



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

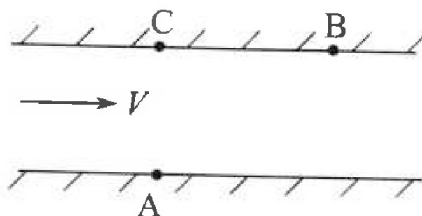
Вариант 09-02

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.

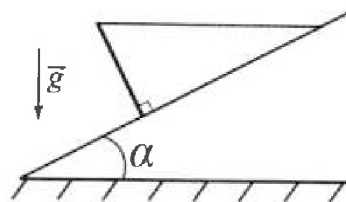
- 1) Найдите наибольшую высоту H , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

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.

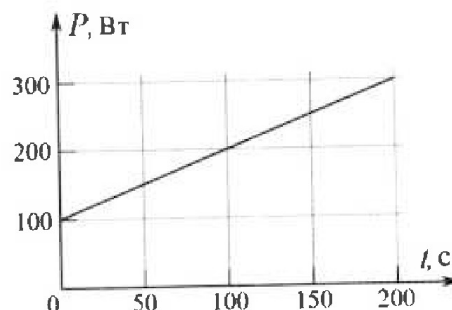


4. Воду объемом $V = 1$ л нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $\tilde{t}_0 = 16^\circ\text{C}$. Сопротивление спирали электроплитки $R = 25$ Ом, напряжение источника $U = 100$ В. Зависимость мощности P тепловых потерь от времени t представлена на графике (см. рис.).

1) Найдите мощность P_H нагревателя.

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

Плотность воды $\rho = 1000\text{ кг/м}^3$, удельная теплоемкость воды $c = 4200\text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$.

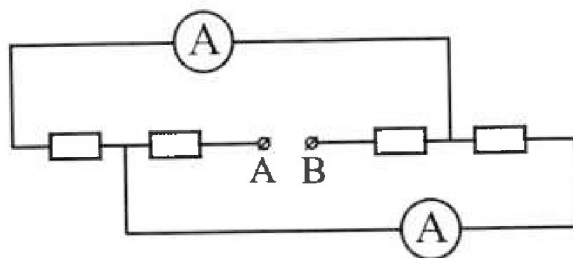


5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 30 Ом, у двух других сопротивление по 60 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

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!

$$1) \frac{L}{T_1} = V \cdot \cos \alpha$$

$$3) \frac{L}{T_2} = V \sin \alpha - V$$

$$2) \frac{d}{T_1} = V \sin \alpha$$

$$4) \frac{d}{T_2} = V \cos \alpha$$

$$\frac{L}{T_1} = V - V \sqrt{1 - \frac{d^2}{T_1^2 \cdot V^2}} = V - \sqrt{V^2 T_1^2 - d^2}$$

$$\frac{L}{T_2} = \sqrt{V^2 T_2^2 - d^2} - V$$

$$\frac{L(T_1 + T_2)}{T_1 T_2} =$$

$$V \sin \alpha + V \cos(\alpha + \pi) = \frac{\sqrt{L^2 + d^2}}{T_1}$$

$$V \sin \alpha + V \cos \alpha \cos \pi - V \sin \alpha \sin \pi = \frac{\sqrt{L^2 + d^2}}{T_1}$$

$$-V \sin \alpha + \frac{L}{T_1} \cos \alpha = \left(V - \frac{L}{T_1}\right) \sin \alpha$$

$$\left(V - \frac{L}{T_1}\right)^2 + \left(\frac{d}{T_1}\right)^2 = V^2$$

$$\left(\frac{L}{T_2} + V\right)^2 + \left(\frac{d}{T_2}\right)^2 = V^2$$

осложнено
- из трансформированных
выражений

$$V^2 - 2 \frac{VL}{T_1} + \frac{L^2}{T_1^2} + \frac{d^2}{T_1^2} = \frac{L^2}{T_2^2} + \frac{2LV}{T_2} + V^2 + \frac{d^2}{T_2^2}$$

$$\left(\frac{L}{T_1}\right)^2 + \frac{L^2 + d^2}{T_1^2} - \frac{L^2 + d^2}{T_2^2} = V - 2L \frac{T_1 + T_2}{T_1 T_2}$$

$$\frac{(L^2 + d^2) \cdot (T_2 - T_1)}{T_1^2 \cdot T_2} = V - 2L \frac{T_1 + T_2}{T_1 T_2}$$

$$\frac{(L^2 + d^2) \cdot (T_2 - T_1)}{T_1 T_2 \cdot 2L} = V = \frac{169 \cdot 10^3 \cdot 140}{2 \cdot 2400 \cdot 1200 \cdot 1200}$$

$$V = \frac{169 \cdot 10^3 \cdot 140}{2 \cdot 2400 \cdot 1200} = \frac{7 \cdot 169}{12 \cdot 240} \frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{1183}{2880} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $V = \frac{1183}{2880} \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

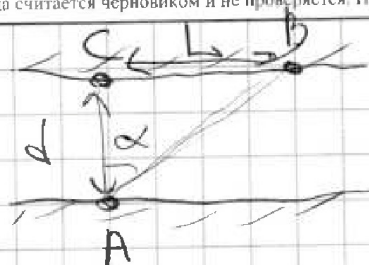
решение которой представлено на странице:

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!

Дано:
 $d = 50 \text{ м}$
 $L = 120 \text{ м}$
 $T_1 = 1000$
 $T_2 = 2400$



1) В п.б.с. по модулю работы записываем

по прямой AB.

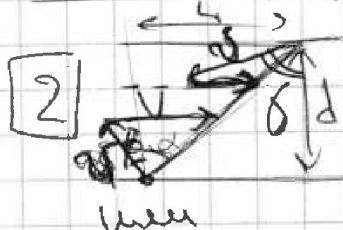
$$V_1 = \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_1} = \frac{\sqrt{2500 + 14400} \text{ м}}{1000} = \frac{\sqrt{16900} \text{ м}}{1000}$$

$$= \frac{130 \text{ м}}{1000} = 1,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$AB = \sqrt{d^2 + L^2} = 130 \text{ м}$$

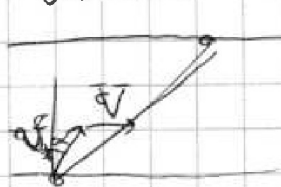
$$V_2 = \frac{130 \text{ м}}{2400} = \frac{13}{24} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Отвечая: $V_1 = 1,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $V_2 = \frac{13}{24} \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ($\frac{13}{24}$)



$$V_{\text{из}} = \frac{d}{T_1} = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}} = V_1 \cdot \cos \alpha = 1,3 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \cos \alpha$$

$$\frac{5}{13} = \cos \alpha \quad \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{12}{13}$$



$$1) (V - V_1 \sin \alpha) \cdot T_1 = L$$

$$2) (V + V_1 \sin \alpha) \cdot T_1 = L$$

$$V = 1,2 \frac{\text{м}}{\text{с}} + \frac{12}{13} \cdot \frac{13}{10} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 2,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$V = 1,2 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 1,2 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad \text{тогда } V_1 \text{ направл.}$$

только вдоль прямой AB. $\sin(\angle CAB) = \frac{120 \text{ м}}{130 \text{ м}} = \frac{12}{13}$

Отвечая: $V = 2,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ или $V = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

δ - скорость движения шн. вправо



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

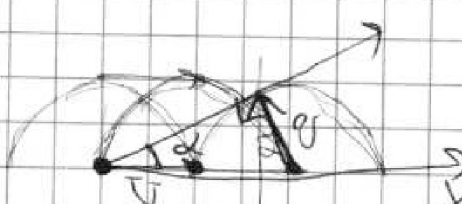
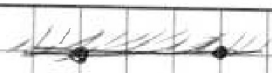
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

3



Для мин. смещения $\sin \alpha = \frac{v}{V}$

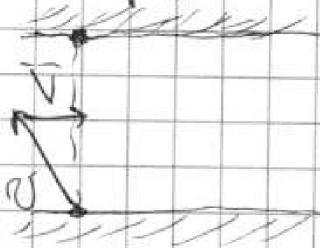
$$\begin{cases} T \cdot (V - v \sin \alpha) = S \\ T \cdot v \cos \alpha = d \end{cases} \quad (\text{при } v < V)$$

$$v^2 = \frac{1}{c^2} \left[(0,4 - 1,2)^2 \frac{m^2}{c^2} + (0,5)^2 \frac{m^2}{c^2} \right] = \frac{0,64 + 0,25}{c^2} \frac{m^2}{c^2}$$

$$v = \sqrt{0,89} \frac{m}{c} > V$$

Тогда мин. смещение будет, если проекция v

на горизонтальную ось будет 0 или отрицательной.



Если $v > V$, то
клубок способен сделать
сдвиг, равный нулю.

Тогда $S = 120 \text{ м}$

Ответ: $S = 120 \text{ м}$

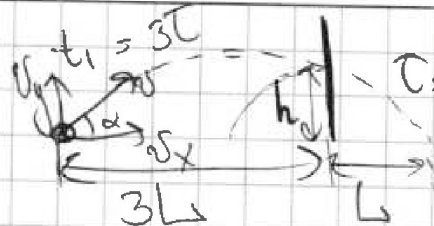
На одной странице можно оформлять только одну задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

Дано:
 $h = 5,4 \text{ м}$



$t = t_2$ — время падения
Опред. участок земли

L — ширина огороженной
ка.

1

$$v_y t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = h$$

$$\begin{cases} v_x t_1 = 3L \\ v_x t_2 = L \end{cases} \Rightarrow t_1 = 3t_2$$

v_y, v_x — компоненты
скорости.

$$\begin{cases} v_y \cdot 3t - \frac{g}{2} \cdot 3t^2 = h \\ v_y \cdot 2t - \frac{g}{2} \cdot t^2 = H \end{cases} \text{ т.к. макс. высота } H \text{ достигается}$$

$$v_y \cdot 2t - \frac{g}{2} \cdot t^2 = 0 \Rightarrow v_y = \frac{gt}{2}$$

$$6gt^2 - 4,5gt^2 = h \Rightarrow 1,5 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot t^2 = 5,4 \text{ м} \Rightarrow t = 0,36 \text{ с} \Rightarrow \boxed{t = 0,6 \text{ с}}$$

$$H = 4gt^2 - 2gt^2 = 2gt^2 = 2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,36^2 = 9,2 \text{ м}$$

Ответ: $H = 9,2 \text{ м}$

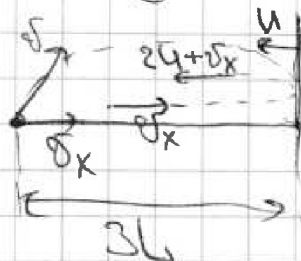
2

$$t_1 = t = 0,6 \text{ с}$$

Ответ: $t = 0,6 \text{ с}$

3

Когда стелла закончен, $2L = d = 1,8 \text{ м}$



Когда стелла закончен, стелла падает
на расст. $2L$ от места броска.

Когда стелла закончен с:

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

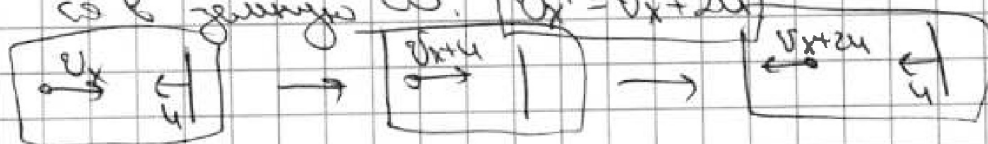
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

Чтобы найти скорость шара после удара со стенкой перейдем в СО шара. Тогда известны конст. скорости шара $u + v_x$. После удара столкновение со стенкой, шар полетит обратно со скоростью $u + v_x$. Теперь вернемся в систему СО. $|v_x'| = v_x + 2u$



На земле в этот момент после удара со стенкой шар будет падать так же время τ . Вертикальная составляющая скорости не изменилась

$$(v_x + 2u) \cdot \tau - v_x \tau = d = 1,8 \text{ м}$$

$$2u \cdot \tau = d \Rightarrow 2u \cdot 0,6 \text{ с} = 1,8 \text{ м}$$

$$u = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $u = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$



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!

$$b = \frac{L}{\tan \alpha} = L \sqrt{3}, \quad c = \frac{b}{\cos \alpha} = \frac{L \cdot \cos \alpha}{\sin \alpha} \cdot \frac{1}{\cos \alpha} = \frac{L}{\sin \alpha} = 2L$$

$$a = \frac{L}{\sin \alpha} - \frac{L}{2} \sin \alpha = \cancel{\frac{L}{2}} - \cancel{\frac{L}{2}} \cdot \cancel{\frac{1}{2}} = 2L - \frac{L}{4} = \frac{7}{4}L$$

$$mg \cdot \frac{7}{4}L = N \cdot L \sqrt{3}$$

$$mg \cdot \frac{7}{4\sqrt{3}} = N$$

$$\mu \geq \frac{F_{\text{тр}}}{N}; \quad \mu \geq \frac{T \cos \alpha}{7mg} \cdot 4\sqrt{3}$$

$$\mu \geq \frac{19,3 \text{ Н}}{10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 3,46 \text{ кг}} \cdot \frac{4 \cdot \sqrt{3}}{7} = \frac{\sqrt{3}}{7}$$

$$\mu \geq \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{7} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}; \quad \mu \geq \frac{\sqrt{3}}{7}$$

$$\text{Ответ: } \mu \geq \frac{\sqrt{3}}{7}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

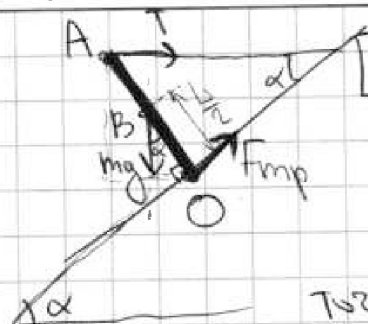
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

Дано:
 $T = 17,3 \text{ Н}$
 $\alpha = 30^\circ$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$



Пусть L - длина всего

стержня

Запишем ур. моментов отн.
точке O:

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

$$mg = 2T \Rightarrow mg = 34,6 \text{ Н}$$

$$m = 3,46 \text{ кг}$$

Ответ: $m = 3,46 \text{ кг}$

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

$$mg = 2T \cdot \cot \alpha$$

$$m = \sqrt{3} \cdot 2 \cdot 1,73 \text{ кг} = 3,46 \sqrt{3} \text{ кг}$$

Ответ: ~~$m = 3,46 \sqrt{3} \text{ кг}$~~ $m = 3,46 \sqrt{3} \text{ кг}$

2

Запишем ур. моментов отн. т. B:

$$T \cdot \frac{L}{2} \cdot \cos \alpha = F_{mp} \cdot \frac{L}{2}$$

$$T \cdot \cos \alpha = F_{mp}$$

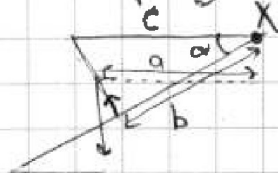
$$F_{mp} = 17,3 \text{ Н} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 8,65 \text{ Н} \cdot \sqrt{3}$$

$$\begin{array}{r} 17,3 \sqrt{3} \\ 10 \sqrt{3} \overline{) 17,3 \sqrt{3}} \\ 10 \sqrt{3} \\ \hline 7,3 \sqrt{3} \\ 6 \sqrt{3} \\ \hline 1,3 \sqrt{3} \\ 1,0 \sqrt{3} \\ \hline 0,3 \sqrt{3} \end{array}$$

Ответ: $F_{mp} = 8,65 \cdot \sqrt{3} \text{ Н}$

3

$$F_{mp} \leq \mu N$$



Запишем ур. моментов отн. т. X:

$$\frac{L}{b} = \tan \alpha$$

$$\frac{b}{c} = \cos \alpha ; a = c - \frac{L}{2} \sin \alpha$$

$$mg \cdot a = N \cdot b$$

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!

Дано:

$$V = 1 \text{ л}$$

$$T_0 = 16^\circ \text{C}$$

$$R = 25 \text{ Ом}$$

$$U = 100 \text{ В}$$

$$C = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$$

$$\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$1) P_H = \frac{U^2}{R} = \frac{10000 \text{ В}^2}{25 \text{ Ом}} = 400 \text{ Вт}$$

$$\text{Ответ: } P_H = 400 \text{ Вт}$$

$$2) P_H - \text{мощность нагревателя}$$

$$\text{Зависимость } P_H(T): P_H = 100 \text{ Вт} + 1 \frac{\text{Вт}}{^\circ \text{C}} \cdot T, \text{ где } T - \text{температура}$$

$$P_H - T - Q_H = C \cdot \rho \cdot V \cdot (T_1 - T_0), \text{ где } Q_H - \text{количество теплоты}$$

Q_H найдем как сумму работы тока и работы нагревателя

$$Q_H = \frac{100 \text{ Вт} + 100 \text{ Вт} + 1 \frac{\text{Вт}}{^\circ \text{C}} \cdot T \cdot T}{2}, \text{ где } T = 180^\circ \text{C (по условию)}$$

$$Q_H = 100 \text{ Вт} \cdot 180^\circ \text{C} + 180^\circ \text{C} \cdot 180^\circ \text{C} \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 \frac{\text{Вт}}{^\circ \text{C}}$$

$$Q_H = 18000 \text{ Дж} + 16200 \text{ Дж} = 34200 \text{ Дж}$$

$$T_1 - T_0 = \frac{37800 \text{ Дж}}{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} \cdot 1 \text{ м}^3 \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}$$

$$T_1 - T_0 = 9^\circ \text{C}$$

$$T_1 = 9^\circ \text{C} + 16^\circ \text{C} = 25^\circ \text{C}$$

$$\text{Ответ: } T_1 = 25^\circ \text{C}$$

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

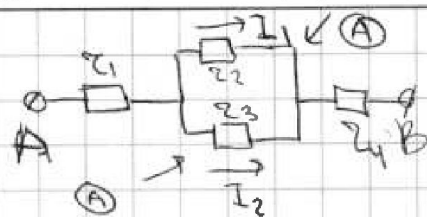
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

$$R_1 = 300 \Omega$$

$$R_2 = 600 \Omega$$

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



1 Возможны 2 случая:

$$1) R_2 = R_3 = R_1; \quad I_1 \cdot R_2 = I_2 \cdot R_3 \Rightarrow I_1 = I_2 = 2 \text{ A}$$

$$2) R_2 = R_3 = R_2$$

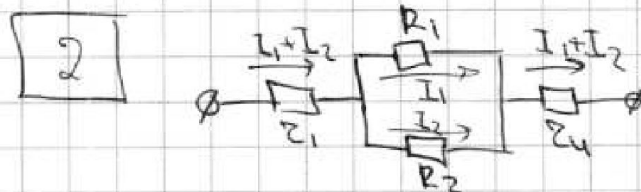
$$1) R_2 = R_1; R_3 = R_2 \Rightarrow I_1 \cdot R_2 = I_2 \cdot R_3 \Rightarrow I_2 = I_1 \cdot \frac{R_1}{R_2}$$

$$\boxed{I_2 = \frac{I_1}{2} = 1 \text{ A}}$$

$$2) R_2 = R_2; R_3 = R_1 \Rightarrow I_2 = I_1 \cdot \frac{R_2}{R_1} = 4 \text{ A}; \quad \boxed{I_2 = 4 \text{ A}}$$

По условию $I_1 > I_2 \Rightarrow I_2$ не равно 4 A

Ответ: $I_2 = 1 \text{ A}$



$$P = (I_1 + I_2)^2 \cdot (R_1 + R_4) + I_1^2 R_2 + I_2^2 R_3$$

$$P = (3 \text{ A})^2 \cdot 900 \Omega + (2 \text{ A})^2 \cdot 300 \Omega + (1 \text{ A})^2 \cdot 600 \Omega =$$

$$= 810 \text{ Bm} + 1200 \text{ Bm} + 600 \text{ Bm} = 990 \text{ Bm}$$

Ответ: $P = 990 \text{ Bm}$

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!

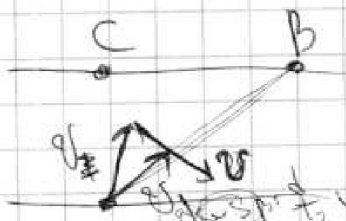


$$\frac{a}{l} \cdot \sin \alpha = \frac{L}{2}$$

$$a = \frac{L}{\sin \alpha}$$

$$\frac{L}{c} = \sin \alpha \quad C = 2L$$

$$36 \mu = \sqrt{1} \cdot 4T$$



$$v \sin \alpha + u \cos \alpha = \frac{L}{T_1}$$

$$v \cos \alpha = \frac{d}{T_1}$$

$$v \sin \alpha + u \cos \alpha = \frac{L}{T_1}$$

$$v \cos \alpha + u \sin \alpha = \frac{d}{T_1}$$

$$u - v \sin \alpha = \frac{L}{T_1}$$

$$u - v \sin \alpha = \frac{L}{T_1}$$

$$v \cos \alpha = \frac{d}{T_1}$$

$$\frac{d}{T_1 \cos \alpha} = \frac{L}{T_1 \sin \alpha}$$

$$= 0,5 \frac{u}{c} \cdot \frac{13}{5} = 1,3$$

$$\frac{d}{T_1} \tan \alpha + u = \frac{L}{T_1}$$

$$u = \frac{L}{T_1} - d \tan \alpha$$

$$u = \frac{L}{T_1} + d$$

$$u = 2,4 \frac{u}{c}$$

$$v \sin \alpha = u \sin \beta + v \sin \gamma$$

$$v \cos \alpha = u \cos \beta + v \cos \gamma$$

$$v_2 \sin \alpha = u \sin \beta + v \sin \gamma$$

$$v_2 \cos \alpha = u \cos \beta + v \cos \gamma$$

$$\cos \beta = \frac{120}{110} = \frac{6}{11}$$

$$\beta = \arccos \frac{6}{11}$$

$$1183,00 \overline{) 2880}$$

$$11520$$

$$3600$$

$$2880$$

$$\approx 0,42$$

$$L = 0,4$$

$$1 - \frac{2500}{10000 \cdot 0^2} = 0,8$$

$$0,2 = \frac{0,25}{0^2}$$

$$\frac{20}{100} \cdot 0^2 = \frac{25}{100}$$

$$F_{mp} \cdot L = m_p \cdot \frac{L}{2} \sin \alpha$$

$$\frac{L^2 + d^2}{T_1^2 T_2^2} (T_2^2 - T_1^2) = 2L \frac{L}{T_1 T_2}$$

$$\frac{10000 \cdot (1 + 11^2)}{2L \cdot 11^2} = \frac{10000 \cdot 2400}{2 \cdot 120}$$

$$= 12 \cdot 100$$

$$\begin{array}{r} \times 160 \\ 2 \\ \hline 1183 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 240 \\ 12 \\ \hline 48 \\ 24 \\ \hline 2880 \end{array}$$