



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

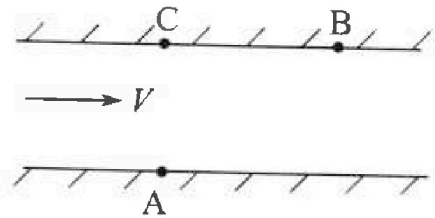
Вариант 09-02

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.

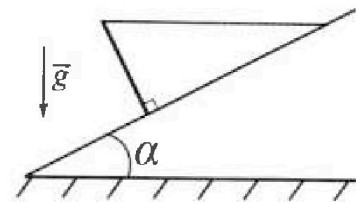
- 1) Найдите наибольшую высоту H , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

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

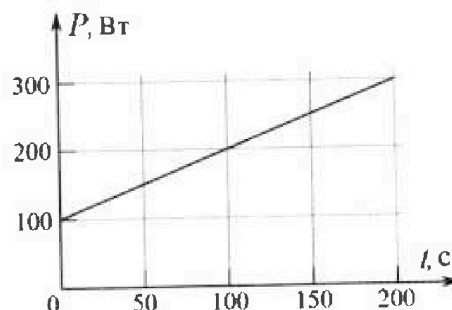
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные
дроби и радикалы.

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).

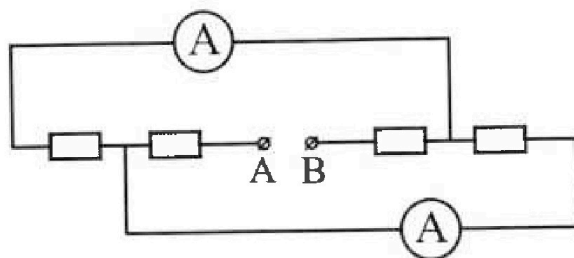


5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 30 Ом, у двух других сопротивление по 60 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

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!

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

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

$$2) \frac{d}{T_1} = V \cos \beta$$

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

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

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

$$\frac{L}{T_1 + T_2}$$

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

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

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

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

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

окладываю
- вычислю трансформаторное отношение
напряжение

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

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

$$169 \cdot 10^6 \cdot \frac{(L^2 + d^2) \cdot (T_2 + T_1)(T_2 - T_1)}{T_1^2 \cdot T_2^2} = V - 2L \cdot \frac{T_1 + T_2}{T_1 T_2}$$

$$\frac{(L^2 + d^2) \cdot (T_2 - T_1)}{T_1 T_2 \cdot 2L} = V = \frac{169 \cdot 10^6 \cdot 1400}{2 \cdot 2400 \cdot 1000 \cdot 12000}$$

$$\bar{V} = \frac{169 \cdot 10^6 \cdot 1400}{2 \cdot 2400 \cdot 12000} = \frac{7 \cdot 169}{12 \cdot 240} \frac{m}{c} = \frac{1183}{2880} \frac{m}{c}$$

Ответ: $\bar{V} = \frac{1183}{2880} \frac{m}{c} \approx 0,4 \frac{m}{c}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

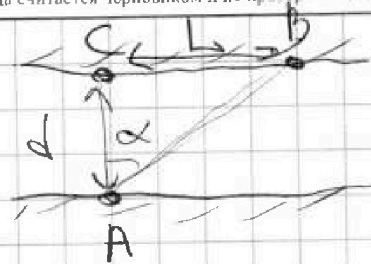
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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



1) В каб. со скоростью V в обоих направлениях движется

по прямой AB .

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

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

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

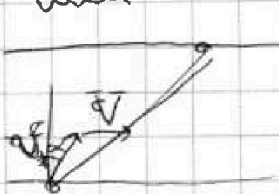
$$V_2 = \frac{130 \text{ м}}{2400 \text{ с}} = \frac{13}{24} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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



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

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



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

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

~~$$V = 1,2 \frac{\text{м}}{\text{с}} + \frac{12}{13} \cdot \frac{13}{24} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 2,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$~~

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

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

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

V - скорость движения относительно берега

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

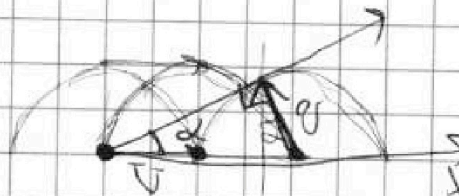
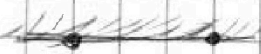
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 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. скорости $\sin \alpha = \frac{v'}{v}$

$$\begin{cases} T \cdot (v - v' \sin \alpha) = S \\ T \cdot v' \cos \alpha = d \end{cases} \quad (\text{при } v' < v)$$

$$v' = \sqrt{0,4^2 + (0,5)^2} \frac{m}{c} = \sqrt{0,25} \frac{m}{c} = 0,5 \frac{m}{c} > v$$

Тогда мин. скорость будет, если проекция v'

на горизонтальную ось будет 0 или отрицательной.



Если $v' > v$, то v' можно способен сделать скорость равной 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:

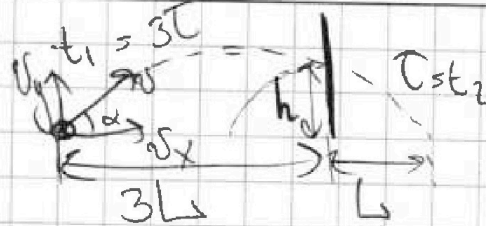


- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

Дано:
 $h = 5,4 \text{ м}$



$t = t_1 = t_2$ - время падения
 Определить высоту h

L - ширина окна стрелка

1

~~$y = gt^2$~~ $v_y \cdot t_1 - \frac{gt^2}{2} = h$

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

v_y, v_x - постоянная скорость

$\begin{cases} v_y \cdot 3t - \frac{g}{2} \cdot 9t^2 = h \\ v_y \cdot t - \frac{g}{2} \cdot t^2 = H \end{cases}$ т.к. макс. высота H достигается когда тело находится перед параболой (половина пути)

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

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

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

Ответ: $H = 9,2 \text{ м}$

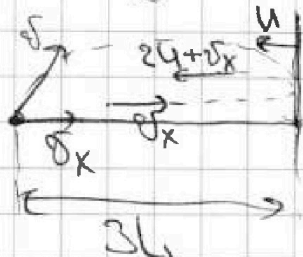
2

~~$t_1 = 4t$~~ $t_1 = t = 0,6 \text{ с}$

Ответ: $t = 0,6 \text{ с}$

3

Когда стрелка находится $2L = d = 1,8 \text{ м}$



Когда стрелка находится, стрелка падает на расен. $2L$ от места старта.

Когда стрелка находится:

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

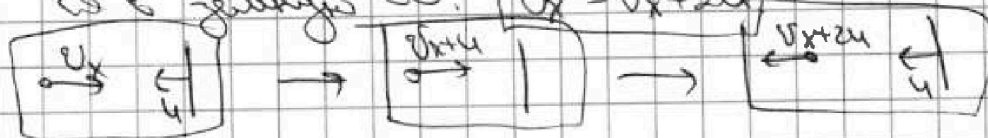
- 1 2 3 4 5 6 7

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 скорость шара $u + v_x$. После удара скорость шара $u - v_x$. После удара скорость шара $u - v_x$. Тогда время в земную СО. $|v_x'| = v_x + 2u$



На землю в этот случай 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!

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

$$a = \frac{L}{\sin \alpha} - \frac{L}{2} \sin \alpha = \frac{L}{2} - \frac{L}{4} \sin^2 \alpha = 2L - \frac{L}{4} = \frac{7}{4}L$$

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

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

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

$$\mu \geq \frac{17,3 \text{ Н}}{10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 3,46 \text{ кг}} \cdot \frac{4 \cdot \sqrt{3}}{7} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

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

Ответ: $\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{7}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

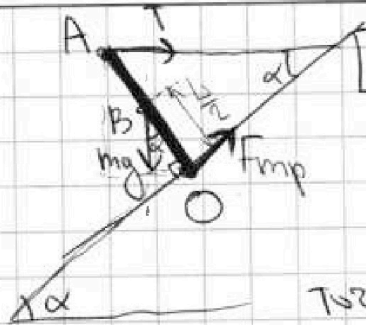
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



Пучок L-образная проволока

Стержень

Зачем ур. моментов отн. точки 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) Зачем ур. моментов отн. т. B:

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

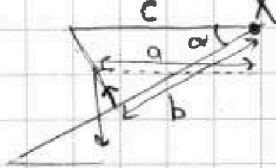
$$T \cdot \cos \alpha = F_{mp}$$

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

$$\begin{array}{r} 17,3 \cdot \sqrt{3} \\ 10 \overline{) 173} \\ \underline{100} \\ 730 \\ \underline{700} \\ 300 \\ \underline{300} \\ 0 \end{array}$$

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

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



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

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

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

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:
 $V = 1 \text{ л}$
 $T_0 = 16^\circ \text{C}$
 $R = 25 \text{ Ом}$
 $U = 100 \text{ В}$

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

Ответ: $P_R = 400 \text{ Вт}$

$C = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$
 $\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

2 P_H — мощность. Температуру воздуха

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

$Q_H = \tau \cdot \dot{Q}_H = c \cdot \rho \cdot V \cdot (T_1 - T_0)$, где Q_H — количество теплоты

Q_H найдем как сумму работы тока и работы насоса

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

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

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

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

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

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

Ответ: $T_1 = 25^\circ \text{C}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

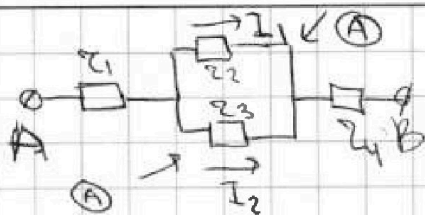
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

Дано:

$R_1 = 300 \Omega$
 $R_2 = 600 \Omega$
 $I_1 = 2 \text{ A}$



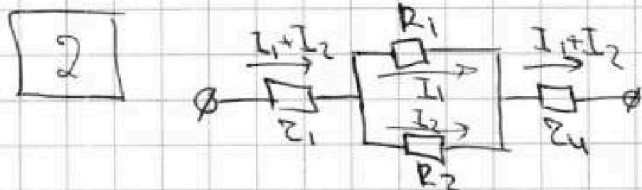
1 Возможны 2 ситуации:

~~1) $Z_2 = Z_3 = R_1$; $I_1 \cdot Z_2 = I_2 \cdot Z_3 \Rightarrow I_1 = I_2 = 2 \text{ A}$~~
~~2) $Z_2 = Z_3 = R_2$~~

1) $Z_2 = R_1$; $Z_3 = R_2 \Rightarrow I_1 \cdot Z_2 = I_2 \cdot Z_3 \Rightarrow I_2 = I_1 \cdot \frac{R_1}{R_2}$
 $I_2 = \frac{I_1}{2} = 1 \text{ A}$

2) $Z_2 = R_2$; $Z_3 = R_1 \Rightarrow I_2 = I_1 \cdot \frac{R_2}{R_1} = 4 \text{ A}$; $I_2 = 4 \text{ A}$
 По условию $I_1 > I_2 \Rightarrow I_2$ не равно 4 А

Ответ: $I_2 = 1 \text{ A}$



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

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

$= 810 \text{ Bm} + 120 \text{ Bm} + 60 \text{ Bm} = 990 \text{ Bm}$

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!

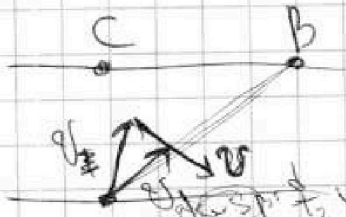


$$\frac{a}{l} \cdot \sin \alpha = \frac{L}{2}$$

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

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

$$36 \mu = \sqrt{2} \cdot 4T$$



$$L \sin \alpha + u \sin \beta = \frac{L}{2}$$

$$u \cos \alpha + u \cos \beta = \frac{d}{T}$$

$$u \sin \beta = A$$

$$u \sin \beta = \frac{L}{2}$$

$$u \cos \beta = \frac{d}{T}$$

$$u \sin \alpha + u \sin \beta = \frac{L}{2}$$

$$u \cos \alpha + u \cos \beta = \frac{d}{T}$$

$$\frac{d}{T \cos \alpha} = \dots$$

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

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

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

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

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

$$v_1 \sin \alpha = u \sin \beta + v \sin \gamma$$

$$v_1 \cos \alpha = u \cos \beta + v \cos \gamma$$

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

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

$$\cos \beta = \frac{120}{1,100} = \frac{50}{110}$$

$$\frac{1183,00}{11520} \approx 0,102$$

$$\frac{2880}{2880} = 1$$

$$\begin{array}{r} \times 100 \\ 1183 \\ \hline 118300 \end{array}$$

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

$$R = 0,4$$

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

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

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

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

$$\frac{L^2 + d^2}{11^2 T^2} (T^2 - T^2) = 2L \cdot \frac{T^2 - T^2}{11^2 T^2}$$

$$10000 \cdot (1 + T^2) = \frac{10000 \cdot 2400}{11^2 \cdot 100} = 17,100$$