



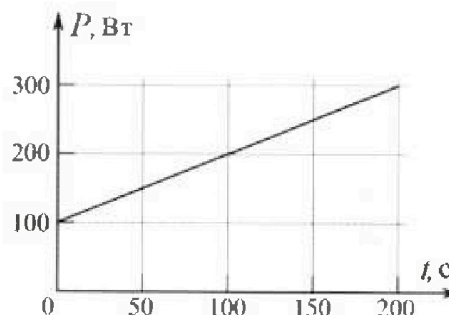
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.

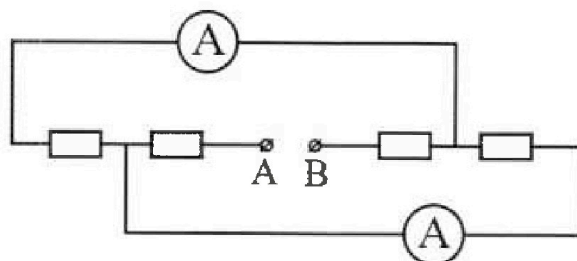
Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·°С).

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?





Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

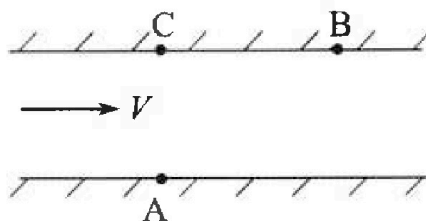
Вариант 09-02

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.

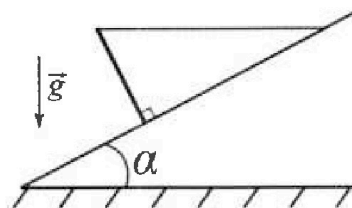
- 1) Найдите наибольшую высоту H , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

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.

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:

$$AC = d = 50 \text{ м}$$

$$AB = 120 \text{ м}$$

$$T_1 = 100 \text{ с}$$

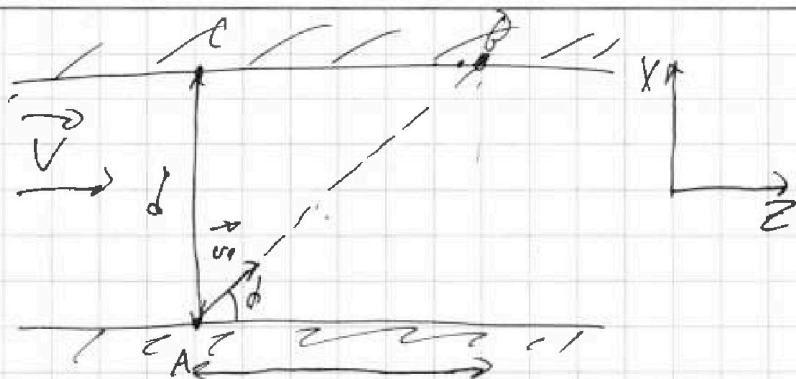
$$T_2 = 240 \text{ с}$$

$v_1 = ?$

$v_2 = ?$

$V = ?$

$S = ?$



Пл. к. вода и лодка движутся в одном направлении

и траектория движения лодки является гипотенузой прямоугольного треугольника

$AB \uparrow v_1 \uparrow v_0$ по т. Пифагора $AB = \sqrt{AC^2 + CB^2} \Rightarrow$

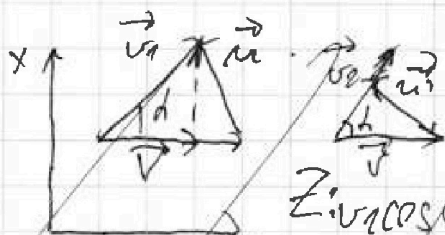
$$\Rightarrow AB = \sqrt{b^2 + d^2} \Rightarrow v_1 = \frac{AB}{T_1} \Rightarrow v_1 = \frac{\sqrt{b^2 + d^2}}{T_1}$$

$$v_2 = \frac{AB}{T_2} \Rightarrow v_2 = \frac{\sqrt{b^2 + d^2}}{T_2}$$

$v_0 = v_{\text{boat}} + v_{\text{river}}$ - правило сложения векторов

$\Rightarrow v_1 = u + V$ u - скорость лодки относительно воды

$$v_2 = u + V$$



$$\sin \theta = \frac{d}{\sqrt{b^2 + d^2}} \quad \cos \theta = \frac{b}{\sqrt{b^2 + d^2}}$$

$$Z: v_1 \cos \theta = V + u_z \Rightarrow u_z = v_1 \cos \theta - V$$

$$\Rightarrow u_z^2 = (v_1 \cos \theta - V)^2 \quad X: u_x = v_1 \sin \theta \Rightarrow u_x^2 = (v_1 \sin \theta)^2$$

$$u^2 = (v_1 \cos \theta - V)^2 + (v_1 \sin \theta)^2 \text{ - квадрат суммы}$$

$$Z: v_2 \cos \theta = V + u_z \Rightarrow u_z = (v_2 \cos \theta - V) \quad X: u_x = (v_2 \sin \theta)$$

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!

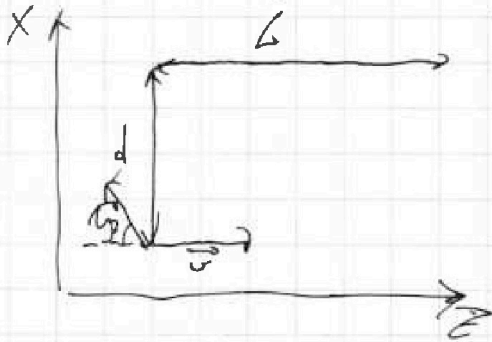


$$v_1 = \frac{130}{100} \Rightarrow v_1 = 1,3 \left(\frac{m}{c}\right) \quad v_2 = \frac{130}{240} = \frac{13}{24} \left(\frac{m}{c}\right)$$

$$v = 0,6 \left(\frac{m}{c}\right) \Rightarrow \sqrt{5,1^2 + (v \pm v_1)^2} = 12$$

$$\Rightarrow \sqrt{27 + \frac{36}{200}} \quad v_1 x = \frac{d}{T_1} \quad v_2 x = \frac{d}{T_2}$$

$$v \Rightarrow v = 1,3 \left(\frac{m}{c}\right)$$



минимальный срок будет в том случае, когда вектор скорости реки будет скалярно проецироваться на ось x

$$u_z = v \quad u_z = u \cdot \cos \beta \Rightarrow$$

$$v = u \cos \beta \Rightarrow \cos \beta = \frac{v}{u}$$

$$\cos \beta = \frac{130 \cdot 0,6}{1,3} \text{ т.к. } \cos \beta < 1, \text{ то в таком случае вектор скорости}$$

реки будет скалярно проецироваться и движение будет направлено по прямой L от пункта A до пункта B $\Rightarrow S = L \Rightarrow S = 12 \text{ м}$

$$\text{Ответ: } v_1 = 1,3 \left(\frac{m}{c}\right); v_2 = \frac{13}{24} \left(\frac{m}{c}\right) \quad v = 0,6 \left(\frac{m}{c}\right) \quad S = 12 \text{ м}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

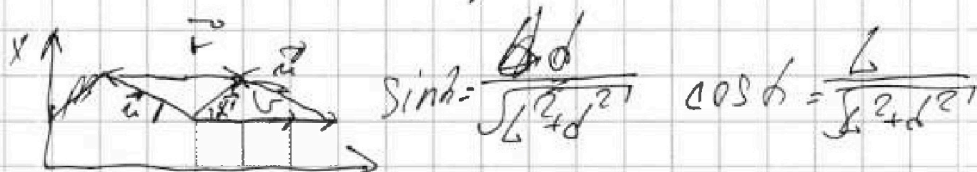
МФТИ

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



$\vec{v}_d = \vec{v}_{\text{шм}} + \vec{v}_{\text{пер}} - \text{прямой угол откл.}$

$v_{\text{шм}} - v_1$ или v_2 $v_{\text{шм}} - v_1 - v_{\text{пер}} v$



$\sin \beta = \frac{v_2}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}}$ $\cos \beta = \frac{v_1}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}}$

$v_1 \cos \beta = v - v_1 \cos \beta$ $v_2 = (v - v_1 \cos \beta)^2$

$v_1 \cos \beta = v - v_1 \cos \beta$ $v_1 \cos \beta = v - v_1 \cos \beta$ $v_1 \cos \beta = v - v_1 \cos \beta$

$\frac{v_2}{v_1} = \frac{v - v_1}{v_1}$

$v_2^2 = (v - v_1 \cos \beta)^2 + (v_1 \sin \beta)^2$ - первая формула

$v_2^2 = (v - v_2 \cos \beta)^2 + (v_2 \sin \beta)^2$ - вторая формула

$v^2 - 2v_1 v \cos \beta + v_1^2 \cos^2 \beta + v_1^2 \sin^2 \beta = v^2 - 2v_1 v \cos \beta + v_1^2$

$\frac{v_2 + d}{T_1/2} = \frac{2}{v_1/2} \Rightarrow \frac{2v_1 v}{T_1} + v_2^2 = \frac{2v_1 v}{T_1} + v_1^2 \Rightarrow v_1^2 - v_2^2 = 2v_1 v \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$

$\frac{v_1^2 d^2}{T_1^2} - \frac{v_2^2 d^2}{T_2^2} = 2v_1 v \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \Rightarrow v = \frac{2v_1 v \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)}{\frac{1}{T_1^2} - \frac{1}{T_2^2}}$

$v = \frac{16900}{240} + \frac{16900}{240} = \frac{33800}{240} = 140.83$ $v = \frac{33800}{240} = 140.83$

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!

Для первого случая: $4 \text{ ГГц} \cdot \text{вок}$ после взаимодействия:
 $L_1 = v_{\text{ок}} \frac{t}{4}$ Для второго: $L_1 + d = (v_{\text{ок}} + 2U) \frac{t}{4} \Rightarrow$
 $\Rightarrow L_1 + d = (v_{\text{ок}} + 2U) \frac{t}{4}$
 $L_1 \neq v_{\text{ок}} \frac{t}{4} \quad d = \frac{Ut}{2} \Rightarrow U = \frac{2d}{t} \Rightarrow U = \frac{2d \sqrt{30}}{\sqrt{32}h}$

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

$$t_1 = \sqrt{\frac{2h}{30}} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot 5,4 \cdot 1,8}{3 \cdot 19}} = 0,6 \text{ (с)}$$

$$U = \frac{2d \sqrt{30}}{\sqrt{32}h} \Rightarrow U = \frac{2 \cdot 1,8 \sqrt{30}}{\sqrt{32} \cdot 5,4} \Rightarrow U = 3 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

Ответ: $H = 7,2 \text{ (м)}$ $t_1 = 0,6 \text{ (с)}$ $U = 3 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$

✶

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:
 $d = 1,8 \text{ м}$
 $h = 5,4 \text{ м}$

$b_1 = 3b_2$

$H = ?$

$t_1 = ?$

$v = ?$

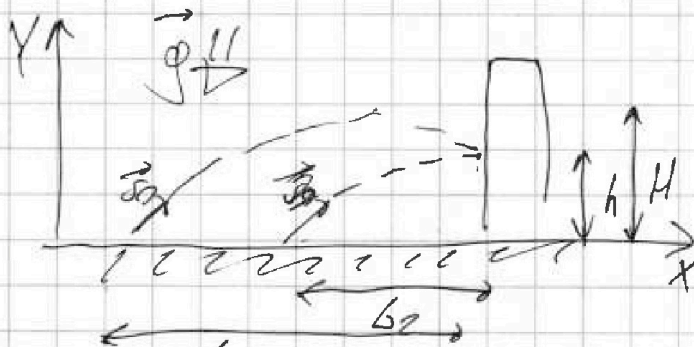


Рис. по оси x тело движется равномерно с

учетом ширины орбитально как $\frac{1}{3}$, но для расчета времени $v_{x0} = \frac{3}{2} t$, где t - время в полете, а в вертикали $v_{y0} = \frac{1}{2} t$.

$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$ $\forall Y: H - h = \frac{gt^2 - v_{y0}^2}{2} \Rightarrow H - h = \frac{gt^2}{32}$

$Y: H = \frac{gt^2}{8} \Rightarrow \frac{gt^2}{8} - h = \frac{gt^2}{32} \Rightarrow h = \frac{gt^2}{8} - \frac{gt^2}{32} \Rightarrow h = \frac{3}{32} gt^2 \Rightarrow$

$v_{y0} = \frac{gt}{2} \Rightarrow v_{y0} = \frac{gt}{2} \Rightarrow t = \frac{2v_{y0}}{g} \Rightarrow t = \frac{2\sqrt{\frac{32h}{3g}}}{g} \Rightarrow$

$\Rightarrow H = \frac{gt^2}{8} \Rightarrow H = \frac{g \cdot \frac{32h}{3g}}{8} \Rightarrow H = \frac{32h}{24} \Rightarrow H = \frac{4}{3} h$

$t_1 = \frac{1}{4} t \Rightarrow t_1 = \frac{2h}{3g}$



Формула падения в любой слу-

чае формулы в м.к.

взаимнодействующих сил, если

они равнодействующая

сил x и ширины орбитально

по оси y т.к. сила тяжести за короткий промежуток вре-

мени не успевает подействовать на тело.

из принципа относительности В.С. Максвелла $v_{0x} \leftarrow v_x \Rightarrow v^2 = v_{0x}^2 + 2U$

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:

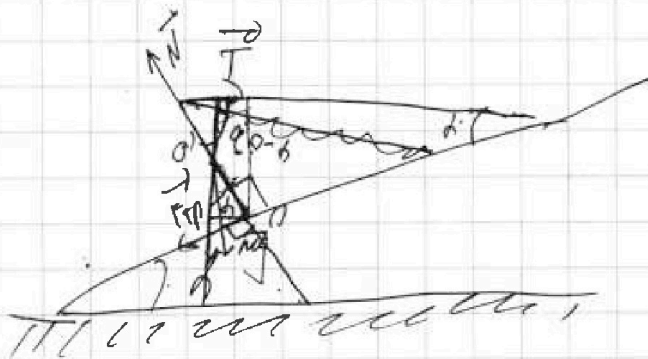
$$T = 14,3 \text{ kN}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$m = ?$

$F_{тр} = ?$

$\mu = ?$



Пл. к. сила тяжести в равновесии с другими силами
 $\sum \vec{M} = I \vec{\epsilon}$ — аналог уравнения динамики вращательного движения $\epsilon = \ddot{\varphi}$ $\sum \vec{M} = 0$ — от произвольной точки,

Рассмотрим отн. начал. $M_{mg} + M_T = 0$

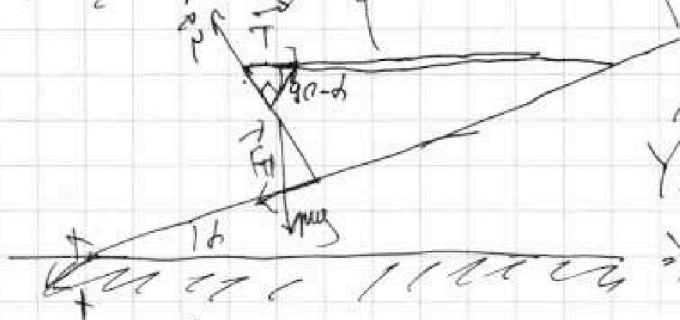
$$M_{mg} = mg \cdot \frac{l}{2} \sin \alpha \quad M_T = T \cdot l \sin(90 - \alpha) \Rightarrow M_T = T \cdot l \cos \alpha$$

$$\Rightarrow mg \frac{l}{2} \sin \alpha = T \cdot l \cos \alpha \Rightarrow m = \frac{2T}{g} \cot \alpha$$

Рассмотрим $\sum \vec{M}$ отн. O — центра тяжести.

$$M_T + M_{F_{тр}} = 0 \quad M_T = T \frac{l}{2} \sin(90 - \alpha) \Rightarrow M_T = \frac{lT}{2} \cos \alpha$$

$$M_{F_{тр}} = \frac{l}{2} \cdot F_{тр} \Rightarrow \frac{lT}{2} \cos \alpha = \frac{l}{2} F_{тр} \quad [\cos \alpha = F_{тр}]$$



$$\vec{N} + \vec{T} + \vec{N} + \vec{F}_{тр} - \vec{mg}$$

$$Y: N = mg \cos \alpha + T \cos(90 - \alpha)$$

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

по закону Кулона — деформации $F_{тр} = \mu N$. Рассмотрим критический случай, когда сила трения направлена вверх, а сила тяжести направлена вниз.

$$\Rightarrow \mu \geq \frac{T \cos \alpha}{mg \cos \alpha + T \sin \alpha} \Rightarrow \mu \geq \frac{T}{mg + T \tan \alpha}$$



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 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!

$$m = \frac{2 \cdot 14,3}{70} \cdot \sqrt{3} \Rightarrow m \approx 6 \text{ (м)}$$

$$\text{Стр: } 14,3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 15 \text{ (шт)}$$

$$\mu \approx \frac{14,3}{60 + \frac{14,3}{\sqrt{3}}} \approx \frac{\sqrt{3}}{4}$$

$$\text{Ответ: } m \approx 6 \text{ м, Стр} \approx 15 \text{ шт, } \mu \approx \frac{\sqrt{3}}{4}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- 1 2 3 4 5 6 7



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

Дано:

$$T = 18^{\circ}\text{C}$$

$$U = 110 \text{ В}$$

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

$$R = 25 \text{ Ом}$$

$$U = 100 \text{ В}$$

$$P_H = ?$$

$$t_1 = ?$$

$$\rho = 11 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3}$$

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

$\left[\frac{U^2}{R} \right]$ Из графика видно, что сразу забываемость $P(t)$ - линейная \Rightarrow можем считать условием задачи для всей промежуток.

P_0 - мощность при $t=0$ $P_0 = 100 \text{ Вт}$ (из условия)

$P = P_0 + k \cdot t \Rightarrow k = \frac{P_1 - P_0}{t_1}$ Возникла проблема P_1 - мощность в момент $t_1 = 300 \text{ с}$

$$P_2 = P_0 + k T_2 \Rightarrow P_2 + P_0 = 2P_0 + \frac{T_2}{t_1} (P_1 - P_0) \quad | :2 \Rightarrow$$

$$P_{cp} = \frac{P_2 + P_0}{2} = P_0 + \frac{T_2}{2t_1} (P_1 - P_0) \Rightarrow$$

$$P_H T = Q + P_{cp} T = \rho V \Delta T + c \rho V (T_1 - T_0) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{U^2}{R} \cdot T - P_0 T - \frac{T}{2t_1} (P_1 - P_0) = c \rho V (T_1 - T_0) \Rightarrow$$

$$t_1 = \frac{\left(\frac{U^2}{R} - P_0 - \frac{T}{2t_1} (P_1 - P_0) \right) T}{c \rho V} + t_0$$

$$P_H = \frac{100^2}{25 \text{ Ом}} = 400 \text{ (Вт)}$$

$$t_1 = \frac{(400 - 100 - \frac{180}{2 \cdot 300} (300 - 100)) \cdot 180}{4200 \cdot 1} + 16 \Rightarrow t_1 = 25^{\circ}\text{C}$$

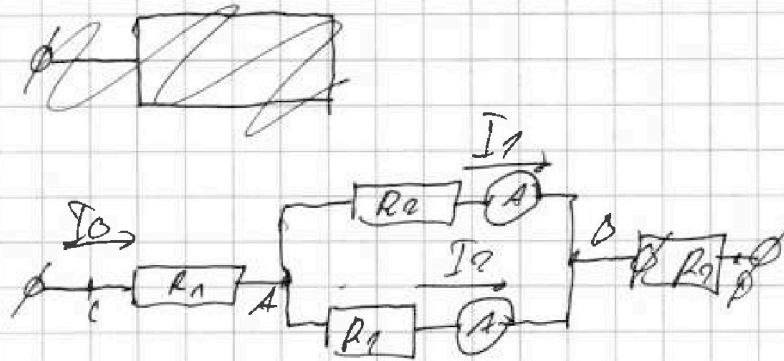
Ответ: $P_H = 400 \text{ Вт}$ $t_1 = 25^{\circ}\text{C}$

- 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!

Дано:
 $I_1 = 2 \text{ A}$
 $R_1 = 60 \text{ Ом}$
 $R_2 = 30 \text{ Ом}$
 $I_2 = ?$
 $P = ?$

нарисуем эквивалентную схему с
 формулой и решим.



П.к. показания амперметров отмечаются, то по формуле
 через разницы потенциалов т.к. напряжение между
 параллельно соединенными ветвями будет равно, то
 напряжение, которое падает на I_1 ветвь, то разность
 потенциалов с меньшей сопротивлением

$$\begin{aligned} \varphi_A - \varphi_B &= I_1 R_2 \\ \varphi_A - \varphi_B &= I_2 R_1 \end{aligned} \Rightarrow I_1 R_2 = I_2 R_1 \Rightarrow I_2 = I_1 \frac{R_2}{R_1}$$

воз с г узла A $I_0 = I_1 + I_2 \Rightarrow I_0 = I_1 \frac{R_1 + R_2}{R_1}$

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_{AB} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow R_{CD} = R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$P = I^2 \cdot R \Rightarrow P = I_1^2 \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1} \right)^2 \left(R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

$$I_2 = I_1 \cdot \frac{30}{60} \Rightarrow I_2 = 1 \text{ (A)}$$

$$P = I_1^2 \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1} \right)^2 \left(R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \right) = 990 \text{ (Вт)}$$

Ответ: $I_2 = 1 \text{ A}$ $P = 990 \text{ Вт}$

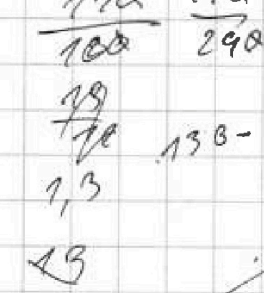
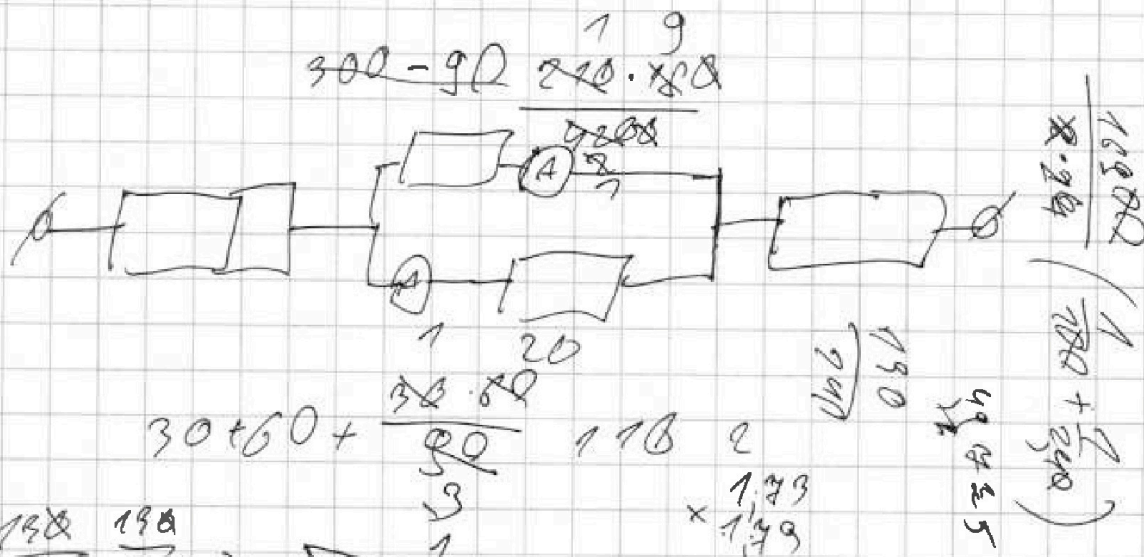
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

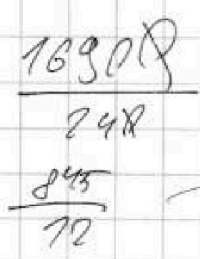
- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

МФТИ

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

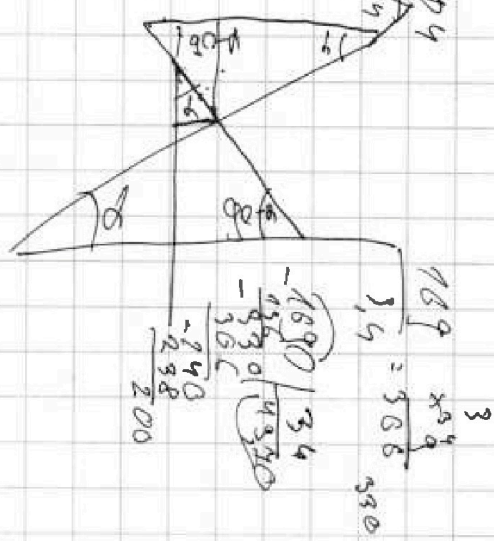


$\frac{I}{2} \cdot mg \cdot \sin \alpha = I T \cos \alpha \Rightarrow m \alpha = 2 \frac{I}{g} \cos \alpha$



$\frac{34,6}{10} \cdot \sqrt{3}$

$m = \frac{11 \sqrt{3} \cdot 10 \cdot 2}{10} \cdot \sqrt{3} = 6 \mu$



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!



u
 $3,4$
 $\times 1,2$
 $\hline 2,1$
 $+ 2,5$
 $\hline 1,9$

$19,6$
 $0,25$
 $\approx 19,6$

$19,95 \approx 2$

$4,4$

$u \cos \alpha = v + u_x$
 $u \sin \alpha = u_y$

$(u \cos \alpha - v)^2 + (u \sin \alpha)^2 = u^2$
 $(u \cos \alpha - v)^2 + (u \sin \alpha)^2 = u^2$

$u = 5 \frac{m}{c}$
 $u = 2 \frac{m}{c}$

$\frac{50}{100} = \frac{1}{2}$

$23 \cdot 16,9$
 $\hline 14$

$1,223 = 2,6 \cdot \frac{10}{100}$

120
 50
 190

$120^2 + 50^2 = 190^2$
 $19 \sqrt{12^2 + 5^2} = 190$

$u_1 = v + u$

$u \cos \alpha = v + u_x$
 $u \sin \alpha = u_y$

$(u \cos \alpha - v)^2 + (u \sin \alpha)^2 = u^2$

$32 \cdot 5,4$
 $\hline 10$

$32 \cdot 18$
 $\hline 10$

$1,69$
 $\hline 2$

10
 $\hline 32 \cdot 18$

16900
 $\hline 240$

$32 = 4 \cdot 2$
 $18 = 3 \cdot 2$

169000
 $\hline 34$

$1,69 - \frac{169}{u}$
 $\hline 2 \cdot 120$

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!

$$\Rightarrow u^2 = (v_0 \cos \alpha - v)^2 + (v_0 \sin \alpha)^2 \text{ — для второго гармоника —}$$

$$\Rightarrow (v_2 \cos \alpha - v)^2 + (v_2 \sin \alpha)^2 = (v_1 \cos \alpha - v)^2 + (v_1 \sin \alpha)^2$$

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

$$\Rightarrow \frac{L^2}{T_2^2} - \frac{2Lv}{T_2} + v^2 + \frac{d^2}{T_2^2} = \frac{L^2}{T_1^2} - \frac{2Lv}{T_1} + v^2 + \frac{d^2}{T_1^2}$$

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

$$\frac{L^2 + d^2}{T_2^2} = 2Lv \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \Rightarrow v = \frac{L^2 + d^2}{T_2^2 \cdot 2L \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)}$$

$$(L^2 + d^2) \left(\frac{1}{T_2^2} - \frac{1}{T_1^2} \right) = 2Lv \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{L^2 + d^2}{2L} \left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} \right) = v$$

Скорость будет максимальной при v при минимальной разности в квадратах частотных скоростей.

$$u = \sqrt{(v_0 \cos \alpha - v)^2 + (v_0 \sin \alpha)^2} \Rightarrow u = \sqrt{\left(\frac{L}{T_1} - v \right)^2 + \left(\frac{d}{T_1} \right)^2}$$

$$v_2 - v_1 = 2Lv \left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\Rightarrow v = \frac{(v_2 - v_1) T_1 T_2}{2L(T_2 - T_1)}$$

$$\frac{5}{24}$$

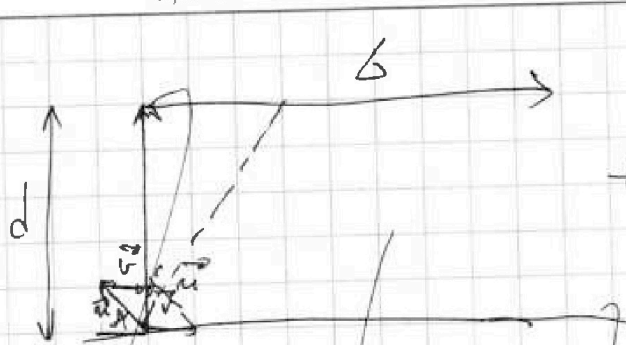
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

МОТИ

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



$$\begin{array}{r}
 22 \\
 217 \overline{) 169} \\
 \underline{43} \\
 309 \\
 \underline{308} \\
 368,7
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 5760 \\
 3456 \overline{) 5760} \\
 \underline{0,8} \\
 43 \\
 5760 \\
 \underline{486} \\
 3456 \\
 \underline{33,1}
 \end{array}$$

$$d = u \sin \beta t \Rightarrow S_1 = (V - u \cos \beta) t \Rightarrow S_1 = d \left(\frac{V}{u \sin \beta} - \frac{\cos \beta}{\sin \beta} \right)$$

$$\Rightarrow S_1 = d \left(\frac{V - u \cos \beta}{u \sin \beta} \right) \Rightarrow$$

$$u_1 = \frac{\sqrt{180 + 50}}{190} = 2,3 \left(\frac{M}{C} \right) \quad u_2 = \frac{190}{240} \left(\frac{M}{C} \right)$$

$$u = 5 \left(\frac{M}{C} \right) \quad u = 2 \left(\frac{M}{C} \right)$$

$$S_1 = d \left(\frac{V}{u} - \cos \beta \right) / \sin \beta$$

$$\begin{array}{r}
 169 \cdot 2,3 \\
 \hline
 242 \\
 \begin{array}{r}
 2 \\
 109 \\
 \times 23 \\
 \hline
 407 \\
 338 \\
 \hline
 378,4
 \end{array}
 \end{array}$$

$$\frac{16900}{2400} + \frac{16900}{240 \cdot 2,3}$$

$$24^2 = (20 + 4)^2$$

$$400 + 180 + 16 = 576$$

$$\frac{378,4}{5,76}$$

$$\frac{169}{100} - \frac{169}{24} = \frac{2vl}{T_2} + \frac{d^2 + L^2}{T_2^2} = \frac{2vl}{T_1^2} + \frac{d^2 + L^2}{T_1^2}$$

$$2vl \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) = (d^2 + L^2) \left(\frac{1}{T_1^2} - \frac{1}{T_2^2} \right)$$

$$2vl = \frac{d^2 + L^2}{2L} \left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} \right) = \frac{16900}{2400} + \frac{16900}{240 \cdot 2,3}$$

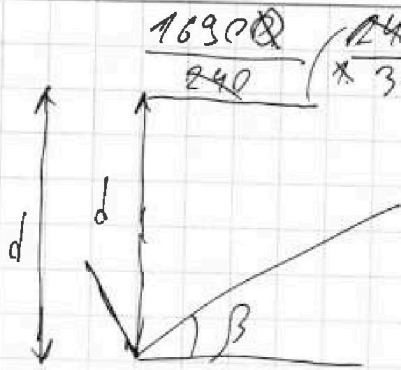
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



25, 175

$$S_1 = \frac{d}{u \sin \beta} - \frac{\cos \beta}{\sin \beta}$$

$$d = u \sin \beta$$

$$S_1 = \frac{d}{u \sin \beta} - \frac{\cos \beta}{\sin \beta}$$

$$S_1 = 50 \frac{2,5 - \cos \beta}{\sin \beta}$$

$$\frac{2 \cdot (2,5 - 0,5)}{\sqrt{3}} \cdot \frac{4}{\sqrt{3}} = \frac{4\sqrt{3}}{3} \cdot 50 \sqrt{\frac{1}{3}} = (u \sin \beta)^2 + (u \cos \beta - u)^2$$

$$S_1 = d \frac{2,5 - \cos \beta}{\sqrt{1 - \cos^2 \beta}}$$

$$S_1^2 \sqrt{1 - \cos^2 \beta} - S_1^2 \cos^2 \beta = d^2 \left(\frac{2,5^2}{u^2} - 2 \frac{u \cos \beta}{u^2} + \frac{u^2}{u^2} \right)$$

$$S_1^2 - d^2 \frac{2,5^2}{u^2} = d^2 \cos^2 \beta + S_1^2 \cos^2 \beta - 2d^2$$

$$\frac{2,5 - \cos x}{\sin x}$$

$$\frac{2,5}{\sin x} - \text{tg } \beta$$

$$\frac{50}{240} \frac{6}{17}$$

$$2,5 - 0$$

$$200 - 200$$

$$\frac{16900}{240} \left(\frac{1240 \cdot 100}{348} \right)$$

$$\frac{16900 \cdot 100}{34}$$

$$d \cos \beta \cdot t = \frac{d}{u \sin \beta} \Rightarrow t = \frac{d}{u \sin \beta}$$

$$S_1 = \frac{d \cos \beta}{u} - \frac{d}{u \sin \beta} = d \left(\frac{\cos \beta}{u} - \frac{1}{u \sin \beta} \right)$$

$$S_1 = d \left(\frac{\cos \beta}{u} - \frac{1}{u \sin \beta} \right)$$

$$S_1 = 50 \left(\frac{20}{u \sin \beta} - \frac{\cos \beta}{\sin \beta} \right)$$

$$\frac{20}{\sin \beta} - \frac{100 \cos \beta}{\sin \beta}$$