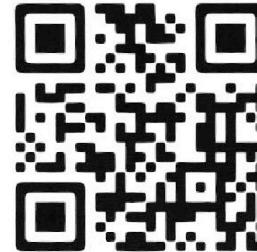




# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01



*Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за  $T = 2$  с.

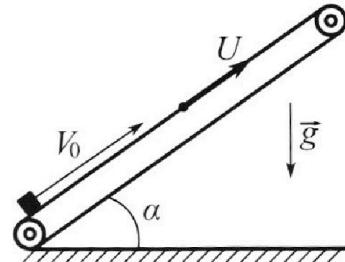
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

2) Теннисист посылает мяч с начальной скоростью  $V_0$  под различными углами к горизонту в направлении высокой вертикальной стенки, находящейся на расстоянии  $S = 20$  м от места броска. На какой максимальной высоте мяч ударяется о стенку?

Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым. Все высоты отсчитываются от точки старта.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha$  такой, что  $\sin \alpha = 0,8$  (см. рис.).

*В первом опыте* небольшую коробку ставят на покояющуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость  $V_0 = 4 \text{ м/с}$ . Коэффициент трения скольжения коробки по ленте  $\mu = \frac{1}{3}$ . Движение коробки прямолинейное.



- 1) За какое время  $T$  после старта коробка пройдет в *первом опыте* путь  $S = 1$  м?

*Во втором опыте* коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 2 \text{ м/с}$ , и сообщают коробке скорость  $V_0 = 4 \text{ м/с}$ .

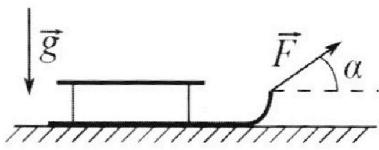
2) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки во *втором опыте* будет равна  $U = 2 \text{ м/с}$ ?

3) На какой высоте  $H$ , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во *втором опыте* станет равной нулю? Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же скорости  $V_0$  за одинаковое время.

В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рис.).

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения скорости  $V_0$  действие внешней силы прекращается.



- 1) Найдите коэффициент  $\mu$  трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Через какое время  $T$  после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения  $g$ .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.



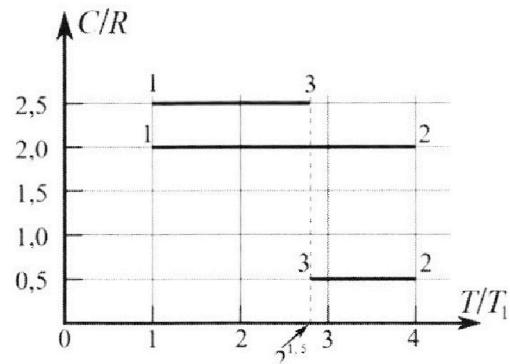
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

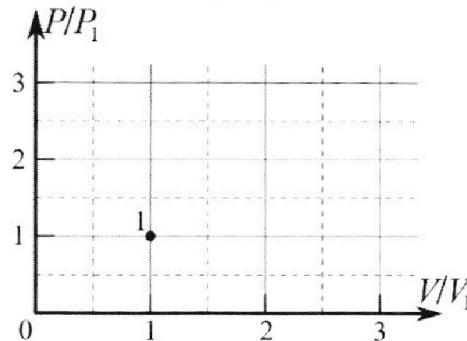


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

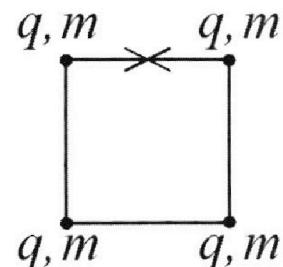
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1  $T_1 = 400$  К, универсальная газовая постоянная  $R = 8,31$  Дж/(моль·К).



- 1) Найдите работу  $A_{12}$  газа в процессе 1-2.
- 2) Найдите КПД  $\eta$  цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах  $(P/P_1, V/V_1)$ , где  $P_1$  и  $V_1$  давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .



- 1) Найдите силу  $T$  натяжения нитей.
- Одну нить пережигают.
- 2) Найдите скорость  $V$  любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.
- 3) На каком расстоянии  $d$  от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных вверху (на рисунке)?

Коэффициент пропорциональности в законе Кулона  $k$ . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                                   | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**МФТИ**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

$$T = 2 \text{ с}$$

$$S = 20 \text{ м}$$

$$V_0 = ?$$

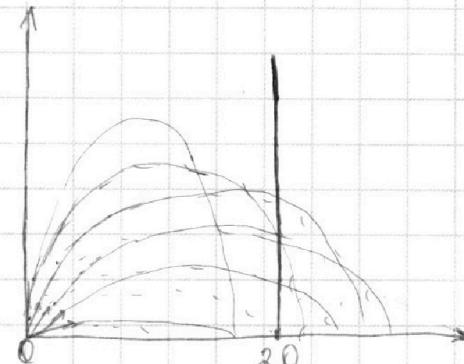
$$h_{\max} = ?$$

1)



$$0 = V_0 t - \frac{1}{2} g T^2 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow V_0 = \frac{g T^2}{2} = 20 \text{ м/с}.$$

2)



$$S = V_0 \cos \alpha t$$

$$h = V_0 \sin \alpha t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$t = \frac{S}{V_0 \cos \alpha} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h = \frac{V_0 \sin \alpha \cdot S}{V_0 \cos \alpha} - \frac{g \cdot S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$= S t g \alpha - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} = \left( \begin{array}{l} \text{под уздея} \\ \text{упору подставим} \\ \text{успеха} \end{array} \right)$$

$$= 20 t g \alpha - \frac{5}{\cos^2 \alpha}$$

Найдем максимум функции. Возьмем производную

$$\cos^2 \alpha = \frac{1}{4} \Rightarrow \cos \alpha = \pm \frac{1}{2}$$

Найдем максимум.  $\cos \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$

$$\text{Тогда } h = 20 \sqrt{3} - \frac{5}{\frac{1}{4}} = 20(\sqrt{3} - 1) = 14,2 \text{ м.}$$

Ответ: 14,2 м;  $V_0 = 20 \text{ м/с}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

**МФТИ**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Дано:

$$\sin L = 0,8$$

$$V_0 = 4 \text{ м/с}$$

$$\mu = \frac{1}{3}$$

$$S = 1 \text{ м}$$
$$W = 2 \text{ м/с}$$

$$T = ?$$

$$L = ?$$

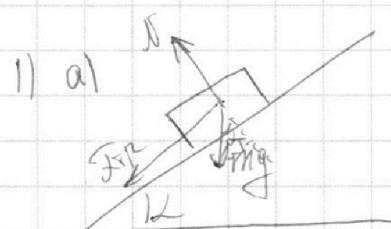
$$H = ?$$

$$\sin^2 L + \cos^2 L = 1$$

$$0,64 + \cos^2 L = 1$$

$$\cos^2 L = 0,36$$

$$\cos L = 0,6$$



Сначала рассмотрим насколько  
он максимально вверх может  
подняться.

По 2-ому закону Ньютона:

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

$$2gN = \mu N = \mu mg \cos L$$

$$2gN + mg \sin L = ma$$

$$\mu mg \cos L + mg \sin L = ma$$

$$a = g(\mu \cos L + \sin L) = g(0,2 + 0,8) = g \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0 = V_0 - gt \Rightarrow t = \frac{V_0}{g} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с}$$

$$L = V_0 t - \frac{gt^2}{2} = \frac{V_0}{g} \cdot \frac{V_0^2}{2g} = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{16}{20} = \frac{4 \cdot 4}{2 \cdot 10} = \frac{16}{20} = 0,8 \text{ м}$$

Но это еще еще нужно проектировать

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

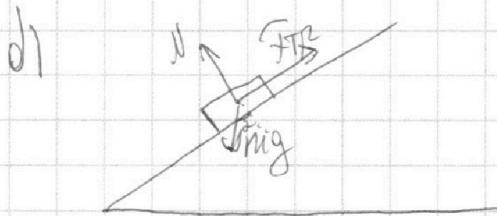
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                                   | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



По 2-ому закону  
Ньютона:  
 $mg \cos \alpha = N$

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

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

$$a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 10(0,8 - \frac{1}{3} \cdot 0,6) = 6 \text{ м/с}^2$$

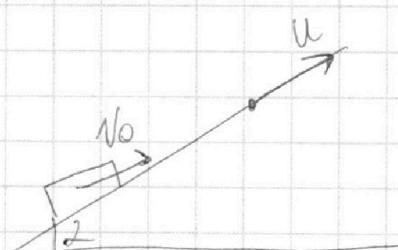
$$0,2 = \frac{a t_1^2}{2} \Rightarrow \sqrt{\frac{0,4}{6}} = t_1 \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2}{30}} = \sqrt{\frac{1}{15}}$$

Тогда:  $T = \sqrt{\frac{1}{15}} + V$

$$T = t_1 + h = 0,4 \text{ м}$$

$$T = (0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}}) \text{ м}$$

2)



Перейдем в сс движущегося

$$\text{Скорость } V_x = V_0 - U = 2 \text{ м/с}$$

Скорость  $V_x$  узла  
должна равна скорости движущегося  
глобально  $V_x$  должно быть равно  
0;  $\Rightarrow$

В пункте 1 а.

$$\Rightarrow 0 = V_x - gt \Rightarrow t = \frac{V_x}{g} = 0,2 \text{ с} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L = Et + (V_x t - \frac{gt^2}{2}) = \\ = 0,2 \cdot 2 + (0,2 \cdot 2 - \frac{10 \cdot 0,2 \cdot 0,2}{2}) =$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

**МФТИ**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$= 0,4 + 0,4 = 0,8 \text{ м.}$$

3) Чоди скрзь груз за сюа равна 0  
относительно земли  $\Rightarrow V_x = -2 \text{ м/с.}$

$$\begin{aligned} & \cancel{2} = \\ & V_x = V_0 - gt \end{aligned}$$

По чоди сначала груз буде подиця, а затеи  
спускатса.

$$L_{\text{гру}} = L - H =$$

$$= 0,2 \text{ м}$$

По чоди ки предыдущей подозади  $t = 0,6 \text{ с},$   
когда он подиця в времі подиця  $t = 0,2 \text{ с}$

По чоди:  $V_x = 0 - g t \Rightarrow V_x = -at, \Rightarrow -2 = -6t, \Rightarrow$

$$\Rightarrow t_1 = \frac{1}{3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L = \frac{at_1^2}{2} = \frac{6 \cdot \frac{1}{9}}{2} = \frac{6}{18} = \frac{1}{3} \text{ м.} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  однай подозади

однай дистанція пройденного чоди  $L_{\text{одн}} = L_{\text{гру}} - L =$

$$= 0,2 - \frac{1}{3} = \frac{2}{10} - \frac{1}{3} = \frac{6}{30} - \frac{10}{30} = -\frac{4}{30} = -\frac{2}{15} \text{ м.}$$

Однай времі  $t_{\text{одн}} = \frac{1}{3} + 0,2 = \frac{2}{10} + \frac{1}{3} = \frac{16}{30} = \frac{8}{15} \text{ с} \Rightarrow$

$\Rightarrow$  ділянкачій учені проехав  $S = U \cdot t_{\text{одн}} = 2 \cdot \frac{8}{15} = \frac{16}{15} \text{ м}$

По чоди груз относительно земли проехав:  
 $L = \frac{16}{15} - \frac{2}{15} = \frac{14}{15} \text{ м} \Rightarrow$  по чоди  $H = L \sin \alpha \quad H = \frac{L}{\sin \alpha} = \frac{14}{15 \cdot 0,8} =$

$$= \frac{14 \cdot 10,5}{15 \cdot 84} = \frac{70}{60} = \frac{4}{6} \text{ м} \quad \text{Отвч: } L = 0,6 \text{ м; } H = \frac{4}{6} \text{ м; } T = 0,4 + \frac{1}{15} \text{ с}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

МФТИ.

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

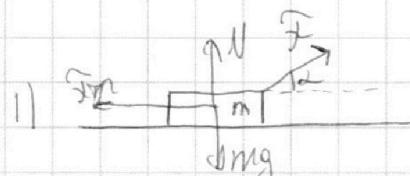
$V_0$ :

$$t_1 = t_2 = t$$

2:

$$\mu = ?$$

$$T = ?$$



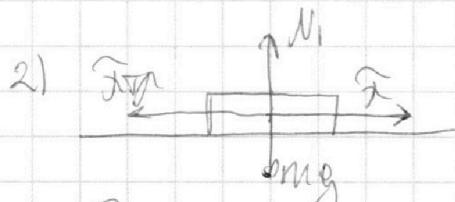
По второму закону Ньютона:

$$T \sin \alpha + N - mg = 0 \Rightarrow N = mg - T \sin \alpha$$

$$T \cos \alpha - f_{\text{тр}} = ma$$

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

$$T(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu mg = ma$$



По 2-ому закону Ньютона:

$$N = mg$$

$$f_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg$$

$$T - f_{\text{тр}} = m a_2$$

$$T - \mu mg = m a_2$$

3) Т.к разгоняются они до одной  
скорости за одно и тоже время, то:

$$V_0 = a_1 t \quad \Rightarrow \quad a_1 = a_2 = a$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

МФТИ

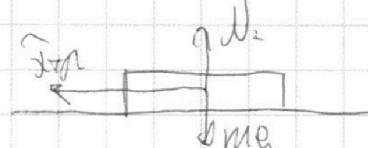
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$4) \bar{F}(\cos\alpha + \mu \sin\alpha) - \mu mg = ma \quad \Rightarrow \\ \bar{F} - \mu mg = \bar{F}(\cos\alpha + \mu \sin\alpha) - \mu mg$$

$$\Rightarrow 1 = \cos\alpha + \mu \sin\alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1 - \cos\alpha}{\sin\alpha} = \mu.$$

5)



по 2-ому закону Ньютона:

$$N_2 = mg; F_R - \mu N_2 = \mu mg$$

$$\bar{F}_R = ma_3 \Rightarrow \mu mg = ma_3 \Rightarrow a_3 = \mu g$$

$$6) 0 = V_0 - a_3 T \Rightarrow T = \frac{V_0}{a_3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = \frac{V_0}{\mu g} = \frac{V_0}{\frac{1 - \cos\alpha}{\sin\alpha}} = \frac{V_0 \sin\alpha}{g(1 - \cos\alpha)}$$

$$\text{Отвр: } \mu = \frac{1 - \cos\alpha}{\sin\alpha}; T = \frac{V_0 \sin\alpha}{g(1 - \cos\alpha)}.$$



На одной странице можно оформлять **ТОЛЬКО ОДИНУ** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

**МФТИ.**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

$$q = 1 \text{ моль}$$

$$T_1 = 400 \text{ K}$$

$$A_{12} = ?$$

$$P = ?$$

1 по формуле Началу Термодинамики.

$$a) Q = A_{12} + A_{21}$$

$$\frac{3}{2} qRT_2 - 3T_1 = \frac{3}{2} qRT_1 + A_{21}$$

$$\frac{9}{2} qRT_1 - \frac{9}{2} qRT_1 = A_{21}$$

$$4,5 qRT_1 = A_{21}$$

б) из 2-3

$$\frac{3}{2} q 0,5R(\sqrt{8T_1} - 4T_1) = \frac{3}{2} qR(\sqrt{8T_1} - 4T_1) + A_{21}$$

$$\frac{3}{4} qRT_1(2\sqrt{2} - 4) = \frac{3}{2} qRT_1(2\sqrt{2} - 4) + A_{21}$$

$$\frac{3}{2} qRT_1(\sqrt{2} - 2) - \frac{6}{2} qRT_1(\sqrt{2} - 2) = A_{21}$$

$$-\frac{3}{2} qRT_1(\sqrt{2} - 2) = A_{21}$$

$$A_{21} = \frac{3}{2} qRT_1(2 - \sqrt{2})$$

в) из 3-1

$$\frac{3}{2} qRT_1(\sqrt{8T_1} - \sqrt{8T_1}) = \frac{3}{2} qRT_1(\sqrt{8T_1} - \sqrt{8T_1}) + A_{21}$$

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{5}{2} qRT_1(1 - \sqrt{8}) = \frac{3}{2} qRT_1(1 - \sqrt{8}) + A_{21}$$

$$\left(\frac{15}{4} - \frac{6}{4}\right) qRT_1(1 - \sqrt{8}) = A_{21}$$

$$\frac{9}{4} qRT_1(1 - \sqrt{8}) = A_{21}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                                   | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{4,5 \vartheta R T_1 + \frac{3}{2} \vartheta R T_1 (2 - \sqrt{2}) + \frac{9}{4} \vartheta R T_1 (1 - \sqrt{2})}{9 \vartheta R T_1 + \frac{3}{2} \vartheta R T_1 (\sqrt{2} - 2) + \frac{15}{4} \vartheta R T_1 (1 - \sqrt{2})} = \\ &= \frac{4,5 \vartheta R T_1 + 3 \vartheta R T_1 - \frac{3}{2} \sqrt{2} \vartheta R T_1 + \frac{9}{4} \vartheta R T_1 - \frac{9}{2} \vartheta R T_1 \frac{9\sqrt{2}}{2} \vartheta R T_1}{9 \vartheta R T_1 + \frac{3\sqrt{2}}{2} \vartheta R T_1 - 3 \vartheta R T_1 + \frac{15}{4} \vartheta R T_1 - \frac{15\sqrt{2}}{2} \vartheta R T_1} = \\ &= \frac{4,5 + 3 - \frac{3}{2}\sqrt{2} + \frac{9}{4} - \frac{9\sqrt{2}}{2}}{9 + \frac{3\sqrt{2}}{2} - 3 + \frac{15}{4} - \frac{15\sqrt{2}}{2}} = \frac{4,5 + \frac{9}{4} - \frac{12\sqrt{2}}{2}}{6 + \frac{15}{4} - \frac{12\sqrt{2}}{2}} = \frac{\frac{39}{4} - 6\sqrt{2}}{\frac{39}{4} - 6\sqrt{2}} = 1 \end{aligned}$$

$$A_{12} = 4,5 \cdot 8,31 \cdot 400 = 4,5 \cdot 4 \cdot 831 = 18,831 \approx 10 \text{ kNm}$$

Ответ:  $A_{12} \approx 10 \text{ kNm}$ ;  $\eta = 1$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

**МФТИ.**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

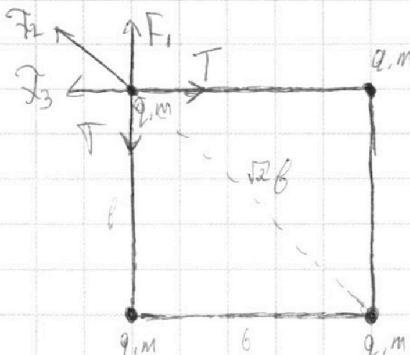
Дано:

$f \cdot m \cdot g$

$T = ?$

$V = ?$

$d = ?$



$$\text{аналогия} \Rightarrow F_1 = F_3 = F$$

$$F = K \frac{q \cdot q}{f^2}$$

$$F_2 = K \frac{q \cdot q}{2f^2}$$

$$F_4 = F_{\text{нр}} + F_3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_4 = \sqrt{2} F = \sqrt{2} K \frac{q \cdot q}{f^2}$$

$$\begin{aligned} F_{\text{одн}} &= F_2 + F_4 = \sqrt{2} K \frac{q^2}{f^2} + K \frac{q^2}{2f^2} = \\ &= \frac{2\sqrt{2} K q^2}{2f^2} + \frac{K q^2}{2f^2} = \frac{K q^2}{2f^2} (2\sqrt{2} + 1) \end{aligned}$$

$$\text{Найти } \sqrt{2} T = F_{\text{одн}}$$

$$\sqrt{2} V = \frac{K q^2}{2f^2} (2\sqrt{2} + 1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = \frac{K q^2}{f^2} \left( 1 + \frac{1}{2\sqrt{2}} \right)$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                                     |                                     |                                     |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                                   | 5                                   | 6                                   | 7                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

$I = 1 \text{ моль}$

$T_1 = 400 \text{ K}$ .

$A_{12} = ?$

$\eta = ?$

1) Второе начало термодинамики.

$Q = \Delta H - A_{\text{раз}}$

$$\mathcal{J}C \Delta T = \frac{3}{2} \mathcal{J}R \Delta T + A_{\text{раз}}$$

Из умножения видно, что  $\mathcal{J}C_{1-2} = 2R$ .

$$\mathcal{J}2R \Delta T = \frac{3}{2} \mathcal{J}R \Delta T + A_{\text{раз}}$$

$$\frac{1}{2} \mathcal{J}R \Delta T = +A_{\text{раз}} = +\frac{1}{2} \mathcal{J}R(\sqrt{T_1} - T_1) = +\frac{3}{2} \mathcal{J}R\sqrt{T_1}$$

$$\frac{1}{2} 8,31 (4 \cdot 400 - 400) = +A_{\text{раз}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A_{\text{раз}} = +600 \cdot 8,31 = +6 \cdot 831 \approx +5 \text{ kJ/m}$$

2) 2-3

$$\mathcal{J}0,5R \left( 2^{1/2}T_1 - 4T_1 \right) = \frac{3}{2} \mathcal{J}R \left( 2^{3/2}T_1 - \sqrt{T_1} \right) + A_{\text{раз}}$$

$$0,5 \mathcal{J}R \left( \sqrt{8}T_1 - \sqrt{T_1} \right) - \frac{3}{2} \mathcal{J}R \left( \sqrt{8}T_1 - 4T_1 \right) = +A_{\text{раз}}$$

$$- \mathcal{J}RT_1 (\sqrt{8} - 4) = +A_{\text{раз}}$$

$$A_{\text{раз}} = + \mathcal{J}RT_1 (4 - \sqrt{8})$$

3) 3-1

$$\mathcal{J}C \mathcal{J}2,5R \left[ T_1 - \sqrt{8}T_1 \right] = \frac{3}{2} \mathcal{J}R(T_1 - \sqrt{8}T_1) + A_{\text{раз}}$$

$$\mathcal{J}R(T_1 - \sqrt{8}T_1) = +A_{\text{раз}}$$

$$\mathcal{J}RT_1 (\sqrt{8} - 1) = -A_{\text{раз}}$$

$$A_{\text{раз}} = - \mathcal{J}RT_1 (\sqrt{8} - 1)$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1                                   | 2                                   | 3                                   | 4                                   | 5                                   | 6                                   | 7                                   |
| <input checked="" type="checkbox"/> |

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{aligned} 4) \quad \gamma_2 &= \frac{3}{2} JRT_1 + JRT_1(4 - \sqrt{8}) - JRT_1(\sqrt{8} - 1) \\ &= 1,5 JRT_1 + 4JRT_1 - \sqrt{8} JRT_1 - \sqrt{8} JRT_1 + JRT_1 \\ &= 6,5 JRT_1 + \cancel{\sqrt{2} JRT_1} - \cancel{2 JRT_1} + \cancel{2,5 JRT_1} - \cancel{5\sqrt{8} JRT_1} \\ &= 6,5 JRT_1 - \cancel{\sqrt{8} JRT_1} \\ &= 6,5 JRT_1 - 9\sqrt{8} JRT_1 \\ &= 18 \times \frac{831}{18} \\ &= 1648 \\ &\underline{831} \\ &10158 \end{aligned}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

**МФТИ**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

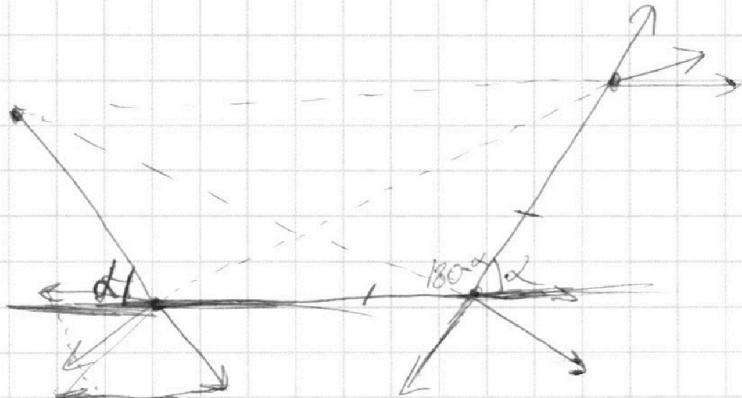
5

6

7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- 1    2    3    4    5    6    7

**МФТИ**

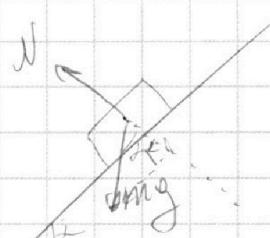
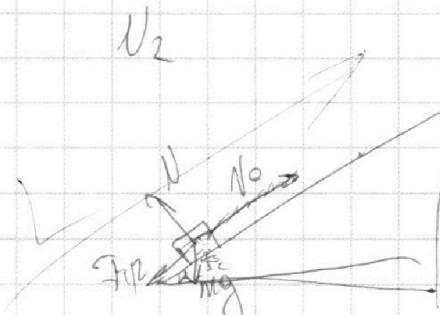
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\sin \alpha = 0,8$$

$$V_0 = 4 \text{ м/с}$$

$$\mu = \frac{1}{3}$$

$$\begin{matrix} 83 \\ 6 \\ 4986 \end{matrix}$$



$$S = 1 \text{ м}$$

$$f_r + mg \sin \alpha = ma$$

$$a = V_0 - gt$$

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

$$\frac{V_0}{g} = t$$

$$mg \sin \alpha - f_r = ma$$

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

$$t = V_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

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

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

$$t = \frac{V_0^2}{g} - \frac{V_0^2}{2g}$$

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

$$a(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = a$$

$$t = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{4}{20} = 0.2 \text{ с}$$

$$10(0.6 - 0.2) = 6 \text{ м/с}$$

$$t = V_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$t = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{4}{20} = 0.2 \text{ с}$$

$$2S = 2V_0 t - at^2$$

$$0.3 = V_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$at^2 - 2V_0 t + 2S = 0$$

$$0.3 = \frac{at^2}{2}$$

$$D = 4V_0^2 + R$$

$$0.6 = 6t^2$$

$$4V_0^2 - 8aS = 0$$

$$\boxed{0.1 = t^2}$$

$$T = \frac{2V_0 + \sqrt{4V_0^2 - 8aS}}{2a}$$

$$\pm \sqrt{0.1} = t$$

$$V_0 = V_0 - gt$$

$$0.33 = \frac{64}{1089}$$

$$t = \frac{V_0}{g} = \frac{4}{10}$$

$$0.34 = \frac{64}{1089}$$

$$-2 = V_0 - gt$$

$$0.34 = \frac{136}{102}$$

$$+ \frac{V_0 + 2}{g} = t$$

$$0.34 = \frac{136}{102}$$

$$h = V_0 t - \frac{gt^2}{2} = \frac{V_0(V_0 + 2)}{g} - \frac{gt^2}{2}$$

$$0.35 = \frac{145}{1225}$$



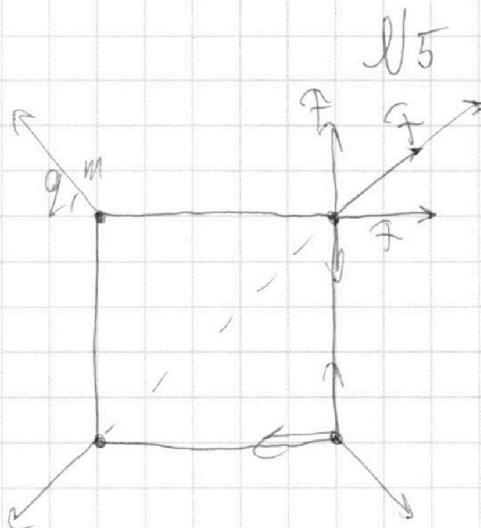
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1                                   | 2                                   | 3                                   | 4                                   | 5                                   | 6                                   | 7                                   |
| <input checked="" type="checkbox"/> |

МФТИ.

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$-\frac{3}{2} - 4\sqrt{6} + \sqrt{8} - 1 \neq 0$$

$$2\sqrt{8} \vee 5 + \frac{3}{2}$$

$$2\sqrt{8} \vee 6,5$$

Л

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

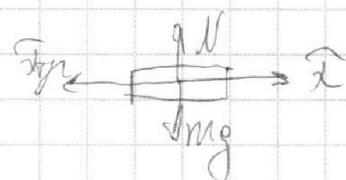
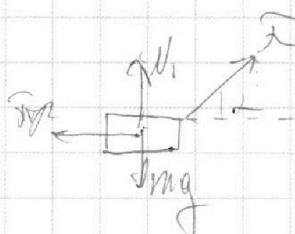
7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$N_3$

1 задача.



$$\begin{aligned} l_1 & \quad V_0 = V_0 + at \\ l_2 & \quad V_0 = a_1 t \end{aligned}$$

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

$$N = mg$$

a.a

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

$$F_{fr} = \mu mg$$

$$F \cos \alpha - F_{fr} = ma$$

$$F - \mu mg = ma$$

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

$$F - \mu mg = ma$$

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

$$\begin{aligned} F(\cos \alpha + \sin \alpha \mu) - \mu mg &= ma \\ F(\cos \alpha + \sin \alpha \mu) - \mu mg &= F - \mu mg \\ \cos \alpha + \sin \alpha \mu &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{fr} &= ma \\ \mu mg &= ma \\ \mu g &= a \end{aligned}$$

$$\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$0 = V_0 - at$$

$$at = V_0$$

$$at = V_0$$

$$t = \frac{V_0}{\mu g} = \frac{V_0 \sin \alpha}{g - g \cos \alpha}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

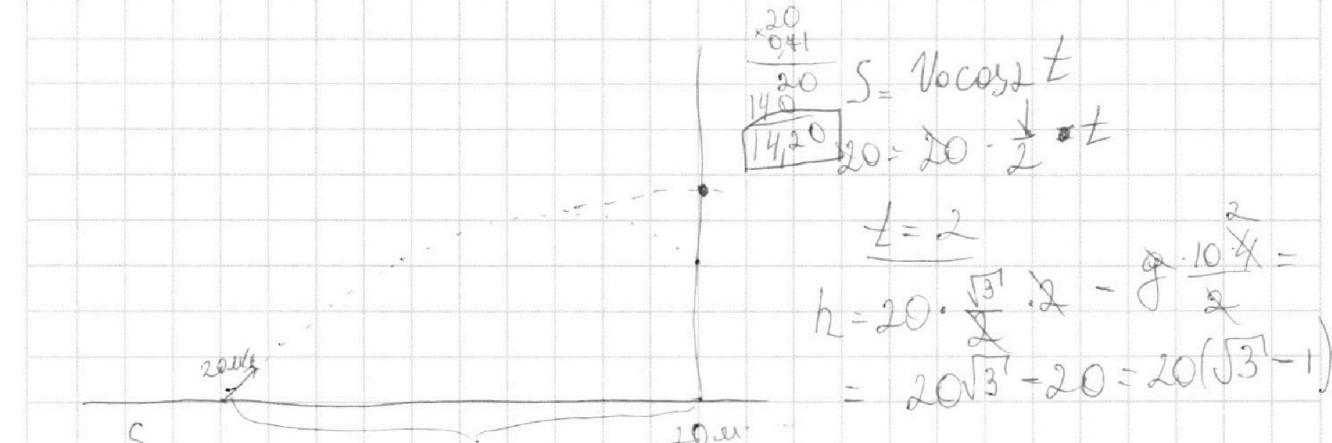
решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

**МФТИ.**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$h = 20 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{g \cdot 10}{2} = 20\sqrt{3} - 20 = 20(\sqrt{3} - 1)$$

$$h = V_0 \cos \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2} \Rightarrow h = V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

$$h = V_0 \cos \alpha \cdot \frac{s}{V_0 \cos \alpha} - \frac{g s^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} = V_0^2 \sin \alpha \cdot \frac{s}{V_0^2 \cos^2 \alpha} - \frac{g s^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{V_0^2 \sin \alpha}{g} - \frac{g s^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{V_0^2 \sin \alpha}{g} - \frac{g \cdot 20^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{V_0^2 \sin \alpha}{g} - \frac{200}{V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$h = \frac{V_0^2 \sin \alpha}{g} - \frac{200}{V_0^2 \cos^2 \alpha} = 10 \Rightarrow \frac{V_0^2 \sin \alpha}{g} = 10 + \frac{200}{V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$10 = V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2} = 10 = 20 \frac{\sqrt{2}}{2} t - \frac{10 \cdot t^2}{2} = 10 = 10\sqrt{2}t - 5t^2 = 5t^2 - 10\sqrt{2}t + 10 = 0$$

$$\Delta = 200 - 20 \cdot 10 = 0 \Rightarrow t = \frac{10\sqrt{2} \pm 0}{2} = \sqrt{2}$$

$$t = \frac{1}{\sin \alpha} = \frac{10}{V_0 \sin \alpha} \Rightarrow \left( \frac{1}{\sin \alpha} - \sqrt{2} \right)^2 = 0 \Rightarrow \frac{\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}{\sin^2 \alpha} = \frac{-1}{\sin^2 \alpha} \Rightarrow \frac{1}{\sin^2 \alpha} = \frac{-1}{\sin^2 \alpha} \Rightarrow \sin^2 \alpha = -1$$

$$\frac{1}{\sin^2 \alpha} = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \Rightarrow \frac{1}{\cos^2 \alpha} = \frac{1}{\sin^2 \alpha} \Rightarrow \frac{1}{\cos^2 \alpha} = \frac{1}{1 - \sin^2 \alpha} \Rightarrow \frac{1}{\cos^2 \alpha} = \frac{1}{1 - \frac{1}{\cos^2 \alpha}} \Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha - 1} \Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha - 1} = 1 \Rightarrow \cos^2 \alpha = 1 \Rightarrow \cos \alpha = \pm 1$$

$$\cos \alpha = \pm 1 \Rightarrow \sin \alpha = 0 \Rightarrow \frac{1}{\sin^2 \alpha} = \frac{1}{0^2} = \infty \Rightarrow \frac{1}{\cos^2 \alpha} = \frac{1}{1} = 1 \Rightarrow \cos \alpha = \pm 1$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

**МФТИ.**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$V_0 \cdot \frac{\sin t}{\cos t} - \frac{gS^2}{2V_0^2 \cos^2 t} = 20 \frac{1}{4} - \frac{5}{16} =$$

$$T = 2c$$

$$h = V_0 T - \frac{gT^2}{2} = 5 - \frac{\sqrt{3}}{2 \cdot \frac{1}{2}}$$

$$0 = V_0 - gT \Rightarrow$$

$$\cancel{V_0 = gT}$$

$$V_0 = 10 \cdot 2 = 20 \text{ м/с}$$

$$S = V_0 \cos t \Rightarrow \frac{S}{V_0 \cos t} = t$$

$$h = V_0 \sin t - \frac{g t^2}{2}$$

$$h = \frac{V_0 \sin t \cdot S}{V_0 \cos t} - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 t} =$$

$$= \frac{V_0 \sin t \cdot \frac{S}{V_0 \cos t}}{2} - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 t} = \max.$$

$$h = \frac{1}{2} g t^2 \sin t \cos t = \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 t} =$$

$$h = \frac{2 S \sin t \cos t S V_0^2}{2 \cos^2 t V_0^2} - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 t} =$$

$$= \frac{2 S \sin t \cos t S V_0^2}{2 V_0^2 \cos^2 t} - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 t} = \frac{S \sin t \cos t 20^2}{2 \cdot 2 \cdot 20 \cos^2 t} =$$

$$= \frac{20 \sin t \cos t - 10 \sin^2 t}{2 \cos^2 t} = \frac{10 \sin 2t - 5 \cos^2 t}{\cos^2 t} =$$

$$= \frac{(20 - 10 \sin 2t)}{\cos^2 t}$$

$$5(\sqrt{3}-1) \cdot 4 - 5 \cdot 22 \geq \frac{1}{2}$$

$$20(\sqrt{3}-1) \cdot 45 \geq 2 \cdot 30 \cdot 22 \geq 15 \cdot 20$$

$$1,7$$

$$\frac{20}{\cos t}$$