



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

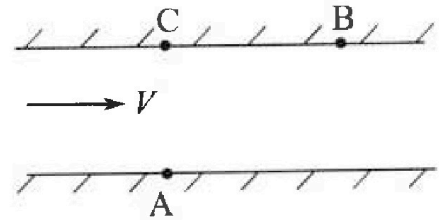
Вариант 09-02



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

1. Пловец трижды переплывает реку. Движение пловца прямолинейное. Скорость пловца в подвижной системе отсчета, связанной с водой, во всех заплывах одинакова по модулю.

В двух первых заплывах А – точка старта, В – точка финиша (см. рис., V – неизвестная скорость течения реки). Ширина реки $AC = d = 50$ м, снос, т.е. расстояние, на которое пловец смещается вдоль реки к моменту достижения противоположного берега, $CB = L = 120$ м.



Продолжительность первого заплыва $T_1 = 100$ с, продолжительность второго заплыва $T_2 = 240$ с.

- 1) Найдите скорости V_1 и V_2 пловца в лабораторной системе отсчета в первом и втором заплывах.
- 2) Найдите скорость V течения реки.

В третьем заплыве пловец стартует из точки А и движется так, что снос наименьший.

- 3) На каком расстоянии S от точки В выше по течению финиширует пловец в третьем заплыве?

2. Футболист на тренировке наносит удары по мячу, лежащему на горизонтальной площадке и направляет мяч к вертикальной стенке. После абсолютно упругого соударения со стенкой на высоте $h = 5,4$ м мяч падает на площадку. Расстояние от точки старта до стенки в 3 раза больше расстояния от стенки до точки падения мяча на площадку.

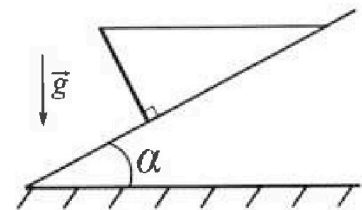
- 1) Найдите наибольшую высоту H , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

Допустим, что в момент соударения мяча со стенкой на высоте h , стенка движется навстречу мячу. Расстояние между точками падения мяча на поле в случаях: стенка покоится, стенка движется, $d = 1,8$ м.

- 3) Найдите скорость U стенки в момент соударения.

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Соударения мяча со стенкой абсолютно упругие. Траектории мяча лежат в вертикальной плоскости перпендикулярной стенке.

3. Однородный стержень удерживается на шероховатой наклонной плоскости горизонтальной нитью, прикрепленной к стержню в его наивысшей точке. Сила натяжения нити $T = 17,3$ Н. Угол между стержнем и плоскостью прямой. Наклонная плоскость образует с горизонтальной плоскостью угол $\alpha = 30^\circ$.



- 1) Найдите массу m стержня.
- 2) Найдите силу $F_{тр}$ трения, действующую на стержень.
- 3) При каких значениях коэффициента μ трения скольжения стержень будет находиться в покое? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 09-02

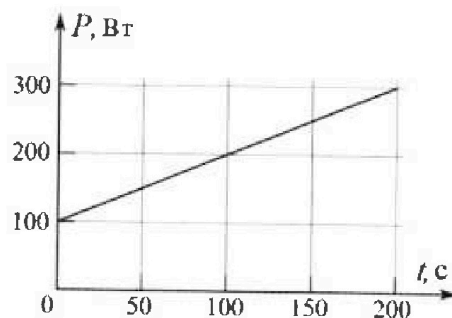
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



4. Воду объемом $V = 1$ л нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $\tilde{t}_0 = 16$ °С. Сопротивление спирали электроплитки $R = 25$ Ом, напряжение источника $U = 100$ В. Зависимость мощности P тепловых потерь от времени t представлена на графике (см. рис.).

- 1) Найдите мощность P_H нагревателя.
- 2) Найдите температуру \tilde{t}_1 воды через $T = 180$ с после начала нагревания.

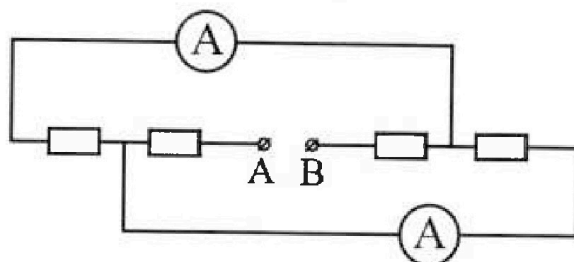
Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·°С).



5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 30 Ом, у двух других сопротивление по 60 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

После подключения к клеммам А и В источника постоянного напряжения показания амперметров оказались различными. Большее показание $I_1 = 2$ А.

- 1) Найдите показание I_2 второго амперметра.
- 2) Какую мощность P развивают силы в источнике?





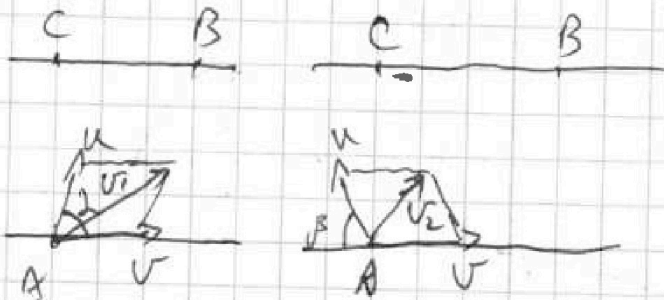
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$t_1 = 100 \text{ c}$$

$$t_2 = 240 \text{ c}$$

$$\sqrt{L^2 + d^2} = v_1 t_1 = v_2 t_2$$

$$v_1 = \frac{\sqrt{L^2 + d^2}}{t_1}, \quad v_1 = \frac{130}{100} = 1,3 \text{ м/с}$$

$$v_2 = \frac{\sqrt{L^2 + d^2}}{t_2}, \quad v_2 = \frac{13}{24} \text{ м/с}$$

$$v_1 = \sqrt{u^2 + v^2 - 2 \cdot u \cdot v \cdot \cos(180 - \alpha)}$$

$$v_2 = \sqrt{u^2 + v^2 - 2 \cdot u \cdot v \cdot \cos \alpha}$$

$$L = (u \cos \alpha + v) t_1$$

$$L = (-u \cos \alpha + v) t_2$$

$$d = u \sin \alpha$$

Ответ: $v_1 = 1,3 \text{ м/с}$, $v_2 = \frac{13}{24} \text{ м/с}$

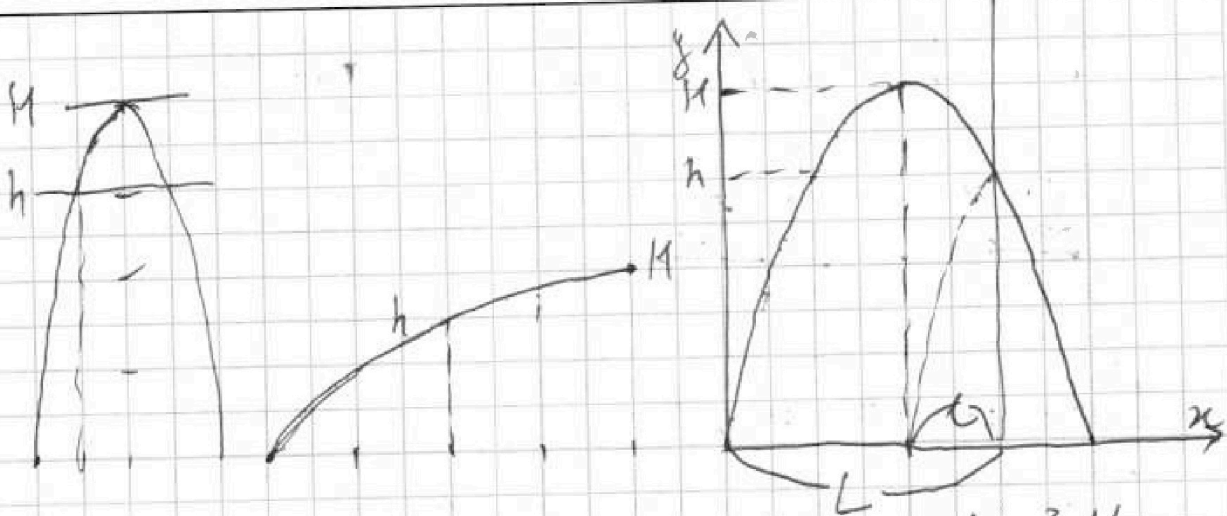
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



Логично (+ видно из рисунков), что $h = \frac{3}{4} H$

$$\Rightarrow H = \frac{4}{3} h; H = \frac{4 \cdot 5,4}{3} = 7,2 \text{ м}$$

$$L = 3l \text{ (уме)}$$

~~то время путь~~

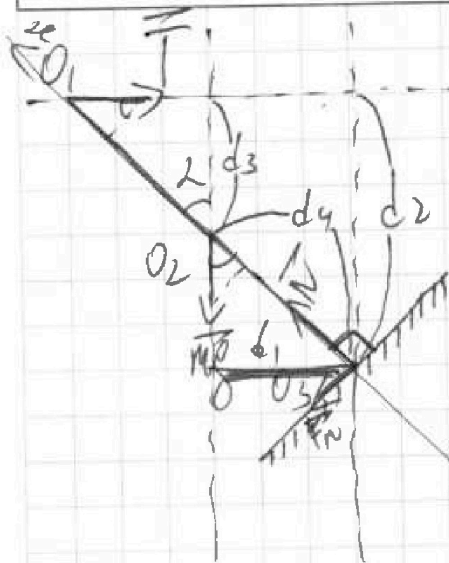
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



$$\alpha = 30^\circ$$

$$l = 17,3 \text{ м}$$

через правило моментов

$$1) O_3: mg d_1 = T d_2$$

$$mg \cdot \sin \alpha \cdot \frac{l}{2} = T \cdot \cos \alpha \cdot \frac{l}{2}$$

$$m = \frac{2T \cos \alpha}{g}; m = 3,46\sqrt{3} \text{ кг}$$

$$2) O_2: T d_3 = N \cdot 0 + F_{fr} d_4$$

$$F_{fr} T \cdot \frac{l}{4} \cdot \cos \alpha = F_{fr} \cdot \frac{l}{2}; F_{fr} = T \cos \alpha; F_{fr} = \frac{17,3\sqrt{3}}{2} \text{ Н}$$

$$3) O_2: T d_3 \leq F_{fr} d_4$$

$$T d_3 \leq \mu N d_4$$

$$Ox: N - mg \cos \alpha - T \sin \alpha = 0$$

$$N = mg \cos \alpha + T \sin \alpha = \frac{2T \cos \alpha + T \sin \alpha}{\sin \alpha}$$

$$\mu \geq \frac{T \cos \alpha}{N}; \mu \geq \frac{\sqrt{3}}{7}$$

$$\text{Ответ: } m = 3,46\sqrt{3} \text{ кг}; F_{fr} = \frac{17,3\sqrt{3}}{2} \text{ Н}; \mu \geq \frac{\sqrt{3}}{7}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

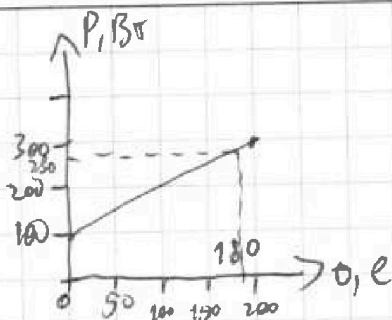
решение которой представлено на странице:

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!

$$\begin{aligned} V &= 1 \mu \\ t_0 &= 16^\circ \text{C} \\ R &= 25 \text{ Ом} \\ U &= 100 \text{ В} \\ t &= 180 \text{ с} \\ P_H &=? \\ t_1 &=? \end{aligned}$$



$$1) P_H = \frac{U^2}{R}; P_H = \frac{100^2}{25} = 400 \text{ Вт}$$

$$2) P_H t - Q(\text{потери}) = c_p V (t_1 - t_0)$$

$$P(t) = t + 100 \Rightarrow P(180) = 280 \text{ Вт}$$

$$Q_n = \frac{(280 + 100) \cdot 180}{2} = 180 \cdot 180 \text{ Дж по } S \text{ трапеции}$$

$$400 \cdot 180 - 180 \cdot 180 = 4200 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot (t_1 - 16)$$

$$t_1 = \frac{P_H t - Q_n + c_p V t_0}{c_p V}$$

$$\text{Получаем! } t_1 = 25^\circ \text{C}$$

$$\text{Ответ! } P_H = 400 \text{ Вт}; t_1 = 25^\circ \text{C}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

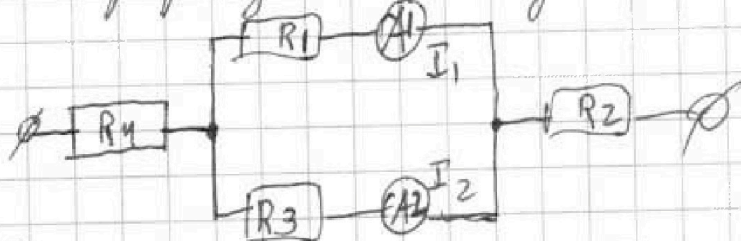
МФТИ

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



Перерисуем схему.

$$I_1 = 1 \text{ A}$$



1) По к. I_1 (показания A_1) и I_2 (показания A_2) различны, но сопротивления ~~то~~ ~~же~~ ~~составных~~ ~~слага~~ ~~элементов~~ амперметров резисторов различны, $R_1 = R_2 = 30 \text{ Ом}$ (см. рис)

$$R_3 = R_4 = 60 \text{ Ом}$$

исходя из этого расставим коэффициенты

~~расставим~~ вместо R_2 можно поставить R_4 - не имеет значения)

Приравняем напряжения на R_1 и R_3

$$I_1 R_1 = I_2 R_3 \Rightarrow I_2 = \frac{I_1 R_1}{R_3}; I_2 = \frac{30 \cdot 2}{60} = 1 \text{ A}$$

2) Сила тока через источник: $I_0 = I_1 + I_2$
 $I_0 = 1 + 2 = 3 \text{ A}$

Общее сопротивление: $R_0 = R_4 + R_2 + \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3}$

$$R_0 = 30 + 60 + \frac{30 \cdot 60}{30 + 60} = 90 + \frac{1800}{90} = 110 \text{ Ом}$$

$$P = I_0^2 R_0$$

$$P = 3^2 \cdot 110 = 990 \text{ Вт}$$

Ответ: 1 A, 990 Вт

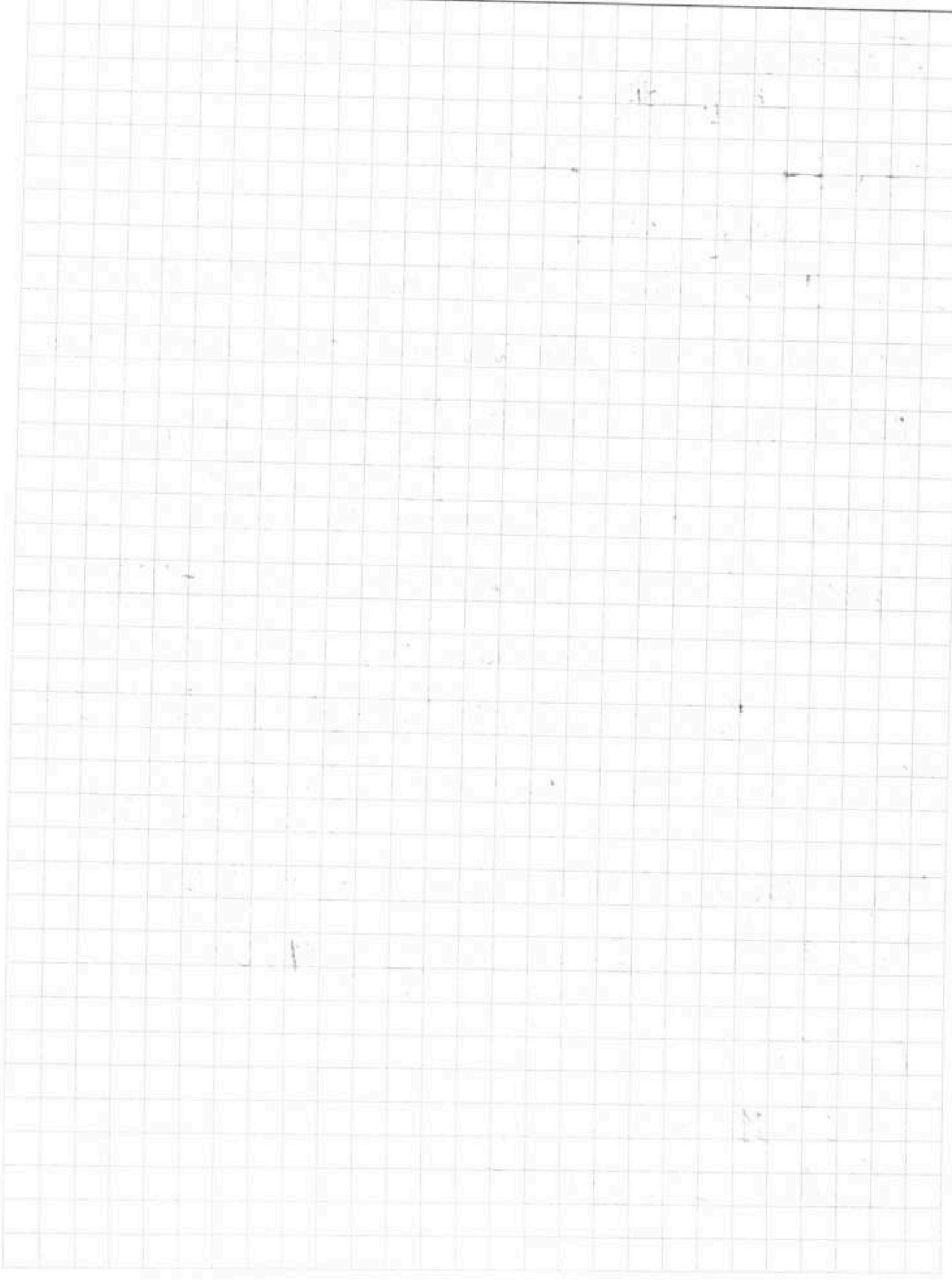


На одной странице можно оформлять только одну задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!



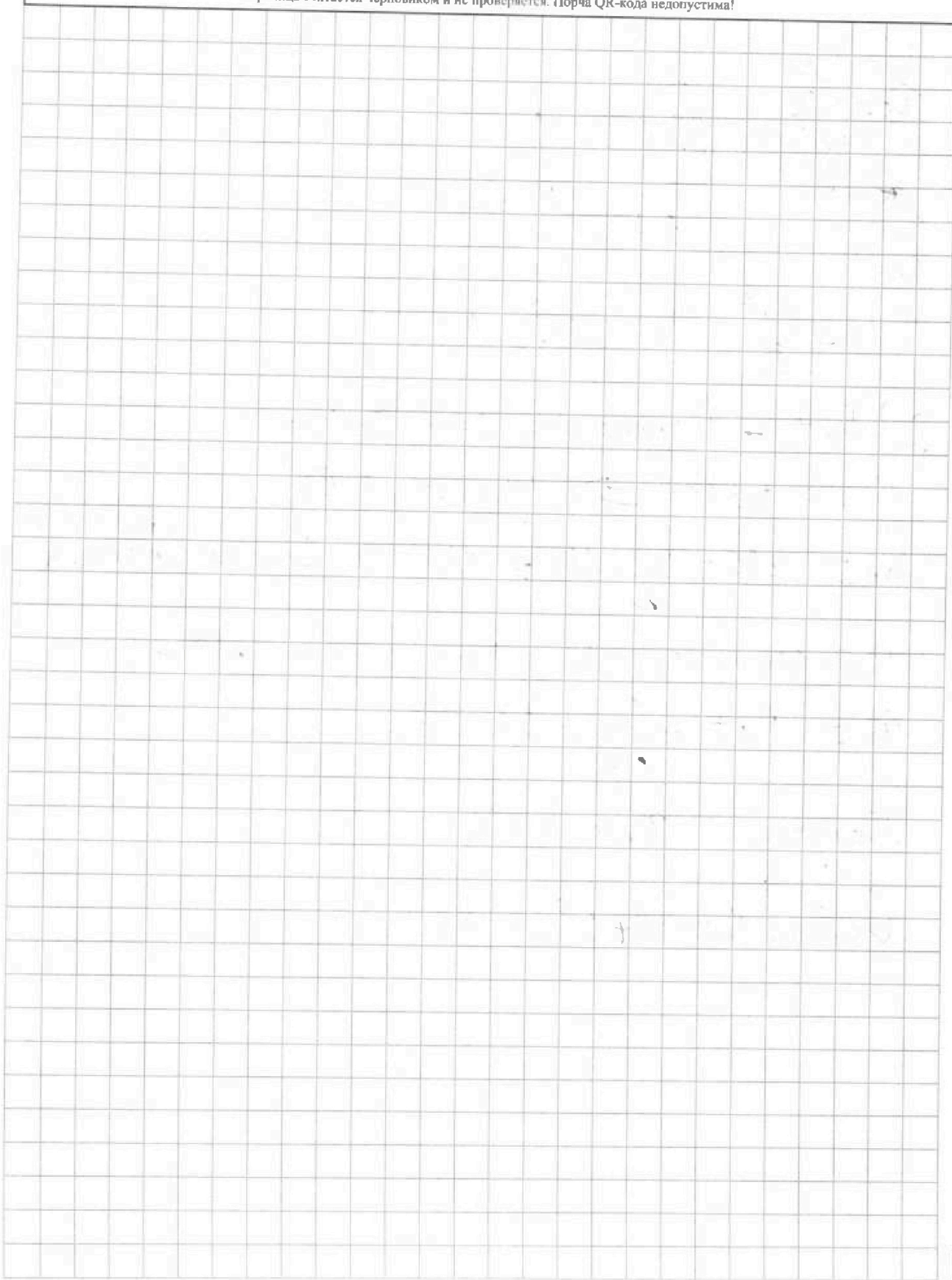


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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"/>



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





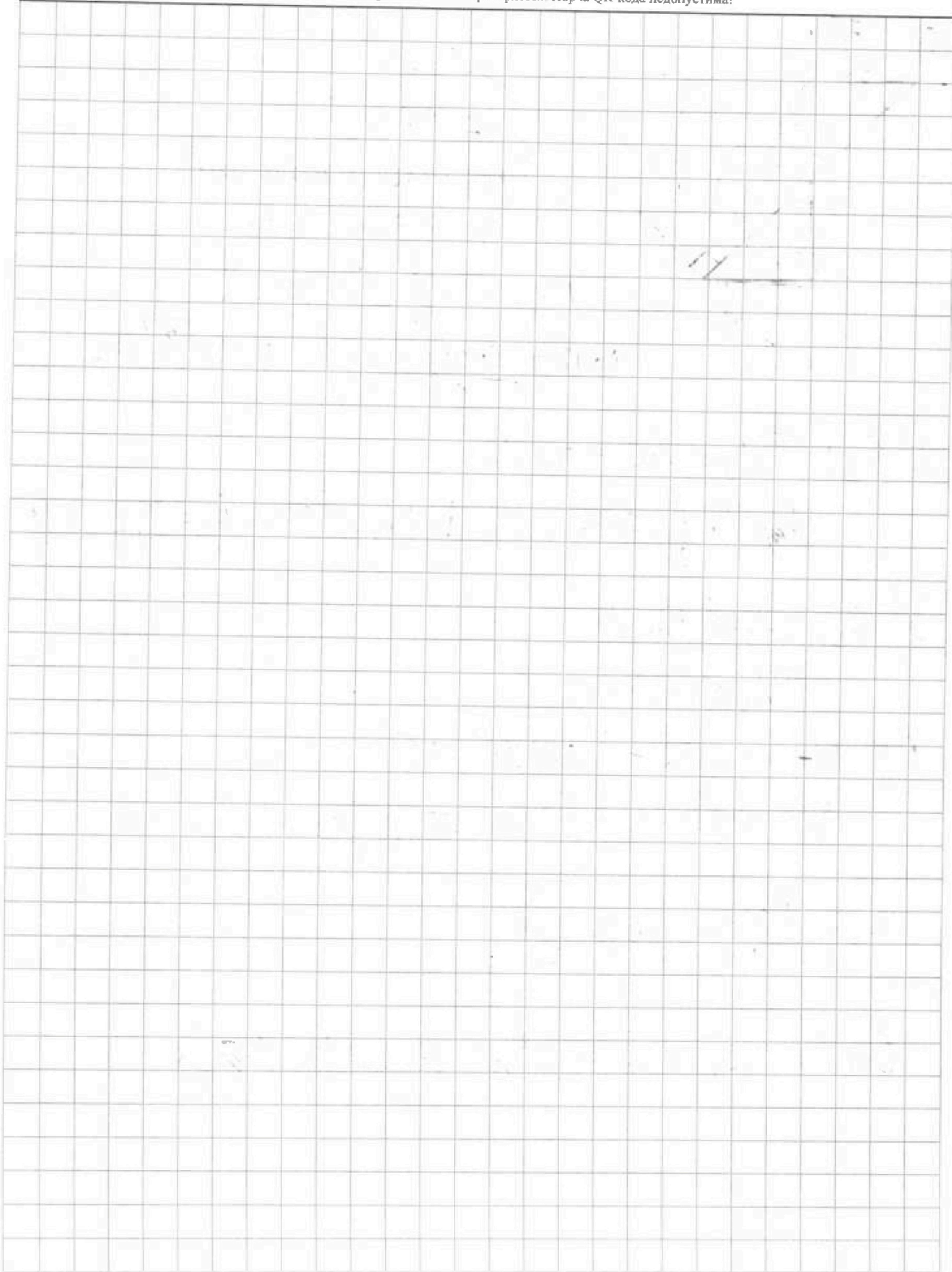
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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.

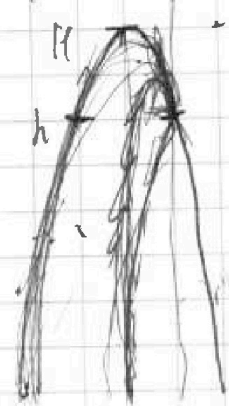
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 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!

$$\frac{2}{3}H = h$$



$$\begin{array}{r} -72 \overline{) 180} \\ \underline{60} \\ 120 \end{array}$$

$$H = \frac{4}{3}h$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \underline{25} \\ 21 \\ \underline{21} \\ 60 \end{array}$$

$$H = \frac{4 \cdot 5,4}{3} = 7,2 \text{ м}$$



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

$$l = V_0 \cos^2 \alpha$$

$$0 = h - V_0 \sin^2 \alpha + \frac{g t^2}{2}$$

$$h = V_0 \sin^2 \alpha + \frac{g t^2}{2}, \quad l = V_0 \cos^2 \alpha$$

$$H = V_0 \sin^2 \alpha - \frac{g t^2}{2}, \quad 2l = V_0 \cos^2 \alpha$$

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

$$\frac{t_0}{t_1} = 2$$

$$H = \frac{g t^2}{2} \Rightarrow \frac{H + 2 \frac{g t^2}{2}}{2} ; \quad 2H - g t^2 = H + 2 \frac{g t^2}{2}$$

$$H = 2 \frac{g t^2}{2} + \frac{g t^2}{2}$$

$$x_1 = V_0 \cos^2 \alpha$$

$$x_2 = (V_0 \cos^2 \alpha + u) t_1$$

$$x_2 - x_1 = d$$

$$H = 3 \frac{g t^2}{2}, \quad t_1 = \sqrt{\frac{H}{3g}}, \quad t_1 = \sqrt{\frac{7,2}{3 \cdot 10}} \text{ с}$$

$$= \sqrt{\frac{2,4}{10}} = \sqrt{0,24} \text{ с}$$

$$V_0 \cos^2 \alpha + u t_1 - V_0 \cos^2 \alpha = d$$

$$u t_1 = d$$

$$u = \frac{d}{t_1}$$

$$u = \frac{1,8}{\sqrt{0,24}} = \frac{3,24}{0,24} \text{ м/с}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \underline{18} \\ 18 \\ \underline{18} \\ 18 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 124 \\ \underline{30} \\ 94 \\ \underline{24} \\ 70 \\ \underline{20} \\ 50 \\ \underline{24} \\ 26 \end{array}$$

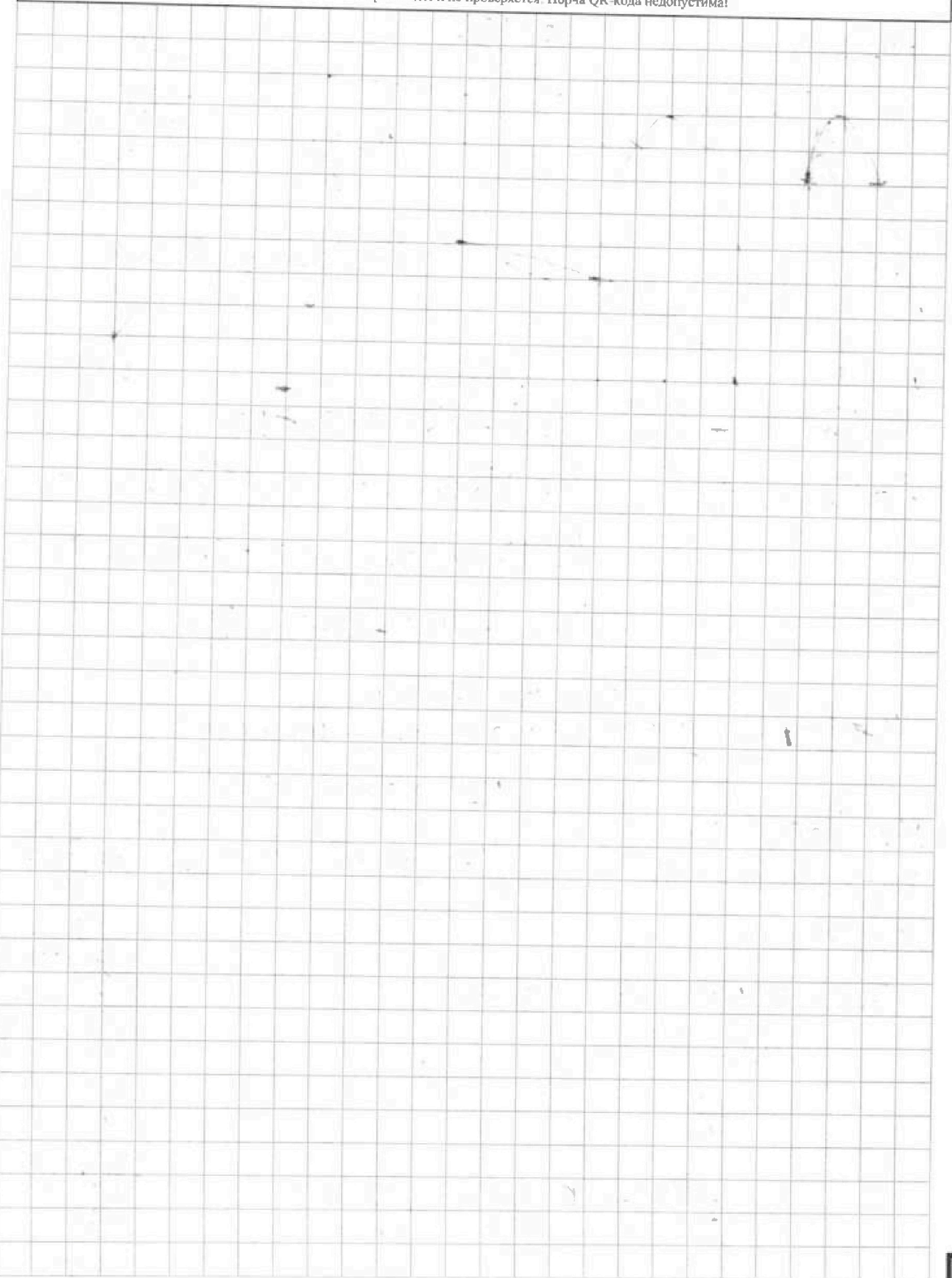


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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"/>



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!

$$H = 2l \cos^2 \alpha - \frac{2gl^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

~~НЕ~~

$$h = \frac{3}{4} H$$

$$h = v_0 \sin^2 \alpha_1 - \frac{g t_1^2}{2}, \quad t_1 = \frac{3l}{v_0 \cos \alpha}$$

$$h = \frac{v_0 \sin^2 \cdot 3l}{v_0 \cos^2 \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{9l^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} = 3l \cos^2 \alpha - \frac{9}{2} \frac{gl^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$H - h = \frac{1}{4} H = 2l \cos^2 \alpha - \frac{2gl^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} - 3l \cos^2 \alpha + \frac{9}{2} \frac{gl^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$\frac{1}{4} H = -l \cos^2 \alpha + \frac{5}{2} \frac{gl^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$h = l \cos^2 \alpha - \frac{gl^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$H = 2l \cos^2 \alpha$$

$$l = v_0 \cos \alpha t_1, \quad h = \frac{v_0 \sin^2 \alpha \cdot l}{v_0 \cos^2 \alpha} - \frac{g}{2} \frac{l^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$h = v_0 \sin^2 \alpha t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

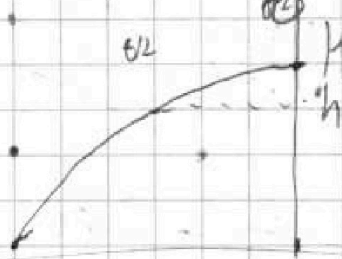
$$H = v_0 \sin^2 \alpha t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = \frac{v_0 \sin^2 \alpha \cdot 2l}{v_0 \cos^2 \alpha} - \frac{2gl^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$H - h = \frac{1}{4} H = 2l \cos^2 \alpha - \frac{2gl^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} - l \cos^2 \alpha + \frac{gl^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$\frac{1}{4} H = l \cos^2 \alpha - \frac{5}{2} \frac{gl^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$v_0 \sin^2 \alpha = g t_1$$

$$t_1 = \frac{v_0 \sin^2 \alpha}{g}$$



$$H = v_0 \sin^2 \alpha t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$h = v_0 \sin^2 \alpha t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.
 Отметьте крестиком номер задачи,
 решение которой представлено на странице:



- 1 2 3 4 5 6 7

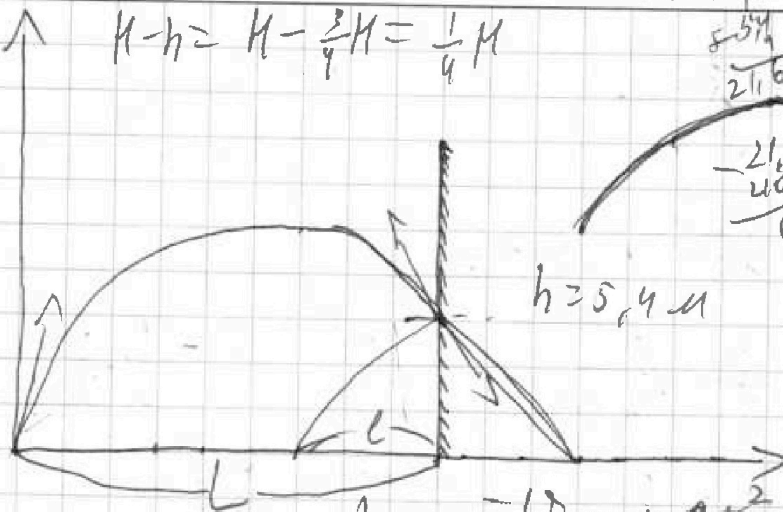
МФТИ

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

$$H-h = H - \frac{3}{4}H = \frac{1}{4}H$$

$$\frac{5.4}{21.6}$$

$$H = \frac{4}{3}h = \frac{4 \cdot 5.4}{3} = 7.2$$



$h = 5.4 \text{ м}$

$$\begin{array}{r} 21.6 \quad | \quad 30 \\ - 40 \quad | \\ \hline 60 \quad | \quad 17.2 \end{array}$$

$$L = 3l$$

$$h = \frac{3}{4}H$$

$$h = v_0 t \sin \alpha - \frac{g t^2}{2}$$

$$H = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

$$h = v_0 \sin \alpha t_h - \frac{g t_h^2}{2}$$

~~$\frac{h}{v_0 \sin \alpha} = t$~~

$$H = \frac{v_0 \sin \alpha \cdot 4l}{2} - \frac{g \cdot 16l^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

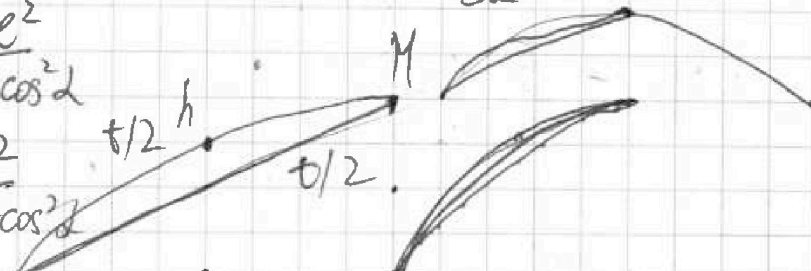
$$2l = \frac{v_0 \cos \alpha t}{2}; 4l = v_0 \cos \alpha t$$

$$H = 2l g t - \frac{2 g l^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$3l = v_0 \cos \alpha t_h; t_h = \frac{3l}{v_0 \cos \alpha}$$

$$h = \frac{v_0 \sin \alpha \cdot 3l}{2} - \frac{g \cdot 9l^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$h = \frac{3}{2} l g t - \frac{g \cdot 9l^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$



$$H-h = 2l g t - \frac{2 g l^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} - \left(\frac{3}{2} l g t - \frac{g \cdot 9l^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} \right) = \frac{1}{2} l g t + \frac{5 g l^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$\frac{3}{4} H = 2l g t - \frac{2 g l^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} - \left(\frac{1}{2} l g t - \frac{5 g l^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} \right) = \frac{3}{4} l g t$$

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!

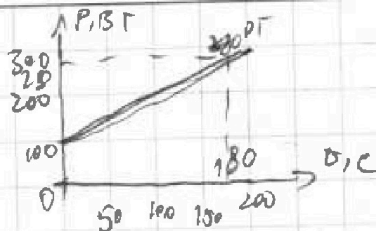


$$V = 1 \mu$$

$$t_0 = 16^\circ \text{C}$$

$$R = 25 \text{ Ohm}$$

$$U = 100 \text{ B}$$



$$\begin{array}{r} 7 \\ + 380 \\ 50 \\ \hline 4200 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} - 900 \\ - 180 \\ \hline 210 \\ \sqrt{16} \\ 9 \\ \hline 144 \end{array}$$

$$P_H \rightarrow$$

$$t_1 = ? \quad t = 180 \text{ C}$$

$$P(t) = \frac{t}{180} + 100$$

$$P_H = \frac{U^2}{R} = \frac{100^2}{25} = \frac{10000}{25} = 400 \text{ Bt}$$

$$2) P_H t - Q_{\text{потери}} = c \rho V (t_1 - t_0)$$

$$Q_{\text{потери}} = (100 + 300) \cdot \frac{(100 + 250) \cdot 180}{2} = 380 \cdot 90 = 34200$$

$$t_1 = P_H t - Q_{\text{потери}}$$

$$t_1 = \frac{P_H t - Q}{c \rho V} \quad t_1 = \frac{400 \cdot 180 - 34200}{4200 \cdot 1000 \cdot 10^{-3}}$$

$$= \frac{180(400 - 190) + 4200 \cdot 16}{4200} = \frac{180 \cdot 210 + 4200 \cdot 16}{4200}$$

$$\geq \frac{18 \cdot 21 + 42 \cdot 16}{42} = \frac{9 \cdot 42 + 42 \cdot 16}{42} \geq 25^\circ \text{C}$$



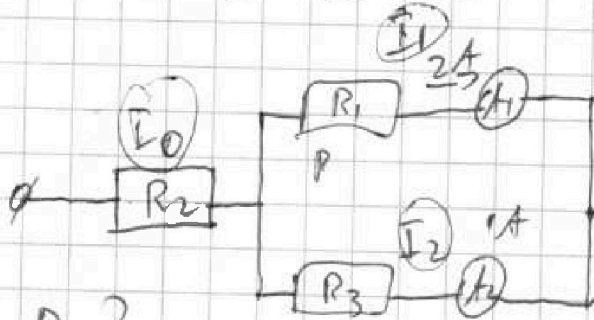
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$P_0 = ?$

$$R_1 = R_2 = 30 \Omega$$

$$R_3 = R_4 = 60 \Omega$$

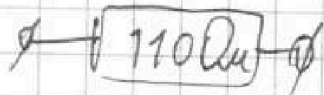
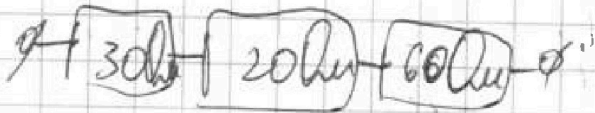
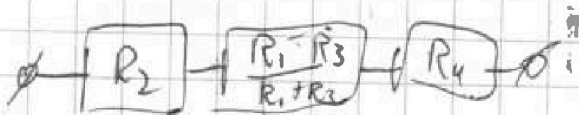
$$I_1 = 2 \text{ A}$$

$$\Rightarrow I_2 = 1 \text{ A}$$

$$I_1 R_1 = I_2 R_3$$

$$I_2 = \frac{2 \cdot 30}{60} = 1 \text{ A}$$

$$\frac{30 \cdot 60}{30 + 60} = \frac{1800}{90} = 20$$



$$P = I_0^2 R ; P = 3^2 \cdot 110 = 990 \text{ Вт}$$

$$I_0 = I_1 + I_2$$

$$I_0 = 1 + 2 = 3 \text{ A}$$

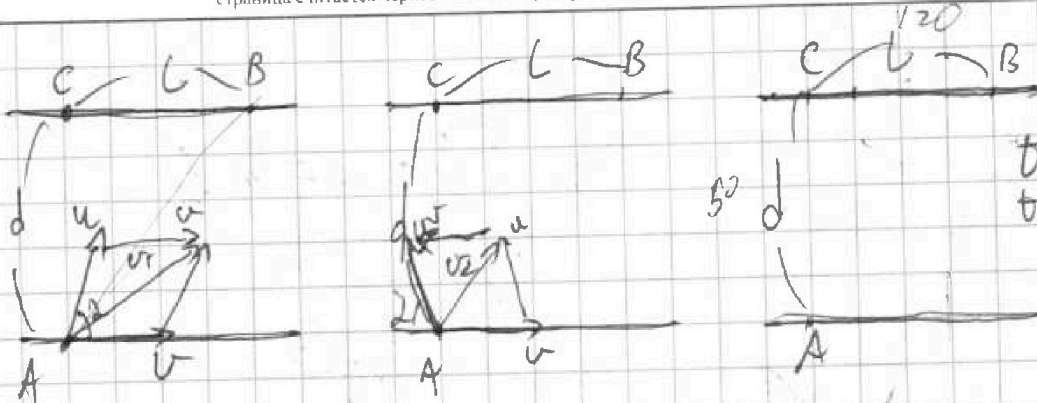
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$d_2 = 240 \text{ c}$$

$$t_1 = 100 \text{ c}$$

$$\sqrt{L^2 + d^2} = v_1 t_1 = \sqrt{u^2 + v^2 - 2uv \cdot \cos(180 - \alpha)} t_1$$

$$\sqrt{L^2 + d^2} = v_2 t_2 = \sqrt{u^2 + v^2 - 2uv \cdot \cos \alpha} t_2$$

$$v_1 = \frac{\sqrt{L^2 + d^2}}{t_1}, v_1 = \frac{130}{100} = 1,3 \text{ м/с}$$

$$v_2 = \frac{\sqrt{L^2 + d^2}}{t_2} = \frac{130}{240} = \frac{13}{24} \text{ м/с}$$

$$\sin(180 - \alpha) = \sin \alpha$$

$$\cos(180 - \alpha) = -\cos \alpha$$

$$\sqrt{L^2 + d^2} = \sqrt{u^2 + v^2 - 2 \cdot v \cdot u \cdot \cos \alpha} t_2 = \sqrt{u^2 + v^2 - 2uv \cdot \cos(180 - \alpha)} t_1$$

$$(\sqrt{u^2 + v^2 - 2 \cdot v \cdot u \cdot \cos \alpha}) \cdot t_2 = (\sqrt{u^2 + v^2 - 2uv \cdot \cos(180 - \alpha)}) t_1$$

$$(v \cos \alpha + u) t_1 = L \quad | \quad (-v \cos \alpha + u) t_2 = L$$

$$v \sin \alpha = d \quad | \quad u \sin \alpha = d$$

$$(u \cos \alpha + v) t_1 = L = (v - u \cos \alpha) t_2 \quad | \quad u \sin \alpha = d = v \sin \alpha$$

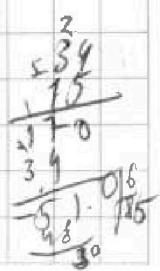
$$u \cos \alpha t_1 + v t_1 = v t_2 - u \cos \alpha t_2 \quad | \quad u \cos \alpha = L - v t_1$$

$$v t_2 - v t_1 = u \cos \alpha (t_1 + t_2) \quad | \quad u \cos \alpha = 120$$

$$240v = 340 \cdot u \cos \alpha$$

$$140v = 340L - 340v t_1$$

$$280v = 340L \quad | \quad v = \frac{34 \cdot 120}{48} = \frac{34 \cdot 60 \cdot 10}{24 \cdot 12} = \frac{34 \cdot 15}{6} = 85 \text{ м/с}$$





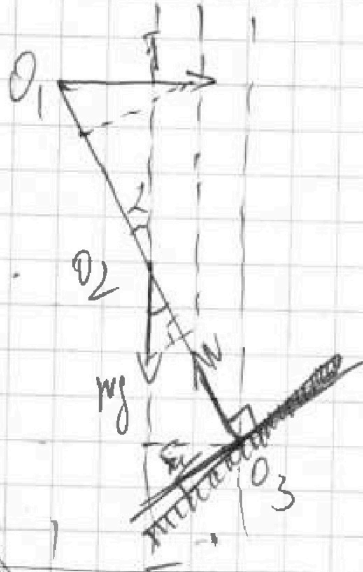
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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 проясняется. Порча QR-кода недопустима!



$$O_2: T \frac{l}{2} \cos 2 = F_{mp} \frac{l}{2}$$

$$F_{mp} = T \cos 2$$

$$F_m = \frac{17,3\sqrt{3}}{2}$$

$$O_1: mg \frac{1}{2} \sin 2 = F_{mp} \frac{l}{2}$$

$$F_m = 17,3 \cdot 3,46\sqrt{3} \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} = 17,3\sqrt{3}$$

$$O_3: T \cos 2 = mg \frac{1}{2} \sin 2$$

$$m = \frac{2T \cos 2 \cdot m}{g \sin 2} = \frac{2 \cdot 17,3 \cdot 3,46\sqrt{3}}{10} = \frac{3,46\sqrt{3}}{m}$$

$$O_2: T \frac{l}{2} \cos 2 = N \cdot 0 + F_{mp} \frac{l}{2}$$

$$F_{mp} = T \cos 2$$

$$F_{mp} = \frac{17,3 \cdot \sqrt{3}}{2} \text{ Н}$$

Для покоя

$$O_2: T \frac{l}{2} \cos 2 \leq \mu N \cdot \frac{l}{2}$$

$$N = mg \cos 2 + T \sin 2$$

$$N = \frac{2T \cdot \cos 2 \cdot \cos 2 + T \sin 2}{\sin 2}$$

$$O_3: mg \frac{1}{2} \sin 2 = N \cdot 0 + F_{mp} \frac{l}{2}$$

$$m = \frac{2F_{mp}}{g \sin 2}$$

$$\mu \geq \frac{T \cos 2}{N} \geq \frac{T \cos 2 \cdot \sin 2}{2T \cdot \cos^2 2 + T \sin^2 2} \geq \frac{\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2}}{2 \cdot \frac{3}{4} + \frac{1}{4}} \geq \frac{\frac{\sqrt{3}}{4}}{\frac{7}{4}} \geq \frac{\sqrt{3}}{7}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

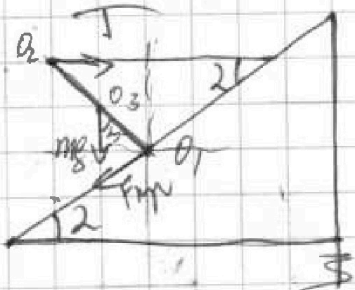
Отметьте крестиком номер задачи,

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!

МФТИ



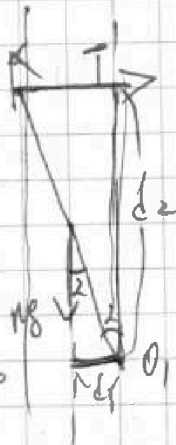
$T = 17,3 \text{ Н}$
 $\alpha = 30^\circ$
 $M = ?$
 $F_{\text{п}} = ?$
 $M = ?$

$O_1: mg \cdot \frac{l}{2} = T \cdot l$

$mg \cdot \frac{l}{2} = T \cdot l$

$mg \cdot \frac{l}{2} \cdot \sin \alpha = T \cdot l \cdot \cos \alpha$

$m = \frac{2T \cos \alpha}{g \sin \alpha} = \frac{2T \cos 30^\circ}{g}$



$d_1 = \frac{l}{2} \sin \alpha; d_2 = l \sin \alpha$

$mg d_1 = T d_2$

$mg \frac{l}{2} \sin \alpha = T l \sin \alpha$

$m = \frac{2T}{g}$

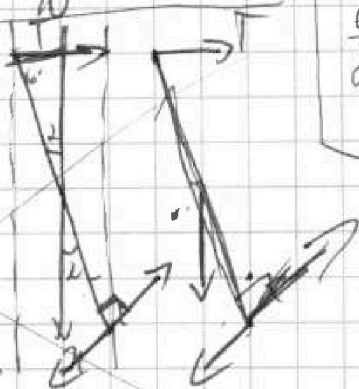
$d_1 = \frac{l}{2} \sin \alpha$

$d_2 = l \cos \alpha$

	30	45	60
sin	1/2	√2/2	√3/2
cos	√3/2	√2/2	1/2
tg	1/√3	1	√3
ctg	√3	1	1/√3



$M \geq \frac{2 \cdot 17,3 \cdot \sqrt{3}}{10} = 39,6 \sqrt{3} \approx 396 \sqrt{3} \text{ Н}$



$d_1 = \frac{l}{2} \cos \alpha$

$d_3 = \frac{l}{2}$

$mg d$

$O_2: T d_1 = F_{\text{п}} d_3; T \cdot \frac{l}{2} \cos \alpha = F_{\text{п}} \cdot \frac{l}{2}; F_{\text{п}} = T \cos \alpha$

$F_{\text{п}} = 17,3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{17,3 \sqrt{3}}{2}$

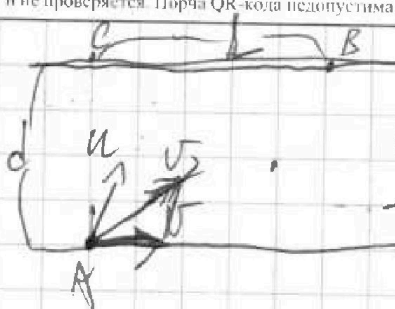
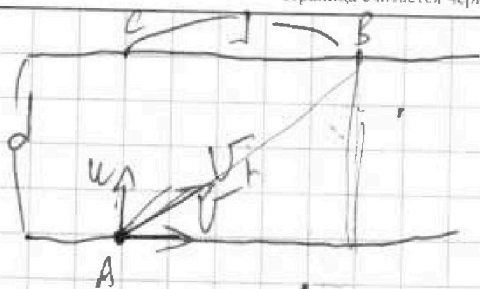
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
 Отметьте крестиком номер задачи,
 решение которой представлено на странице:



- 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!



$d = 50 \mu\text{m}$
 $L = 120 \mu\text{m}$

$\frac{L^2}{84}$

$\frac{50 \cdot 24}{200}$

$\frac{24^2}{100}$

$u \cdot t_2 = d$; $u = \frac{d}{t_2} = \frac{50}{24} \mu\text{m/s}$

$V \cdot t_2 = L$; $V = \frac{L}{t_2} = \frac{120}{240} \mu\text{m/s}$

$V \cdot t_1 = \sqrt{L^2 + d^2}$

$u = \frac{d}{t_2} = \frac{50 \mu\text{m}}{240 \text{s}} = \frac{5}{24} \mu\text{m/s}$

$V = \frac{L}{t_2} = \frac{120}{240} = 0,5 \mu\text{m/s}$

$V_1 = \frac{\sqrt{120^2 + 50^2}}{240}$

$120^2 = 12 \cdot 10 \cdot 12 \cdot 10 = 14400$
 $5 \cdot 10 \cdot 5 \cdot 10 = 2500$
 $\frac{16900}{(130)}$

$V_1 = \frac{130}{240} \mu\text{m/s}$

$V \cdot t_1 + u \cdot \cos \alpha \cdot L$

$V_2 \cdot t_2 = \sqrt{L^2 + d^2} = \sqrt{u^2 + V^2} \cdot t_2 = 2uV \cdot \cos(180 - \alpha)$

$\sin \alpha = \frac{d}{u \cdot t_1} = \frac{50}{5 \cdot 100} = \frac{5 \cdot 24}{500} = 2,4$

$\cos \alpha = \frac{L - V \cdot t_2}{\sqrt{L^2 + d^2}} = \frac{120 - 50}{\frac{5 \cdot 100}{24}} = \frac{70 \cdot 24}{500}$

$\cos \alpha = \frac{7 \cdot 24}{50} = \frac{7 \cdot 12}{25} = \frac{84}{25}$

$u \cdot t_2 = u \cdot \sin \alpha \cdot t_1$

$\sin \alpha = \frac{240}{100} = 2,4$

