



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 10-02

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



1. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Вектор начальной скорости мяча образует угол  $\alpha = 45^\circ$  с горизонтальной плоскостью. Горизонтальное перемещение мяча за время полета  $L = 20$  м.

1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

Если футболист направляет мяч под различными углами к горизонту, из той же точки с начальной скоростью  $V_0$  к высокой вертикальной стенке, то наибольшая высота, на которой происходит соударение мяча со стенкой, равна  $H = 3,6$  м.

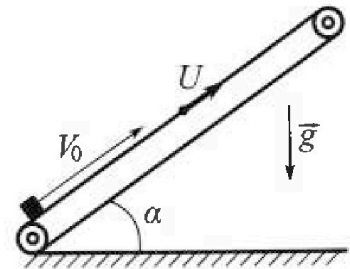
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha$  такой, что  $\sin \alpha = 0,6$  (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость  $V_0 = 6$  м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте  $\mu = 0,5$ .

Движение коробки прямолинейное.



1) Какой путь  $S$  пройдет коробка в первом опыте к моменту времени  $T = 1$  с?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 1$  м/с, и сообщают коробке скорость  $V_0 = 6$  м/с (см. рис.).

2) Через какое время  $T_1$  после старта скорость коробки во втором опыте будет равна

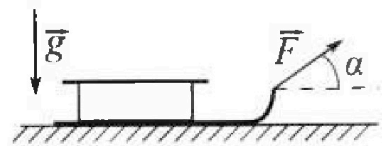
$$U = 1 \text{ м/с?}$$

3) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же кинетической энергии  $K$  на одинаковых участках пути.

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 кинетической энергии  $K$  действие внешней силы прекращается.



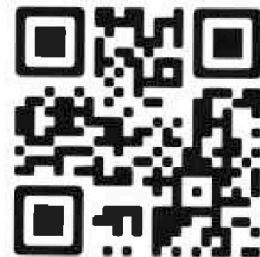
1) Найдите коэффициент  $\mu$  трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Найдите перемещение  $S$  санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения  $g$ . Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.



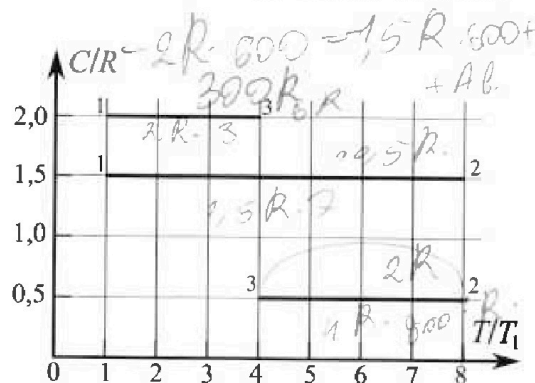
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-02



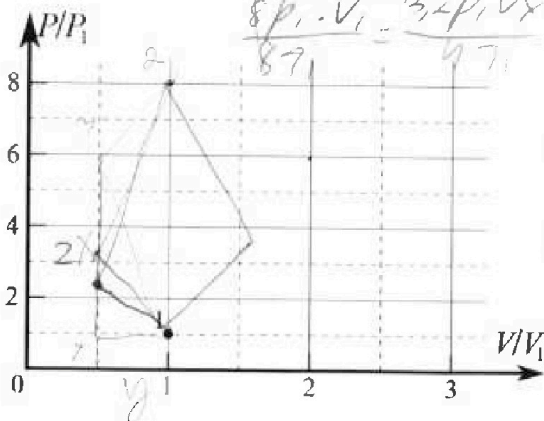
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 равна  $T_1 = 200$  К, универсальная газовая постоянная  $R = 8,31$  Дж/(моль·К).



- 1) Найдите работу  $A_{31}$  внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 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.

$$\frac{10,5 + 408}{11,5} = \frac{5}{21} \quad \frac{2,5}{10,5}$$



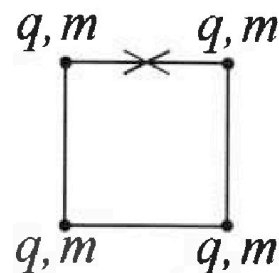
$$A_{1,2} = 0$$

$$A_{2,3} = +800R$$

$$A_{3,1} = 0,5 \cdot 600 = 300R$$

5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $a$  (см. рис.). Сила натяжения каждой нити  $T$ .

- 1) Найдите абсолютную величину  $|q|$  заряда каждого шарика. Одну нить пережигают.
- 2) Найдите кинетическую энергию  $K$  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 сверху (на рисунке)? Электрическая постоянная  $\epsilon_0$ . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.



$$-0,5 \cdot 800R = -400R$$

-2

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!

$t_{\text{полета}} = \frac{S}{v_x}$  ( $v_x = \text{const}$  и к то горизонтальное  
движение не зависит)

перевод

$$H = v_y t_{\text{пол}} - \frac{g t_{\text{пол}}^2}{2}$$

$$H = \frac{S}{v_x} \cdot v_y - \frac{g}{2} \cdot \frac{S^2}{v_x^2}$$

высшая  $f\left(\frac{S}{v_x}\right) = -\frac{g}{2} \cdot \frac{S^2}{v_x^2} + \frac{S}{v_x} \cdot v_y$

это параболы с ветвями вниз.

значит наиб значение  $S$  при  $\frac{S}{v_x} = \frac{-v_y \cdot (-g)}{2 \cdot (-g)}$

$$= \frac{v_y \cdot |g|}{2} = 5 - \sqrt{200 - v_x^2}$$

$$f\left(\frac{S}{v_x}\right) = -5 \frac{S^2}{v_x^2} + \frac{S}{v_x} \cdot \sqrt{200 - v_x^2}$$

$$f'_{\text{найд}} = -5 \cdot \frac{200 - v_x^2}{100} + \frac{200 - v_x^2}{10} =$$

$$= \frac{200 - v_x^2}{20} \text{ и это равно } 0 \Rightarrow$$

$$200 - v_x^2 = 20 \cdot 20$$

$$v_x = 8\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\text{и.к. } \frac{S}{v_x} = \frac{\sqrt{200 - v_x^2}}{10} \Rightarrow S = \frac{8\sqrt{2} \cdot \sqrt{72}}{10} =$$

$$= 8 \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{2} \cdot 6 = 9,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: 1)  $v_0 = 10\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$  | 2)  $S = 9,6 \text{ м}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:



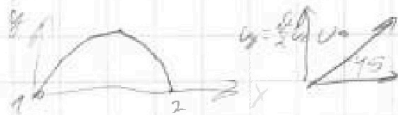
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

1) Заметим, что в начале и в конце полета вертикальная составляющая скорости тела будет равна по модулю но знаки будут разные (из шевелит из 3СЭ м.к.  $h$  там и там 0).

$\Rightarrow$  высота  $h_1$  - высота над землей в начале  $h_2$  в конце).



$$|h_1 - h_2| = v_y t_n - \frac{g t_n^2}{2}$$

$$g = \frac{|v_1^2 + v_2^2|}{t} \quad t = \frac{v_1^2 + v_2^2}{g} = \frac{v_0^2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 2}{g} = \frac{v_0^2 \sqrt{2}}{g}$$

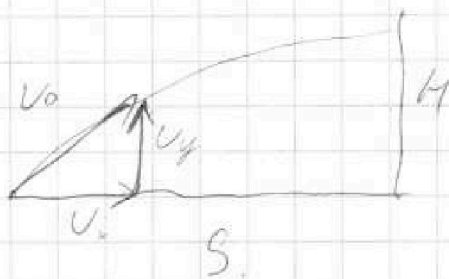
а по оси  $x$  скорость const =  $v_x = v_0 \cos 45^\circ$

$$v_x = \frac{\sqrt{2}}{2} v_0$$

$$\Rightarrow L = t_n \cdot v_x = \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 \cdot \frac{v_0^2 \sqrt{2}}{g} = \frac{v_0^3}{g}$$

$$2 \rho = v_0 = \sqrt{Lg} = \sqrt{\frac{v_0^3}{g}} \Rightarrow \rho = \sqrt{2} \frac{v_0}{g}$$

2)



куст  $v_x = v$ .

по теореме Пифагора

$$v_y^2 = v_0^2 - v_x^2 = \sqrt{v_0^2 - v_x^2}$$



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"/>	<input 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!

2) Итальянские скайперы отсылают лабораторным  
длина 1 м/с. от этого жара летит не  
должен вкратце 0 м/с вверх или

$$2 \frac{m}{c} \text{ вниз. т.к. } V_1 = V_{\text{отсыла}} - V_{\text{летит}} = \pm 1 \frac{m}{c}$$

$\Rightarrow$   $v \approx 0 \frac{m}{c}$  будет в самом верху

верху где: в самом высшей

точке, а это  $v_{\text{отсыла}} = 1 \frac{m}{c}$

$$0 = v_{\text{отсыла}} - a \cdot t$$

$$t = 0,5 \frac{m}{c} \text{ т.к. все время } a \cdot v$$

и. Когда поездит вниз

$$v_{\text{отсыла}} - 2 = 0 - a \cdot t_{\text{вниз}}^{1,5}$$

$$t_{\text{вниз}}^{1,5} = 1 \frac{m}{c} \Rightarrow t_{\text{вниз}} = 0,5 \frac{m}{c}$$

$$\Rightarrow \text{в } 0,5 \frac{m}{c} \text{ и } 1,5 \frac{m}{c}$$

(если это груз это карска)

✶

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"/>	<input 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!



вниз

23 м

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

$$y: N = m g \cos \alpha$$

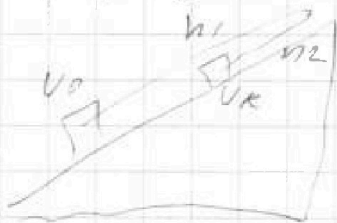
$$m a_M = m g \cdot \sin \alpha - \mu m g \cos \alpha$$

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

$$a_M = g (0,6 - 0,4) = 2 \text{ м/с}^2$$

Заметим, что через 0,6 с  $v_x + g t = 0$

а через  $t_c$   $v_K = a t = 0,4 \text{ с} \cdot 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 0,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$



$$S = h_1 + h_2 = \frac{v_0^2}{2ab} + \frac{v_K^2}{2a_M} =$$
$$= \frac{6^2}{2 \cdot 0} + \frac{0,8^2}{2 \cdot 2} = \frac{36}{20} + \frac{0,64}{4} =$$
$$= 1,8 + 0,16 = 1,96 \text{ м}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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

Заметим, что штабы скрепляет  
груза относительно лаборатории  
была 0 этот груз от ленты  
давлен вверх вниз со скоростью

1 м/с. т.к  $V_L = V_{штаб} + 1 \frac{м}{с}$

=> от начала уйдет вверх  
и немного вниз



$$L = h_1 - h_2 = \frac{v_0^2}{2ab} - \frac{v_L^2}{2an} = \frac{36}{2 \cdot 2} - \frac{1^2}{2 \cdot 2} = 1,8 - 0,25 = 1,55 м$$

$$L_{шт} = h_1 - h_2 = \left| \frac{(v_0 - 1)^2}{2ab} \right| - \left| \frac{v_L^2}{2an} \right| = \frac{25}{20} - \frac{1}{4} = 1 м$$

По закону сохранения энергии

$$t = \frac{(v_0 - 1) \cdot g t_m}{g} = v_0 - 1 - 0 \quad \frac{a}{g} t_c = 1 \frac{м}{с} \quad t_m = 0,5 с \quad t_c = 0,5 с$$

$$t_0 = 0,6 с \cdot t_c$$

т.к у нас скорость ленты 1 м/с то

$$L = L_{шт} \rightarrow t_0 \cdot v_{лента} \text{ т.к } \& \text{ метод } \text{integration} \text{ check.}$$

$$L = 1,6 м \cdot 2 м$$

Ответ: 1) 1,96 м 2) 0,5 с и 3,5 с

3) 1,6 м 2 м.



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"/>	<input 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!

2) Если перейти в систему отсчета

связанную с лентой.  $uv$ :

$V_{\text{лента}}$   $V_{\text{шарика}}$   $V_{\text{шарика}}$   $V_{\text{шарика}}$   $V_{\text{шарика}}$   $V_{\text{шарика}}$   $V_{\text{шарика}}$

наблюдателями  $V = 1 \text{ м/с}$ , то скорость

относительно  $uv$   $uv$   $uv$   $uv$   $uv$   $uv$   $uv$

шарика  $uv$   $uv$   $uv$   $uv$   $uv$   $uv$   $uv$

шарика  $uv$   $uv$   $uv$   $uv$   $uv$   $uv$   $uv$

шарика  $uv$   $uv$   $uv$   $uv$   $uv$   $uv$   $uv$

суммируются.

В ленте скорость шарика  $uv$   $uv$   $uv$   $uv$   $uv$   $uv$   $uv$

$$V_{\text{лента}} = 6 - 1 = 5 \text{ м/с} \Rightarrow$$

$$V_{\text{шарика}} = V_{\text{шарика}} - V_{\text{лента}}$$

$$-2 = -5 - V_{\text{шарика}}$$

$$V_{\text{шарика}} = 7$$

$$t = 0,7 \text{ с}$$

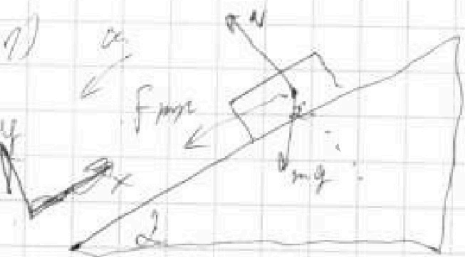
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



~~при~~ при движении вверх ускорение ( $a_y$ ) тела будет направлена вдоль поверхности вверх.

Запишем законы по осям  $x$  и  $y$  2 3 М.

$$x: m a_y = F_{\text{fr}} + m g \cdot \sin \alpha$$

$$y: m N = m g \cdot \cos \alpha \quad F_{\text{fr}} = \mu N$$

$\Rightarrow$

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

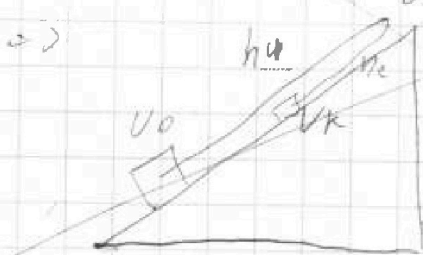
$$a_y = \underbrace{\mu}_{=0.6} g \cos \alpha + g \sin \alpha = g (\underbrace{\mu}_{=0.6} (1 - \sin^2 \alpha) + \sin \alpha) \quad 0 \leq \alpha \leq 90^\circ$$

$$a_y = (0.4 + 0.6) \cdot 10 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Заметим что через  $0.6 \text{ с}$   $v_{x \text{ и } y} = 0 \cdot v_0 - g t = 0$ .

а в конце через  $1 \text{ с}$   $v_K = -0.4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

$\Rightarrow$



$$S = h_1 + h_2 = \frac{v_0^2 - v_0^2}{-2g} + \frac{v_x^2 - v_K^2}{+2|g|} = \frac{0}{-20} + \frac{0 - (-0.4)^2}{20} = \frac{0.16}{20} = 0.008 \text{ м}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

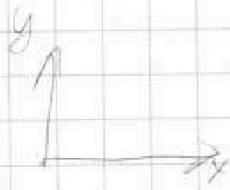
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



1) первые случаи



$$x: m a_1 = F \cdot \cos \alpha - \mu N_1$$

$$y: N_1 = mg - F \cdot \sin \alpha$$

$$m a_1 = F \cdot \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha)$$

$$x: m a_2 = F - \mu N_2$$

$$y: N_2 = mg$$

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

мк эти разогнанные на одинаковые участках пути до одинаковой к то их скорости в конце разгона

равны  $a \cdot t = v$   $v = at$   $v^2 = 2at^2$

$$v = \frac{v^2}{2a} \quad \text{то } a_1 = a_2$$

$$\Rightarrow F \cdot \cos \alpha - \mu mg + \mu F \cdot \sin \alpha = F - \mu mg$$

$$\cos \alpha + \mu \cdot F \cdot \sin \alpha = 1$$

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

2) заметим, что вся кинетика

в начале торможения у нас только к

и кинетика в конце санки пройдут S

$$v_k = 0$$

$$\Rightarrow \text{по ЗСЭ: } k = F \cdot S \Rightarrow k = \mu mg S$$

$$S = \frac{k}{\mu mg} = \frac{k}{\mu mg (1 - \cos \alpha)} = \frac{k}{\mu mg \sin \alpha}$$



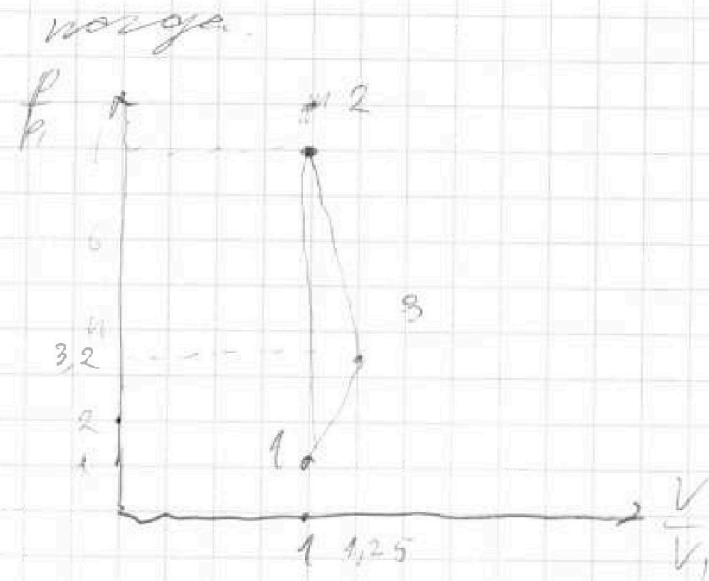
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

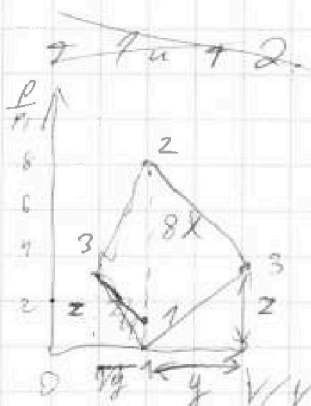
МФТИ

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

$$A_{2,3} = Q_{2,3} - \Delta V_{2,3} = \overset{0,5 \text{ Дж} \cdot T_{0,3} - 1,5 \text{ Дж} \cdot T_{0,2}}{-800 \text{ Дж}} = +1800 \text{ Дж}$$

$$A_{3,1} = Q_{3,1} + \Delta V_{3,1} = 2 \cdot \text{Дж} \cdot T_{0,3,1} - 1,5 \text{ Дж} \cdot T_{0,1} = 3000 \text{ Дж}$$

а работа это площадь под графиком  
и т.к.  $A_{2,3}$  отрицательна  $\Rightarrow$  7 3 "обратный"



$$A_{2,3} = \int \frac{8x+2}{2} \cdot y = +800 \text{ Дж}$$

$$A_{3,1} = - \int \frac{2+x}{2} \cdot y = -300 \text{ Дж}$$

$$\Rightarrow \frac{8x+2}{2+x} = \frac{8}{3}$$

$$24x + 3z = 8z + 8x$$

$$16x = 5z$$

$$z = \frac{16}{5}x = 3,2x \Rightarrow 6 \text{ Т} \text{ в } 3 \text{ П} = 3,2$$

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \text{Дж} \cdot T_2 \quad \text{и} \quad \frac{P_3 V_3}{T_3} = \text{Дж} \cdot T_3$$

$$\Rightarrow \frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_3 V_3}{T_3}$$

$$\frac{8P_1 V_1}{8T_1} = \frac{3,2P_1 \cdot V_3}{4T_1}$$

$$4 = 3,2 V_3$$

$$V_3 = \frac{4V_1}{3,2} = 1,25 V_1$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

1) пусть

$$Q_{31} = \Delta V_{31} + A_{31 \text{ газа}} \quad (\text{по зарядке})$$

$$Q_{31} = \nu C_{31} \Delta T_{31} = 2R \cdot (-800 + 200) = -1200R$$

$$\Delta V_{31} \text{ м.к. } \text{воз. } \text{одноатомный:}$$
$$= \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31} = -900R$$

$$A_{31 \text{ газа}} = -300R \quad \text{и} \quad A_{\text{воз.}} = -A_{\text{м.к.}} \text{ см.}$$

$$\Rightarrow A_{31,1} \text{ м.к.} = 300R = 2493 \text{ Дж}$$

$$2) Q_{1,2} = \nu C_{12} \Delta T_{1,2} = 1,5R \cdot 1400 = 2100R$$

$$Q_{2,3} = \nu C_{23} \Delta T_{2,3} = 0,5R \cdot (-800) = -400R$$

$$Q_{3,1} = \nu C_{31} \Delta T_{3,1} = 2R \cdot (-600) = -1200R$$

$$\eta = \frac{Q_{1,2} + Q_{2,3} + Q_{3,1}}{Q_{1,2}} = \frac{500R}{2100R} = \frac{5}{21}$$

3) Заметим, что

$$Q_{1,2} = \Delta V_{1,2} + A_{1,2}$$

$$1,5 \cdot R \cdot \Delta T_{1,2} = 1,5R \Delta T_{1,2} + A_{1,2}$$

$$\Rightarrow A_{1,2} = 0 \Rightarrow \text{м.к. 1 и 2 } \begin{matrix} \text{изосорный} \\ \text{нагревание} \end{matrix}$$

$\Rightarrow$  карм параллельна осм сжатиям.

$$\begin{matrix} \text{м.к.} & T_2 = 8T_1 & \text{м.к.} & \frac{p_2 V_2 = p_1 V_1 = \nu R T_2}{\nu R T_1} = 8 \Rightarrow p_2 = 8p_1 \\ \text{м.к.} & T_2 = 8T_1 & \Rightarrow & \end{matrix}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

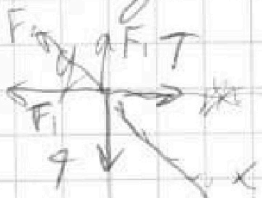
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

~~Заметим~~  
Заметим, что  $F = \frac{k_0 q_1 q_2}{R^2}$

т.к.  $q_1$  и  $q_2$  в одинаковом направлении, то  $q_1 + q_2$   
иначе  $q_1$  и  $q_2$  в противоположных на-  
правлениях.



по 2 3 и

$2F_1 +$

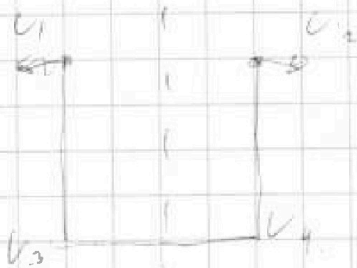
$a=0$

$$x: m a = F_1 \cdot \sqrt{2} + F_2 = T \cdot \sqrt{2}$$

$$F_1 = \frac{k_0 q_1^2}{a^2} \cdot \sqrt{2} + \frac{k_0 \cdot q_1^2}{2a^2} = T \cdot \sqrt{2}$$

$$T = \frac{k_0 q_1^2}{a^2} + \frac{k_0 q_1^2}{2\sqrt{2} a^2}$$

из симметрии  $v_1 = v_2$   $v_3 = v_4$



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 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!



$$\frac{3}{2} \sqrt{R_0 T} = \frac{3}{2} \cdot 1400 \cdot R = 2100R$$

$$\frac{3}{2} \cdot 800 \cdot R = 1200R$$

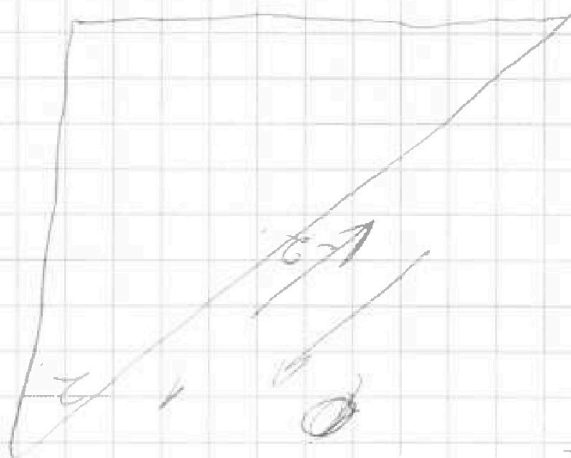
$$8 \frac{p_1 V_1}{T_1} = p_2 \frac{V_2}{T_2}$$

$$\frac{8 p_1 V_1}{1600} = \frac{32 p_1 \cdot 4V}{800}$$

$$8 = 6,4 \cdot x$$

$$\frac{40}{32} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{80}{64} = \frac{10}{8} = \frac{5}{4} \cdot 1,25$$



2

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 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!



$$h = \frac{mc^2}{2ek}$$

$$v = \sqrt{2ekh} \quad h = \frac{k}{am}$$

$$k = amh$$

$$-0,5R \cdot 800 = -\frac{3}{2}R \cdot 800 + A$$
$$800R = A$$

$$\begin{array}{r} 1831 \\ 3 \\ \hline 2493 \end{array}$$

$$-2R \cdot 600 = -\frac{3}{2}R \cdot 600 + A$$

$$0,5 \cdot 600R = 300R \quad (m = 10^{-3}) \mu$$

3 8

$$V_1 - V_2$$

$$xy - \frac{2xy}{2} = 3a$$

$$\Delta y + z + x \quad xy \left( \frac{2z}{2} \right) = 3$$

$$\frac{(2+1)x + 8x}{2} \cdot y \cdot xy$$

$$\frac{2+2}{2+9} = \frac{3}{8}$$

$$\frac{(2+1)+8}{2} = 8$$

$$8z + 16 = 3z + 2z$$

$$5z = 11$$

$$z = \frac{11}{5} = 2,2$$

$$\frac{3,2+1}{2} = \frac{4,2}{2} = 2,1$$

$$\frac{3,2+8}{2} = \frac{11,2}{2} = 5,6$$





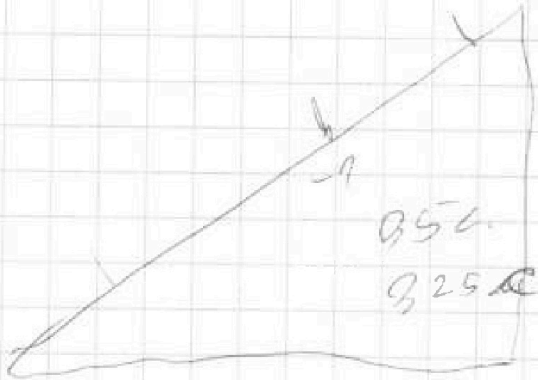
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$0,56 \cdot 0,5$$

$$0,28 -$$

$$0,5 \cdot \frac{0,5}{2} = 0,25$$

1 м.

$$0,5 - \frac{1}{2}$$

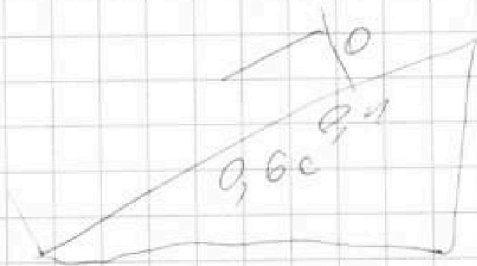
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

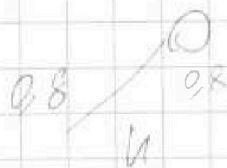
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\frac{0.6 + 0.6 + 0.8 \cdot 0.2}{2}$$

$$0.4 + 0.8$$

$$2.2$$



$$0.6 \cdot 3$$

$$1.8$$

$$0.4 + 0.4$$

$$0.8 \cdot 2$$

$$\frac{0.8}{1}$$

$$\frac{0.32}{1.0}$$

$$\frac{0.8^2}{4} \quad \frac{0.64}{4}$$

$$0.4 \cdot 0.4$$

$$0.4 \cdot 0.4$$

$$3 \cdot 0$$

$$\frac{2.0}{1.0}$$

$$0 = 5 - 10.4t$$

$$t = 0.5$$

$$\frac{12.5}{3.25 - 13} - 2 = 10 - 2t$$

$$5$$

$$\frac{5}{10}$$

$$5 - 0$$

$$150 \cdot 0 - 0$$

$$0$$

$$5 - 0 \cdot 2.5 \quad 5 - 0$$

$$\frac{25}{20}$$

$$\frac{25}{20} + \frac{1}{4} = 3.5 + 0.25$$

$$3.75 \text{ m}$$

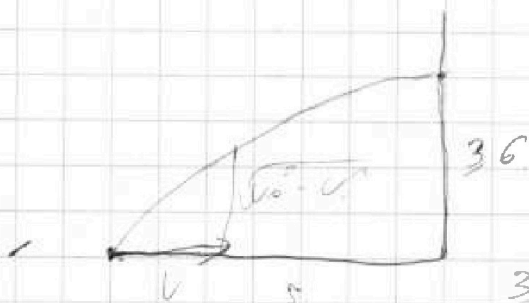
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\begin{array}{r}
 200 - 72 \\
 - 72 \\
 \hline
 128
 \end{array}
 \quad 64 - 2$$

$$36 = \frac{\sqrt{v_0^2 - v^2} \cdot S}{v} - \frac{g t^2 S^2}{2 v^2}$$

$$\frac{g S^2}{2 v^2} - \frac{S}{v} \cdot \sqrt{200 - v^2} + 36 = 0$$

$$5 \cdot \frac{S^2}{v^2} - \frac{S}{v} \sqrt{200 - v^2}$$

$$2 \cdot \frac{\sqrt{200 - v^2}}{2} \quad \frac{S}{v} = \frac{\sqrt{200 - v^2}}{2}$$

$$\frac{5}{4} - \frac{2}{4}$$

$$5 \cdot \frac{200 - v^2}{4} - \frac{200 - v^2}{2}$$

$\frac{12}{8}$

$$(200 - v^2) \left( \frac{3}{4} \right) = 36$$

$$200 - v^2 = \frac{4}{3} \cdot 36 = 48$$

$$200 - 48 = v^2$$

$$5 \cdot \frac{S^2}{v^2} - \frac{S}{v} \cdot \sqrt{v_0^2 - v^2} + 36 = 0$$

$$\frac{S}{v} = \frac{\sqrt{v_0^2 - v^2}}{10}$$

$$5 \cdot \frac{\sqrt{400 - v^2}}{100} - \frac{200 - v^2}{10}$$

$$\begin{array}{r}
 200 \\
 - 36 \\
 \hline
 164
 \end{array}$$

$$\frac{200 - v^2}{10} = 36$$

$$200 - v^2 = 36$$

$$S = \frac{\sqrt{36}}{10}$$

$$\begin{array}{r}
 36 + 16 \\
 \hline
 52
 \end{array}$$

$$\sqrt{704} \quad 10$$

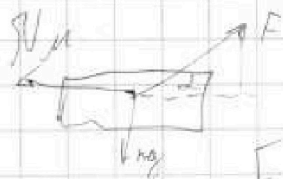
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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 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!



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

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

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

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

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

$$F \cos \alpha + F \sin \alpha = F$$

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

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

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

$$K = F S$$

$$K = mg \mu S$$

$$\frac{m v^2}{2}$$

$$S = \frac{K}{mg \mu}$$

$$K =$$



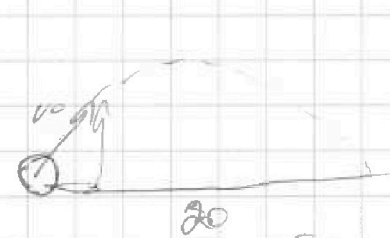
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



$$\alpha = \frac{v - v_0}{2at} \quad \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$t = \frac{v_0 \cdot \sqrt{2}}{g}$$

$$S = v_0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{v_0 \sqrt{2}}{g} = \frac{v_0^2}{g}$$

$$200 = \frac{v_0^2}{10\sqrt{2}}$$

$$0 = g v_0 \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

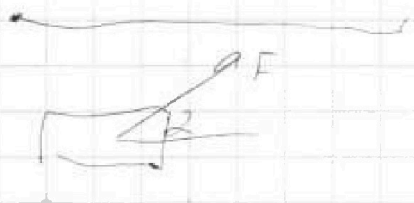
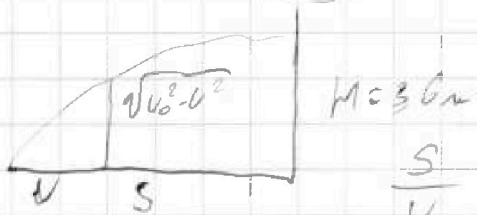
$$v_0 \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot t = \frac{gt}{2}$$

$$t = \frac{v_0}{g} \quad 20 = \frac{v_0^2}{10}$$

$$v_0^2 = 200$$

$$v_0 = 10\sqrt{2}$$

$$t = \frac{v_0 \sqrt{2}}{g} = \frac{10\sqrt{2} \cdot \sqrt{2}}{10} = 2$$



$$H = \sqrt{v_0^2 - v^2} \cdot \frac{S}{v} - \frac{g \cdot S^2}{2v^2}$$

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

$$3.6 = \sqrt{200 - v^2} \cdot \frac{S}{v} - \frac{g \cdot S^2}{2v^2} \quad ma =$$

$$\frac{g S^2}{2v^2} - \frac{\sqrt{200 - v^2}}{v} \cdot S + 3.6 = 0$$

$$1.5 R \cdot \Delta T = \frac{3}{2} \cdot R \cdot T + 1.2$$

$$A_{1,2} = 0$$

$$+ 0.5 R \cdot \Delta T = -\frac{3}{2} \cdot R \cdot T + A$$

$$A = R \cdot T$$

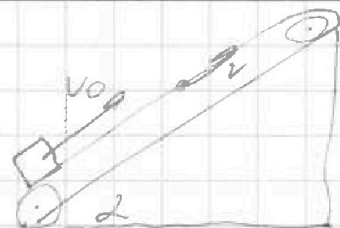
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

МФТИ

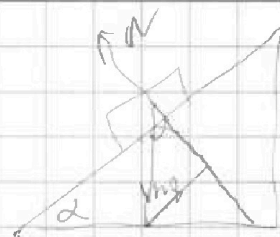
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



14

$$pV = 2RT$$

$$p_0 \mu^3 = \max \quad 7$$



200 500

600

$$Q = \Delta U + A$$

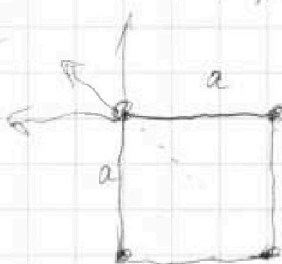
$$C \cdot 4T =$$

$$2RT = 2RT + A$$

$$R_0 T = 8,31 \cdot 600$$

$$\begin{array}{r}
 1 \\
 \times 8,31 \\
 \hline
 6 \\
 \hline
 49,86
 \end{array}$$

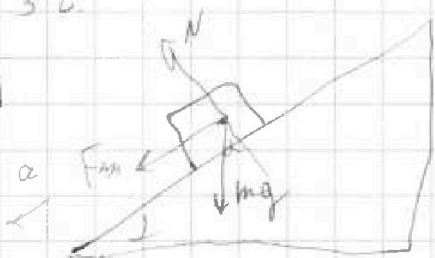
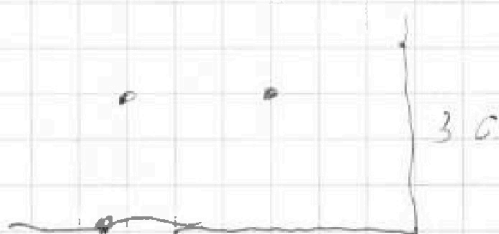
$$F = \frac{kq_1q_2}{R^2}$$



$$F = \frac{kq_1q_2}{R^2}$$

$$F = \frac{kq^2}{a^2} \cdot \sqrt{2} + \frac{kq^2}{2a^2} = T \cdot \sqrt{2}$$

$$\frac{kq^2}{a^2} \cdot \left( \sqrt{2} + \frac{1}{2} \right) = T \cdot \sqrt{2}$$

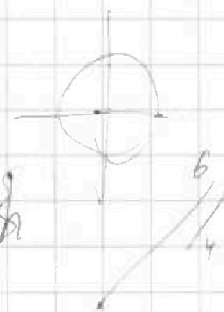


$$mg \cos \alpha - \mu + mg \sin \alpha$$

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

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

$$a = g (0,8 \cdot 0,5 + 0,6) = g$$



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!

$$\frac{2V_0 \sin \alpha}{g} = V_0 \sin \alpha = \frac{R}{g} \cdot g \cdot \frac{V_0^2}{g} = t \cdot S$$

$$200 = V_0^2$$

$(10\sqrt{2})$



$$3,6 =$$

$$h = \sqrt{200 - v^2} \cdot \frac{S}{v} + \frac{g S^2}{2v^2}$$

$$\frac{S}{v} + \frac{\sqrt{200 - v^2} \cdot 2}{g \cdot 10}$$

$$\frac{200 - v^2}{10} = \frac{200 - v^2}{20}$$

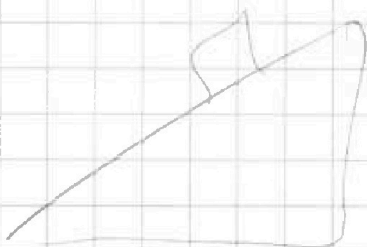
$$\frac{S}{\sqrt{728}} = \frac{\sqrt{200 - 72} \cdot \sqrt{728}}{10}$$

$$\frac{200 - v^2}{20} = 3,6$$

$$72 = 200 - v^2$$

$$6 \cdot \sqrt{2} \cdot 8 \cdot \sqrt{2} = 128$$

$$5 \cdot 20 = \frac{48}{5} = 9,6$$





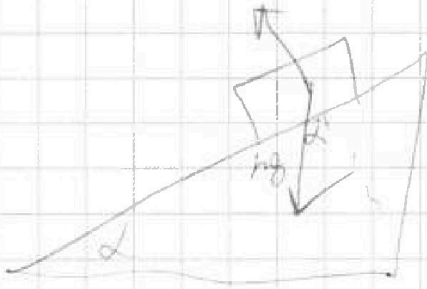
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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 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!



$$-mg \cos \alpha \cdot \mu + \sin \alpha \cdot mg$$

$$0,8g \quad 8 \cdot (4 + 6)$$

②

⑩