

**Как стать отличником?**

**При изучении наук  
примеры полезнее  
правил**

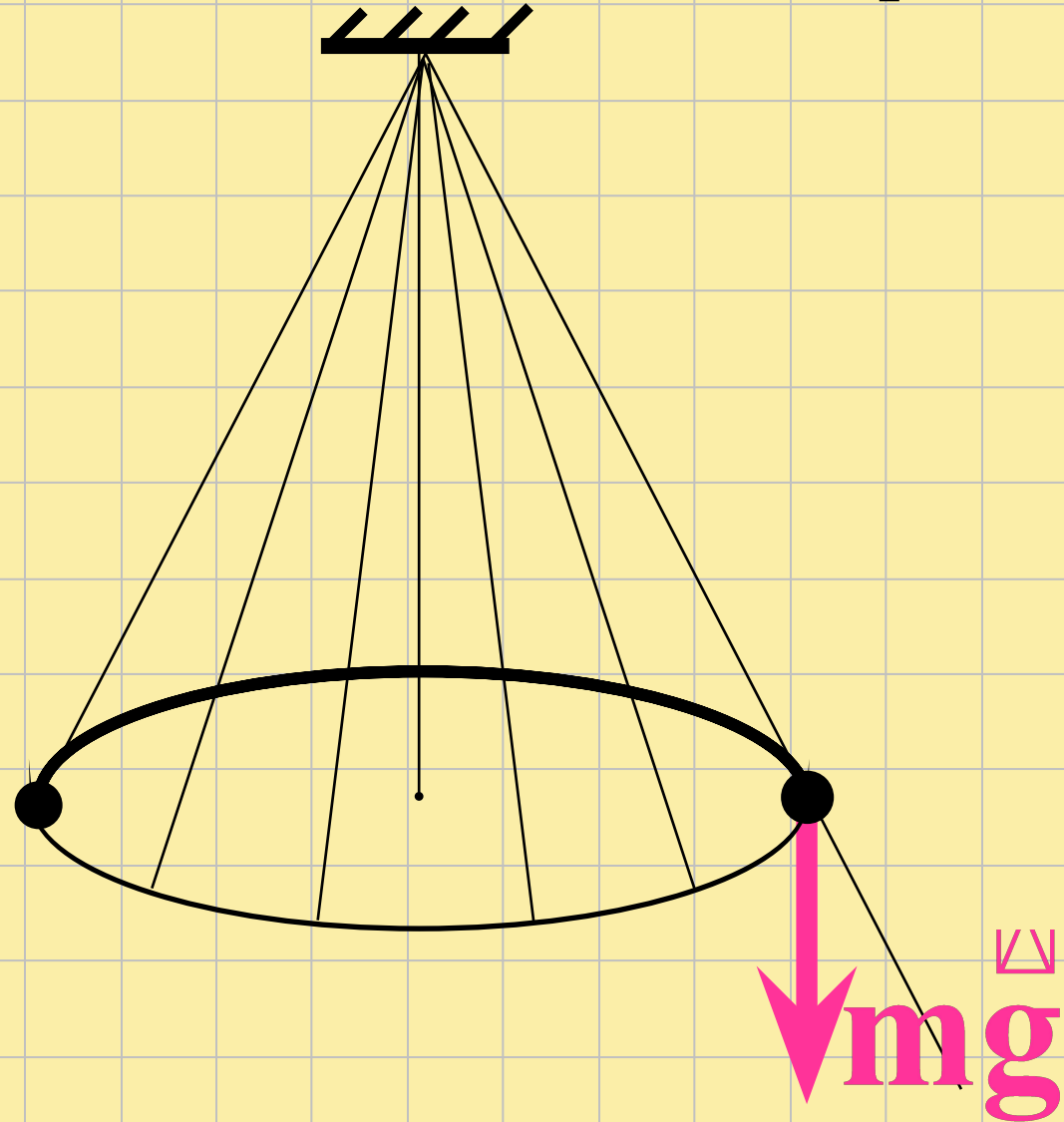
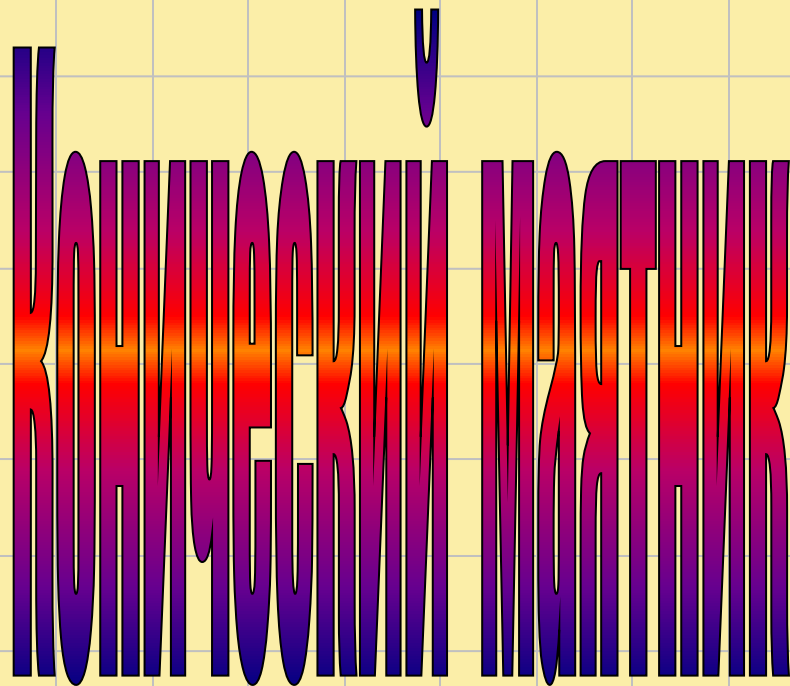
**Исаак НЬЮТОН**

Школа №258 © Зверев В.А.

Санкт-Петербург 2011



Тело массой  $m$ , привязанное к нити, равномерно вращается в горизонтальной плоскости на расстоянии  $h$  от точки подвеса. Найти период вращения тела.



1

С помощью первого закона  
Ньютона найдем?

D

Инерциальную  
систему отсчета

2

Для чего используют  
инерциальные системы отсчета?

Только в ИСО

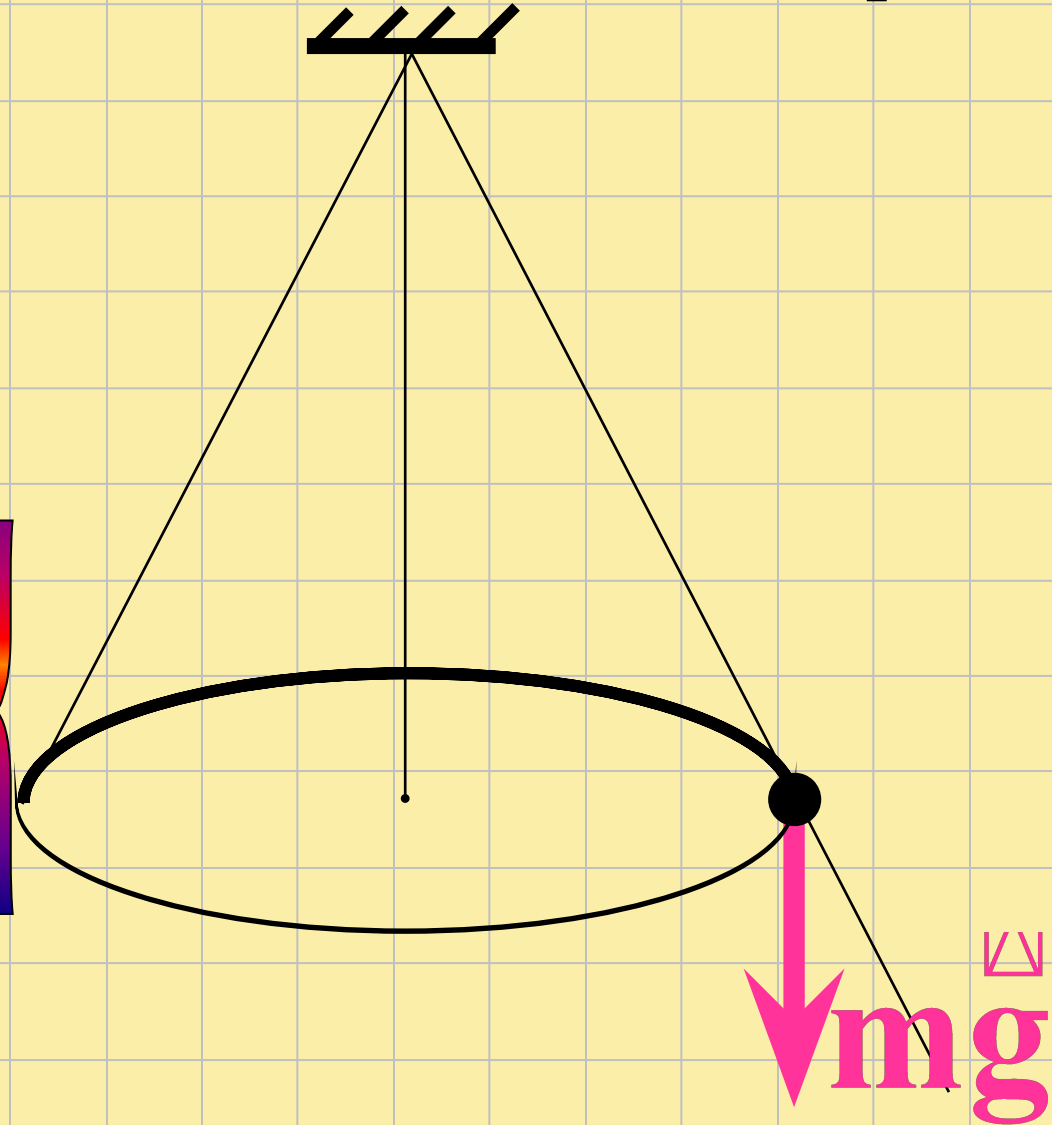
выполняется второй

закон

Ньютона

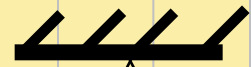
Тело массой  $m$ , привязанное к нити, равномерно вращается в горизонтальной плоскости на расстоянии  $h$  от точки подвеса. Найти период вращения тела.

КОНИЧЕСКИЙ ПЯТЫК



3

Выберите правильный ответ для записи второго закона Ньютона



$mg = ma$

$+mg = ma$

$+T - mg = ma$

$= ma$

$mg$

C

Ученый – это не тот, кто  
дает правильные  
ответы, а тот, кто ставит  
правильные вопросы.

Клод Леви-Стросс

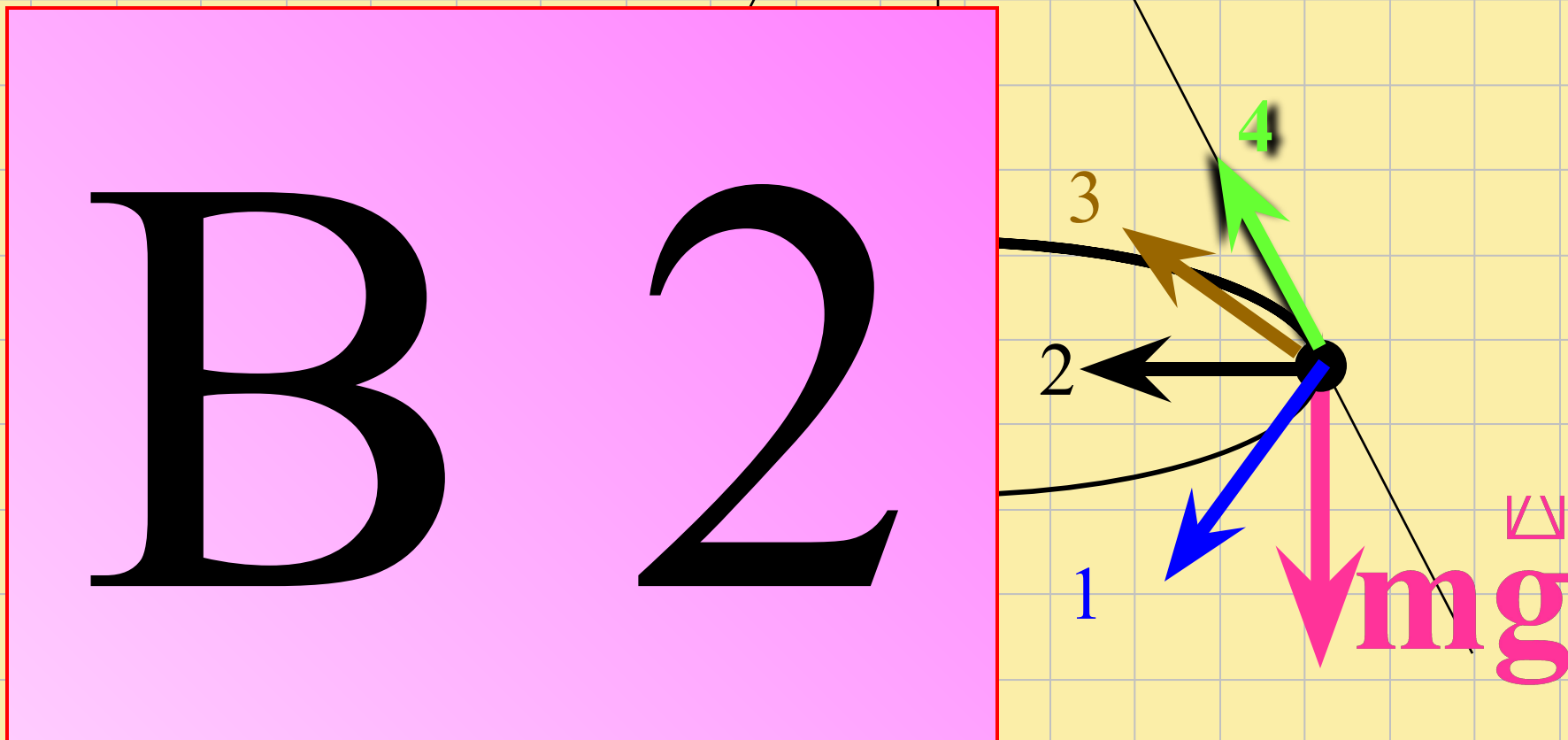




4

Тело, привязанное к нити, равномерно вращается в горизонтальной плоскости.

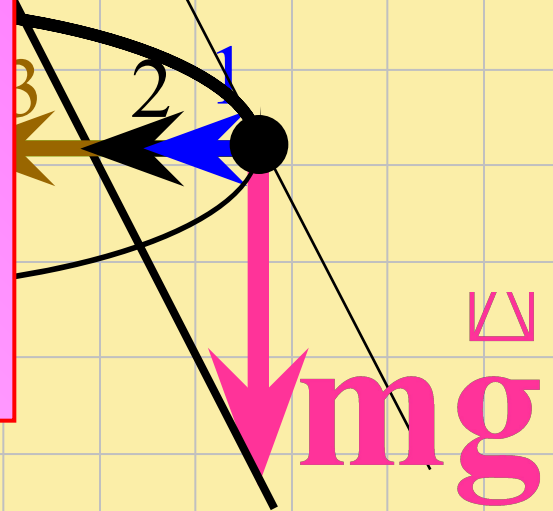
Какое направление имеет вектор  $\mathbf{ma}$ ?



5

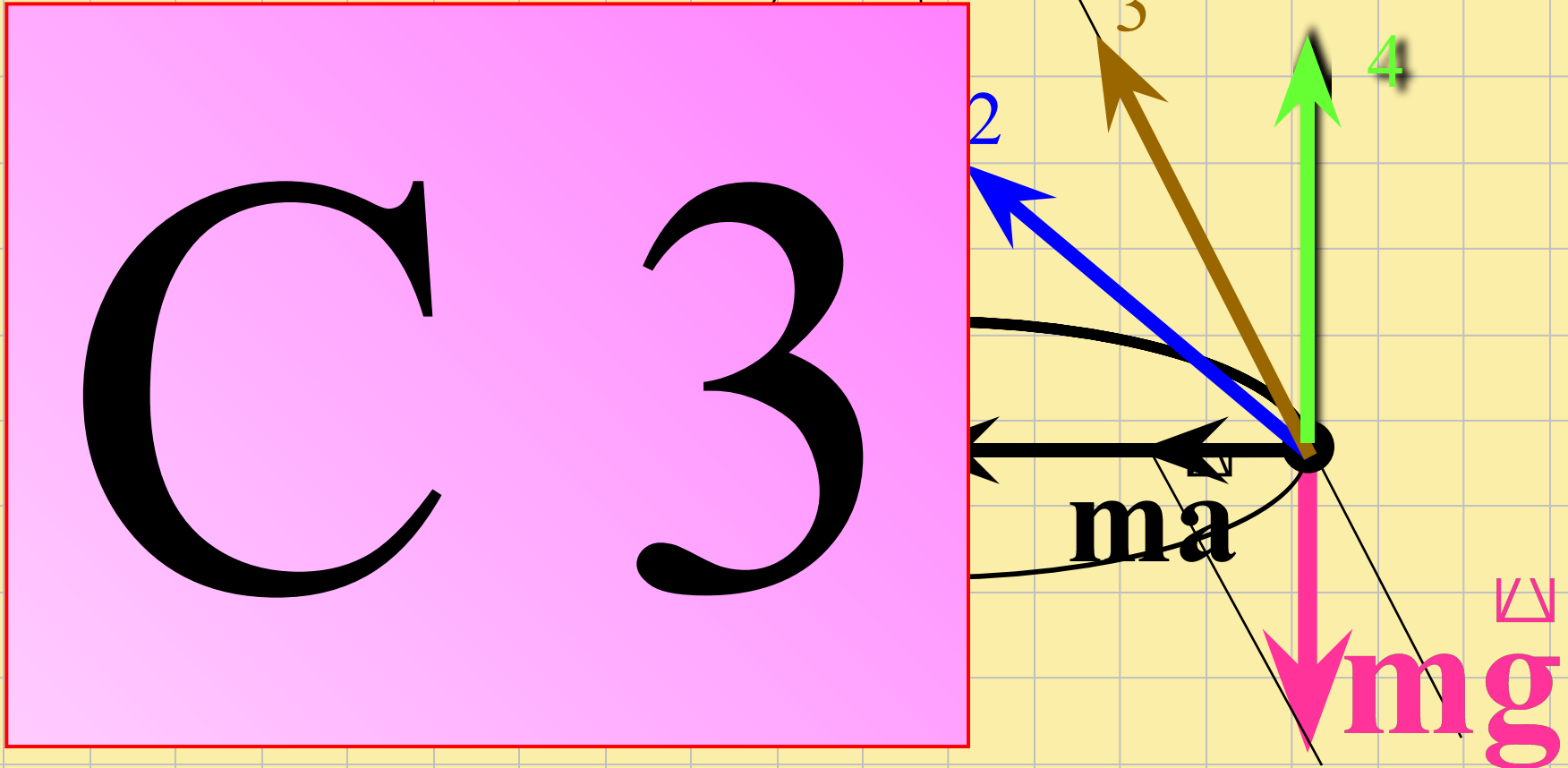
Длина вектора  $\vec{v}$   
равна длине стрелки?

$v^2$

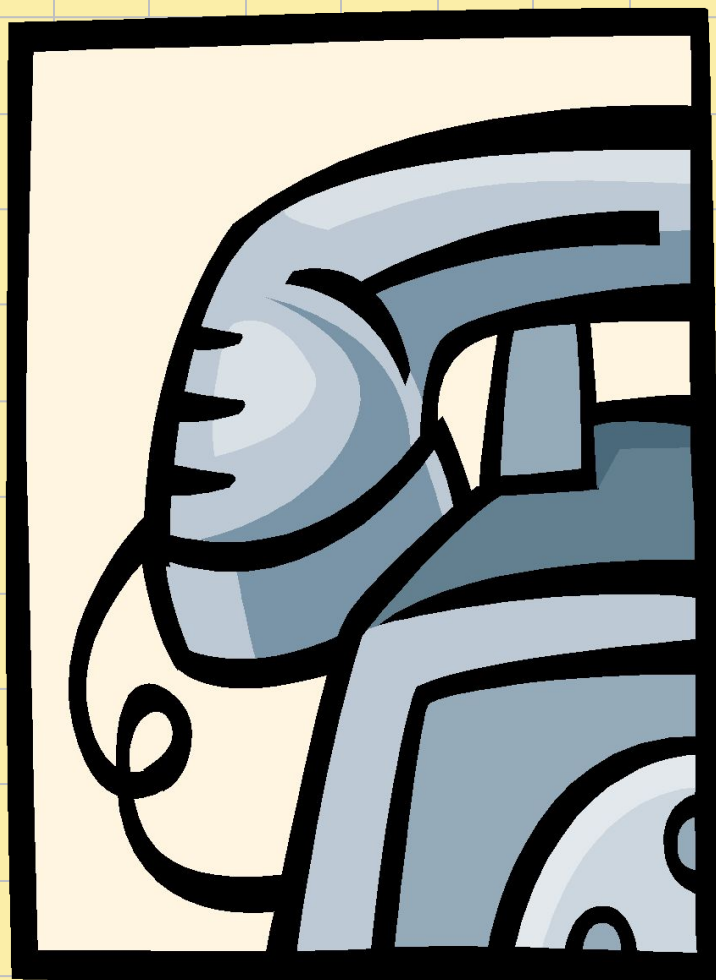


6

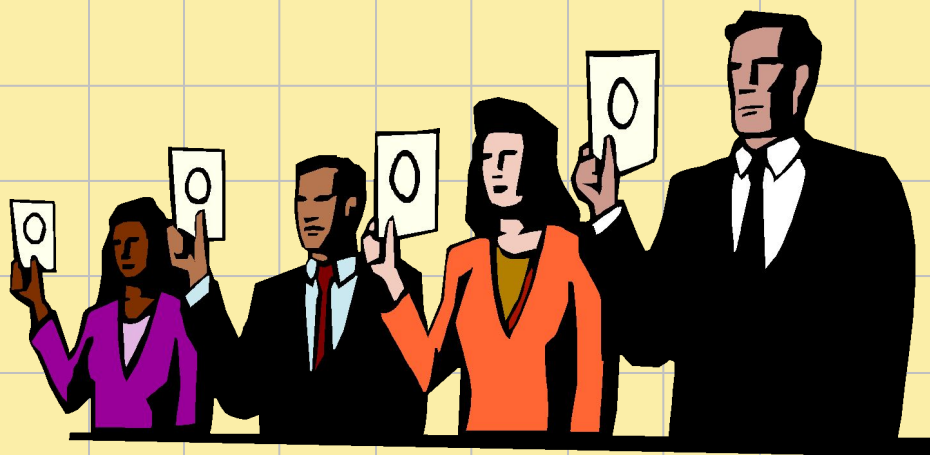
Сила натяжения нити направлена  
вдоль стрелки



# НА ЕГЭ запрещается!



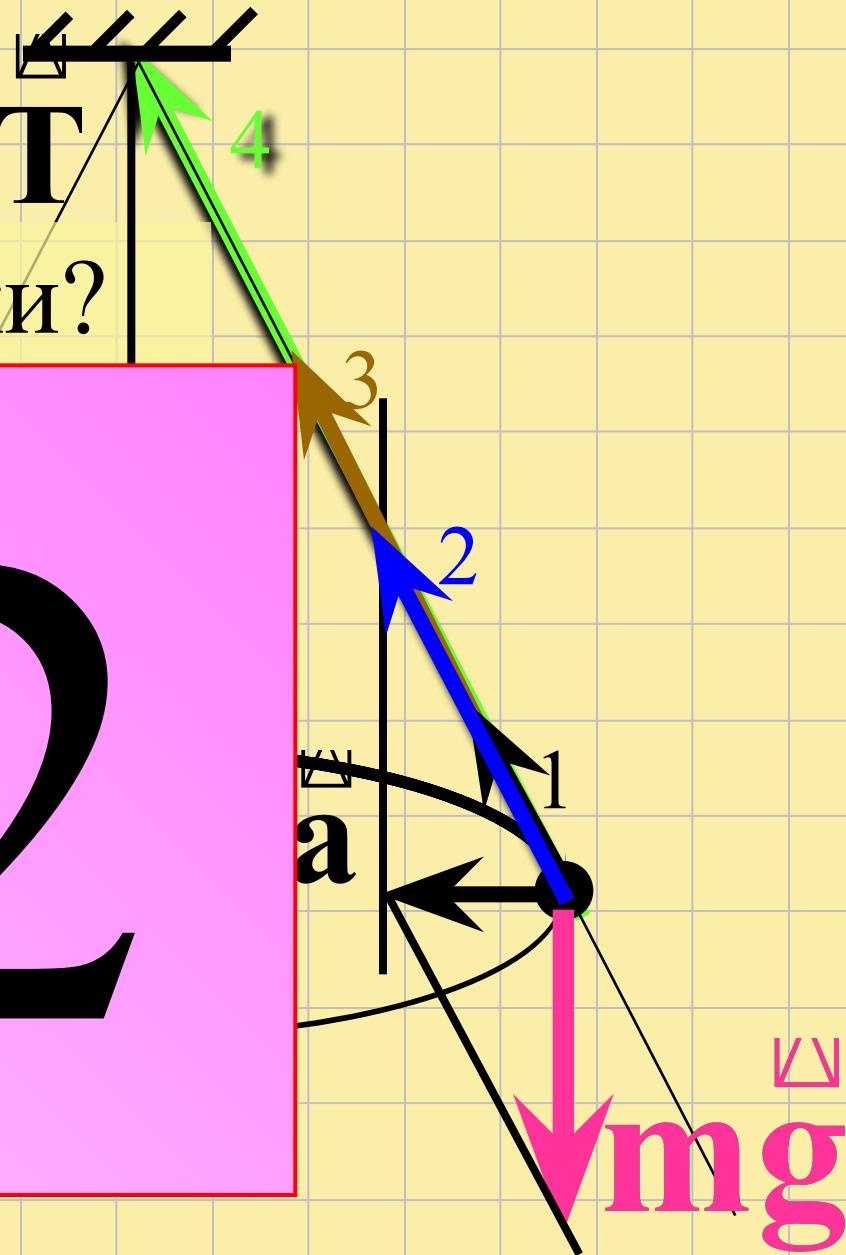
50/50



7

Длина вектора  $\mathbf{T}$   
равна длине стрелки?

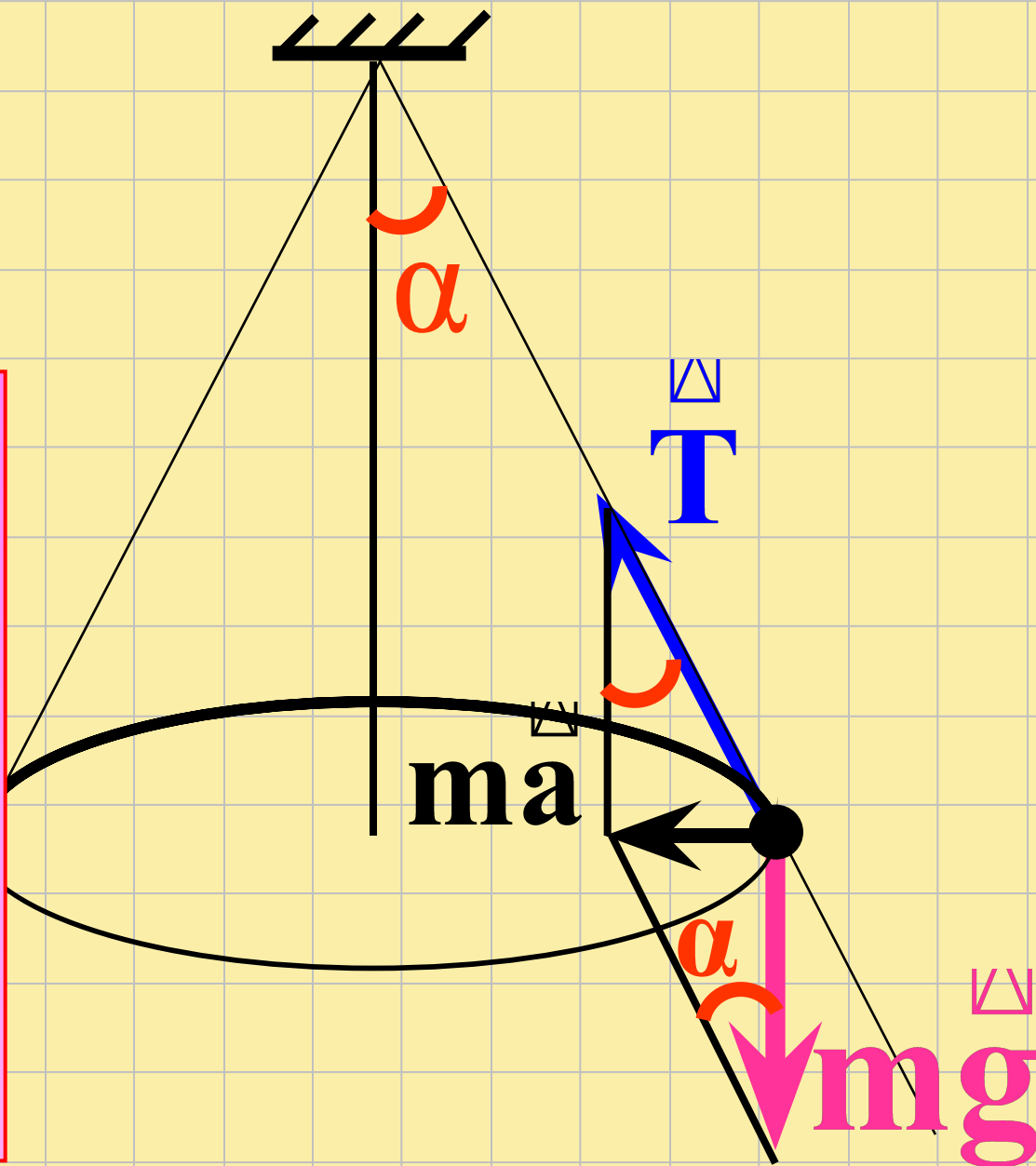
**B 2**



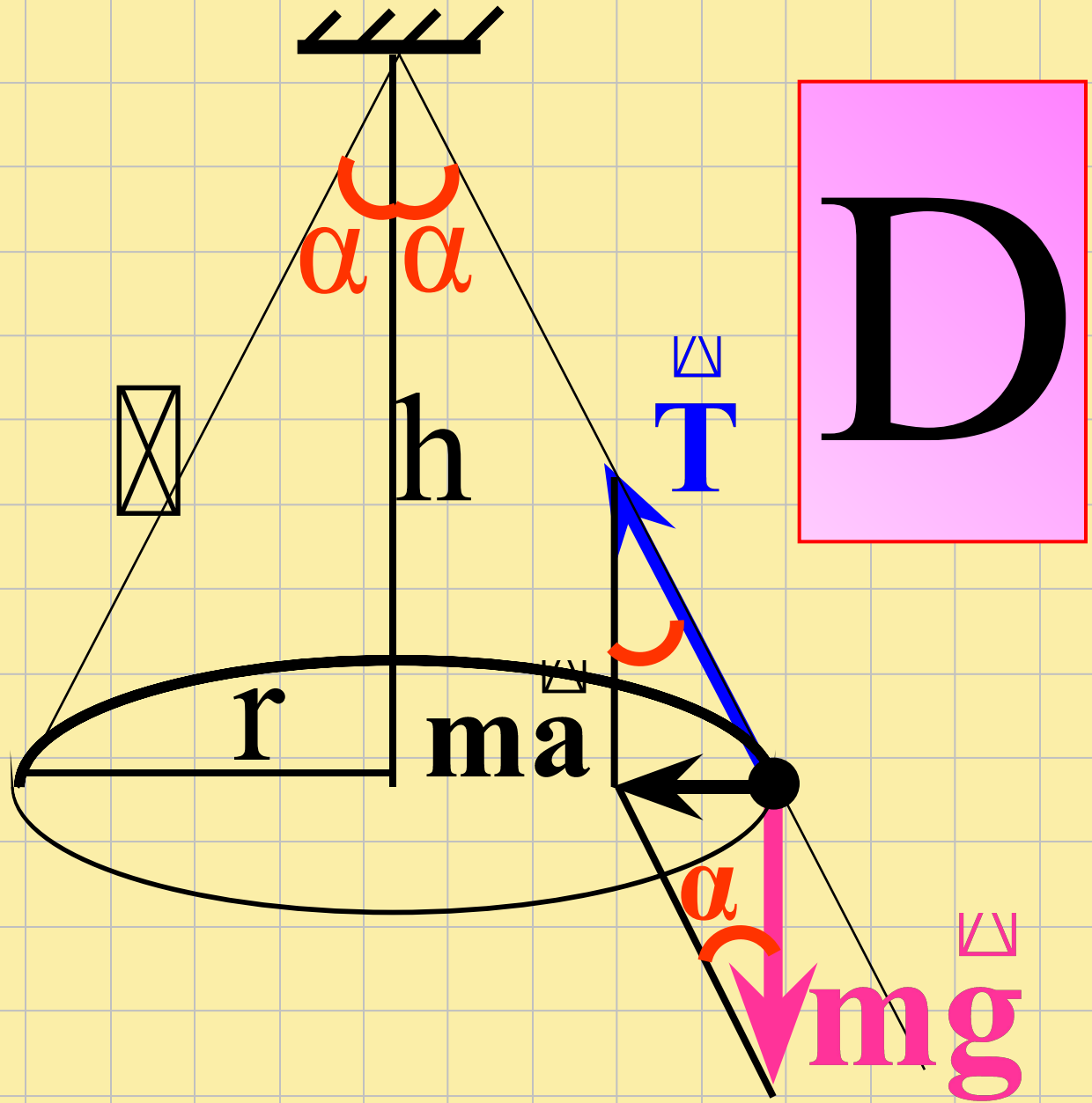
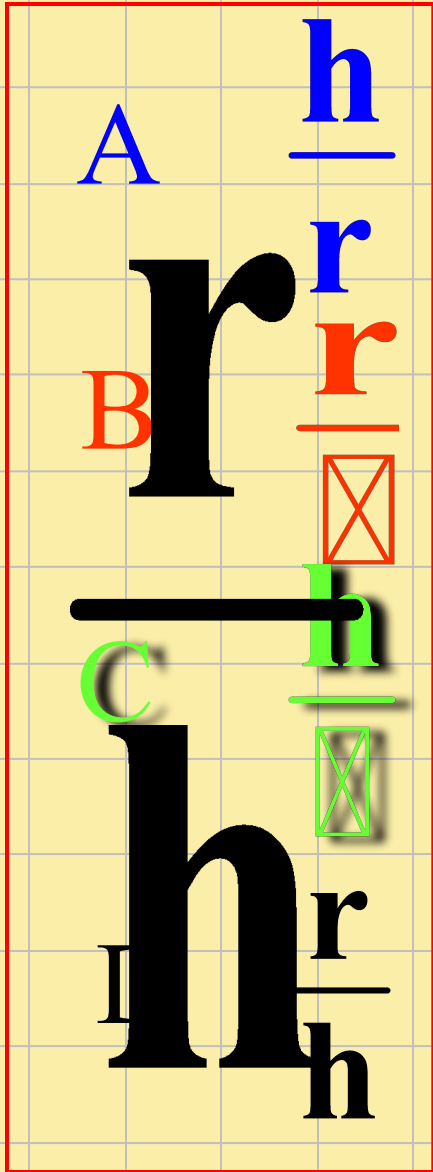
8

$$\frac{ma}{mg} =$$

$$\operatorname{tg} \alpha$$



9  $\text{tg}\alpha =$





# Рекламная пауза

Внимание –  
единственная дверь  
нашей души.

Константин Ушинский,

Основоположник научной педагогики  
в России

Центростремительное ускорение равно:

**A**

$$a = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

$$\mathbf{a} = \frac{4\pi^2 \mathbf{r}}{\mathbf{T}^2}$$

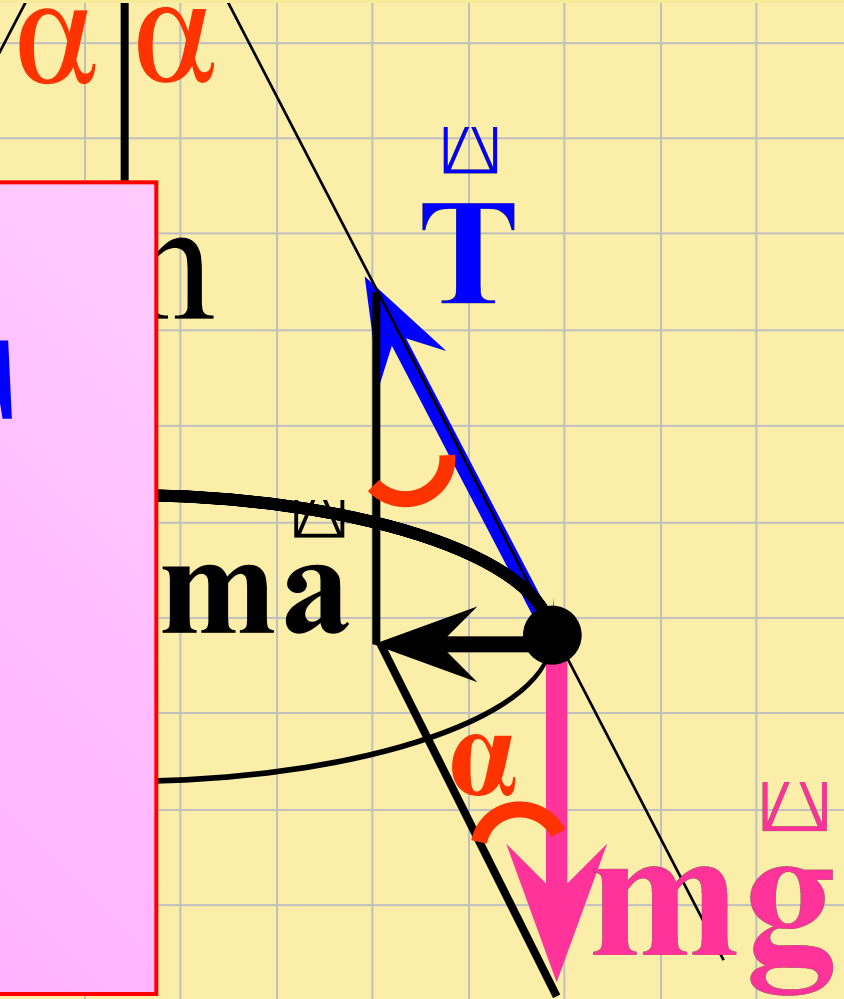
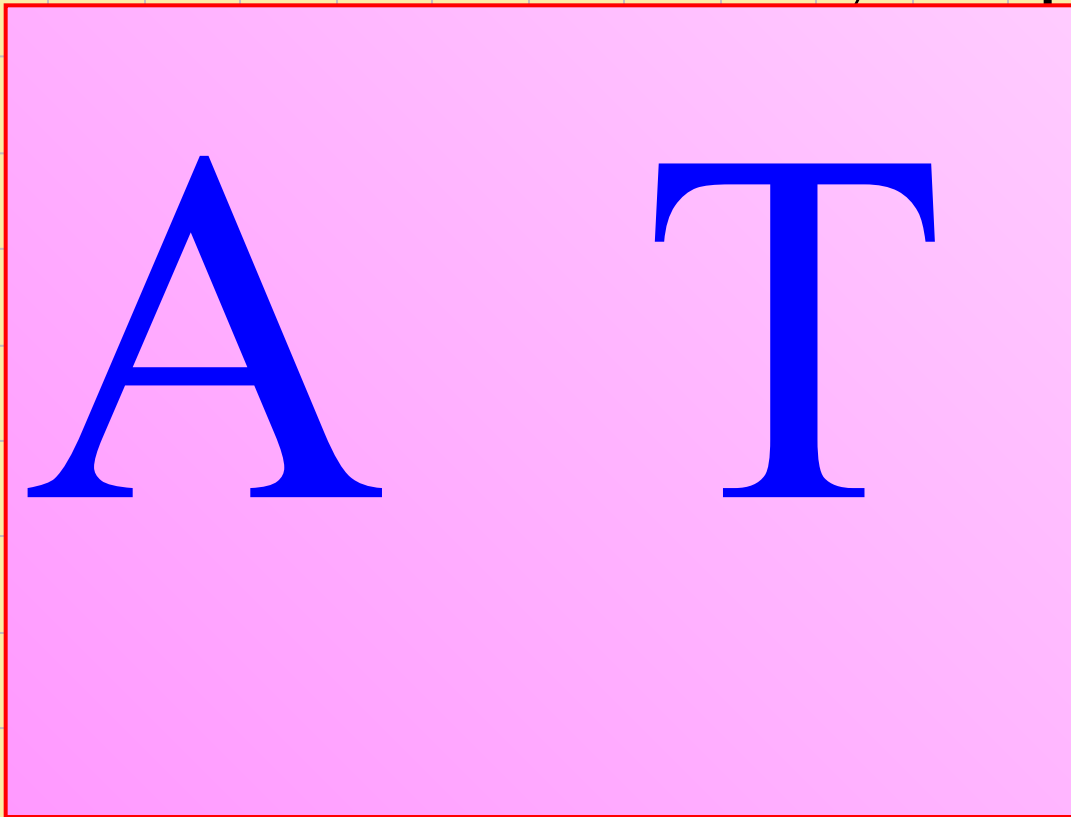
$$\mathbf{tg}\alpha = \frac{\cancel{\mathbf{r}}}{\mathbf{h}} = \frac{\mathbf{ma}}{\mathbf{mg}} = \frac{\mathbf{a}}{\mathbf{g}} = \frac{4\pi^2 \cancel{\mathbf{r}}}{\mathbf{gT}^2}$$

$$\mathbf{T}^2 = 4\pi^2 \frac{\mathbf{h}}{\mathbf{g}}$$

$$\mathbf{T} = 2\pi \sqrt{\frac{\mathbf{h}}{\mathbf{g}}}$$

1  
1

Сила, с которой тело действует  
на нить, численно равна:



1  
2

Эти силы равны по

С

Третьему закону Ньютона

$$\begin{array}{c} \triangle \\ \square \end{array} P = - \begin{array}{c} \triangle \\ \square \end{array} T$$

Сила Р численно равна

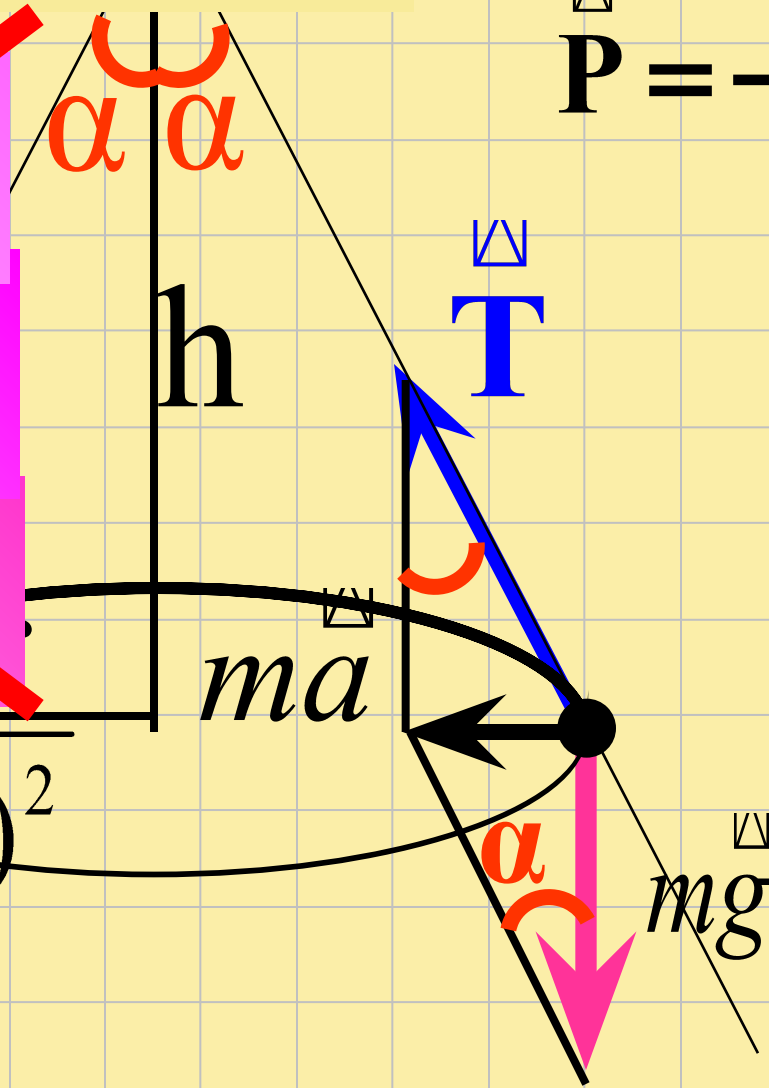
~~A  $mg \sin \alpha$~~

~~B  $mg \cos \alpha$~~

~~C  $ma \operatorname{tg} \alpha$~~

D  $\sqrt{(ma)^2 + (mg)^2}$

$\vec{P} = -\vec{T}$



1  
3

# Пример №2

Математический маятник

Тело массой  $m$ , привязанное к нити длиной  $\ell$ , колеблется в вертикальной плоскости. Сила натяжения нити в крайнем положении равна:

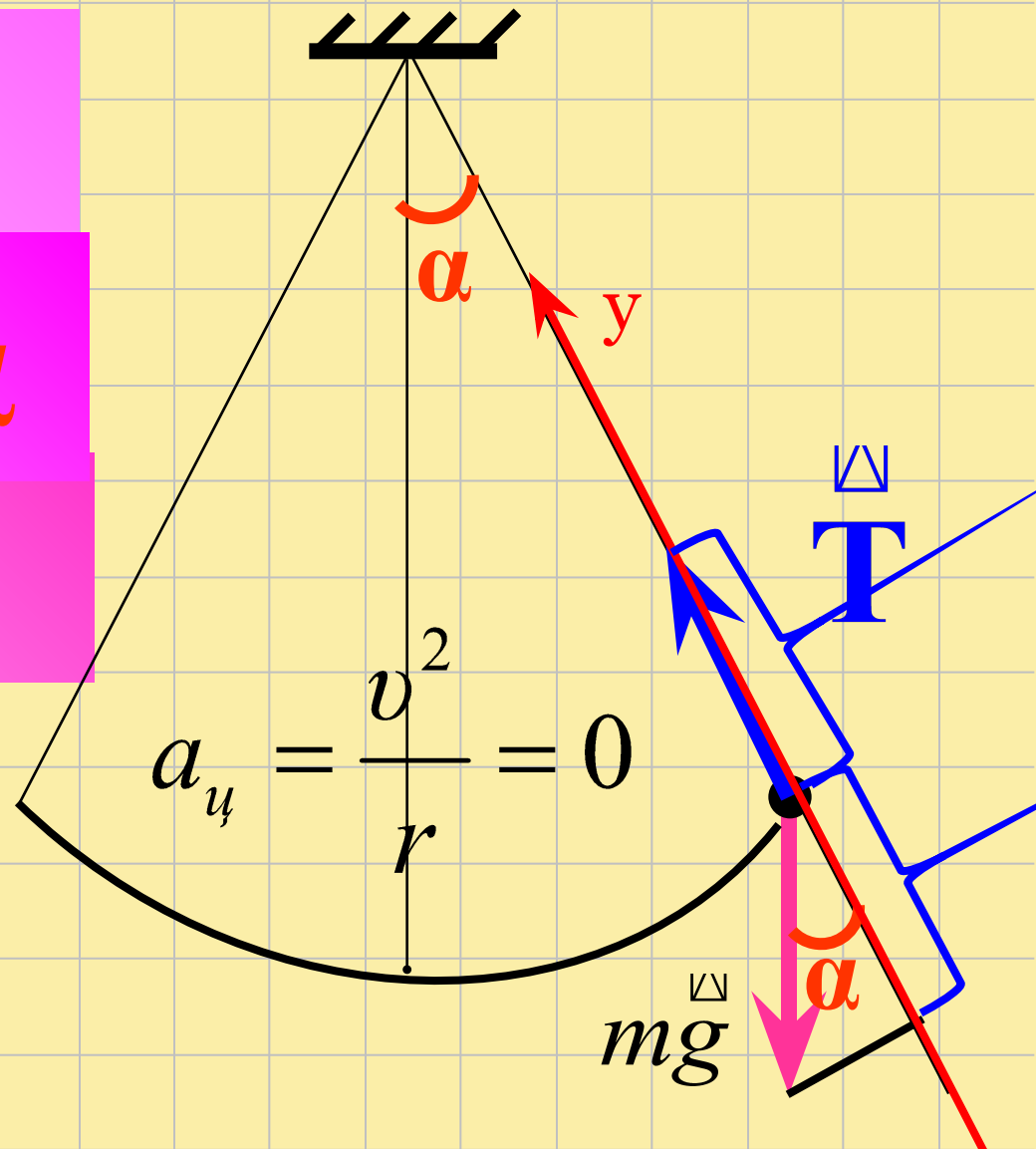
A  $mg \sin \alpha$

B  $mg \cos \alpha$

C  $mg \operatorname{tg} \alpha$

D  $\frac{mg}{\cos \alpha}$

1  
4



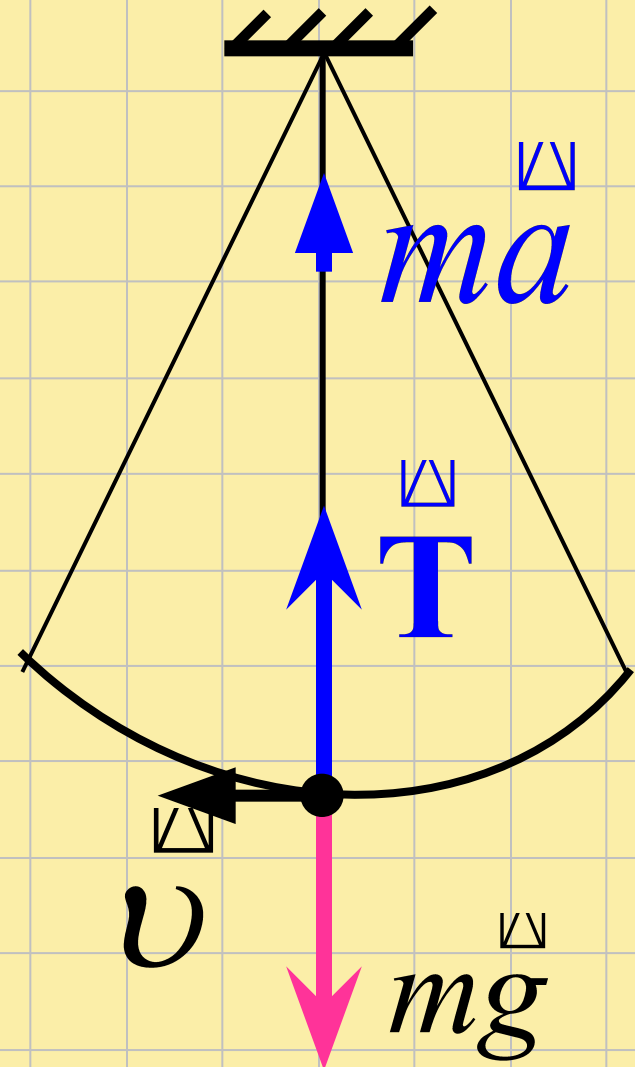


Тело массой  $m$ , привязанное к нити длиной  $\ell$ , колеблется в вертикальной плоскости. Сила натяжения нити в положении равновесия:

A  $T = mg$

B  $T > mg$

C  $T < mg$



1  
5

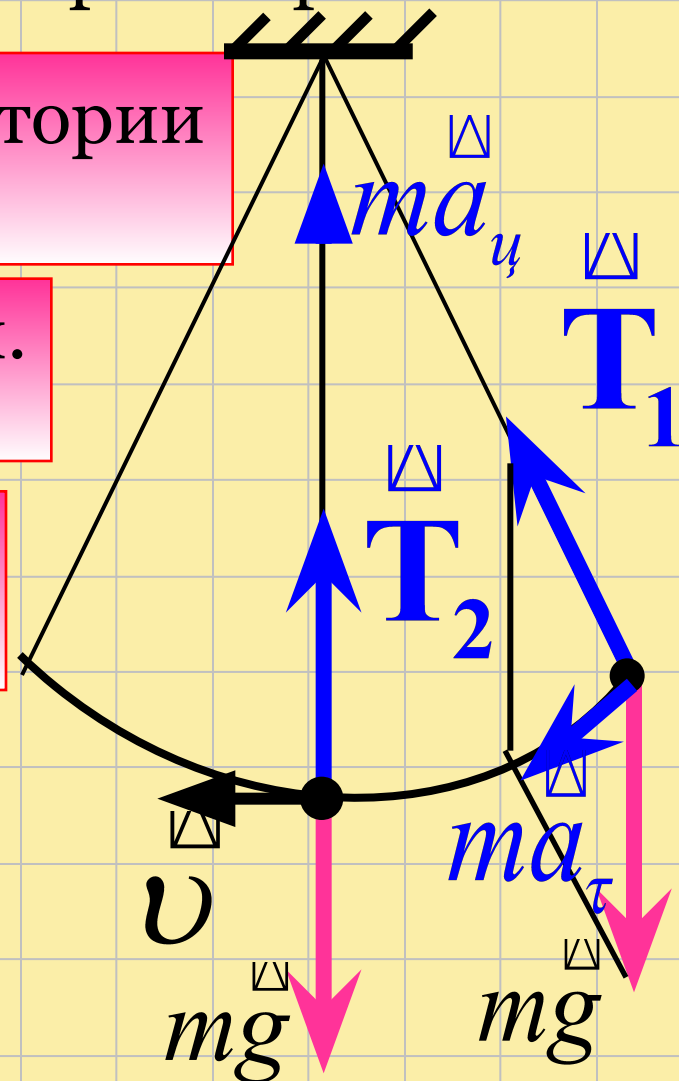
Тело массой  $m$  совершает свободные колебания как математический маятник. В каких точках траектории движения тела его ускорение равно 0?

**A** Только в нижней точке траектории — положении равновесия.

**B** Ни в одной точке траектории.

**C** В двух крайних точках и в положении равновесия.

**D** Только в левой и правой крайних точках.



# Ваш рейтинг

|           |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <i>16</i> | <i>15</i>  | <i>14</i>  | <i>13</i>  | <i>12</i>  | <i>11</i>  | <i>10</i>  | <i>9</i>   | <i>8</i>   | <i>7</i>   |
| <i>5</i>  | <i>4,7</i> | <i>4,4</i> | <i>4,1</i> | <i>3,8</i> | <i>3,4</i> | <i>3,1</i> | <i>2,8</i> | <i>2,5</i> | <i>2,2</i> |

# Пример № 3

Груз массой 150 кг лежит на дне кабины опускающегося лифта и давит на него с силой 1800Н. Определить величину и направление ускорения лифта.

Дано:

$$m = 150 \text{ кг}$$

$$P = 1800 \text{ Н}$$

---

$$a - ?$$

1). Проанализируем условие:

$$P = N = 1800 \text{ Н} > mg = 1500 \text{ Н},$$

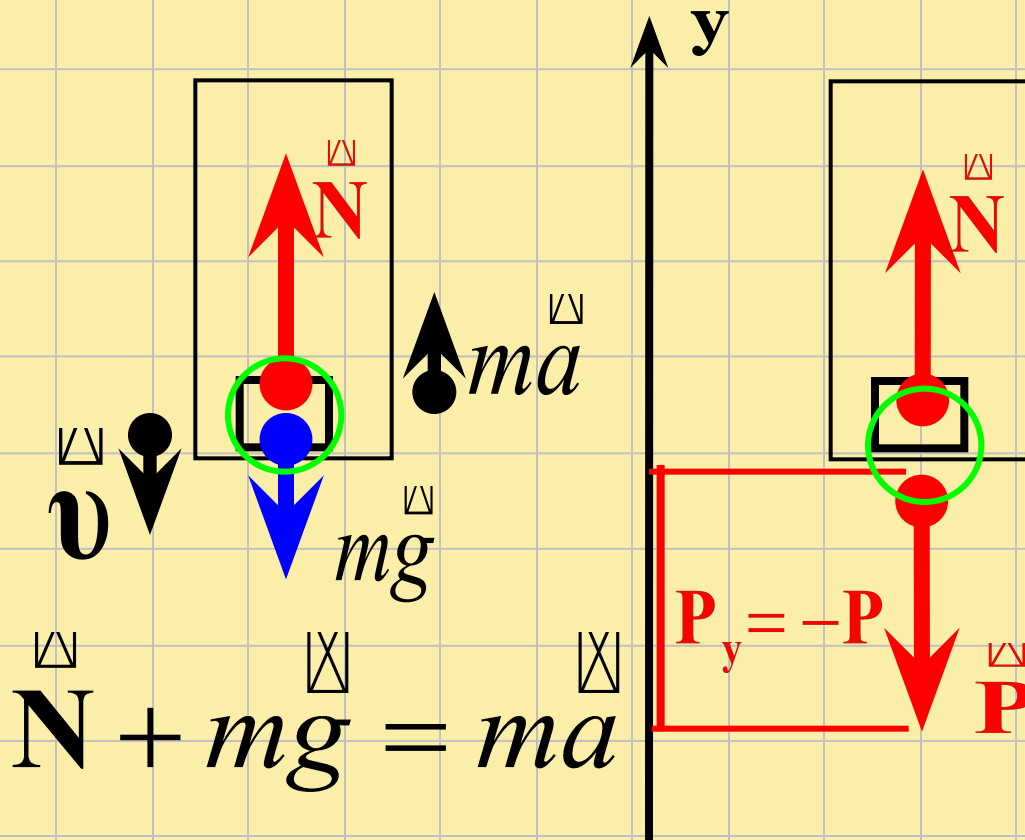
следовательно

**ускорение направленно вверх!**

2). Применим I Н (выберем ИСО)

### 3). Применим II Н

### 4). Применим III Н



$$\vec{N} + mg = ma$$

$$y: N - mg = ma \quad (1)$$

$$\vec{N} = -\vec{P}$$

$$y: N = P \quad (2)$$

$$5). (2) \rightarrow (1) \Rightarrow$$

$$P - mg = ma$$

$$a = \frac{P - mg}{m}$$

$$a = \frac{1800 - 1500}{150} = 2 \frac{\text{M}}{\text{с}^2}$$

# Пример № 4

Найти наименьший радиус дуги для поворота автомашины, движущейся по горизонтальной дороге со скоростью 10 м/с, если коэффициент трения скольжения колес о дорогу равен 0,25.

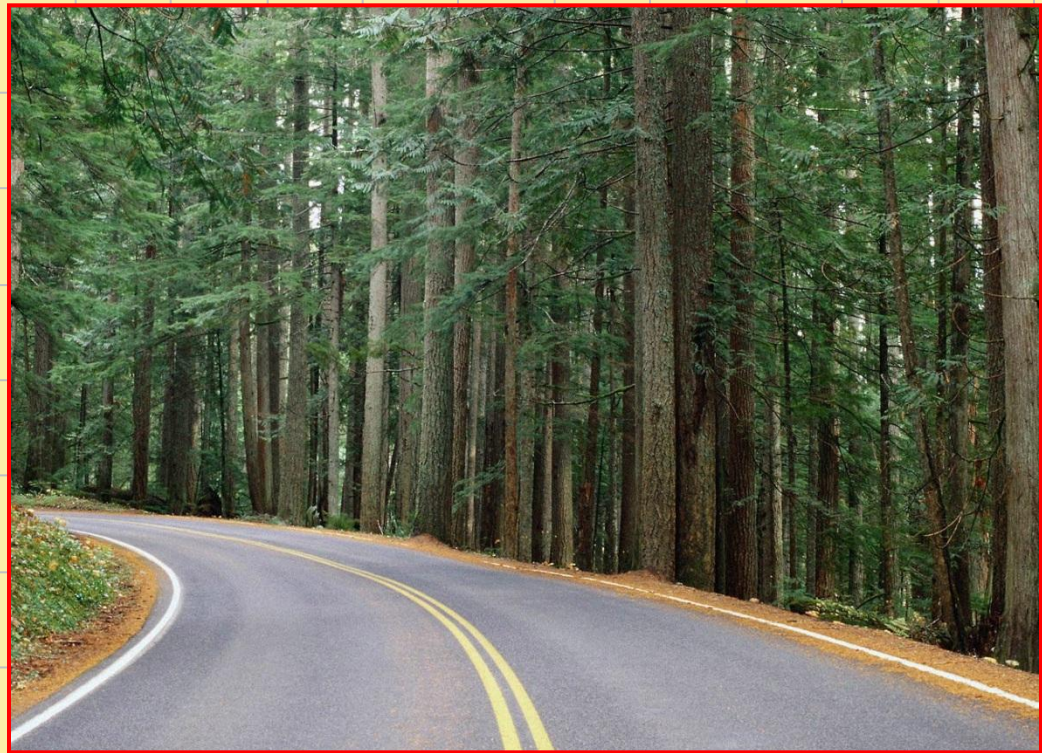
Дано:

$$v = 10 \text{ м/с}$$

$$\mu = 0,25$$

---

$$R_{\min} - ?$$





$$\mathbf{N} + m\mathbf{g} = \mathbf{0}$$

необходимо:

$$\mathbf{F} + \mathbf{F}_c = \mathbf{0}$$

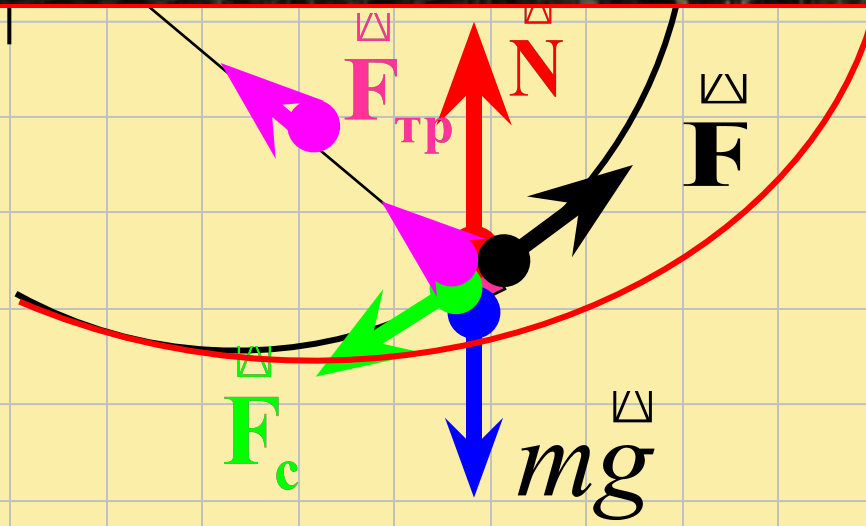
статическое трение покоя:

$$F_{\text{тр max}} = \mu mg$$

$$F_{\text{тр}} \uparrow = ma = m \frac{v^2}{r}$$

~~$$\mu mg = m \frac{v_{\text{max}}^2}{r_{\text{min}}}$$~~

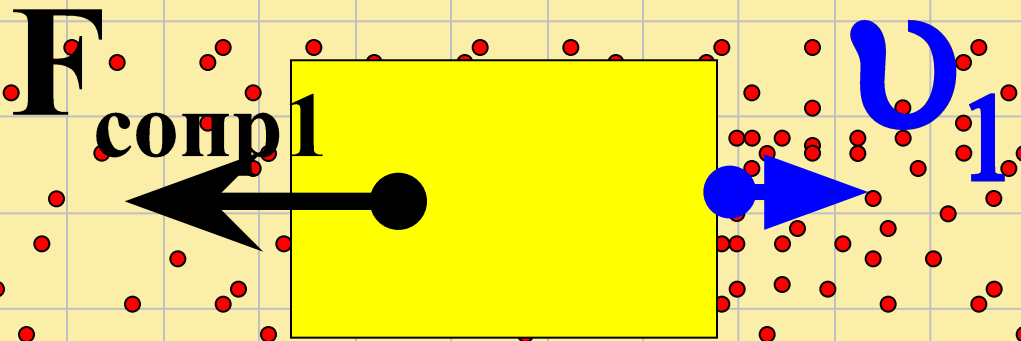
$$r_{\text{min}} \uparrow \uparrow = \frac{v_{\text{max}}^2}{\mu g} \downarrow \downarrow$$



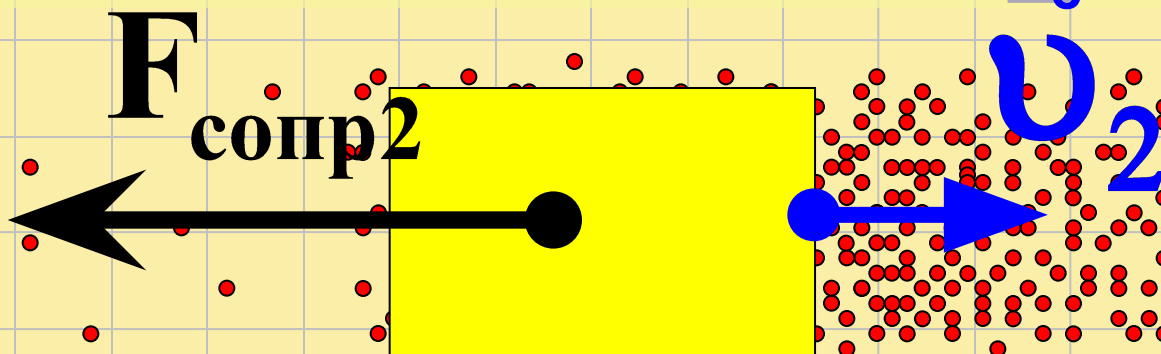
$F_c$

При вязком трении нет трения покоя.

При достаточно малых скоростях  $F_c \sim u$



При больших скоростях  $F_c \sim u^2$ .





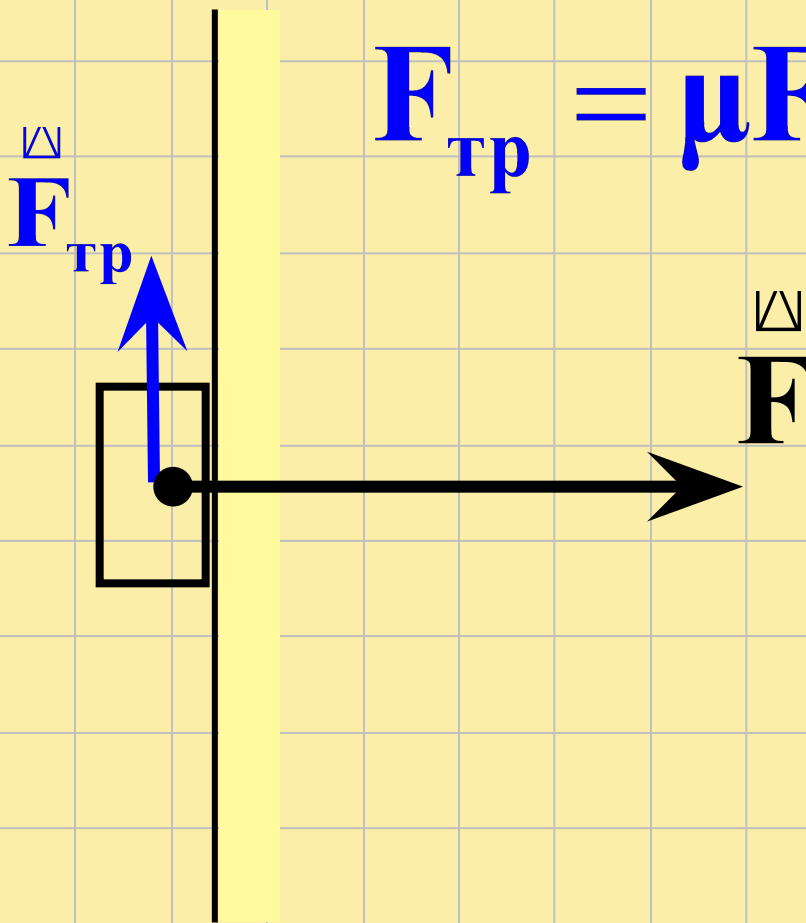
Брусок массой 0,3 кг прижат к вертикальной стене с силой 8 Н. Коэффициент трения между бруском и стеной равен 0,3. Чему равна сила трения скольжения бруска о стену?

А. 3,3 Н.

Б. 2,4 Н.

В. 1,5 Н.

Г. 0,9 Н.



$$F_{\text{тр}} = \mu F = 2,4 \text{ Н}$$

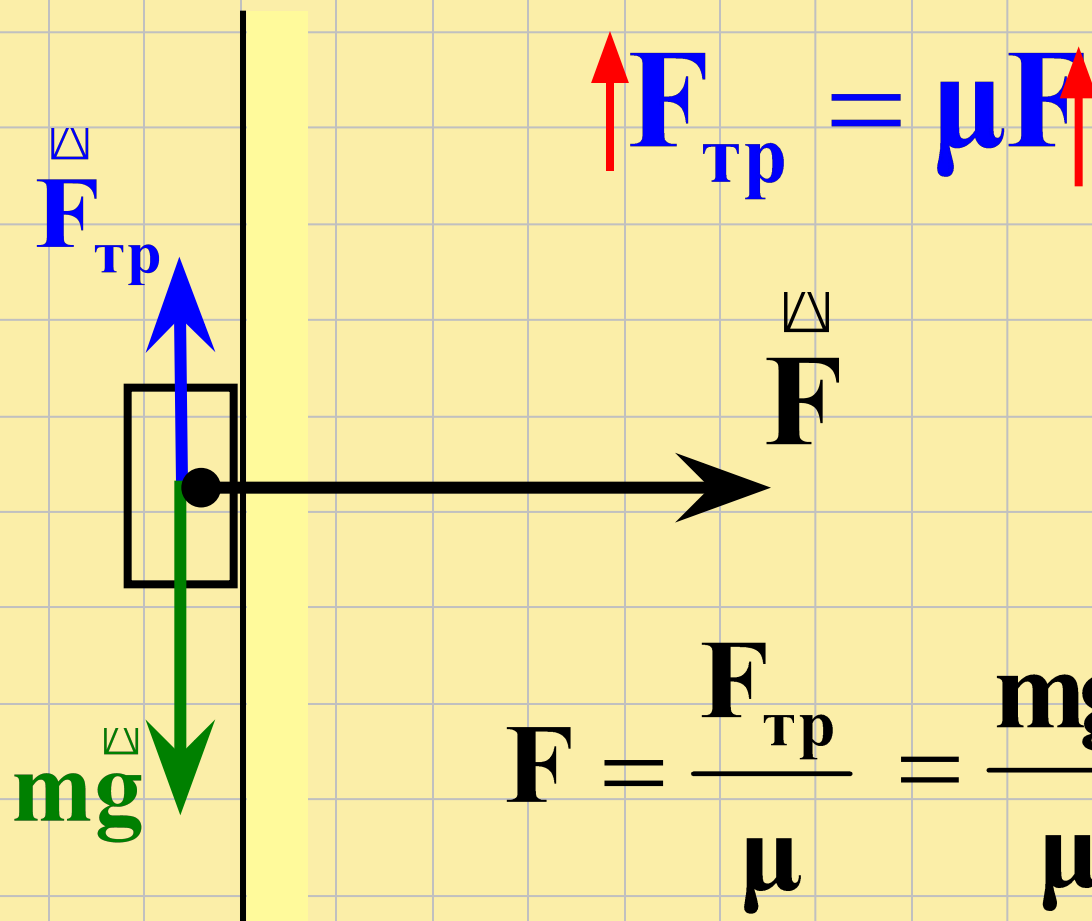
Брусок массой 0,3 кг прижат к вертикальной стене с силой 8 Н. Коэффициент трения между бруском и стеной равен 0,3. Определите минимальную силу нормального давления на брусок, чтобы он был неподвижен.

А. 10Н.

Б. 8Н.

В. 1Н.

Г. 08Н.



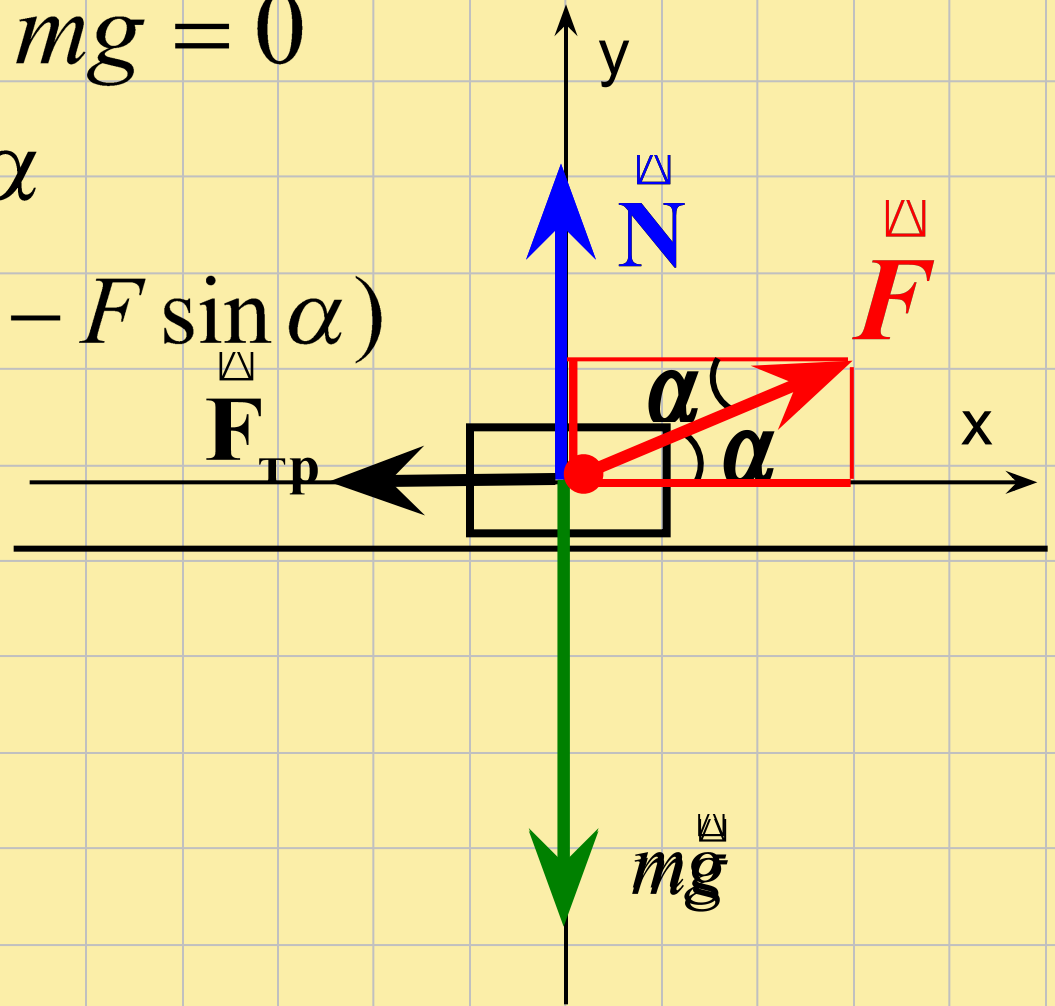
$$F = \frac{F_{\text{тр}}}{\mu} = \frac{mg}{\mu} = 10\text{Н}$$

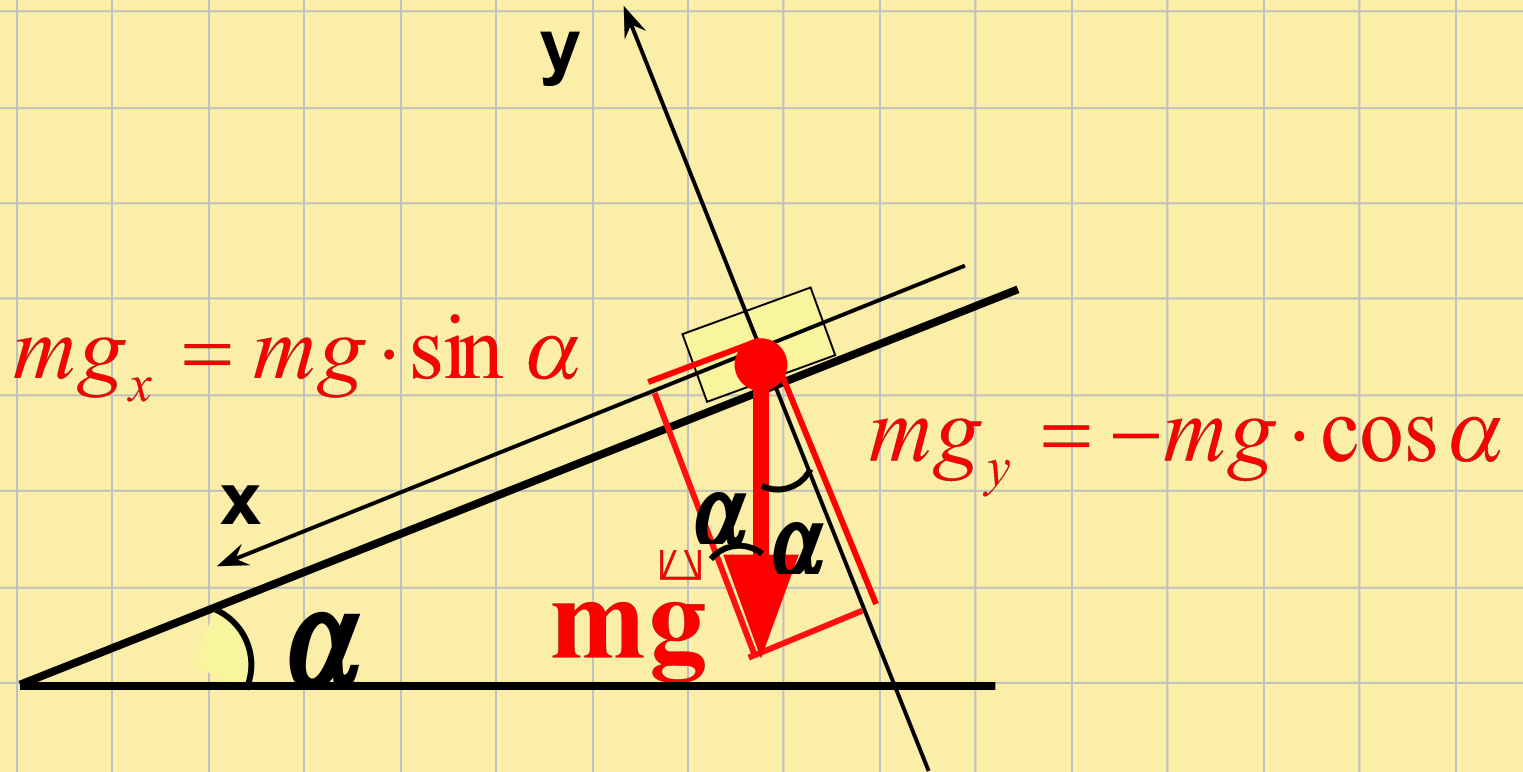
Брусок массой  $m$  движется по горизонтальной поверхности стола под действием силы  $F$ , направленной под углом  $\alpha$  к горизонту. Коэффициент трения скольжения  $\mu$ . Чему равен модуль силы трения? А.  $F \sin \alpha$  Б.  $\mu(mg - F \sin \alpha)$  В.  $F \cos \alpha$  Г.  $\mu(mg + F \sin \alpha)$

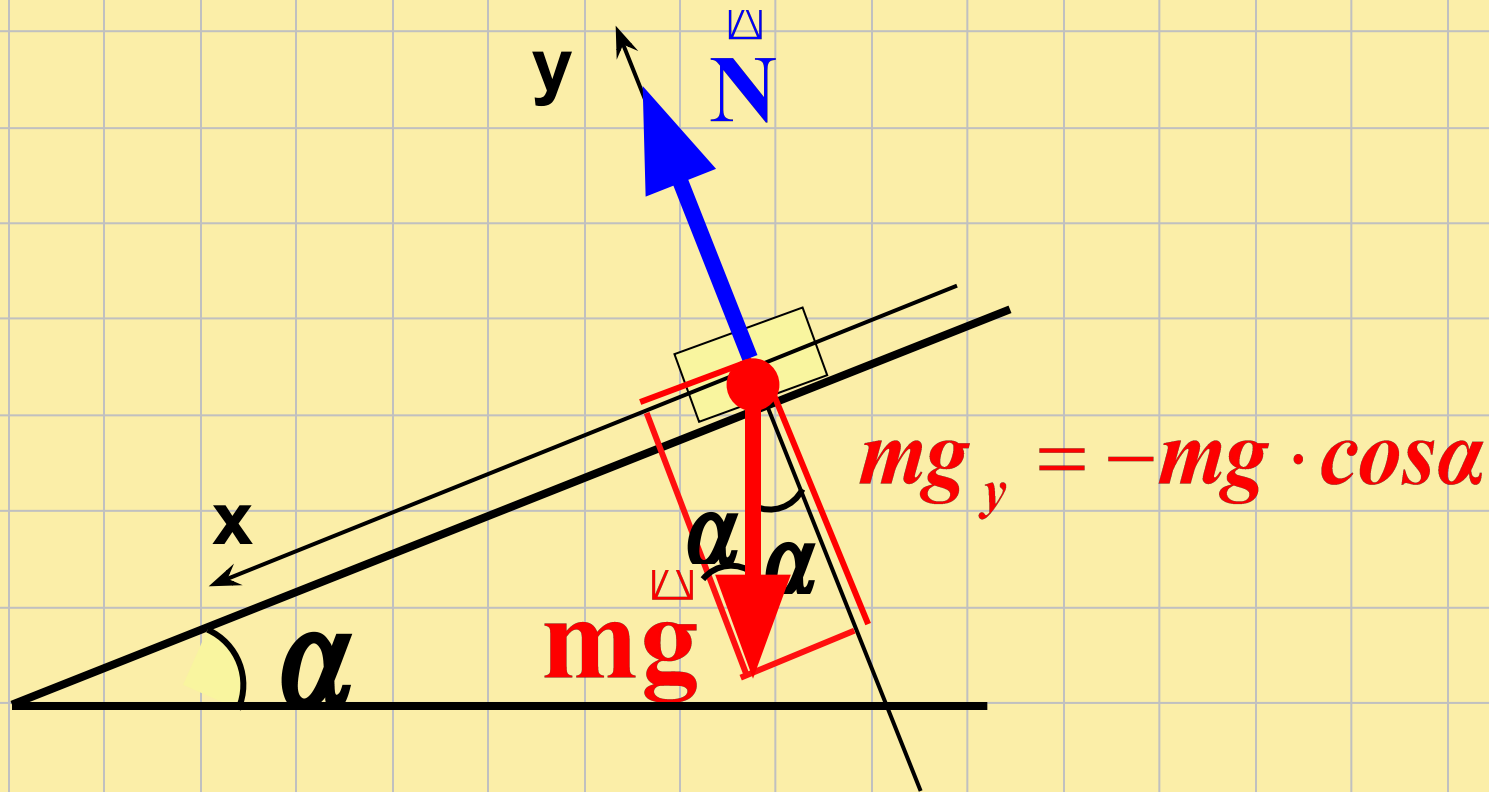
$$y: N + F \sin \alpha - mg = 0$$

$$N = mg - F \sin \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu(mg - F \sin \alpha)$$







$$N = mg \cdot \cos\alpha$$

# Пример № 5

(Степанова № 473)

На наклонную плоскость с углом наклона  $30^\circ$  положили кирпич массой 2 кг. Коэффициент трения скольжения между поверхностями равен 0,8. Чему равна сила трения, действующая на кирпич?

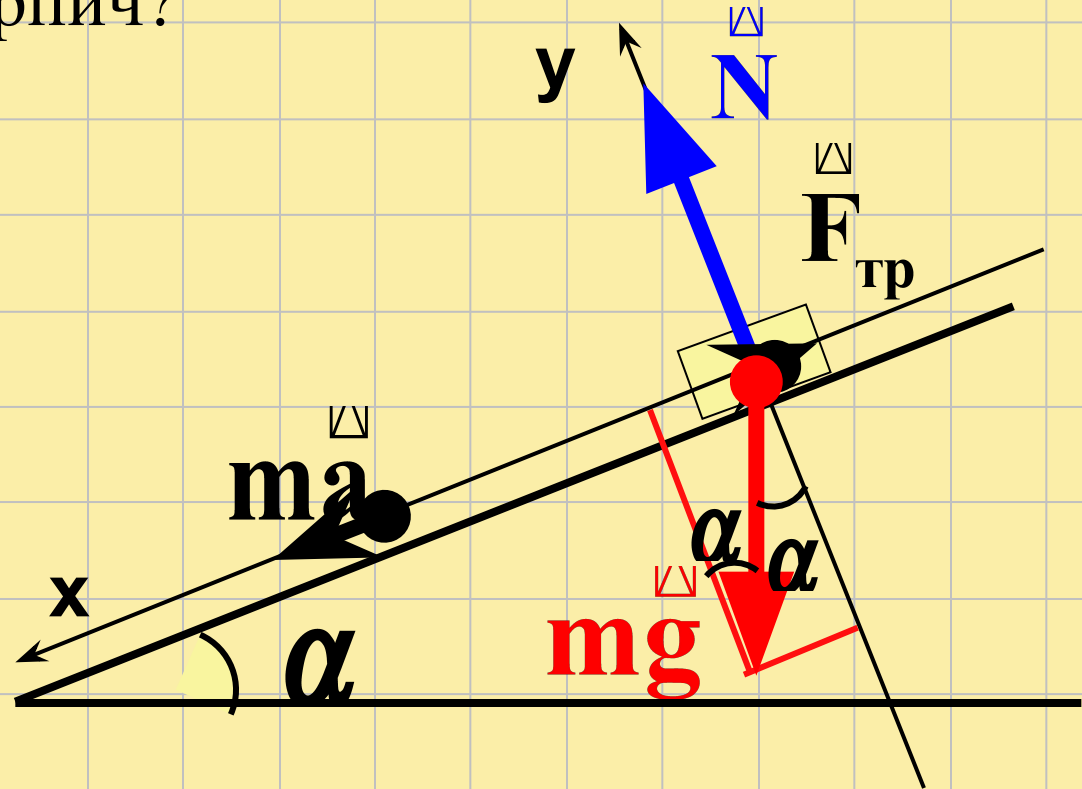
Дано:

$$\alpha = 30^\circ$$

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$\mu = 0,8$$

$$F_{\text{тр}} - ?$$



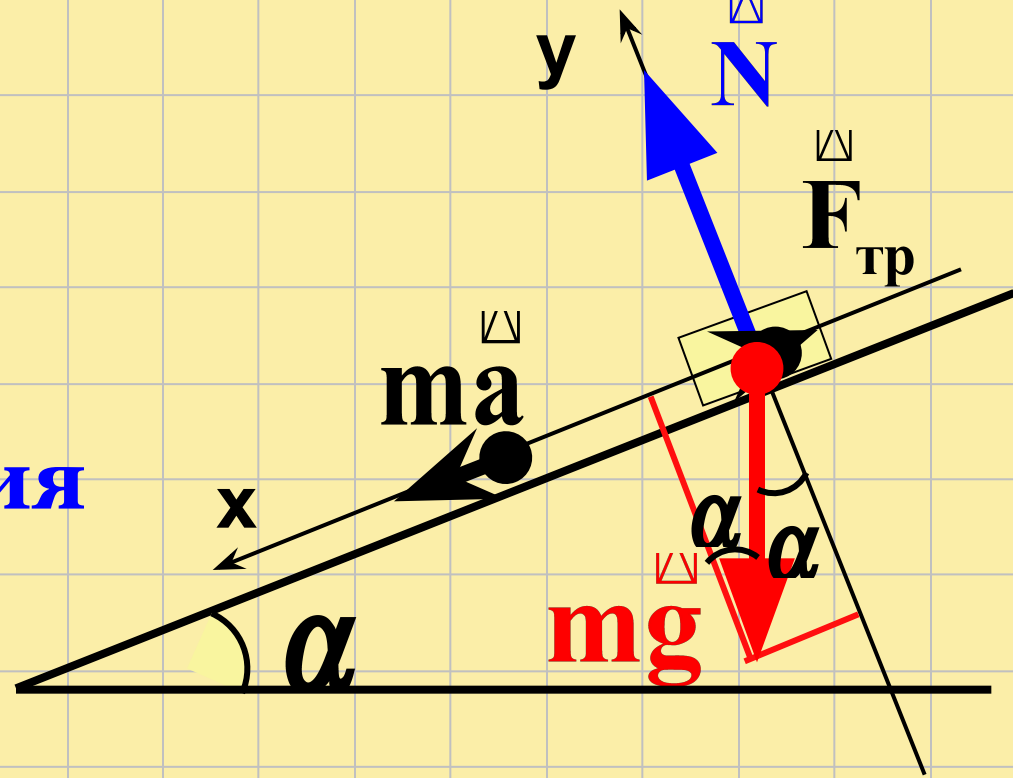
$$\vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} + m\vec{g} = m\vec{a}$$

$$\alpha = N - mg \cos$$

$$N = mg \cos$$

**Трение скольжения**

$$N_{\text{тр}} = \mu g \cos \alpha$$



$$F_{\text{тр}} = 0,8 \cdot 2 \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 8\sqrt{3} = 13,9 \text{ Н}$$

$$mg \cdot \sin \alpha = 2 \cdot 10 \cdot 0,5 = 10 \text{ Н} < 13,9 \text{ Н}$$

**Следовательно кирпич останется неподвижным, а сила трения покоя равна 10 Н и  $ma=0$**

Автомобиль массой  $m$  движется в гору с ускорением  $a$ . Найти силу тяги, если угол наклона плоскости дороги  $\alpha$  и коэффициент трения  $\mu$ .

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

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

$$N = mg \cos \alpha$$

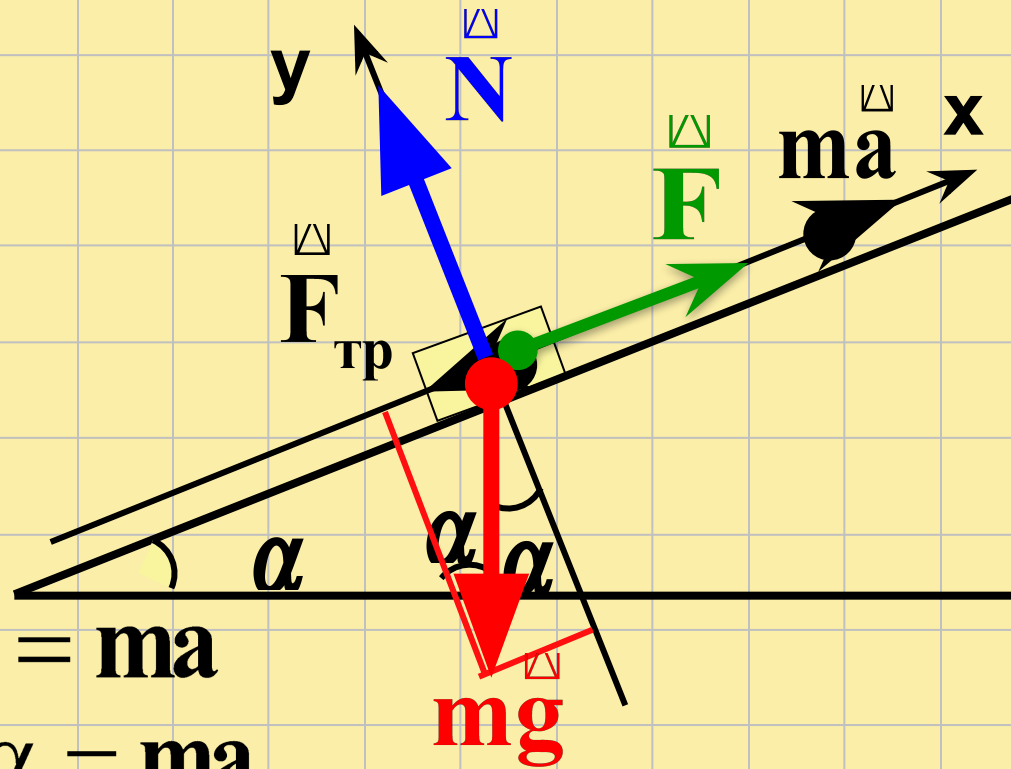
$$F_{\text{тр}} = \mu mg \sin \alpha$$

$$x: F - mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = ma$$

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

$$F = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha + ma$$

$$F = m(g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha + a)$$





С наклонной плоскости длиной 5 м и высотой 3 м соскальзывает груз массой 10 кг. Коэффициент трения 0,2. Найти силу реакции опоры, силу трения и ускорение груза.

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

$$N = mg \cos \alpha$$

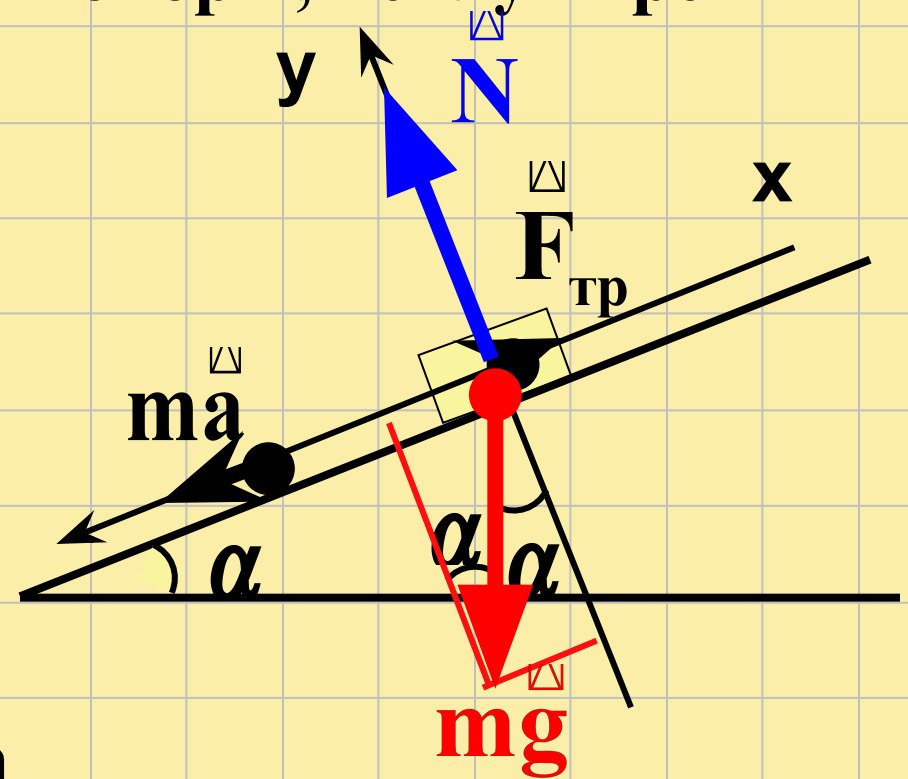
$$N = mg \cos \alpha$$

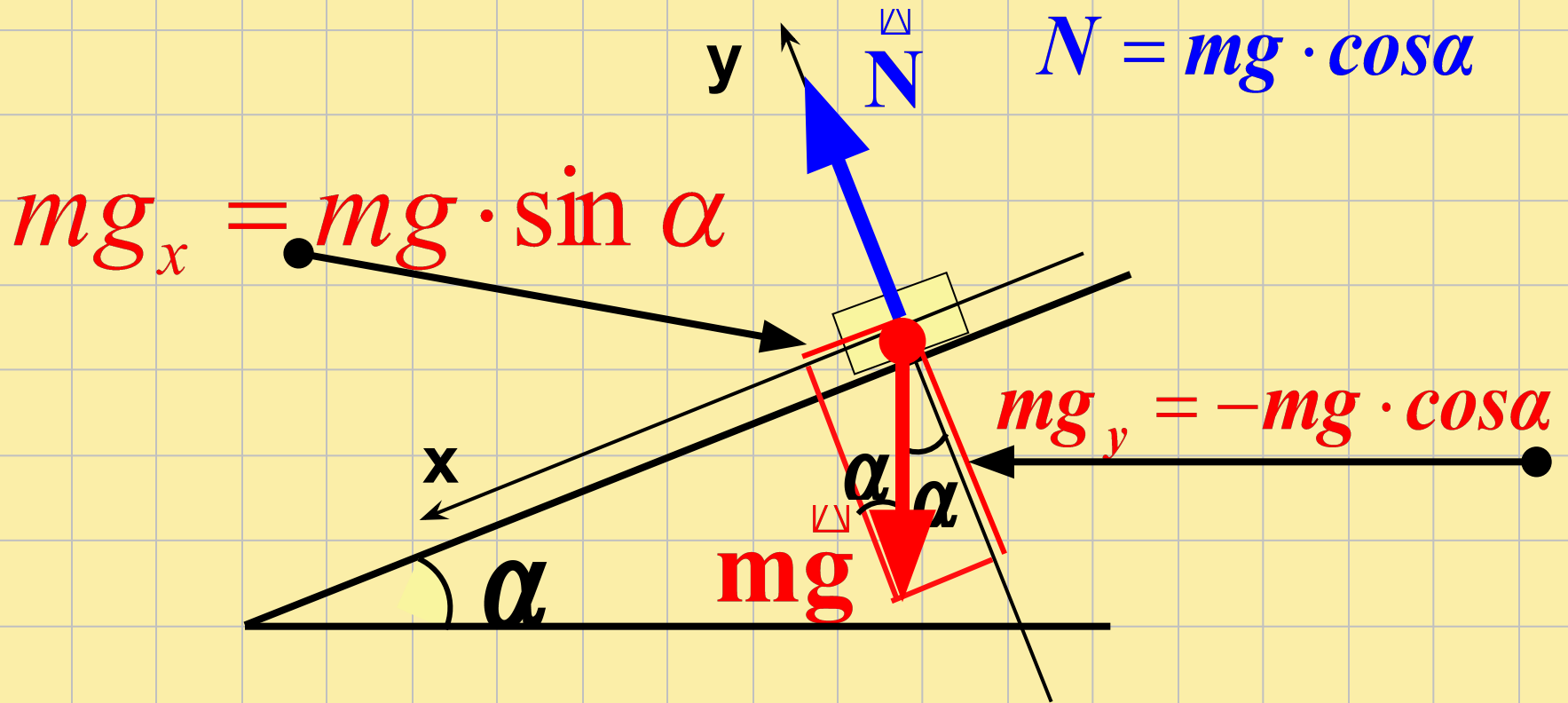
$$F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha$$

$$x: mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = ma$$

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

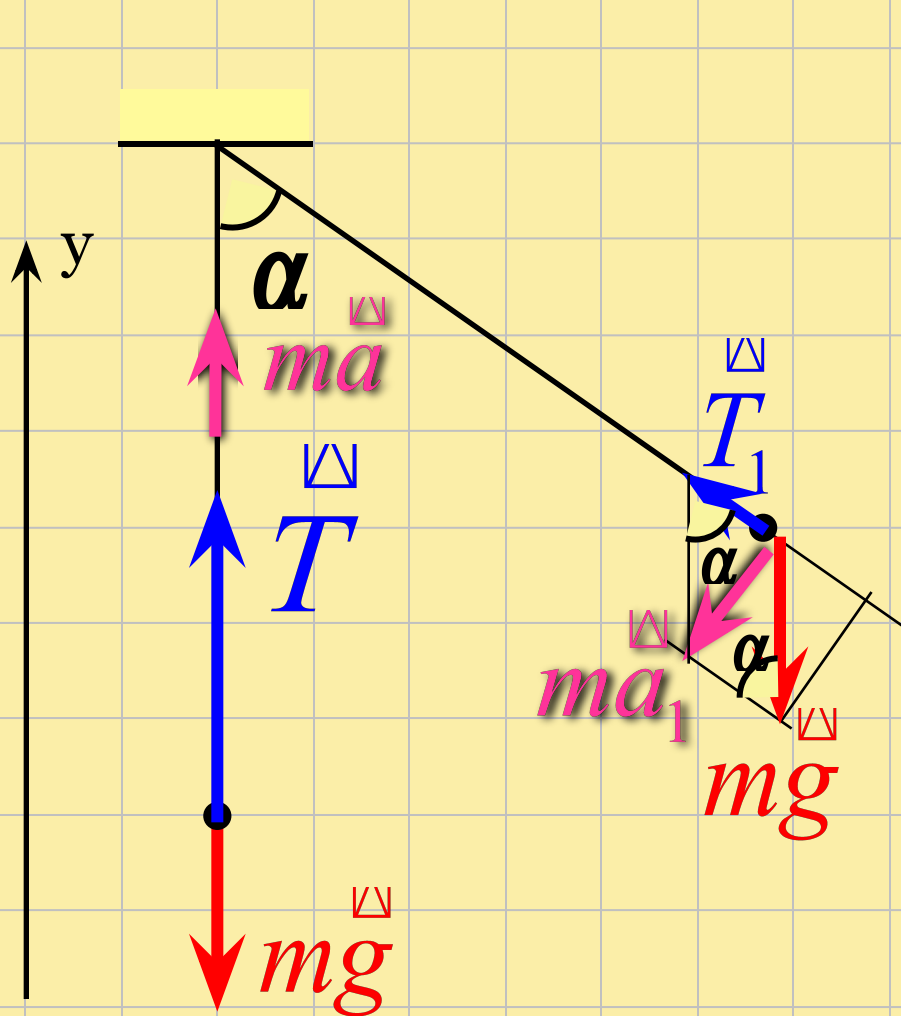
$$a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$





$$N_{Tp} = mg \cos \alpha$$

Шарик массой  $m$ , подвешенный на нити, качается в вертикальной плоскости так, что ускорение в крайнем и нижнем положениях равны по модулю друг другу, а сила натяжения в нижнем положении равна  $T$ . Если угол отклонения нити равен  $\alpha$ , то масса шарика равна: 1)  $T/g(1+\sin\alpha)$  2)  $T/2g(1-\sin\alpha)$  3)  $2T/g(1+\cos\alpha)$  4)  $T/g(1-\cos\alpha)$  5)  $T/g\cos\alpha$



$$T + mg = ma$$

$$y: T - mg = ma \quad (1)$$

$$ma_1 = mg \sin \alpha \quad (2)$$

$$T - mg = mg \sin \alpha$$

$$T = mg + mg \sin \alpha$$

$$m = \frac{T}{g(1 + \sin \alpha)}$$

# Легко ли быть космонавтом

Что испытывает человек, пребывая в невесомости и по пути к ней

## Значения перегрузок (для сравнения)

Перегрузка (длительная), соответствующая пределу физиологических возможностей человека



8-10g

Летчик при выведении самолета из пикирования



8-9g

Парашютист при раскрытии парашюта (при изменении скорости от 60 до 5 м/с)



5g

Летчик при выполнении фигур высшего пилотажа



до 5g

Космонавты при спуске в космическом корабле «Союз»



3-4g

Пассажир в самолете при взлете



1,5g

Человек, стоящий неподвижно



1g

## Невесомость

**Дегенерация мышц и деминерализация костей**  
(вымывание кальция) при длительных полетах

**Нехватка физической активности**  
- вялость, апатия, быстрая утомляемость, усугубление дегенерации мышц



**Повышенная радиация**  
- опасные для здоровья дозы радиационного облучения

**Обезвоживание организма**  
- изменение в функциях почек, гормональные изменения

**Теснота и нехватка личного пространства** в космическом корабле  
- психологический стресс, возможно развитие невротических состояний

**Снижение количества эритроцитов** и уменьшение объема кровяной плазмы (т.н. «космическая анемия»)

**Перераспределение жидкостей в организме** (прилив крови к голове, легким и сердцу)  
- угрозы для сердечно-сосудистой системы, заложенность носа, покраснение глаз

**Влияние невесомости на вестибулярный аппарат** (нарушения в передаче мозгу сигналов органов чувств):  
- тошнота  
- иллюзии (ощущение, что тело наклонено или перевернуто вниз головой)

За единицу измерения перегрузок обычно принимают g (ускорение свободного падения)

