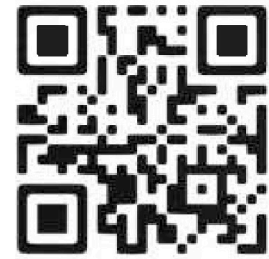




Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

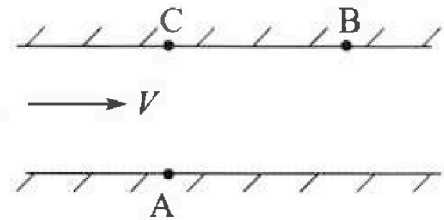
Вариант 09-02

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.

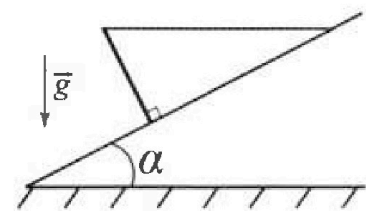
- 1) Найдите наибольшую высоту H , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

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.

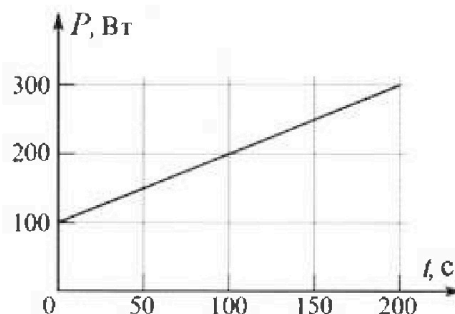


4. Воду объемом $V = 1$ л нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $t_0 = 16$ °С. Сопротивление спирали электроплитки $R = 25$ Ом, напряжение источника $U = 100$ В. Зависимость мощности P тепловых потерь от времени t представлена на графике (см. рис.).

1) Найдите мощность P_H нагревателя.

2) Найдите температуру t_1 воды через $T = 180$ с после начала нагревания.

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

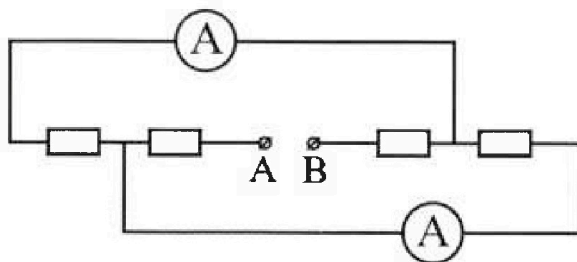


5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 30 Ом, у двух других сопротивление по 60 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

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!



$AC = d = 50 \text{ м}$ Пусть $AB = S_0$. По теореме

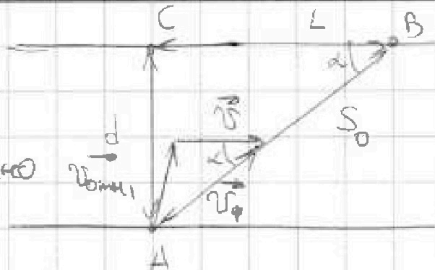
$CB = L = 120 \text{ м}$. Пифагора:

$T_1 = 100 \text{ с}$ $S_0 = \sqrt{d^2 + L^2} = 10\sqrt{25 + 144} = 130 \text{ м}$.

$T_2 = 240 \text{ с}$ Пловец движется прямолинейно

$v_1, v_2, v, S?$ вдоль AB с постоянной скоростью v в ИСО, значит:

$v_1 = \frac{S_0}{T_1} = \frac{130}{100} = 1,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ $v_2 = \frac{S_0}{T_2} = \frac{130}{240} = \frac{13}{24} \approx 0,54 \frac{\text{м}}{\text{с}}$



2) По закону сложения скоростей:

$\vec{v}_1 = \vec{v} + \vec{v}_{01}$
 $\vec{v}_2 = \vec{v} + \vec{v}_{02}$ } где \vec{v}_{0i} - скорость относительно воды.

$\vec{v}_{01} = \vec{v}_1 - \vec{v}$ По условию, $v_{01} = v_{02} = v_{03}$

Теорема косинусов для Δ скоростей:

$v_{01}^2 = v_1^2 + v^2 - 2v_1 v \cos \alpha$ (1)

Аналогично

$v_{02}^2 = v_2^2 + v^2 - 2v_2 v \cos \alpha$ (2)

Вычтем:

$0 = (v_1 - v_2)(v_1 + v_2) - 2v \cos \alpha (v_1 - v_2)$

$2v \cos \alpha = v_1 + v_2$

$v = \frac{v_1 + v_2}{2 \cos \alpha}$, $\cos \alpha = \frac{BC}{AB} = \frac{12}{13}$

$v = \frac{\frac{13}{10} + \frac{13}{24}}{2 \cdot \frac{12}{13}} = \frac{13 \cdot 13 \cdot 34}{12 \cdot 240 \cdot 2880} = \frac{169 \cdot 17}{2880} = \frac{2873}{2880} \approx 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

3) Закон сложения скоростей:

$v_{03} = v + v_{03}$ где v_{03} - скорость в ИСО.

Заметим, что при минимальном смеще прямая, содержащая v_{03} , касается окружности, описанной конусом v_{01} .

Из (1) найдем v_{01} :

$v_{01} = \sqrt{v_1^2 + v^2 - v_1(v_1 + v)}$

$v_{01} = \sqrt{1,69 + 1 - 1,3 \cdot 1,84}$

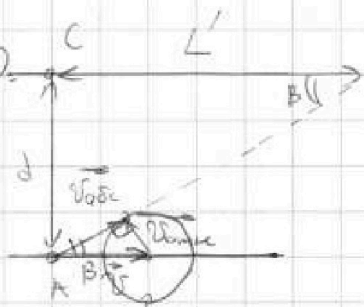
$v_{01} \approx \sqrt{0,3} \frac{\text{м}}{\text{с}} \Rightarrow v_{01} \approx 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$\tan \beta = 1/3$

$L' = \frac{d v_{03}}{v_{01}} = d \sqrt{\frac{v^2 - v_{01}^2}{v_{01}^2}} = d \sqrt{\frac{v^2}{v_{01}^2} - 1} \approx 50 \cdot \sqrt{\frac{1}{0,3} - 1} = 50 \sqrt{\frac{4}{3}}$

$S = L - L' = 120 - 50 \sqrt{\frac{4}{3}} = 10(12 - 5 \sqrt{\frac{4}{3}})$

Ответ: $v_1 = 1,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $v_2 \approx 0,54 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $v = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $S = 10(12 - 5 \sqrt{\frac{4}{3}}) \text{ м}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

ЛМФТИ

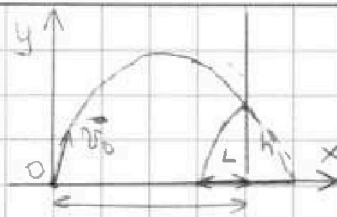
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$h = 5,4 \text{ м.}$
 $d = 1,8 \text{ м.}$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $H = ?$
 $t = ?$
 $u = ?$

1) v_0 - начальная скорость мяча.
 Уравнения движения мяча в осях Oy и Ox , t - время до удара:

$$\begin{cases} h = v_{0y}t - \frac{gt^2}{2} \\ 3L = v_{0x}t \end{cases} \Rightarrow t = \frac{3L}{v_{0x}}$$



$4L$ - дальность полёта при отсутствии стены (удар упругий) \Rightarrow составляющая скорости, \parallel стене, не меняется, а \perp стене изменяется направление на $\uparrow \Rightarrow$ движение симметрично движению без стены)

$$4L = v_{0x} \cdot t_{\text{полёта}} = v_{0x} \cdot \frac{2v_{0y}}{g} = \frac{2v_{0y}v_{0x}}{g} \Rightarrow L = \frac{v_{0y}v_{0x}}{g}$$

$$t = \frac{3v_{0y}}{g}$$

$$h = \frac{3v_{0y}}{g} \cdot \frac{g v_{0y}}{2} \Rightarrow h = \frac{3v_{0y}^2}{2g} \Rightarrow v_{0y}^2 = \frac{2gh}{3}$$

$$H = \frac{v_{0y}^2}{2g} = \frac{2gh}{6g} = \frac{4h}{3} = \frac{4 \cdot 5,4}{3} = 7,2 \text{ м.} \quad v_{0y} = 2\sqrt{\frac{2gh}{3}} = 2\sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 5,4}{3}} = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2) $t_1 = t_{\text{полёта}} - t = \frac{2v_{0y}}{g} - \frac{3v_{0y}}{2g} = \frac{v_{0y}}{2g} = \frac{12}{2 \cdot 10} = 0,6 \text{ с}$

3) Пусть в момент удара мяч имеет скорость v . Масса стенки \gg массы мяча \Rightarrow при ударе она не изменяет скорости. Перейдём в ИСО точки, в ней стенка покоится, а мяч имеет скорость $v_{\text{мяч}}$. По закону сложения скоростей:

$$\vec{v} = \vec{u} + v_{\text{мяч}} \Rightarrow v_{\text{мяч}} = \vec{v} - \vec{u}$$

На ось \perp стенке и указываем вправо.

$$v_{\text{мяч}x} = v_x - u_x = v_x + u$$

После удара проекция на ось x изменила знак.



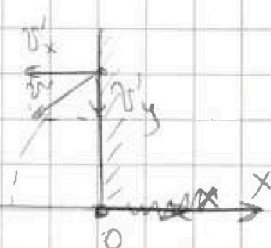
$$v_{\text{мяч}x} = -v_{\text{мяч}x}$$

Возвращаемся в ИСО:

v'_x - проекция на x скорости после удара.

$$v'_x = u_x + v_{\text{мяч}x}$$

$$v'_x = -u - v_{\text{мяч}x} - u = -(v_x + 2u)$$



Уравнения движения без стенки и с ней (после удара):

На v_y удар никак не повлияет, так что в обоих случаях время падения равно t .

$$\begin{cases} -L = -v_x t \\ -(L+d) = -(v_x + 2u)t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} L = v_x t \\ L+d = v_x t + 2u t \end{cases} \Rightarrow d = 2u t$$

$$u = \frac{d}{2t_1} = \frac{1,8}{1,2} = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $H = 7,2 \text{ м.}$, $t_1 = 0,6 \text{ с.}$, $u = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

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!



$$T = 17,3 \text{ Н}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$m = ? \quad F_{\text{тр}} = ?$$

$$\mu = ?$$

l — длина стержня.

\vec{N} и $\vec{F}_{\text{тр}}$ не создают момента.

$$mg \cdot l \cdot \sin \alpha = T \cdot l \cdot \cos \alpha$$

$$m = \frac{2T}{g \tan \alpha} = \frac{2T}{g} \cdot \cot \alpha = \frac{2 \cdot 17,3}{10} \cdot 1,73 = 6 \text{ кг.}$$

$$2) \quad 0 = \vec{T} + \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}}$$

На ось Ox и на ось Oy :

$$Ox: \quad 0 = F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha + T \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = mg \sin \alpha - T \cos \alpha = 6 \cdot 10 \cdot 0,5 - 17,3 \cdot \frac{1,73}{2} = 30 - 15 = 15 \text{ Н}$$

$$3) \quad Oy: \quad 0 = N - mg \cos \alpha - T \sin \alpha$$

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

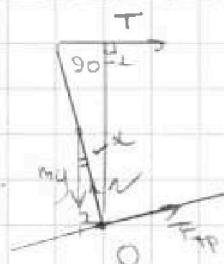
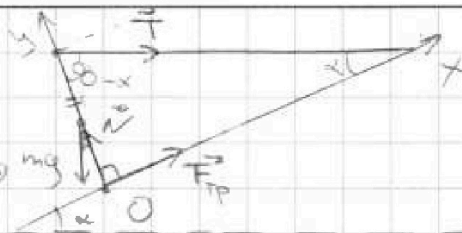
Ползу $\Rightarrow F_{\text{тр}} \leq \mu N$

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

$$\mu \geq \frac{mg \sin \alpha - T \cos \alpha}{mg \cos \alpha + T \sin \alpha} = \frac{15}{60 \cdot \frac{1,73}{2} + 17,3 \cdot \frac{1}{2}} = \frac{30}{40 \cdot 1,73} = \frac{3}{1,73} = \frac{\sqrt{3}}{1}$$

$$\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{1}$$

Ответ: $m = 6 \text{ кг}$, $F_{\text{тр}} = 15 \text{ Н}$, $\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{1}$



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!

$V = 1 \mu$
 $T_0 = 16^\circ\text{C}$
 $R = 25 \text{ Ом}$
 $U = 100 \text{ В}$
 $T = 180 \text{ с}$
 $\rho = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
 $c = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$
 $P_H = ?$
 $T_1 = ?$

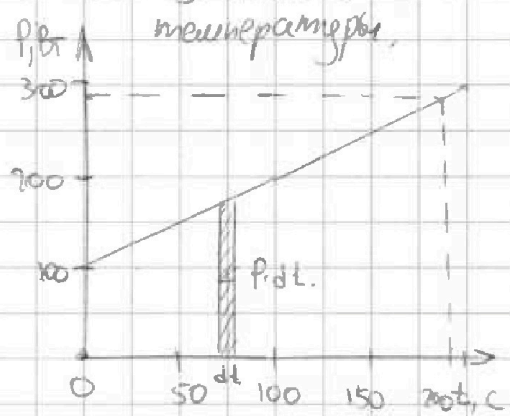
1) P_H может быть найдена как

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

2) Уравнение теплового баланса для малого промежутка времени dt . (P_H можно считать const)

$$P_H dt - P \cdot dt = c \rho V dT, \text{ где } dT \rightarrow 0 - \text{изменение температуры,}$$

$P \cdot dt$ - мощность нагрева проволоки $P(t)$



Суммируем уравнения

$$P_H T - \sum P \cdot dt = c \rho V \Delta T$$

$$Q = \sum P \cdot dt - \text{мощность нагрева проволоки } P(t)$$

при $T = 180 \text{ с}$

$$P_H T - Q = c \rho V (T_1 - T_0)$$

График $P(t)$ имеет вид: ~~Равно~~

$$P = P_0 + \alpha t, \text{ где } P_0 = 100 \text{ Вт}$$

$$\text{при } T = 180 \text{ с} \quad \alpha = 1 \frac{\text{Вт}}{\text{с}}$$

$$P = 100 + 1 \cdot 180 = 280 \text{ Вт}$$

$$Q = \frac{1}{2} T \cdot (P + P_0) = \frac{1}{2} \cdot 180 \cdot 380 = 34,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

Теплота трения

$$T_1 = T_0 + \frac{P_H T - Q}{c \rho V} = 16 + \frac{400 \cdot 180 - 34,2 \cdot 10^3}{4,2 \cdot 10^3 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 16 + \frac{34,8}{4,2} = 25^\circ\text{C}$$

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!

$R_1 = 30 \text{ Ом}$

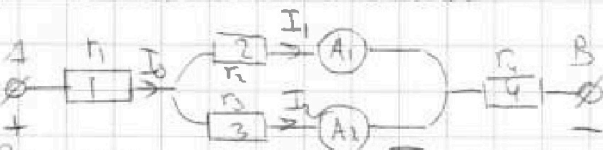
$R_2 = 60 \text{ Ом}$

$I_1 = 3 \text{ А}$

$I_1 > I_2$

$I_2 = ?$, $P = ?$

1) Эквивалентная схема:



Заметим, что $I_1 \neq I_2 \Rightarrow$ резисторы 2 и 3 имеют разные сопротивления, $I_1 > I_2 \Rightarrow R_2 < R_3$ т.е. 2 и 3 соединены параллельно и $U_2 = U_3 \Rightarrow R_2 = R_1$, $R_3 = R_2$

$$\left. \begin{aligned} U_2 = I_1 R_2 = I_2 R_1 \\ U_3 = I_2 R_3 = I_2 R_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow I_2 = \frac{U_3}{R_2} = \frac{U_2}{R_2} = I_1 \cdot \frac{R_1}{R_2} = \frac{I_1}{2} = 1.5 \text{ А}$$

$U_2 = U_3$

более сопр. 1 и 4.

2) Общий ток $I_0 = I_1 + I_2 = 3 \text{ А}$.

Резисторы 1 и 4 соединены последовательно $\Rightarrow R_{14} = R_1 + R_4$
и имеют разные сопротивления $\Rightarrow R_{14} = R_1 + R_4 = 90 \text{ Ом}$

Суммарное напряжение на них: $U_{14} = R_{14} \cdot I_0 = 90 \cdot 3 = 270 \text{ В}$

Общее напряжение на клеммах: $U_0 = U_{14} + U_2 = U_{14} + I_1 R_1 = 330 \text{ В}$

$P = U_0 I_0 = 330 \cdot 3 = 990 \text{ Вт}$

Ответ: ~~330~~ $I_2 = 1.5 \text{ А}$, $P = 990 \text{ Вт}$.



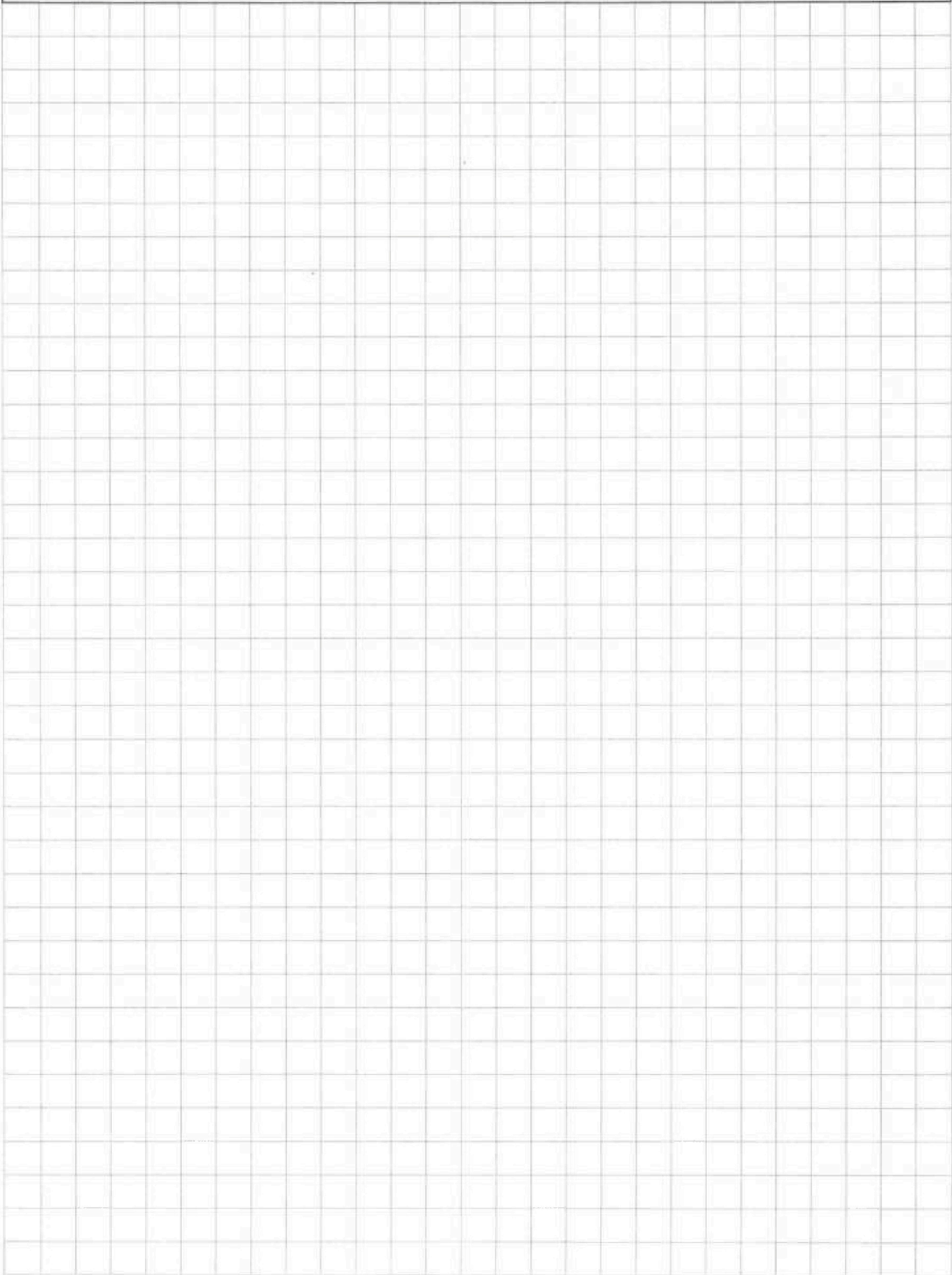
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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"/>



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

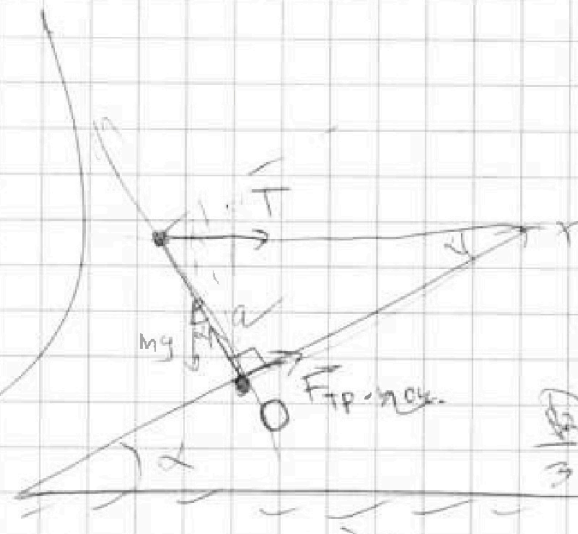
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$L = v_{ox} t_1$$

$$L + d = (v_{ox} + 24) t_1$$

$$d = 24 t_1$$

$$u = \frac{d}{2 t_1}$$



380

$$\frac{47 \cdot 10}{24 \cdot 2} = 97,9$$

$$\frac{380}{34} = 11,2$$

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

$$6 = F_{тр} + T \cos \alpha - mg \sin \alpha \quad m = \frac{2T}{g \tan \alpha} = \frac{2 \cdot 10}{9,8 \cdot 1,73} = 1,17$$

$$a = mg \cos \alpha + T \sin \alpha - \mu F_{н} = mg \sin \alpha - T \cos \alpha = 6 \text{ Н}$$

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

$$= 30 - 15 = 15 \text{ Н}$$

$$mg \tan \alpha - T \leq \mu mg + \mu T \tan \alpha$$

$$P_H = \frac{U^2}{R} = \frac{220^2}{100} = 484 \text{ Вт}$$

$$t_1 = t_0 + \frac{P_H T - Q}{\dots}$$

$$\frac{mg \tan \alpha - T}{mg + \mu T \tan \alpha} = \frac{30 - 15}{10 + 1,17 \cdot 15} = \frac{15}{27,75} = 0,54$$

$$(P_H - P_n) dt = c m dt$$

$$P_H dt - P_n dt = c m dt$$

$$P_H T - Q = c m (t_1 - t_0)$$

$$P = 100 + 11 = 111 \text{ Вт}$$

$$= 10 \cdot 1,17 = 11,7$$

$$Q = 100 + 30 = 130$$

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. Штрих QR-кода недопустима!

1173.

$T \cos \alpha = F_{tr, C}$
 $1,73 \cdot 10 \cdot 0,143$
 $\frac{11,83}{11,83}$
 $+ 169$
 2893

$L = (v + v_x) t_1$
 $d = (v_y + v_{iy}) t_1$
 $L = (v + v_{iy}) t_2$
 $d = v_y t_2$

$v_1 = \frac{130}{100} = 13 \frac{m}{c}$
 $v_2 = \frac{130}{240} = \frac{13}{24} \frac{m}{c}$

$v_{omn}^2 = v^2 + v_1^2 - 2vv_1 \cos \alpha$
 $v_{omn}^2 = v^2 + v_2^2 - 2vv_2 \cos \alpha$
 $0 = v_1^2 - v_2^2 + 2vv_1 \cos \alpha + 2vv_2 \cos \alpha$
 $0 = (v_1 + v_2)(v_1 + v_2) - 2v \cos \alpha (v_1 + v_2)$
 $v_1 + v_2 = 2v \cos \alpha \Rightarrow v = \frac{v_1 + v_2}{2 \cos \alpha}$
 $v = \frac{\frac{13}{10} + \frac{13}{24}}{\frac{1}{2}} = \frac{2 \cos \alpha}{\frac{1}{2}} = 2 \cdot 2 = 4$

$h = v_{oy} t - \frac{gt^2}{2}$
 $3L = v_{ox} t$
 $h = \frac{3L v_{oy}}{v_{ox}} - \frac{9L^2}{2v_{ox}^2}$
 $h = \frac{3L v_{oy}}{2v_{ox}} = \frac{9L^2}{8g}$

$\frac{13}{10} + \frac{13}{24} =$
 $= 13 \cdot \frac{34}{240} = 18,34$
 $\frac{18,34}{24} = 0,764$
 $\frac{18,34}{24} = 0,764$
 $\frac{13}{10} + \frac{13}{24} =$
 $= 13 \cdot \frac{34}{240} = 18,34$
 $\frac{18,34}{24} = 0,764$

$h = \frac{3L^2}{8g}$

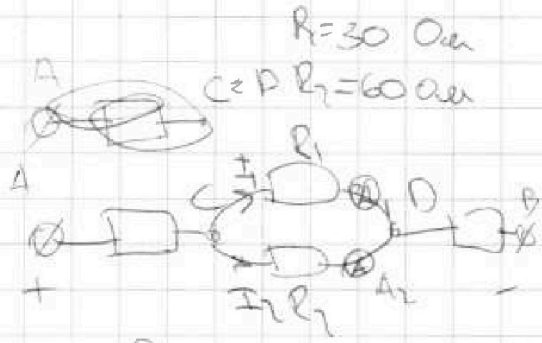
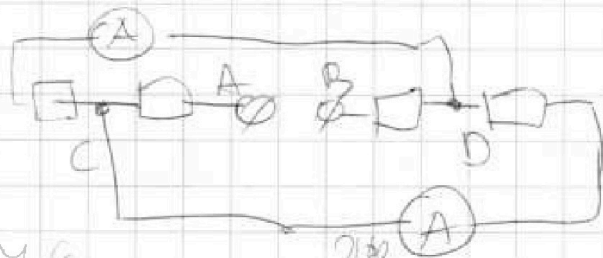
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$\begin{array}{r} 40 \\ + 160 \\ + 14 \\ \hline 183 \\ - 160 \\ \hline 23 \\ \hline 93 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 20 \\ \times 12 \\ \hline 40 \\ + 20 \\ \hline 2800 \end{array}$$

$$90 = \frac{130 \cdot 60}{00}$$

$R = 30 \text{ Ohm}$
 $C = P R_1 = 60 \text{ Ohm}$
 $R_0 = 30 + 60 + \frac{30 \cdot 60}{00}$
 $I_0 = 3 \text{ A}$

$$= 90 + 20 = 110 \text{ Ohm}$$

$$1,69 + 1 = 15,184$$

$$\begin{array}{r} 1180 \\ - 54 \\ \hline 1126 \\ - 54 \\ \hline 1072 \\ - 240 \\ \hline 832 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 184 \\ + 15 \\ \hline 199 \\ + 180 \\ \hline 379 \end{array}$$

$$110 \cdot 2 = 220$$

$$P = I_0^2 R_0 = 9 \cdot 110 = 990 \text{ W}$$

$$\frac{340 \cdot 3}{2} = 510$$

$$2616$$

$$0,54 \cdot 184 = 99,36$$

$$\frac{8 \cdot 10 \cdot 54}{3} = 1440$$

$$\begin{array}{r} 1,7616 \\ - 0,9936 \\ \hline 0,7680 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 184 \\ - 90 \\ \hline 94 \\ + 36 \\ \hline 130 \end{array}$$