Решению задач с помощью законов Ньютона.

Преподаватель физики: Уткина Е. В.
ГБПОУ Курганский промышленный техникум

г. Курган
2014 г

Алгоритм решения задач

1.Нарисовать рисунок на котором показать:
   а) все действующие силы
   б) направление ускорения (скорости)
   в) выбрать оси координат

2.Написать второй закон Ньютона в общем виде и для конкретной задачи

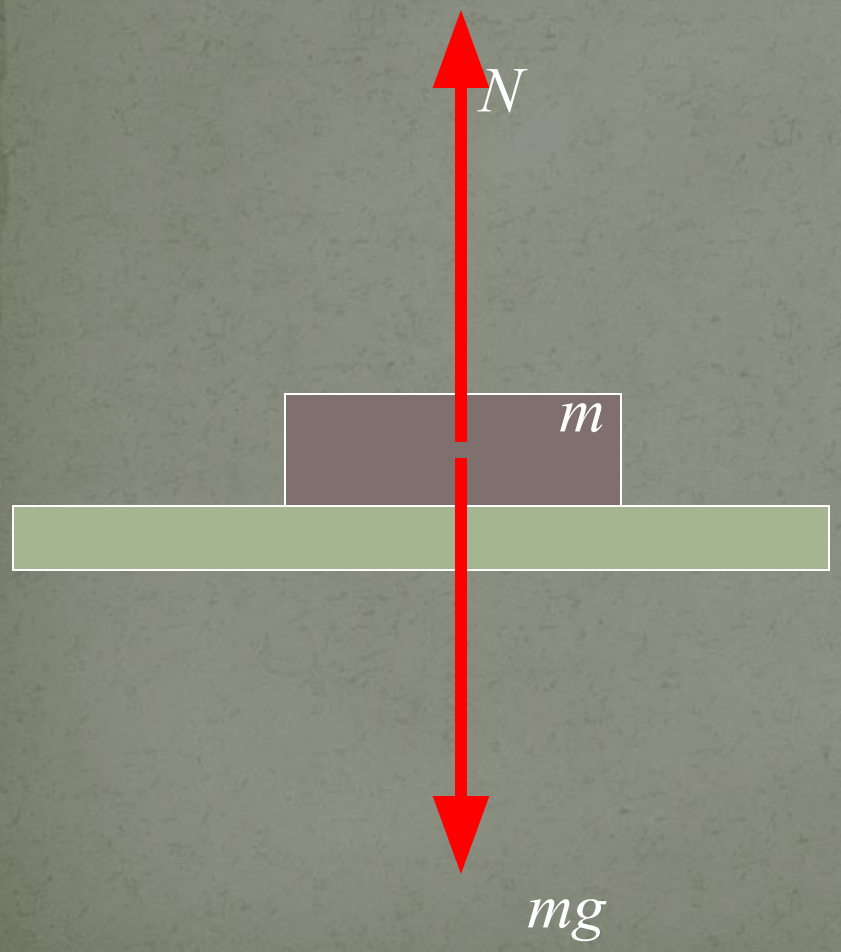
3.Написать проекции сил на оси

4.Написать формулы сил (трения, упругости и т.д.)

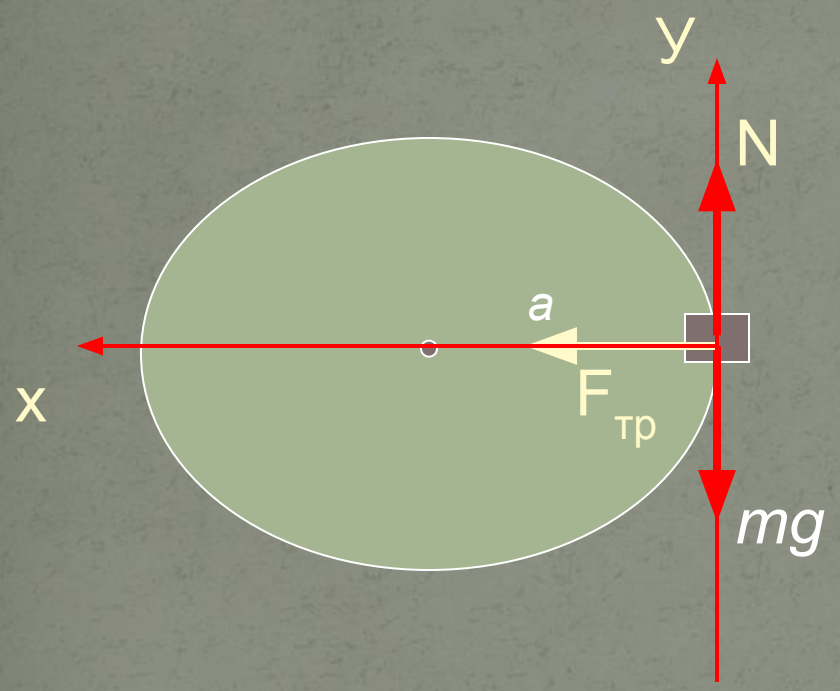
5. Найти искомую величину (решить задачу)

Повторение

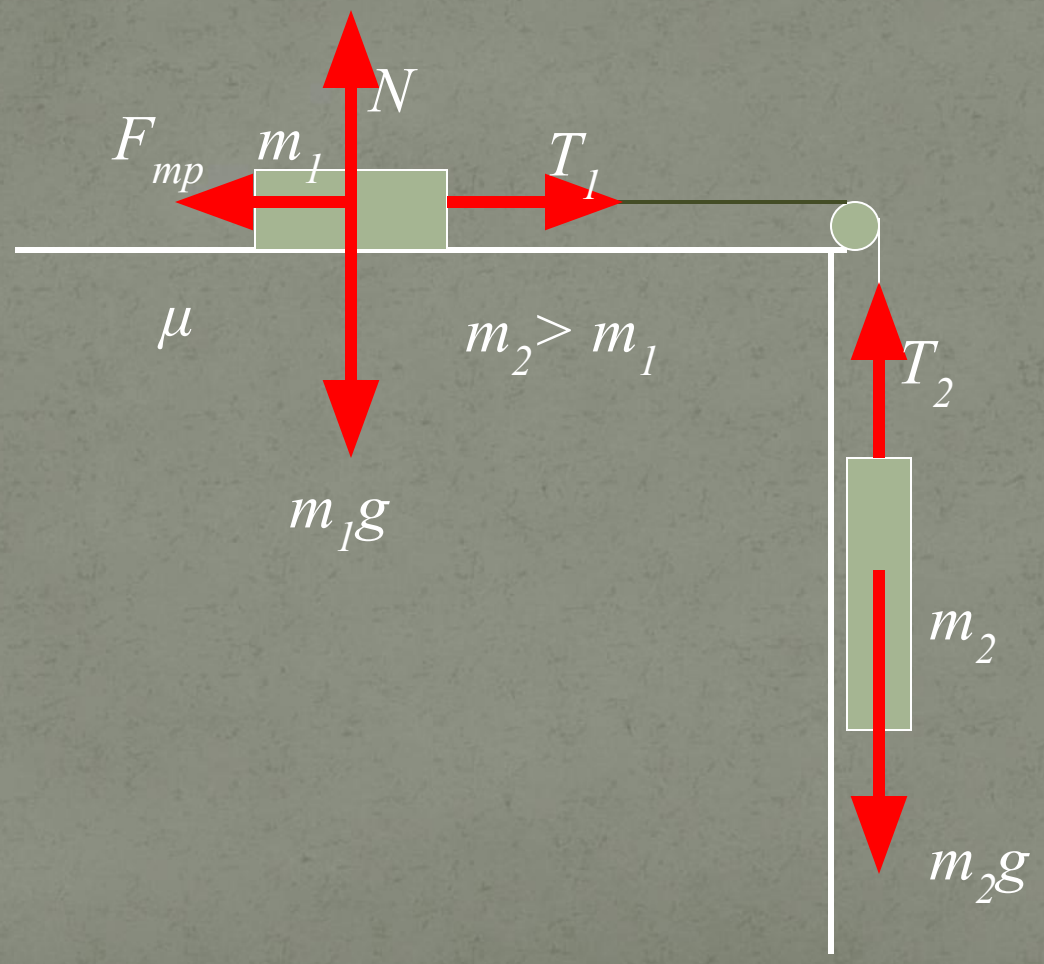
Укажите силы, действующие на тело



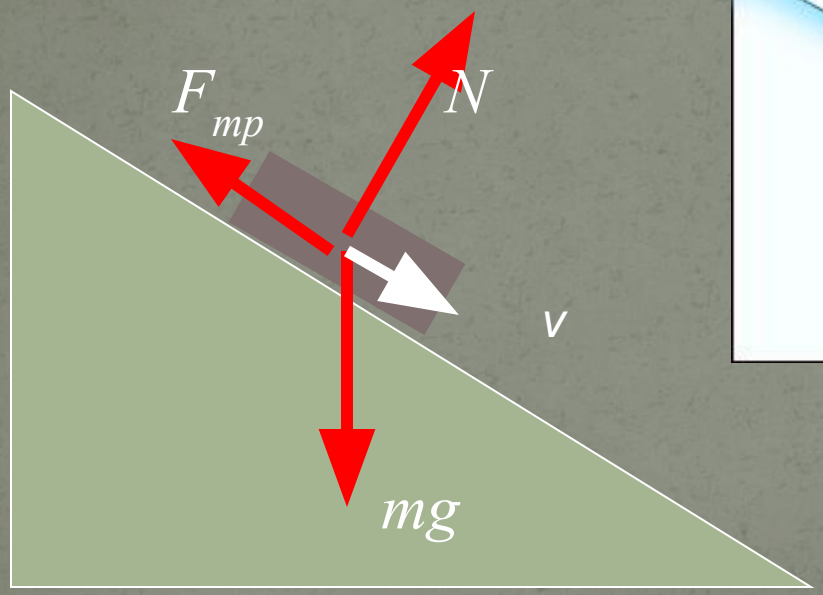
Укажите силы, действующие на тело, свершающего поворот

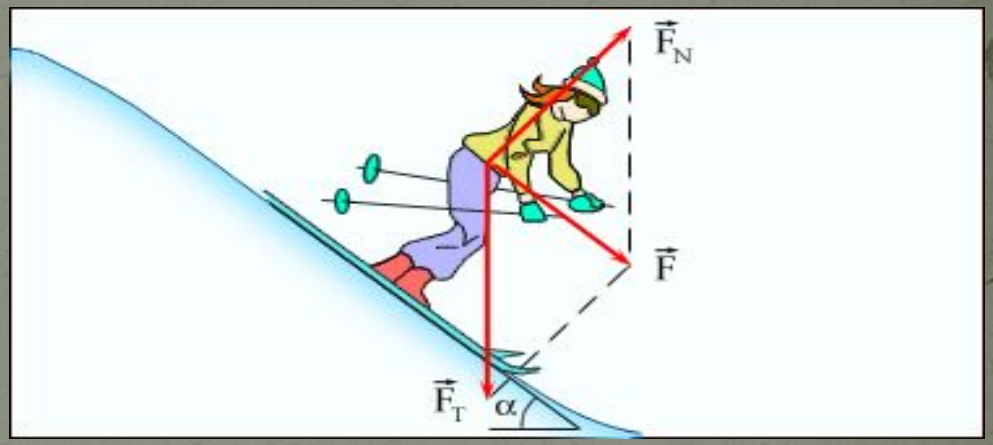


Укажите силы, действующие на связанные тела

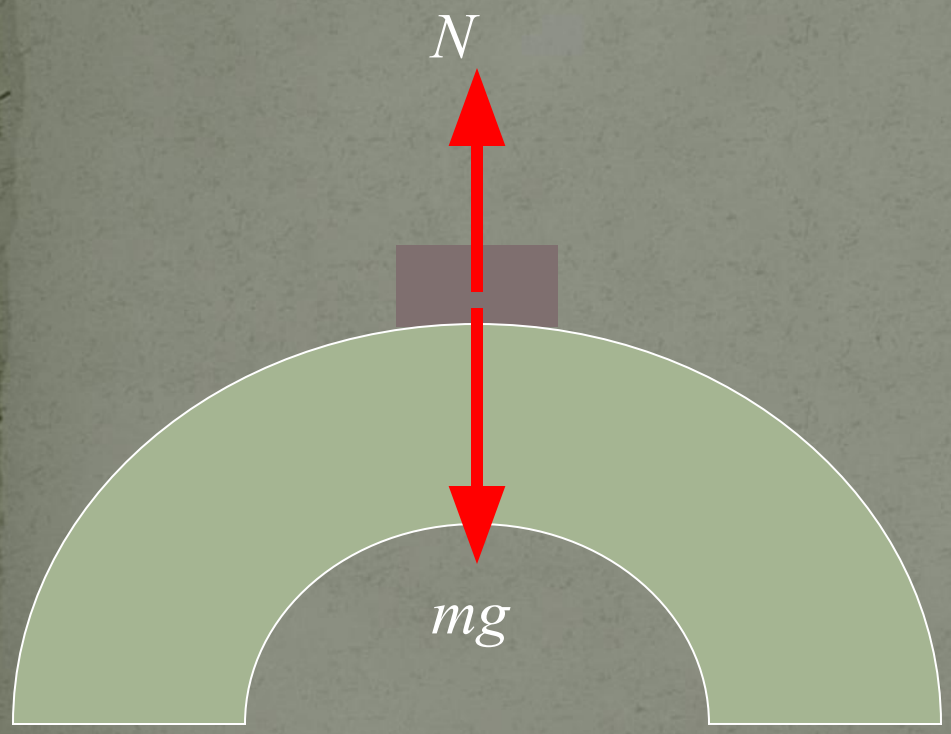


Укажите силы, действующие на тело, соскальзывающего с плоскости

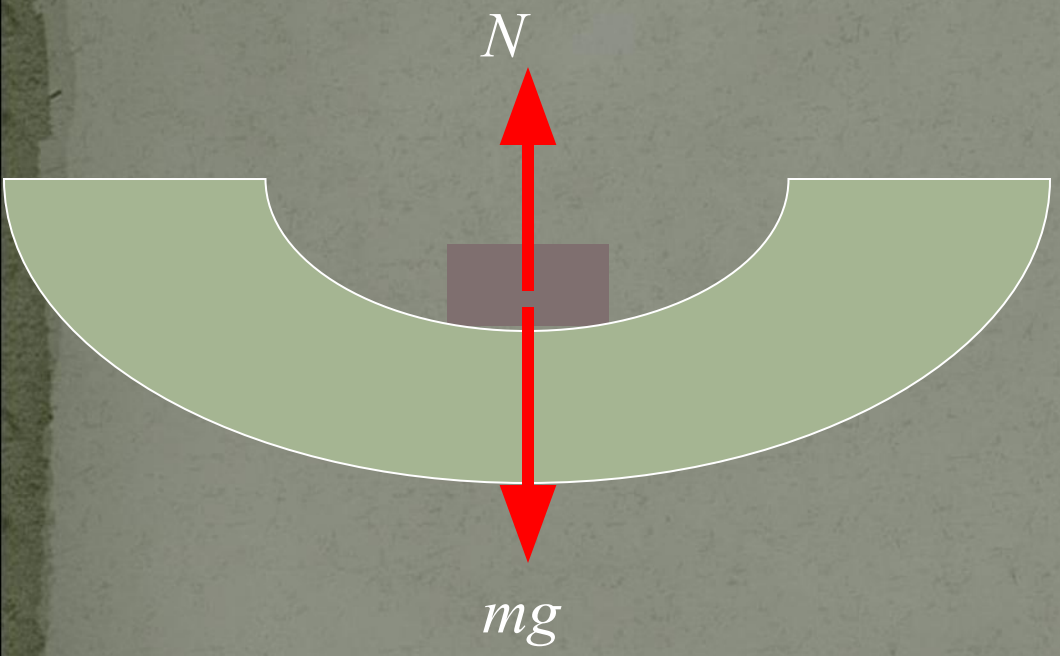




Укажите силы, действующие на тело, если оно движется по выпуклому мосту

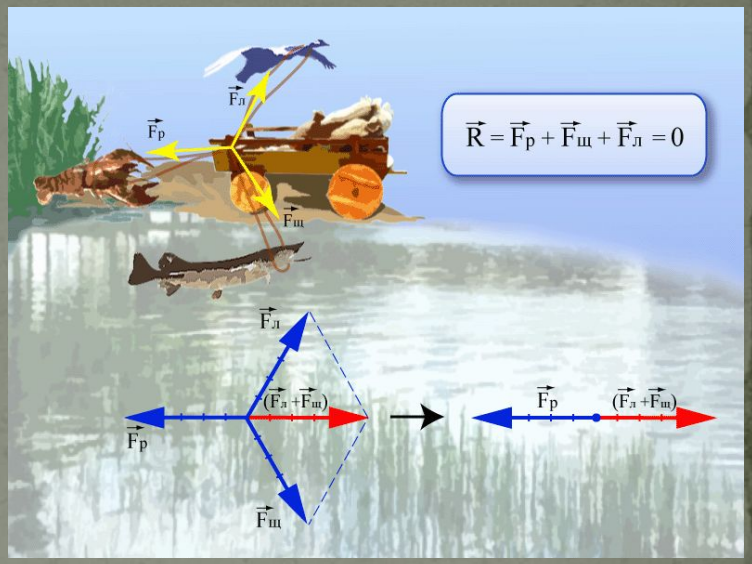


Укажите силы, действующие на тело, если оно движется по вогнутому мосту



Равнодействующая сил

I закон Ньютона:
Материальная точка сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока воздействие со стороны других тел не заставит ее изменить это состояние



II закон Ньютона:
В инерциальной системе отсчета ускорение тела прямо пропорционально векторной сумме всех действующих на тело сил и обратно пропорционально массе тела:

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

Движение под действием нескольких сил

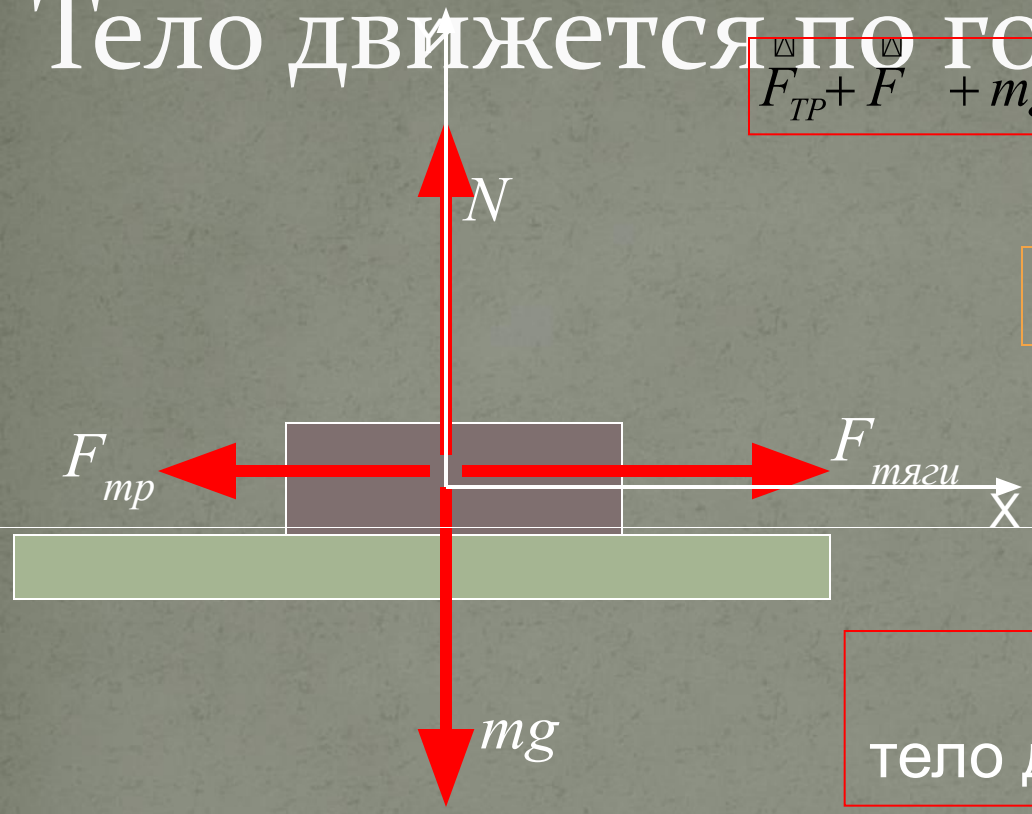
- Тело движется по горизонтали
- Тело движется по наклонной плоскости
- Тело движется по мосту
- Тело движется на подвесе
- Тело движется на блоке

Тело движется по горизонтали

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

$$\begin{cases} F_{TP} - F = ma \\ N - mg = 0 \end{cases}$$

N = mg



Fтр = μN = μ mg

ma = Fтяги - μmg
тело двигается равноускоренно

ma = μmg - Fтяги
тело двигается равнозамедленно

Fтяги = Fтр
тело двигается равномерно !

Движение по горизонтали

Задача № 1.

Автобус, масса которого с полной нагрузкой равна 15 т, трогается с места с ускорением 0,7 м/с^2. Найти силу тяги, если коэффициент сопротивления движению равен 0,03.

Дано:

$m = 15т = 15000кг$

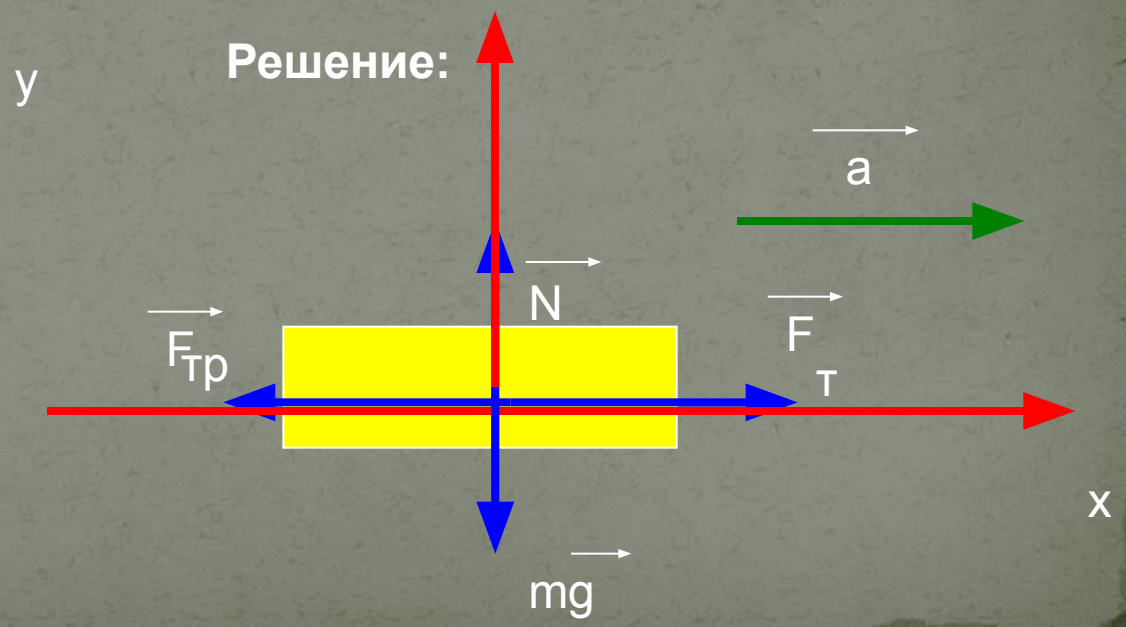
$a = 0{,}7\frac{м}{с^2}$

$\mu = 0{,}03$

Найти:

F – ?

Решение:



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

$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{T} + \vec{F}_{TP} = m\vec{a}$$

X: $F_T - F_{TP} = ma \Rightarrow F_T = F_{TP} + ma$

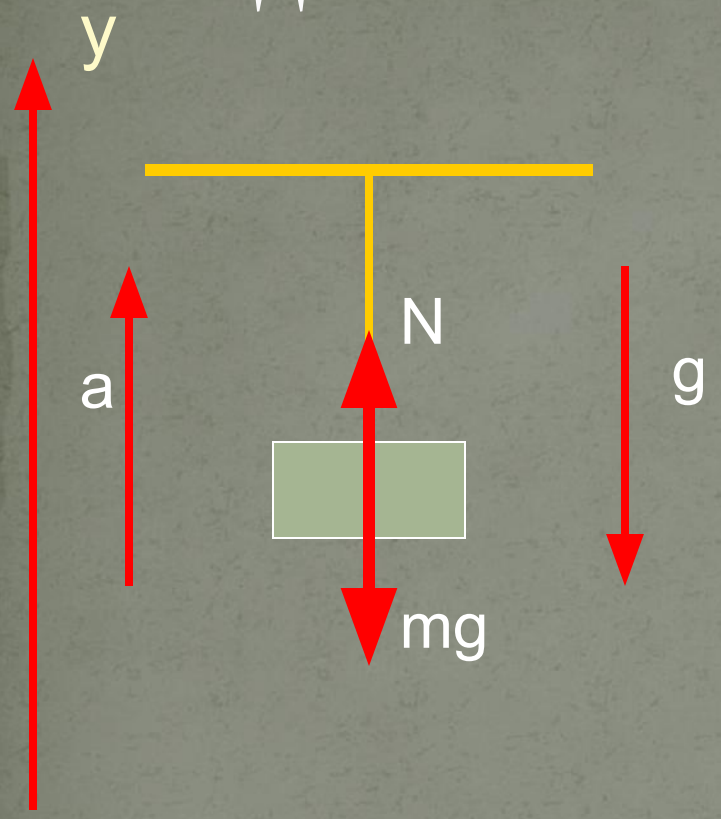
Y: $N - mg = 0 \Rightarrow N = mg$

$$F_{Tp} = \mu N = \mu mg$$

$$F_T = \mu mg + ma = m(\mu g + a)$$

$$F_T = 15000(0.03 * 10 + 0.7) = 15000\text{Н} = 15\text{кН}$$

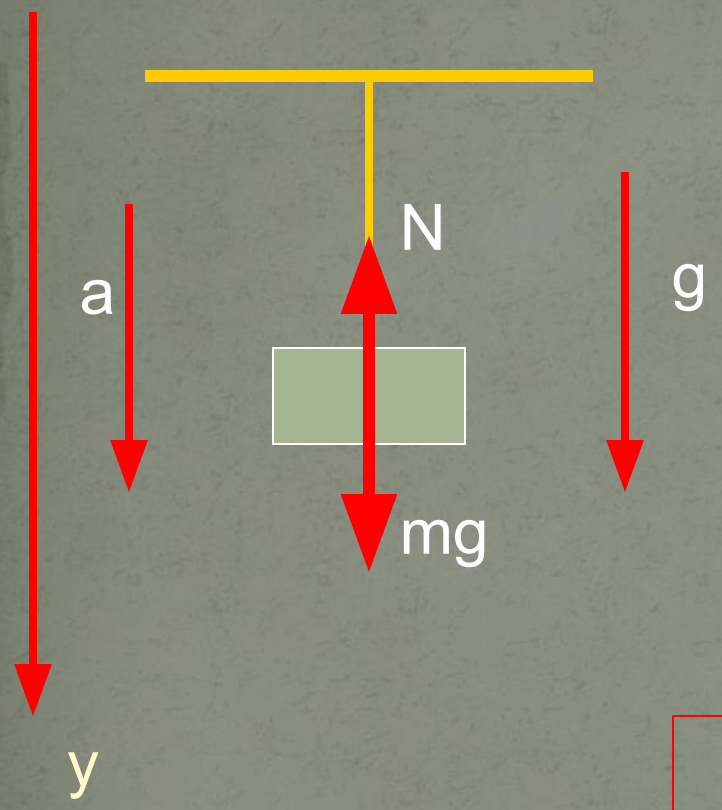
Тело движется на подвесе вверх



$$m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}$$

$$ma = N - mg$$

Тело движется на подвесе вниз



$$m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}$$

ma = mg – N

mg = N,
тело покоится !

Движение по вертикали

Задача № 2

Подъемный кран поднимает груз массой 1 т. Какова сила натяжения троса в начале подъема, если груз двигается (очень кратковременно) с ускорением 25 м/с .

Дано:

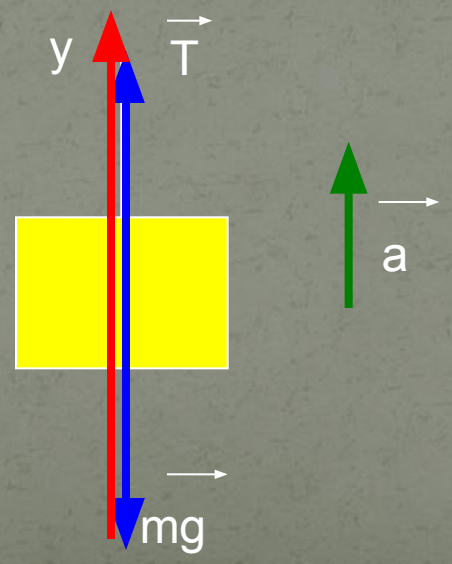
$$m = 1000 кг$$

$$a = 25 м/с^2$$

Найти:

Т-?

Решение:



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

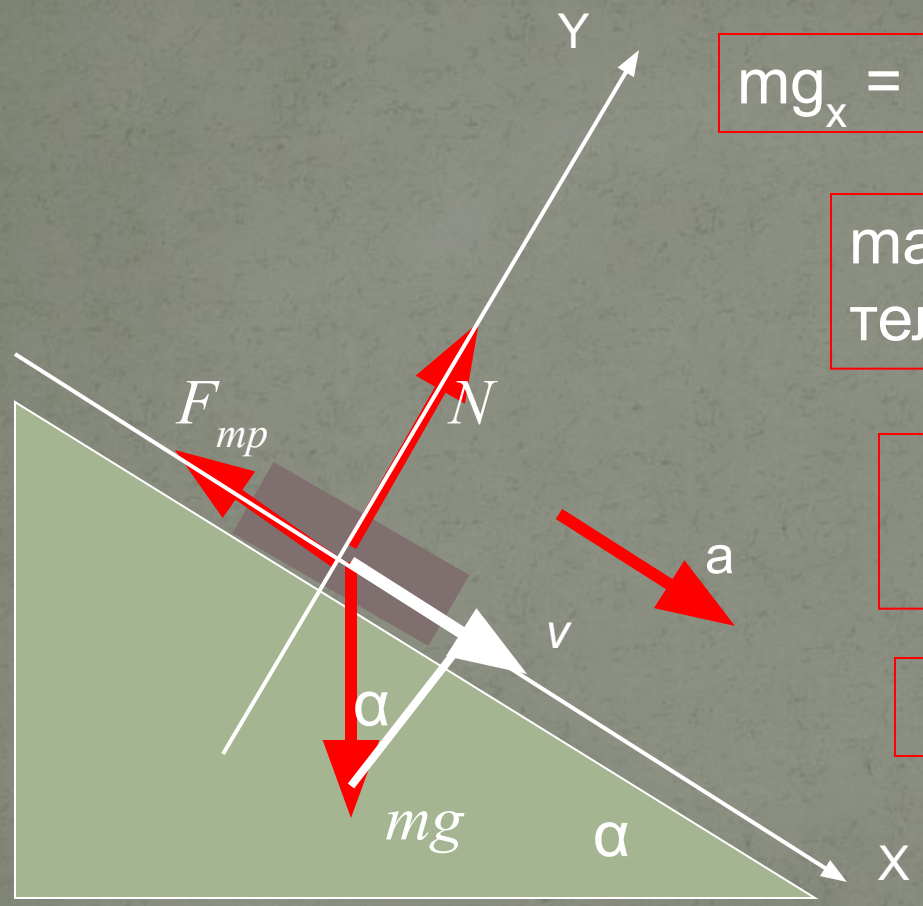
$$\vec{T} + m\vec{g} = m\vec{a}$$

Y: $T - mg = ma \Rightarrow T = ma + mg = m(a + g)$

$$T = 1000(25 + 10) = 35000\text{Н} = 35\text{кН}$$

Тело движется по наклонной плоскости

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



$mg_x = mg \sin\alpha$

$F_{тр} = \mu mg \cos\alpha$

$ma = mg \sin\alpha \pm \mu mg \cos\alpha$
тело вверх (+), вниз (-).

$mg \sin\alpha = \mu mg \cos\alpha$
тело покоится

$a = g (\sin \alpha \pm \mu \cos\alpha)$

$\mu = tg\alpha$, если тело скользит равномерно

$a = g \sin\alpha$, тело скользит без трения !

Движение по наклонной плоскости

Задача№3 Вагонетку поднимают по эстакаде с углом наклона 30 к горизонту. Масса вагонетки 2т. Определить ускорение если сила натяжения троса 30кН,коэффициент трения равен 0,05.

Дано:

$\alpha = 30^0$

$m = 2*10^3 кг$

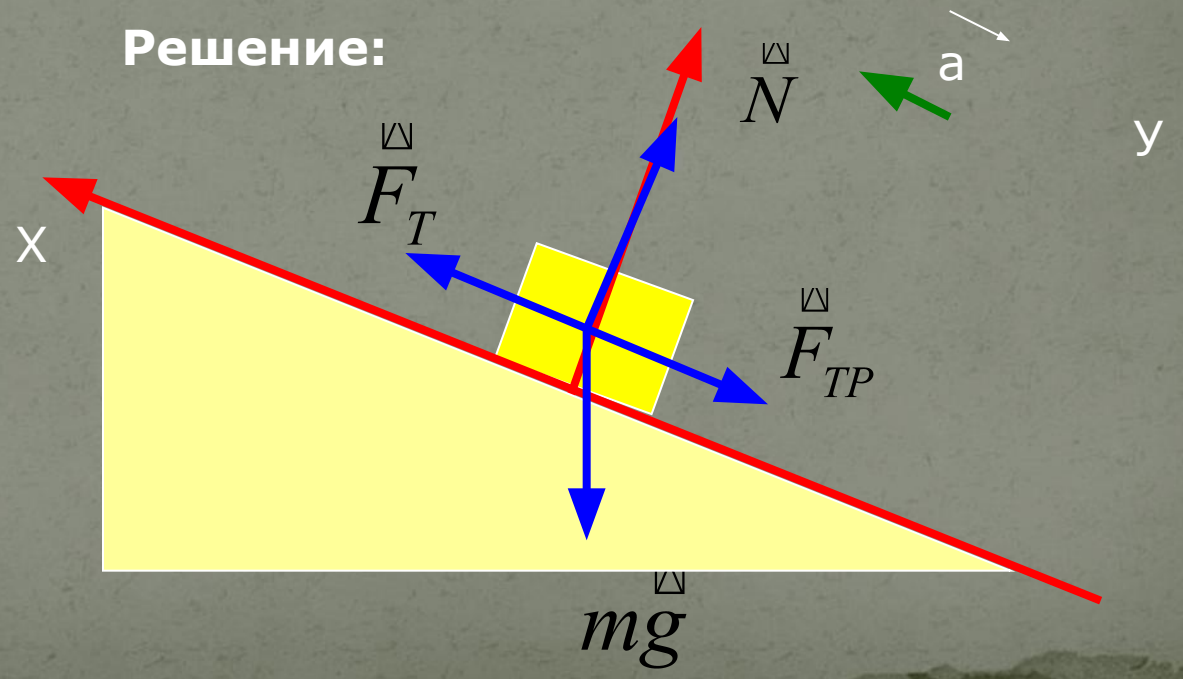
$F_T = 3*10^4 H$

$\mu = 0.05$

Найти:

а-?

Решение:



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

$$\vec{F}_{TP} + \vec{F}_T + \vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$$

x: $F_T - F_{TP} - mg\sin\alpha = ma$

y: $N - mg\cos\alpha = 0$

$$N = \mu mg\cos\alpha$$

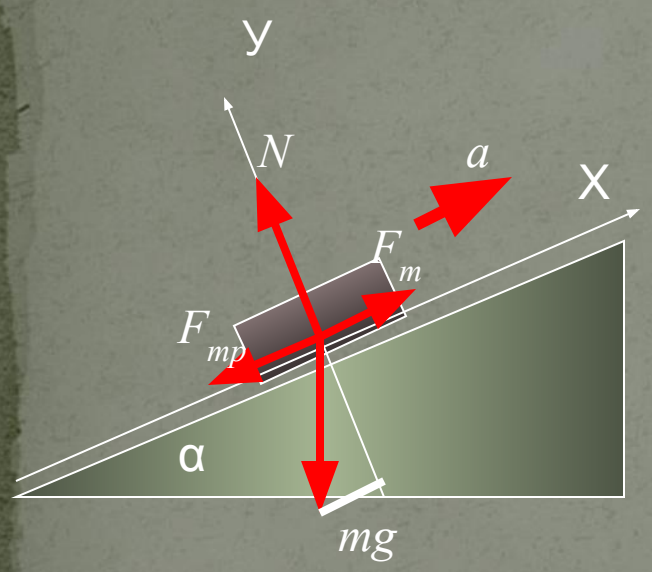
$$F_{Tp} = \mu N = \mu mg\cos\alpha$$

$$a = \frac{F_T - \mu mg\cos\alpha - mg\sin\alpha}{m}$$

$$a = \frac{3*10^4 - 0{,}05*2*10^3*10*0{,}87 - 2*10^3*10*0{,}5}{2*10^3} =$$

$$= 9{,}6\,\frac{м}{c^2}$$

1. Автомобиль массой 1 т поднимается по шоссе с уклоном 30° под действием силы тяги 7 кН. Найти ускорение автомобиля, считая, что сила сопротивления зависит от скорости движения. Коэффициент сопротивления равен 0,1. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с²



m = 1т,
$F_{тяги}$ = 7 кН,
g = 10 м/с^2,
α = 30^0,
μ = 0,1
Найти: a - ?

Решение:

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

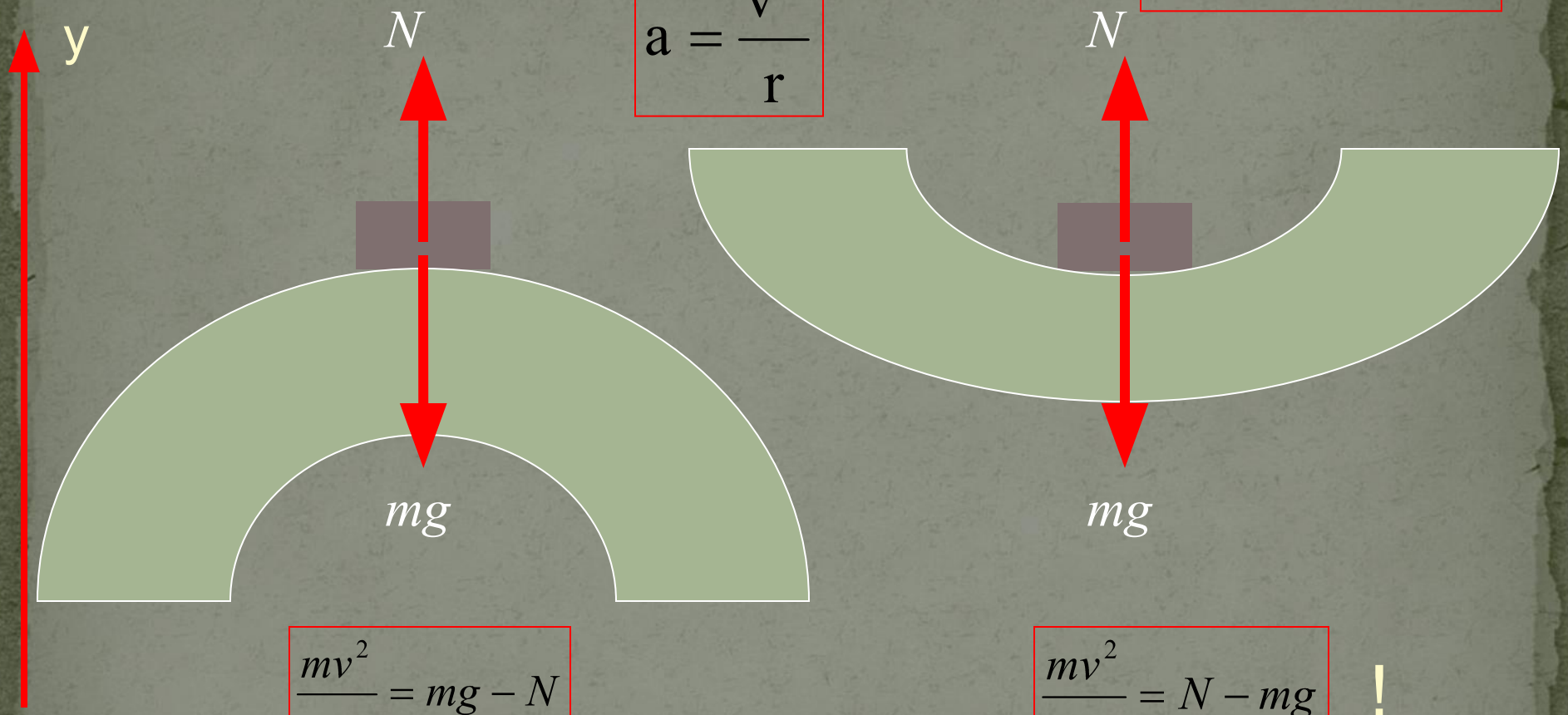
тело двигается вверх, значит
ma = Fтяги – (mg sinα + μmg cosα)

a = (7000 – (10000*0,5 +0,1*10000*0,87)) : 1000 = 1,13 м/с2

Тело движется по мосту

$$\vec{mg} + \vec{N} = m\vec{a}$$

$$a = \frac{v^2}{r}$$



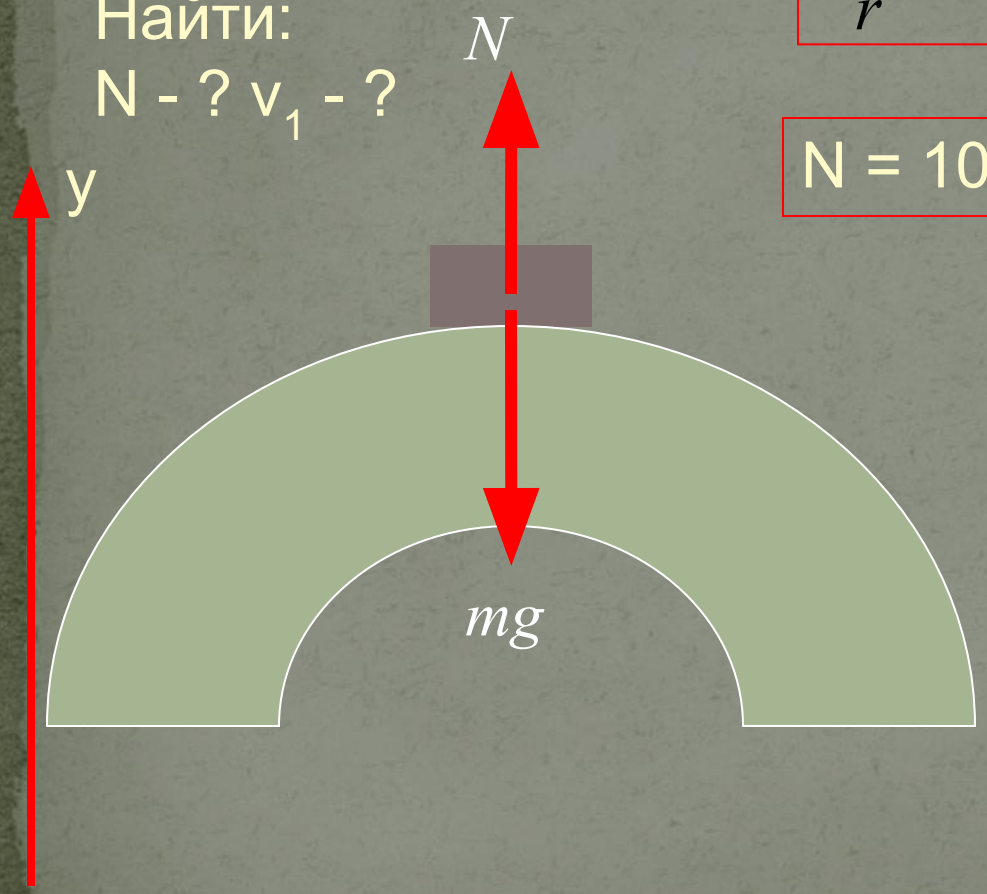
$$\frac{mv^2}{r} = mg - N$$

$$\frac{mv^2}{r} = N - mg$$

!

2. Автомобиль массой m = 1000кг движется со скоростью
36км/ч по выпуклому мосту, радиус кривизны которого равен
50 м. С какой силой автомобиль давит на мост в его середине.
С какой скоростью он должен ехать, чтобы его давление на
мост было равно 0.

m = 1000 кг,
v = 36 км/ч,
R = 50м,
$N_1 = 0$
Найти:
N - ? v_1 - ?



Решение:

$$\frac{mv^2}{r} = mg - N$$

$$N = mg - \frac{mv^2}{r}$$

N = 10000 - 1000*100 / 50 = 8000Н

$$N = 0, mg = \frac{mv^2}{r}$$

$10 = v^2 / 50$

V = 22м/с = 80км/ч !

- 3. Два тела с массами 10г и 15г связаны нитью, перекинутой
- через блок, установленный на наклонной плоскости.
- Плоскость образует с горизонтом угол в 300. найти ускорение,
- с которым будут двигаться эти тела. Трением пренебречь.

m_1 = 10 г,
m_2 = 15 г,
$\alpha = 30^0$
Найти: a - ?

Решение

Допустим, что груз m_2 перетягивает, тогда

$$m_2 a = m_2 g \sin\alpha - T$$

$$m_1 a = T - m_1 g$$

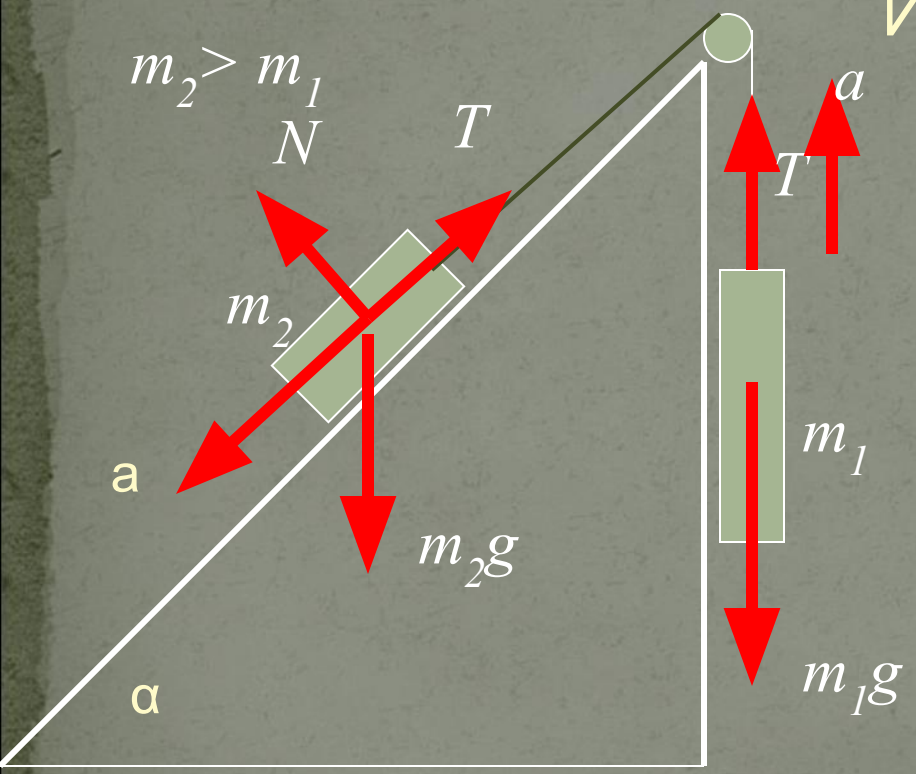
Исключим силу натяжения нити:

$$m_2 g \sin\alpha - m_2 a = m_1 a + m_1 g$$

$$m_2 g \sin\alpha - m_1 g = m_1 a + m_2 a$$

$$m_2 g \sin\alpha - m_1 g = a(m_1 + m_2)$$

$$a = (1{,}5*0{,}5 - 1) / 0{,}25 = -1$$



Знак минус означает, что наше предположение оказалось неверным и движение будет противоположно допущенному.

Движение связанных тел

Задача№4

На шнуре, перекинутом через неподвижный блок, помещены грузы массами 0,3 и 0,2кг.С каким ускорением движется система? Какова сила натяжения шнура во время движения?

Дано:

$m_1 = 0.3кг$

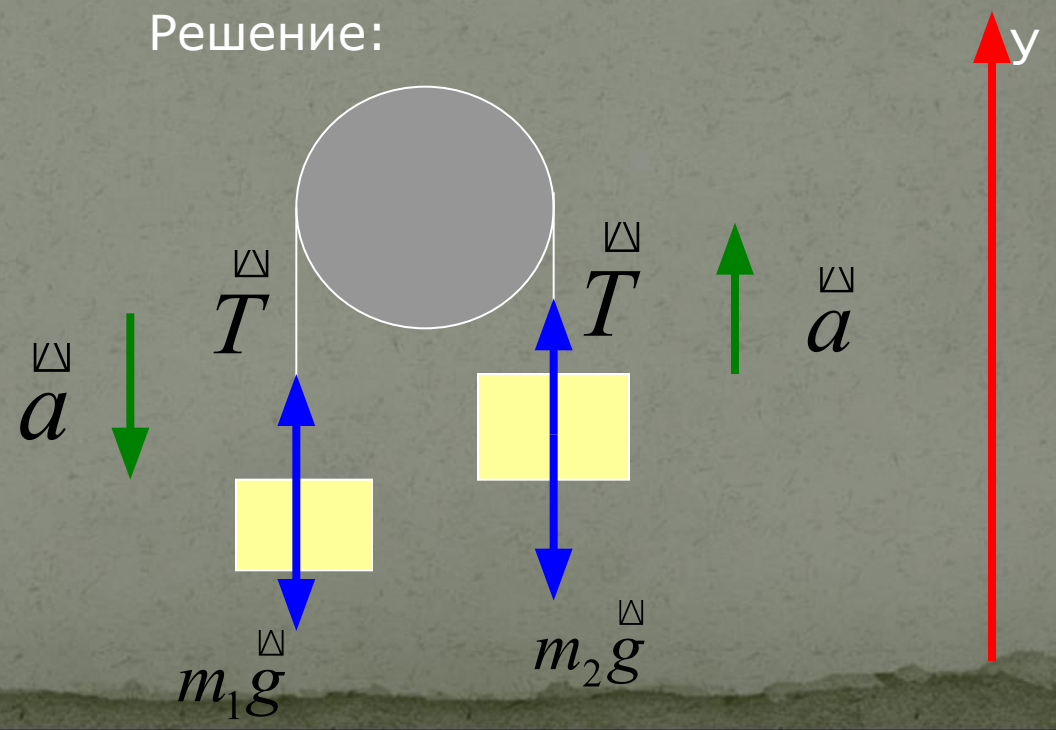
$m_2 = 0.2кг$

Найти:

$a - ?$

$T - ?$

Решение:



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

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

y: $T - m_1 g = -m_1 a$

$$T - m_2 g = m_2 a \quad \Rightarrow T = m_2(g + a)$$

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

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

$$a = \frac{10(0.2 - 0.3)}{-0.3 - 0.2} = \frac{-1}{-0.5} = 2\frac{м}{c^2}$$

$$T = 0.2(10 + 2) = 2.4H$$

Движение по окружности

Задача№5 Конькобежец движется со скоростью 10м/с по окружности радиусом 30 м.Под каким углом к горизонту он должен наклониться, чтобы сохранить равновесие?

Дано:

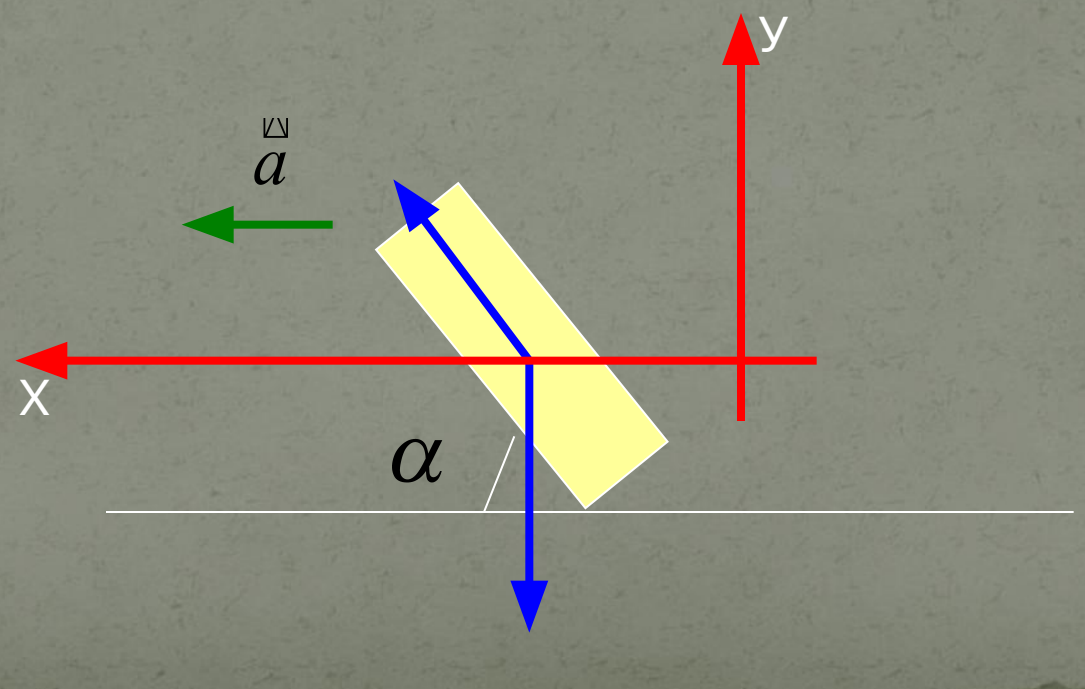
$\vec{\upsilon} = 10\frac{м}{с}$

$R = 30м$

Найти:

$\alpha - ?$

Решение:



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

$$\vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$$

x: $N\cos\alpha = ma$

y: $N\sin\alpha - mg = 0 \Rightarrow N\sin\alpha = mg$

$$\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{g}{a} \Rightarrow tg\alpha = \frac{g}{a}\left(a = \frac{\upsilon^2}{R}\right)$$

$$tg\alpha = \frac{gR}{\upsilon^2} \Rightarrow tg\alpha = \frac{10*30}{100} = 3 \Rightarrow \alpha = 72^o$$