

# Решению задач с помощью законов Ньютона.

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

г. Курган  
2014 г

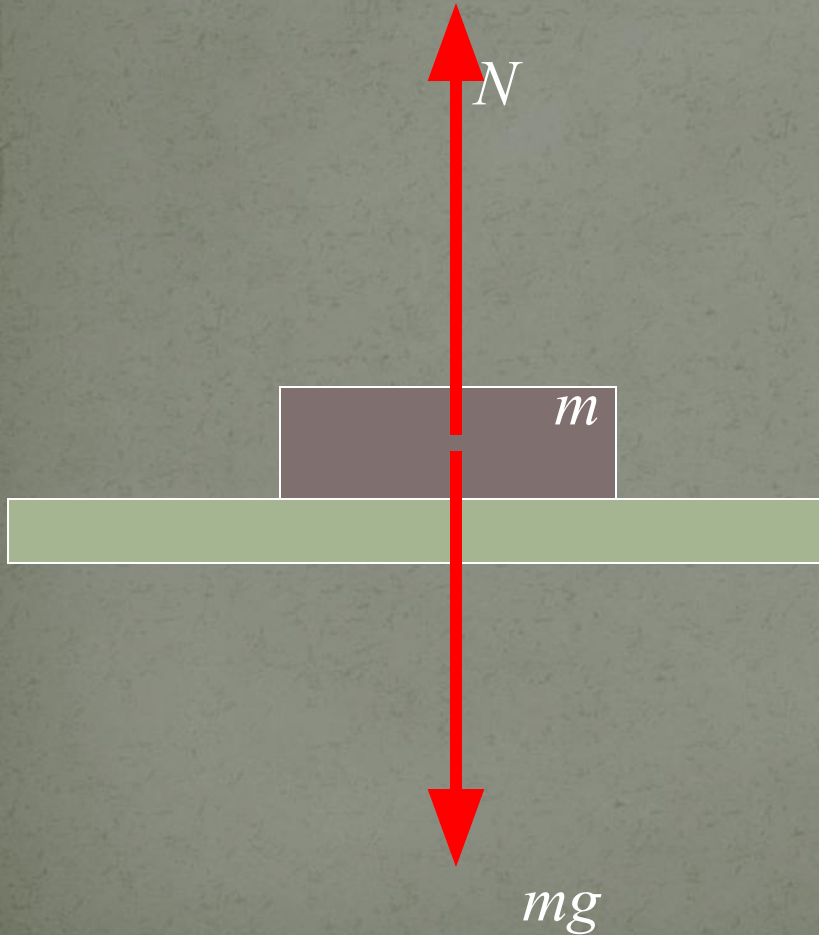
# Алгоритм решения задач

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)



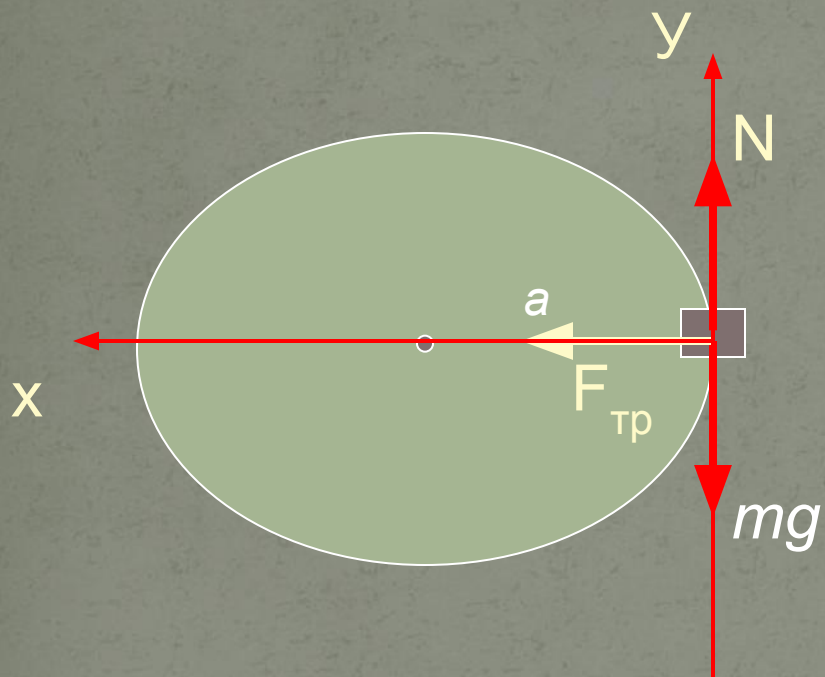
# Повторение

Укажите силы, действующие на тело

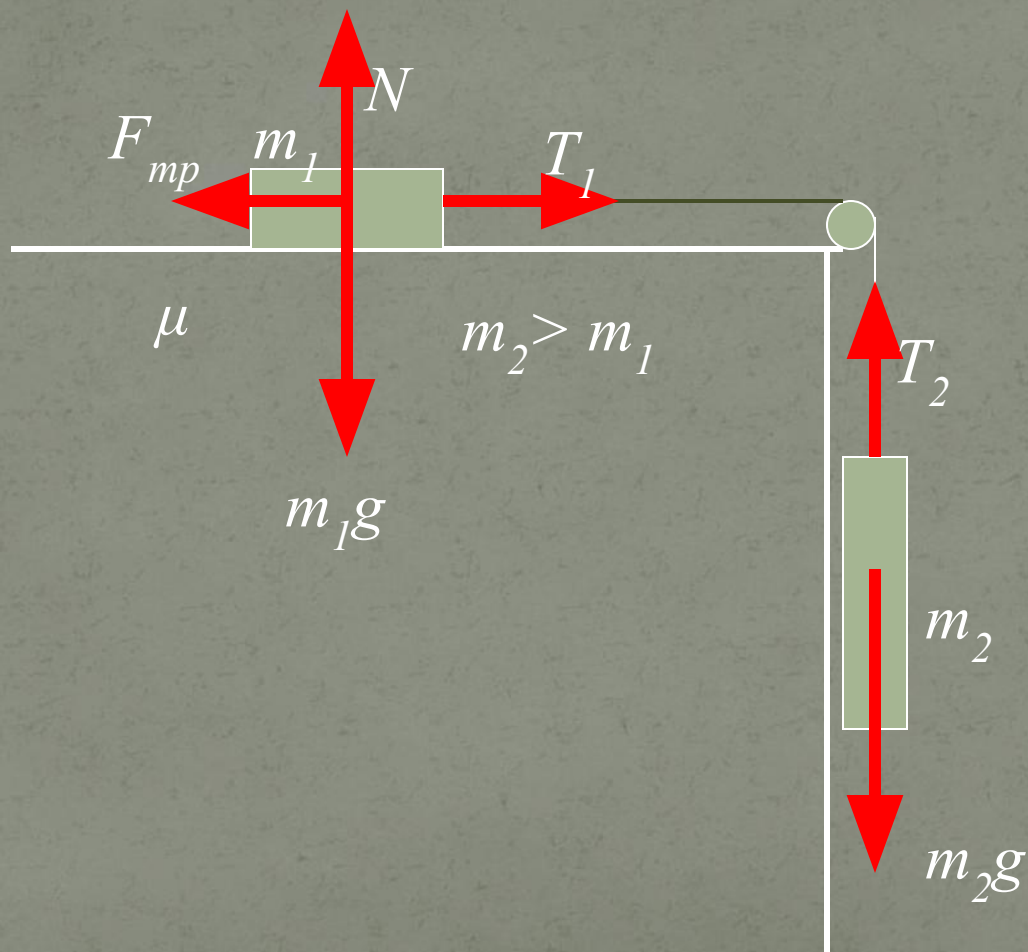




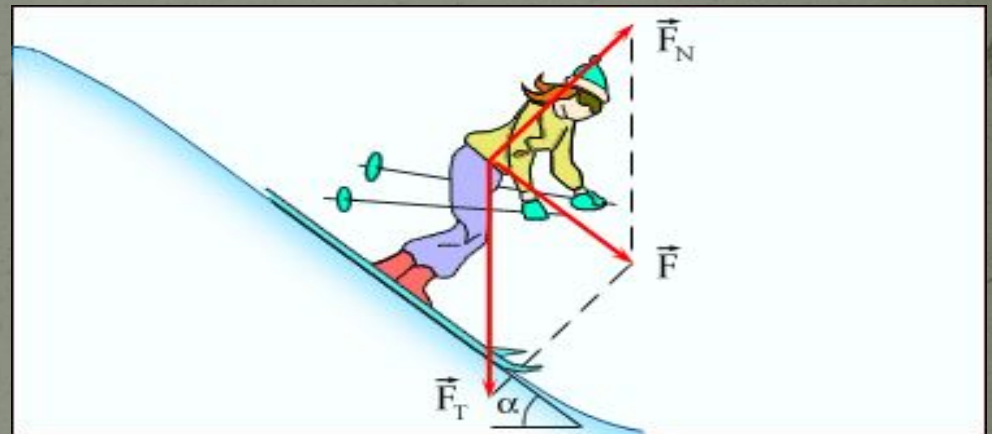
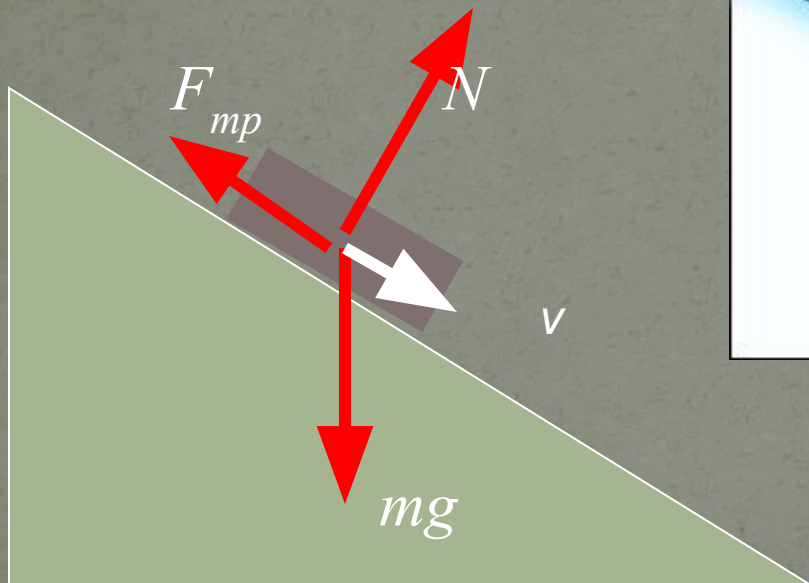
Укажите силы, действующие на тело, совершающего поворот



Укажите силы, действующие на  
связанные тела

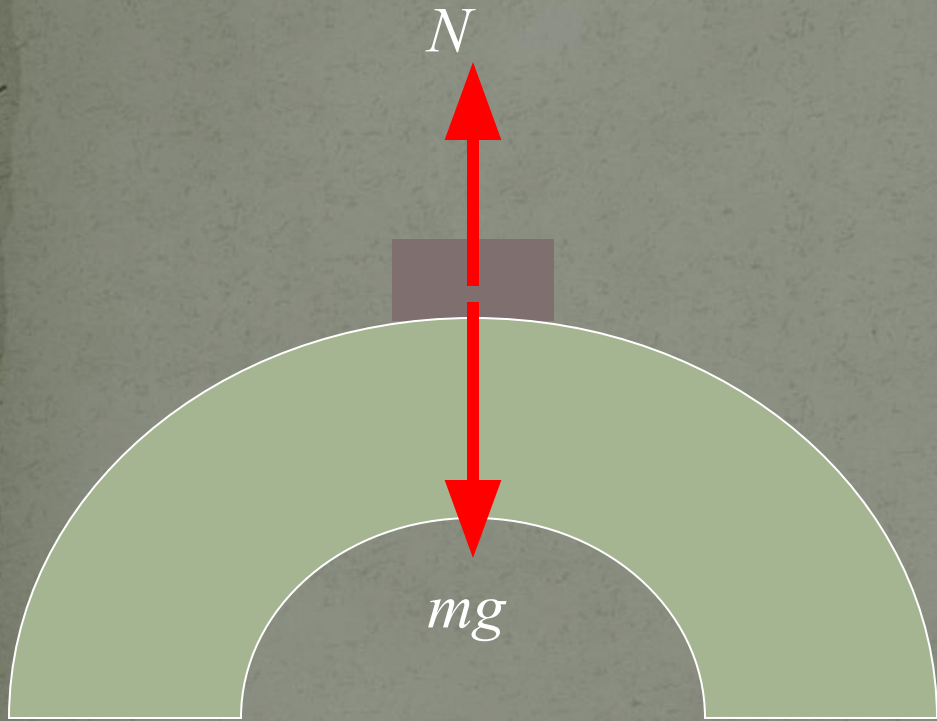


Укажите силы, действующие на тело, соскальзывающего с плоскости

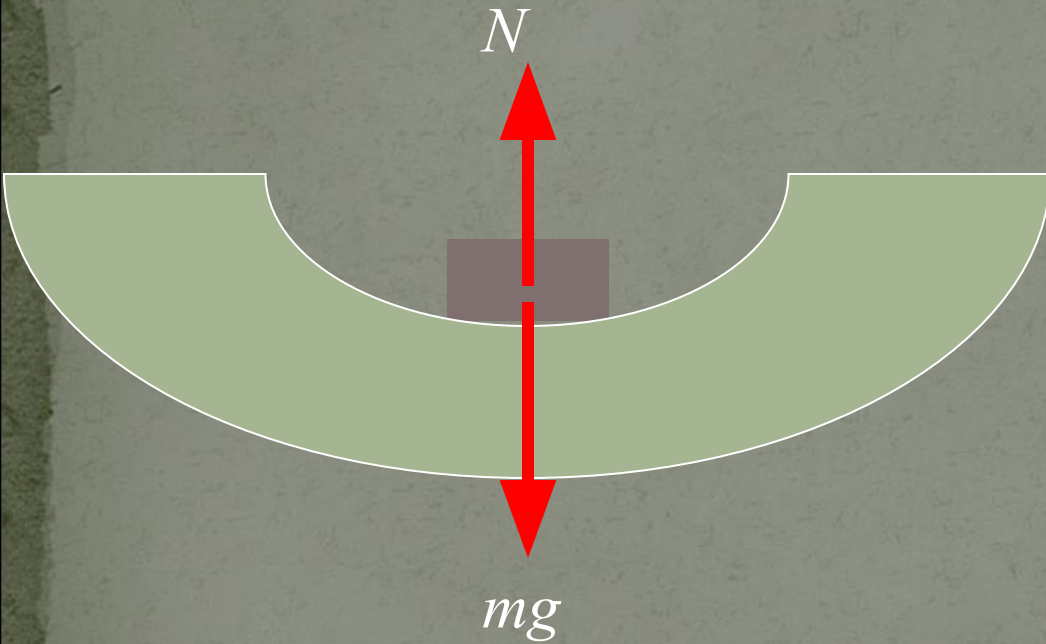




Укажите силы, действующие на тело,  
если оно движется по выпуклому  
мосту



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

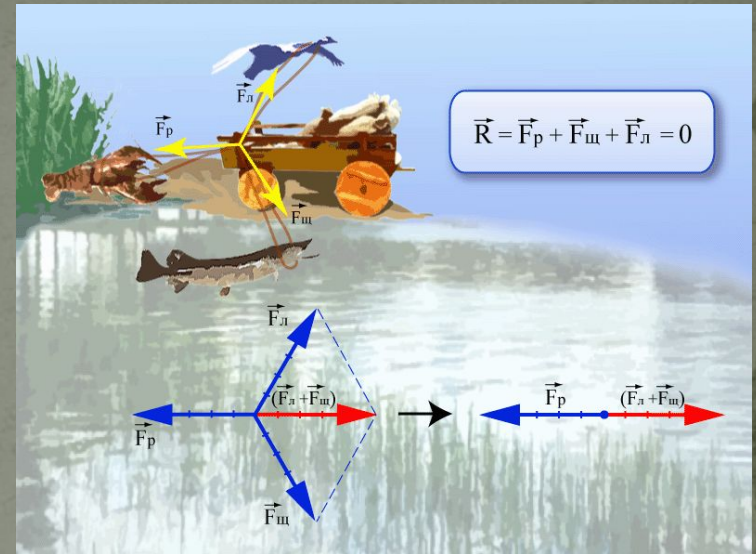




# Равнодействующая сил

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

$$F_{TP} + F + mg + N = ma$$

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

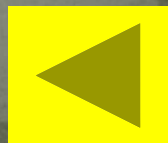
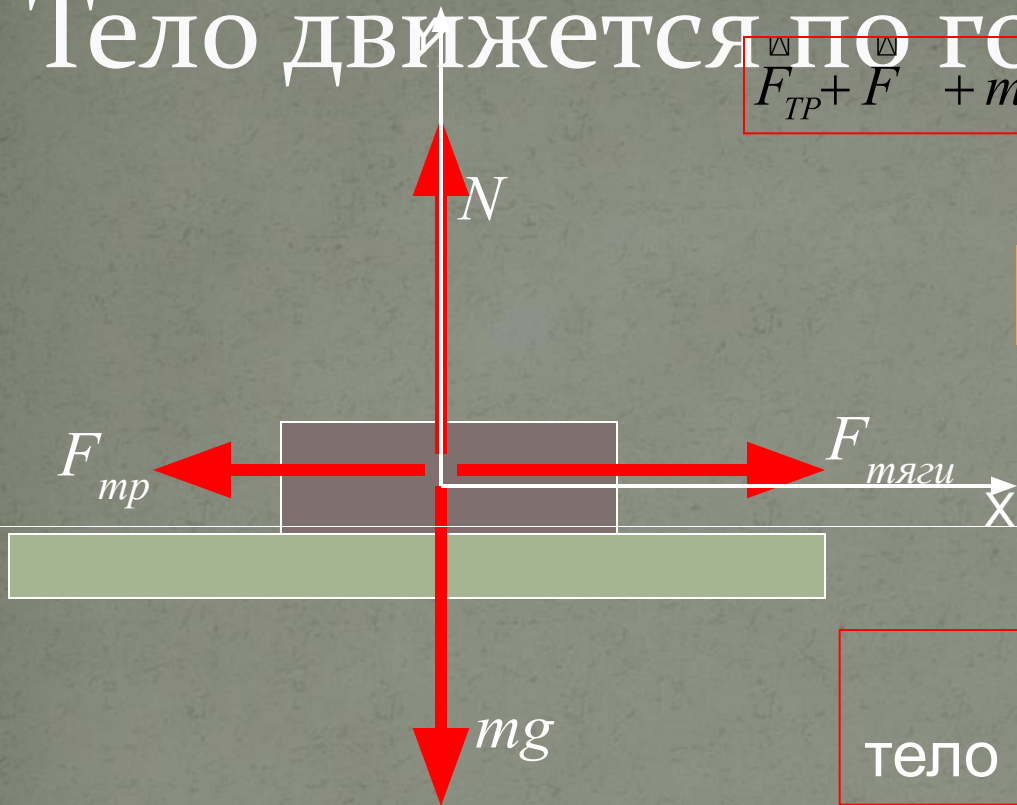
$$N = mg$$

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

$ma = F_{тяги} - \mu mg$   
тело движается равноускоренно

$ma = \mu mg - F_{тяги}$   
тело движается равнозамедленно

$F_{тяги} = F_{TP}$   
тело движается равномерно !





# ДВИЖЕНИЕ ПО ГОРИЗОНТАЛИ

## Задача № 1.

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

Дано:

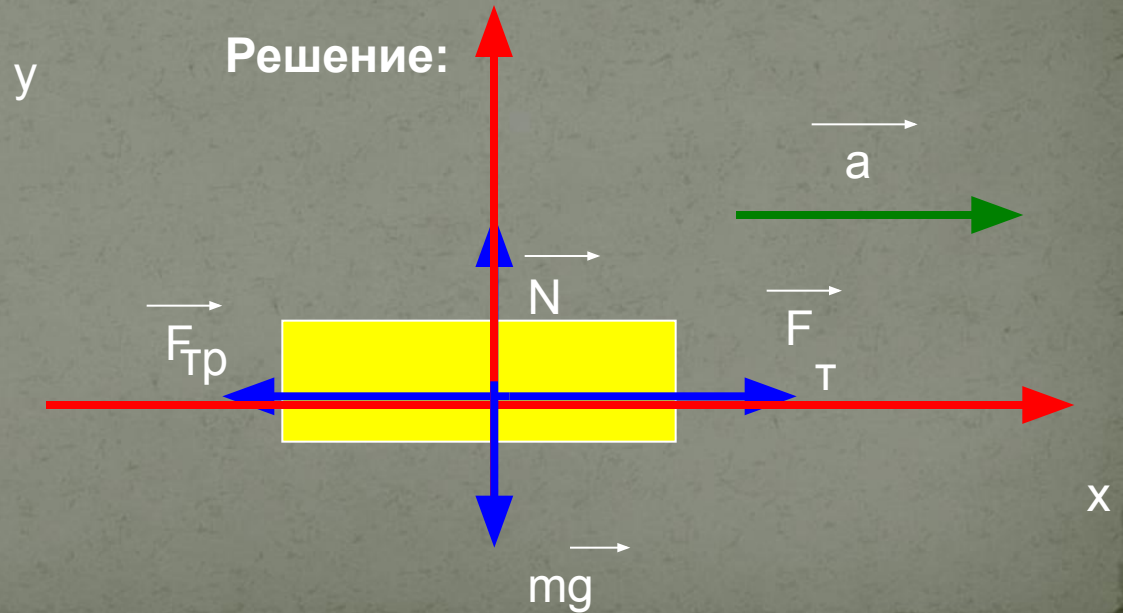
$$m = 15 \text{ т} = 15000 \text{ кг}$$

$$a = 0,7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\mu = 0,03$$

Найти:

$$F - ?$$



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

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

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

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

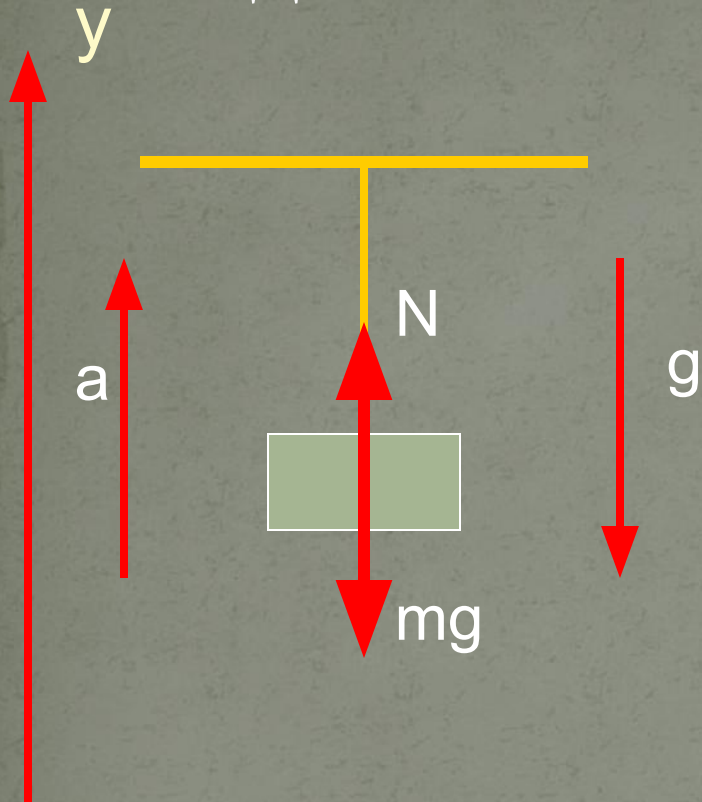
$$F_{TP} = \mu N = \mu mg$$

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

$$F_T = 15000(0.03 * 10 + 0.7) = 15000H = 15kH$$



# Тело движется на подвесе вверх

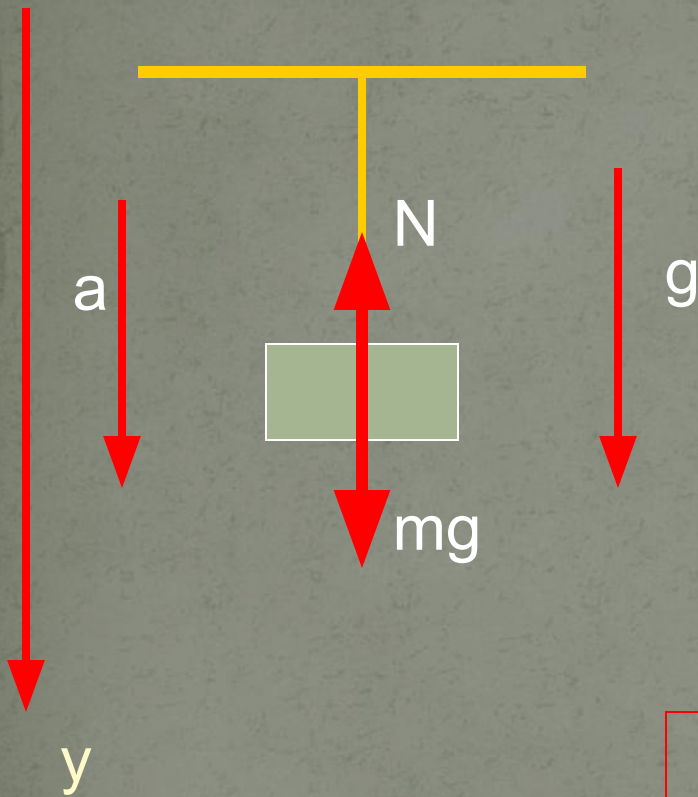


$$mg + N = ma$$

$$ma = N - mg$$



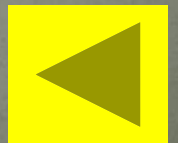
# Тело движется на подвесе вниз



$$mg + N = ma$$

$$ma = mg - N$$

$mg = N,$   
тело покоится !



# ДВИЖЕНИЕ ПО ВЕРТИКАЛИ

## Задача № 2

Подъемный кран поднимает груз массой 1 т. Какова сила натяжения троса в начале подъема, если груз движется (очень коротковременно) с ускорением  $25 \text{ м/с}^2$ .

Дано:

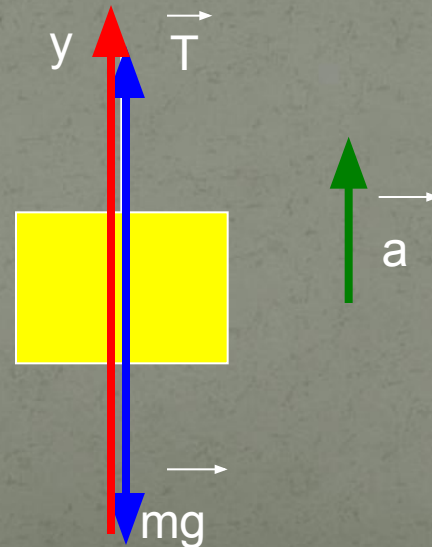
$$m = 1000 \text{ кг}$$

$$a = 25 \text{ м/с}^2$$

Найти:

$$T - ?$$

Решение:



$$\sum \overset{\boxtimes}{F} = m \overset{\boxtimes}{a}$$

$$\overset{\boxtimes}{T} + m \overset{\boxtimes}{g} = m \overset{\boxtimes}{a}$$

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

$$T = 1000(25 + 10) = 35000\text{H} = 35\text{kH}$$





# Тело движется по наклонной плоскости

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

$$mg_x = mg \sin \alpha$$

$$F_{тр} = \mu mg \cos \alpha$$

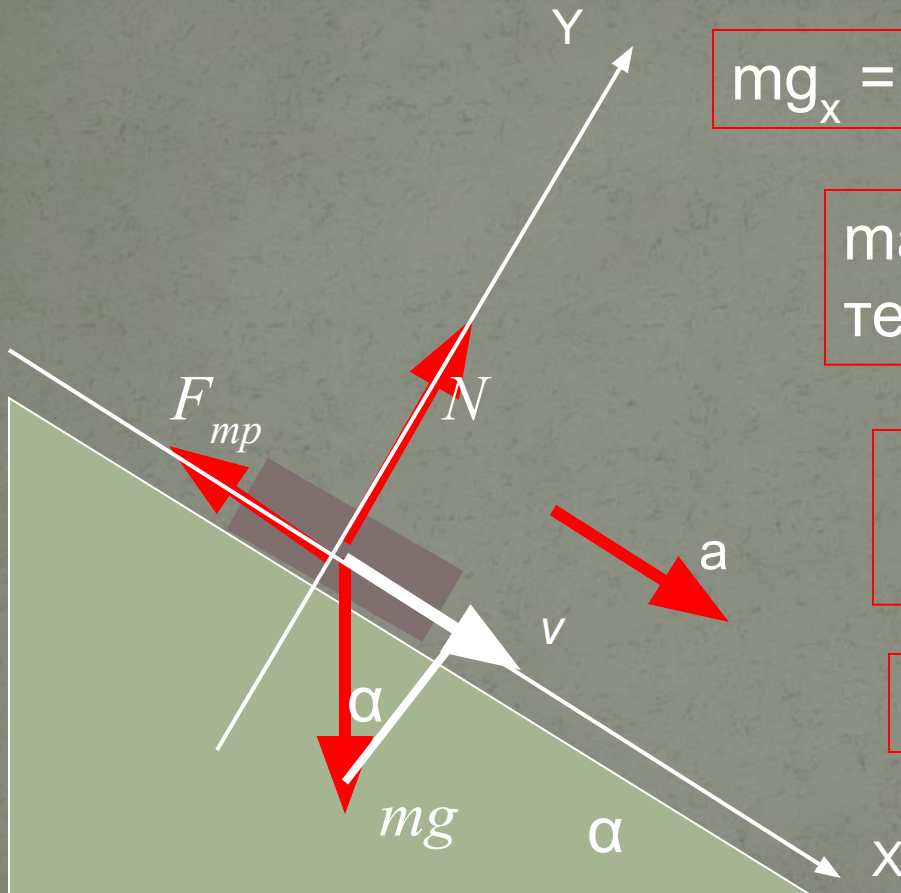
$$ma = mg \sin \alpha \pm \mu mg \cos \alpha$$

тело вверх (+), вниз (-).

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

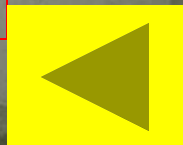
тело покоится

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



$\mu = \operatorname{tg} \alpha$ , 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  $30^\circ$  к горизонту. Масса вагонетки  $2\text{ т}$ . Определить ускорение если сила натяжения троса  $30\text{ кН}$ , коэффициент трения равен  $0,05$ .

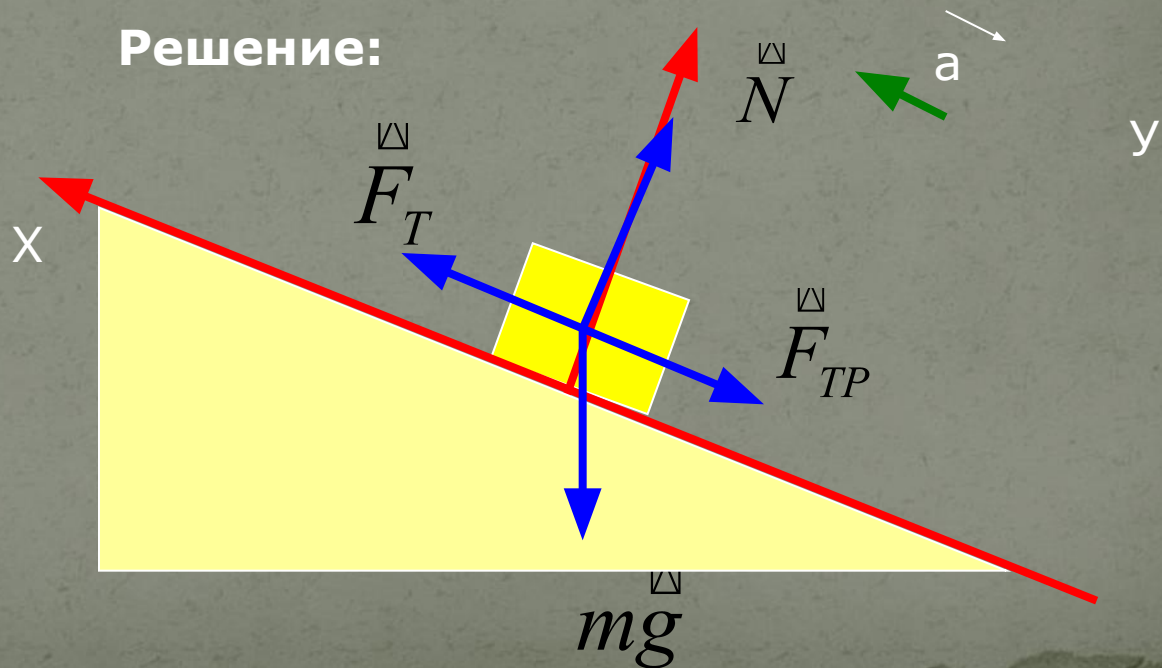
**Дано:**

$$\alpha = 30^\circ$$
$$m = 2 \cdot 10^3 \text{ кг}$$
$$F_T = 3 \cdot 10^4 \text{ Н}$$
$$\mu = 0,05$$

**Найти:**

$a$ -?

**Решение:**



$$\begin{aligned} \sum \vec{F} &= m\vec{a} \\ \vec{F}_{TP} + \vec{F}_T + \vec{N} + m\vec{g} &= m\vec{a} \end{aligned}$$

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

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

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

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

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

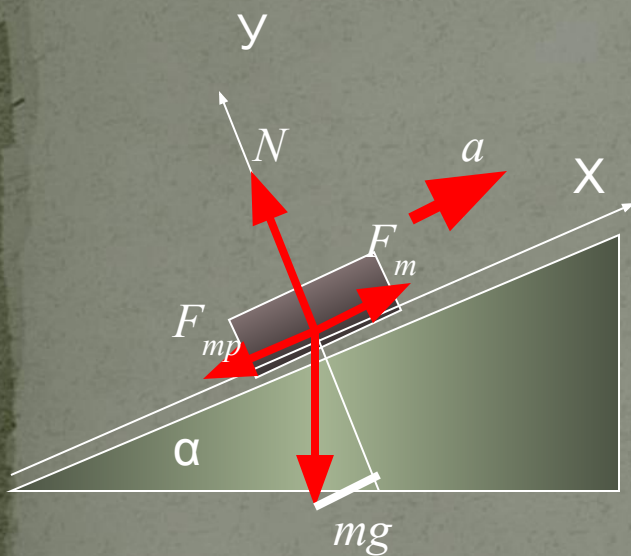
$$a = \frac{3 \cdot 10^4 - 0,05 \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 0,87 - 2 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 0,5}{2 \cdot 10^3} =$$

$$= 9,6 \frac{M}{c^2}$$





1. Автомобиль массой 1 т поднимается по шоссе с уклоном  $30^\circ$  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  $10 \text{ м/с}^2$



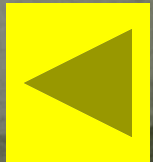
$m = 1 \text{ т,}$   
 $F_{\text{тяги}} = 7 \text{ кН,}$   
 $g = 10 \text{ м/с}^2,$   
 $\alpha = 30^\circ,$   
 $\mu = 0,1$   
 Найти:  $a - ?$

Решение:

$$F_{\text{тяги}} + F_{\text{тр}} + mg + N = ma$$

тело движется вверх, значит  
 $ma = F_{\text{тяги}} - (mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha)$

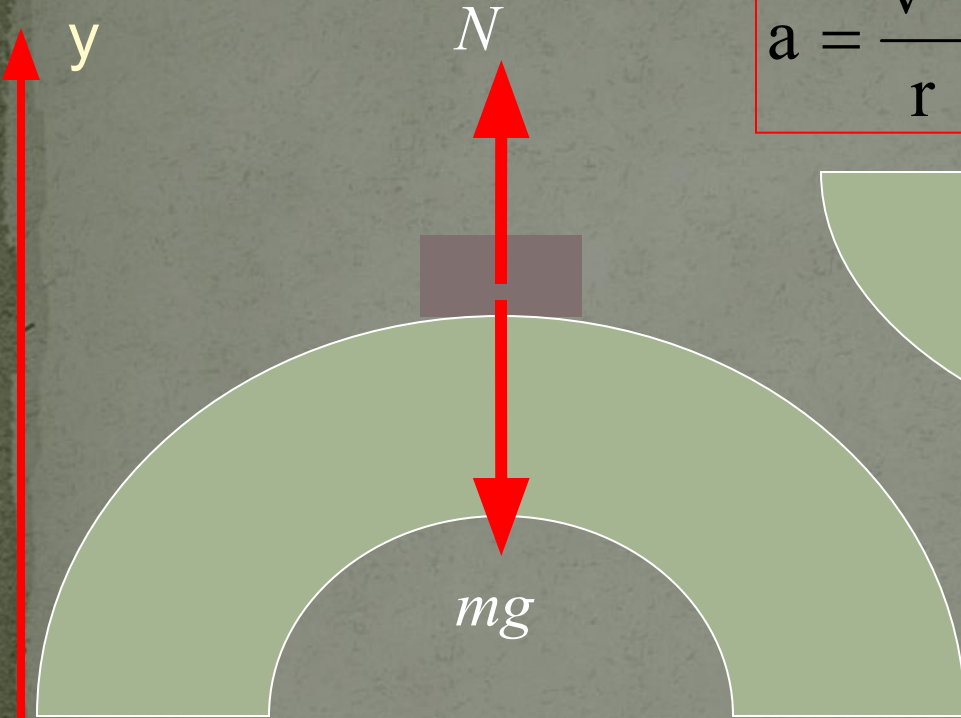
$$a = (7000 - (10000 \cdot 0,5 + 0,1 \cdot 10000 \cdot 0,87)) : 1000 = 1,13 \text{ м/с}^2$$



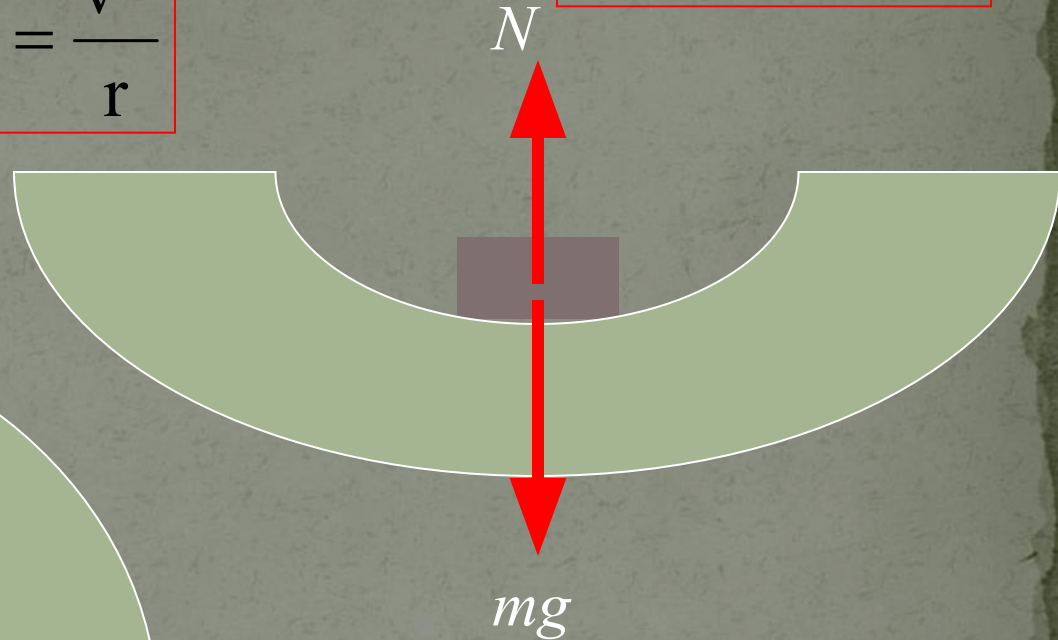
# Тело движется по мосту

$$mg + N = ma$$

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

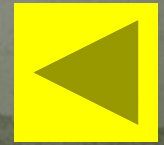


$$\frac{mv^2}{r} = mg - N$$



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

!



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



$m = 1000 \text{ кг,}$

$v = 36 \text{ км/ч,}$

$R = 50 \text{ м,}$

$N_1 = 0$

Найти:

$N - ? v_1 - ?$

Решение:

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

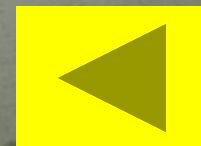
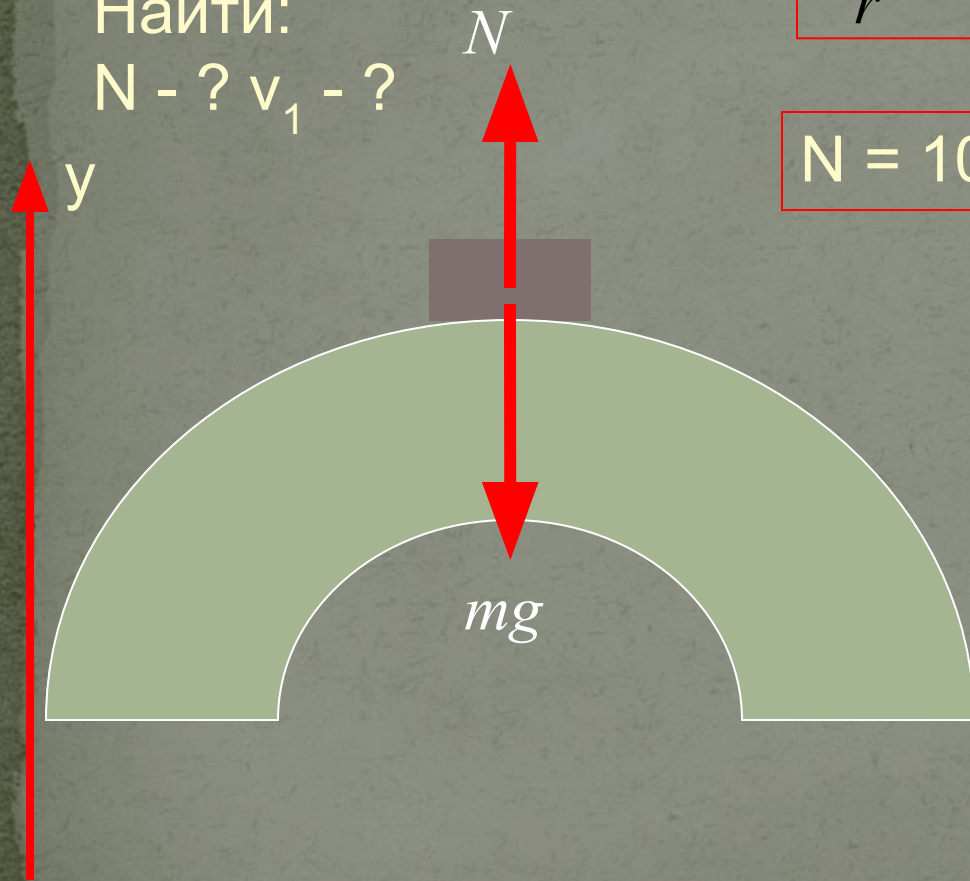
$$N = mg - \frac{mv^2}{r}$$

$$N = 10000 - 1000 \cdot 100 / 50 = 8000 \text{ Н}$$

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

$$10 = v^2 / 50$$

$$V = 22 \text{ м/с} = 80 \text{ км/ч !}$$



- 3. Два тела с массами 10г и 15г связаны нитью, перекинутой
- через блок, установленный на наклонной плоскости.
- Плоскость образует с горизонтом угол в  $30^\circ$ . найти ускорение,
- с которым будут двигаться эти тела. Трением пренебречь.

## Решение

$$m_1 = 10 \text{ г},$$
$$m_2 = 15 \text{ г},$$
$$\alpha = 30^\circ$$

Найти:  $a$  - ?

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:

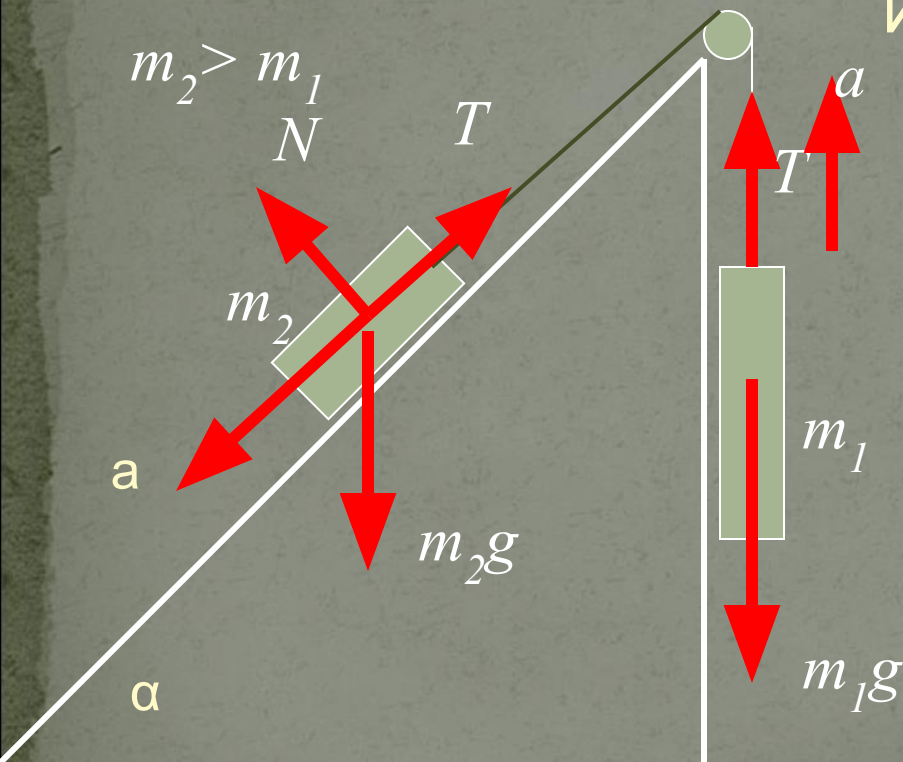
$$m_2 g \sin \alpha - m_2 a = m_1 a + m_1 g$$

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

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

$$a = (1,5 \cdot 0,5 - 1) / 0,25 = -1$$

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 0,2 кг. С каким ускорением движется система? Какова сила натяжения шнура во время движения?

Дано:

$$m_1 = 0.3 \text{ кг}$$

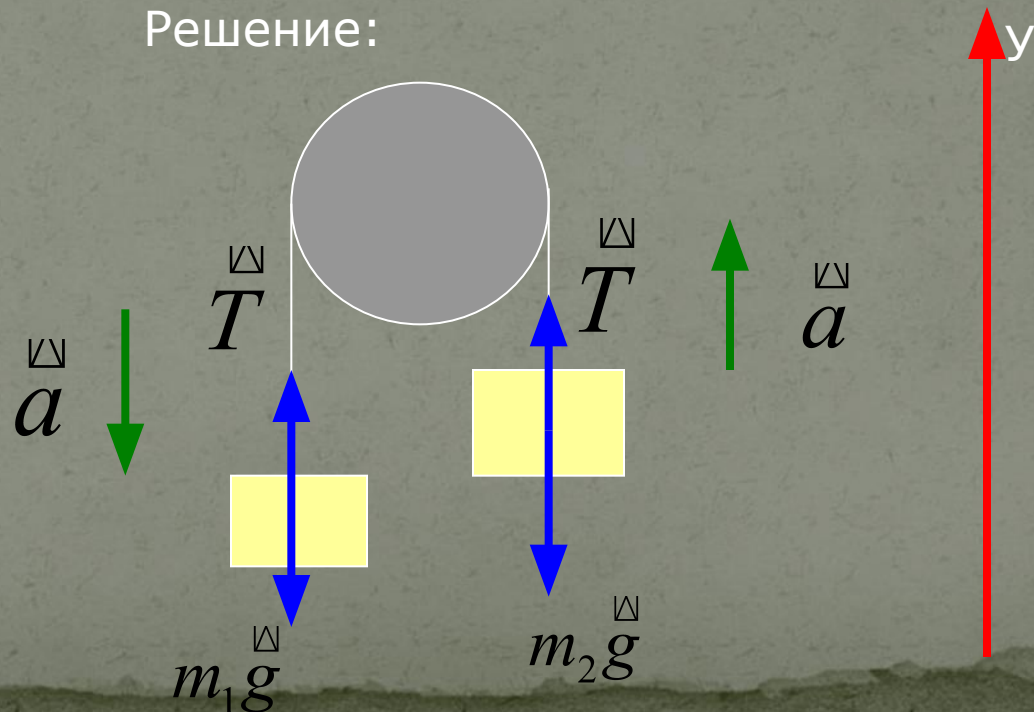
$$m_2 = 0.2 \text{ кг}$$

Найти:

$$a = ?$$

$$T = ?$$

Решение:



$$\begin{aligned}\sum \vec{F} &= m\vec{a} \\ T + mg &= ma\end{aligned}$$

y:  $T - m_1g = -m_1a$

---

$$T - m_2g = m_2a \quad \Rightarrow T = m_2(g + a)$$

---

$$-m_1g + m_2g = -m_1a - m_2a$$

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

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

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



# ДВИЖЕНИЕ ПО ОКРУЖНОСТИ

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

Дано:

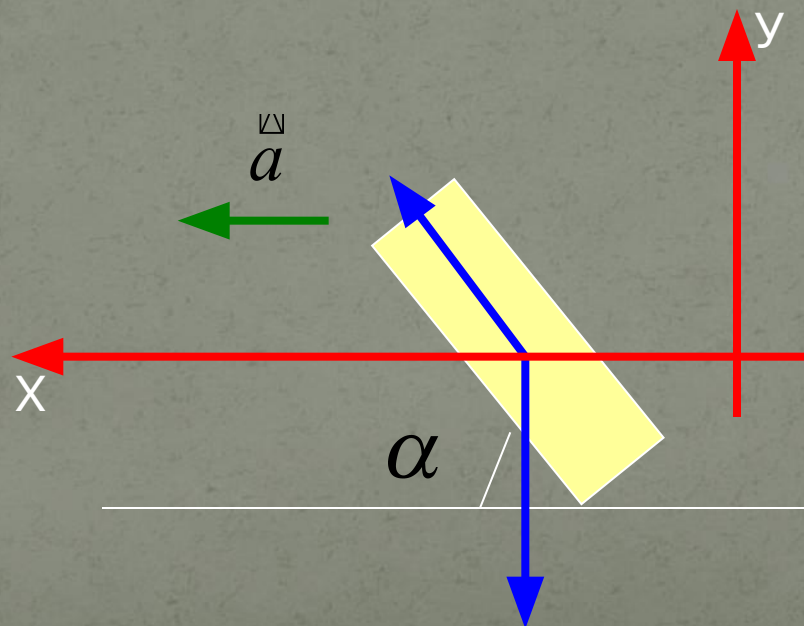
$$v_{\text{кр}} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$R = 30\text{ м}$$

Найти:

$$\alpha - ?$$

Решение:





$$\begin{aligned}\sum \vec{F} &= m\vec{a} \\ N + mg &= ma\end{aligned}$$

$$x: N \cos \alpha = ma$$

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

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

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{gR}{v^2} \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{10 * 30}{100} = 3 \Rightarrow \alpha = 72^\circ$$

