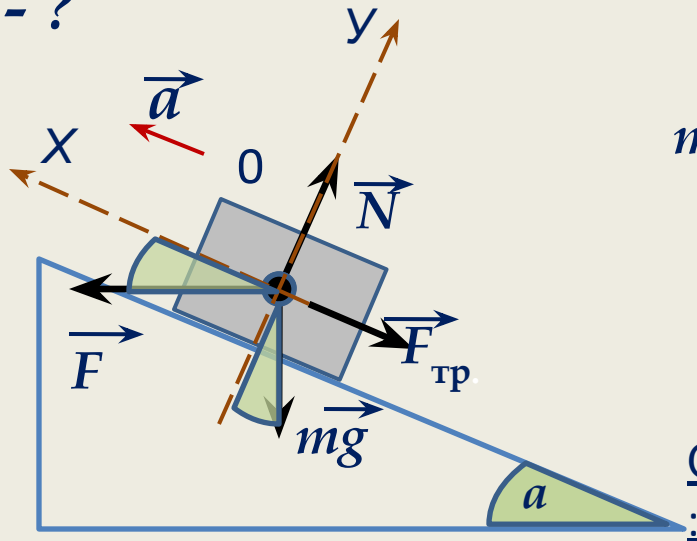
Решени

F ;
 m ;
 a ;
 μ

е:

$a - ?$

1



2

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

3

$$\text{Ox: } ma = -F_{\text{тр}} - mg \sin a + F \cos a \quad (1)$$

$$\text{Oy: } 0 = -mg \cos a + N - F \sin a \quad (2)$$

4

$$\text{из (2): } N = mg \cos a + F \sin a,$$

$$F_{\text{тр}} = N \mu = \mu (mg \cos a + F \sin a)$$

$$ma = -\mu (mg \cos a + F \sin a) - mg \sin a + F \cos a$$

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

Ответ

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

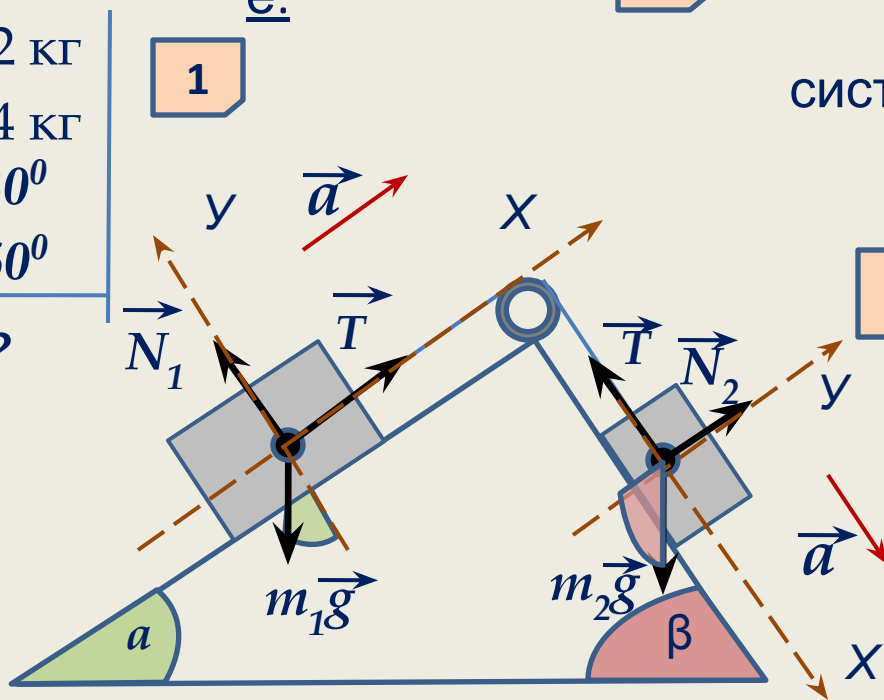
С каким ускорением будут двигаться грузы массами 2 кг и 4 кг, если $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 60^\circ$. Найти натяжение нити. Блоки и нить невесомы, трением пренебречь.

Дано

$m_1 = 2 \text{ кг}$
 $m_2 = 4 \text{ кг}$
 $\alpha = 30^\circ$
 $\beta = 60^\circ$
 $a - ?$

Решени

е:



2

Удобно выбрать для каждого тела СВОЮ

систему координат (как на рисунке)

$$m_1 \vec{a} = m_1 \vec{g} + \vec{T} + \vec{N}_1$$

$$m_2 \vec{a} = m_2 \vec{g} + \vec{T} + \vec{N}_2$$

3 $Ox: m_1 a = -m_1 g \sin \alpha + T \quad (1)$

$Oy: 0 = -m_1 g \cos \alpha + N_1 \quad (2)$

$Ox: m_2 a = m_2 g \sin \beta - T \quad (3)$

$Oy: 0 = -m_2 g \cos \beta + N_2 \quad (4)$

4 Складывая (1) и (3), и выражая ускорение (получим: a)

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

$$T = m_1 a + m_1 g \sin \alpha$$

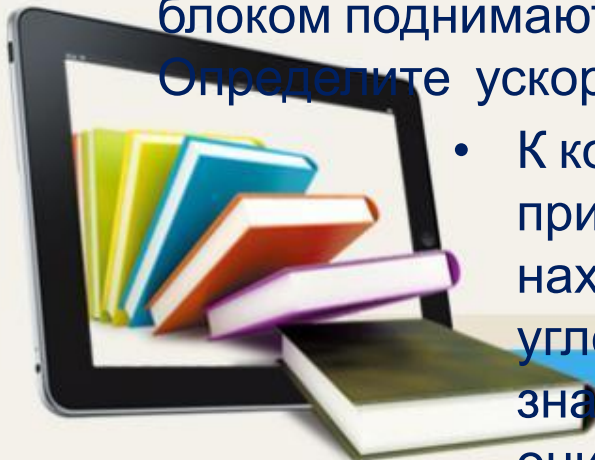
5 $a = 4 \text{ м/с}^2 \quad T = 17,8 \text{ Н}$

Ответ: $a = 4 \text{ м/с}^2, T = 17,8 \text{ Н}$



Задачи

- Автодрезина ведет равноускоренно две платформы массами 12 т и 8 т. Сила тяги, развиваемая дрезиной, равна 1,78 кН. Коэффициент трения равен 0,06. С какой силой натянута сцепка между платформами?
- Тело массой 50 кг придавлено к вертикальной стене силой 4 Н. Какая сила необходима для того, чтобы перемещать его вертикально вверх с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$, если коэффициент трения 0,5 ?
- К концам легкой нити, перекинутой через невесомый блок, подвешены грузы массами 2 кг и 1 кг. Систему грузов вместе с блоком поднимают вертикально вверх с ускорением 1 м/с^2 . Определите ускорения грузов.



- К концам троса, перекинутого через блок, привязаны бруски с массами $m_1 = m$ и $m_2 = 4m$, находящиеся на гладкой наклонной плоскости с углом наклона 30° . При каком минимальном значении коэффициента трения между брусками они будут покоиться?



Список литературы

1. Г. Я. Мякишев. Физика: Учебник для 10 кл. общеобразовательных учреждений / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский. – М. : Просвещение, 2008.
2. Кирик Л. А. Физика – 9. Разноуровневые самостоятельные и контрольные работы. – М.: Илекса, 2003.
3. Задачи вступительных экзаменов в МФТИ .



**ЗАВЕРШИТЬ
ПОКАЗ**