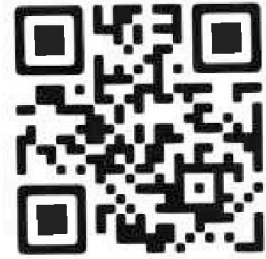




Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

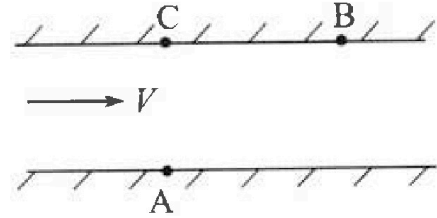
Вариант 09-01

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  $AC = d = 70$  м, снос, т.е. расстояние, на которое пловец смещается вдоль реки к моменту достижения противоположного берега,  $CB = L = 240$  м.



Продолжительность первого заплыва  $T_1 = 192$  с, продолжительность второго заплыва  $T_2 = 417$  с.

- 1) Найдите скорости  $V_1$  и  $V_2$  пловца в лабораторной системе отсчета в первом и втором заплывах.
  - 2) Найдите скорость  $U$  пловца в подвижной системе отсчета, связанной с водой.
- В третьем заплыве пловец стартует из точки А и движется так, что снос минимальный.
- 3) Найдите продолжительность  $T$  третьего заплыва.

2. Футболист на тренировке наносит удары по мячу, лежащему на горизонтальной площадке и направляет мяч к вертикальной стенке. После абсолютно упругого соударения со стенкой мяч падает на площадку. Наибольшая высота, на которой находится мяч в полете,  $H = 16,2$  м. Расстояние от точки старта до стенки в 5 раз больше расстояния от стенки до точки падения мяча на площадку.

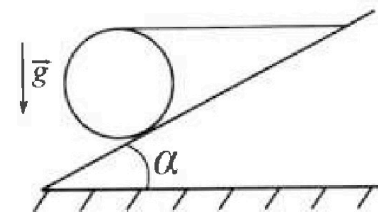
- 1) На какой высоте  $h$  происходит соударение мяча со стенкой?
- 2) Найдите продолжительность  $t_1$  полета мяча от старта до соударения со стенкой.

Допустим, что в момент соударения мяча со стенкой на той же высоте  $h$ , стенка движется навстречу мячу со скоростью  $U = 2$  м/с.

- 3) Найдите расстояние  $d$  между точками падения мяча на площадку в случаях: стенка покоится, стенка движется.

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Соударения мяча со стенкой абсолютно упругие. Траектории мяча лежат в вертикальной плоскости перпендикулярной стенке.

3. Однородный шар массой  $m = 3$  кг удерживается на шероховатой наклонной плоскости горизонтальной нитью, прикрепленной к шару в его наивысшей точке. Наклонная плоскость образует с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha$  такой, что  $\sin \alpha = 0,6$ .



- 1) Найдите силу  $T$  натяжения нити.
- 2) Найдите силу  $F_{тр}$  трения, действующую на шар.
- 3) При каких значениях коэффициента  $\mu$  трения скольжения шар будет находиться в покое? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 09-01



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

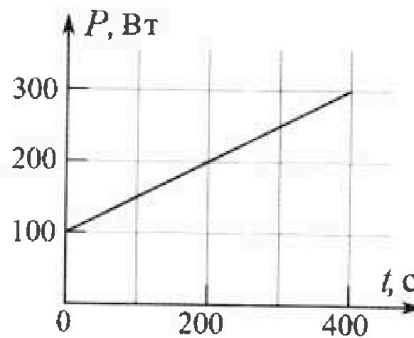
4. Воду нагревают на электроплитке. Начальная температура воды  $\tilde{t}_0 = 14^\circ\text{C}$ , объем воды  $V = 2$  л. Сопротивление спирали электроплитки  $R = 20$  Ом, сила тока в спирали  $I = 5$  А.

Зависимость мощности  $P$  тепловых потерь от времени  $t$  представлена на графике (см. рис.).

1) Найдите мощность  $P_H$  нагревателя.

2) Через какое время  $T$  после начала нагревания температура воды станет равной  $\tilde{t}_1 = 25^\circ\text{C}$ ?

Плотность воды  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>, удельная теплоемкость воды  $c = 4200$  Дж/(кг·°C).

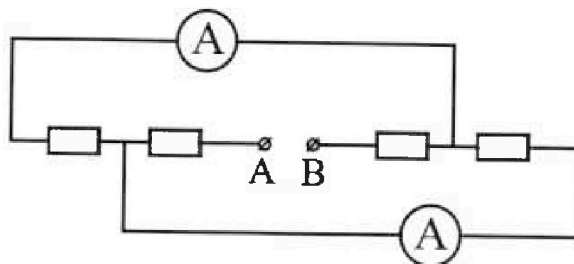


5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 20 Ом, у двух других сопротивление по 40 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

После подключения к клеммам А и В источника постоянного напряжения показания амперметров оказались различными. Меньшее показание  $I_1 = 1$  А.

1) Найдите показание  $I_2$  второго амперметра.

2) Найдите напряжение  $U$  источника.





- 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:

$d = 170 \text{ м}$   
 $L = 240 \text{ м}$   
 $T_1 = 100 \text{ с}$   
 $T_2 = 417 \text{ с}$

Найти:  
 1)  $v_1, v_2$  ?  
 2)  $v$  ?  
 3)  $T$  ?

Решение:

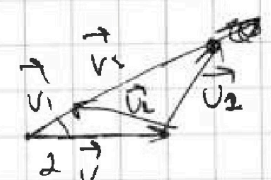


Знаем:  $v_1 = \frac{L_{AB}}{T_1}$ ;  $v_2 = \frac{L_{AB}}{T_2}$

$v_1 = \frac{\sqrt{L^2 + d^2}}{T_1}$ ;  $v_2 = \frac{\sqrt{L^2 + d^2}}{T_2}$   
 $\Rightarrow v_1 \approx 1,30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ;  $v_2 \approx 0,60 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$\vec{v}_1 = \vec{v}_1 + \vec{v}$ ;  $\vec{v}_2 = \vec{v}_2 + \vec{v}$ ;  $|\vec{v}_1| = |\vec{v}_2| = v$

Угол наклона пути  $\text{tg } \alpha = \frac{d}{L}$   
 по м. косинусов;



$v^2 = v_1^2 + v_2^2 - 2v_1v_2 \cos \alpha = v_1^2 + v_2^2 - 2v_1v_2 \cos \alpha \Rightarrow$

$\Rightarrow v = \frac{v_1 + v_2}{2 \cos \alpha}$  ( $v \approx 0,68 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ )

Подставляя в  $v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 - 2v_1v_2 \cos \alpha}$

получим, что:

$v = \frac{\sqrt{L^4 (T_1 - T_2)^2 + 2L^2 d^2 (T_1^2 + T_2^2) + d^4 (T_1 + T_2)^2}}{2LT_1T_2} \approx 0,68 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Рассмотрим векторный треугольник. К вектору  $\vec{v}$  прибавим вектор  $\vec{v}_1$  по модулю векторы (главную точку  $\vec{v}$  и начало  $\vec{v}_1$  стороны). Угол наклона  $\beta$  к оси  $OZ$  (направление от центра) известен, тогда полученный вектор будет параллельным к окружности с радиусом  $v$  и центром в конце вектора  $\vec{v}$ . При этом  $\sin \beta = \frac{v_1}{v}$ , циркулярия на  $OZ$  (направление от центра) равно:  $v_{uz} = v \cos \beta$  ( $OZ$  направлена от центра) Знаем  $\frac{d}{T} = \frac{v_{uz}}{v} = \frac{v \cos \beta}{v} = \cos \beta = \sqrt{1 - (\frac{v_1}{v})^2} = \frac{d}{v} \Rightarrow v = \frac{d}{\cos \beta} = \frac{d}{\sqrt{1 - (\frac{v_1}{v})^2}}$

Ответ: 1)  $v_1 \approx 1,30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ; 2)  $v_2 \approx 0,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ; 3)  $v \approx 0,68 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ; 4)  $T \approx 162$



1  2  3  4  5  6  7

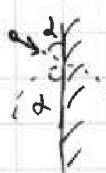
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Горизонтальный QR-код недоступен!

Дано:

$H = 10,2 \text{ м}$ ,  $\sigma = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$   
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$   
 $s_1 = 5 s_2$

Решение:

При ударе о стену шарик отскакивает от неё под тем же углом, «отразив» его

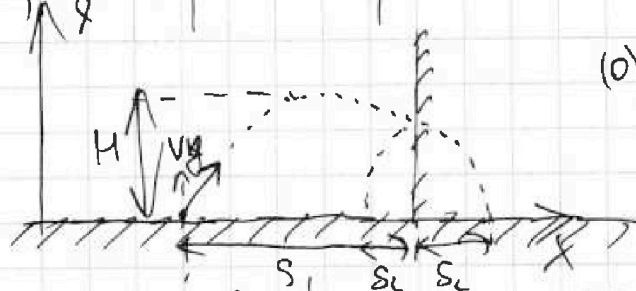


дальнейшую траекторию от стены только стены, мы попушим его траекторию в отсутствие стены.

Используя данный график, построим полёт шарика.

Найти:

- 1)  $h$  - ?
- 2)  $t_1$  - ?
- 3)  $d$  - ?



(0)  $H = \frac{v_y^2}{2g}$  ( $v_y$  - проекция  $\vec{v}$  на

$s_1 + s_2 = v_x t_1$  ( $v_x$  - проекция  $\vec{v}$  на  $Ox$ ) (используя  $s = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$ )

$h = v_x t_1 - g \frac{t_1^2}{2}$ ;  $s_1 = 5s_2 = v_x t_1$  (4)  $\frac{2v_y^2}{g} = t_1^2$   $v_x = \sqrt{2gH}$   
 Используя, что  $t_1 = \frac{5}{6} t$ ,  $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$   $\Rightarrow h = \frac{5}{9} H$ ;  $t_1 = \sqrt{\frac{2H}{g}} \cdot \frac{5}{3} \Rightarrow$

$h = 5,7 \text{ м}$ ;  $t_1 = 3 \text{ с}$ .

Рассмотрим столкновение шара со стеной во второй раз. В СО, связанной со стеной шар движется со скоростью  $\vec{v} + v_x$ . После столкновения шар  $\vec{v} - v_x$  (удар упругий). Передача обратно в СО скорость шара становится равна  $2\vec{v} - \vec{v}_x$ .

Проекция на  $Ox$  для нашего случая  $v_x = 2v + v_x$  (т.к.  $v_y = \text{const}$   $v_y$  не меняется при ударе, время падения будет одинаково).  
 $\Delta t = t - t_1 \Rightarrow \Delta t = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}}$

Расстояние пройденное от стены в 1-ый раз:

$v_x \Delta t = d_1$  во второй раз.  $d_2 = \Delta t (v_x + 2v) \Rightarrow d = d_1 + d_2$   
 $\Rightarrow d = 2v \Delta t = \frac{2}{3} v \sqrt{\frac{2H}{g}} \Rightarrow d = 2,4 \text{ м}$ .

Ответ: 1)  $h = 5,7 \text{ м}$  2)  $t_1 = 3 \text{ с}$  3)  $d = 2,4 \text{ м}$ .



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:

$$m = 3 \text{ кг}$$

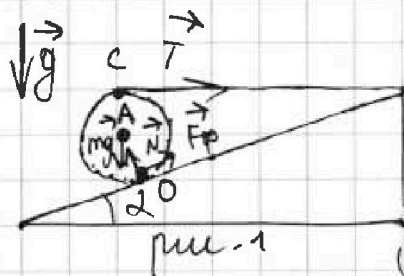
$$\sin \alpha = 0,6$$

Найти:

1)  $T$ ? 2)  $F_{\text{тр}}$ ?

3)  $\mu$ ?

Решение:



Запишем сумму как показано на рисунке и запишем правило моментов относительно  $O$ .

$$mg R \sin \alpha - T(1 + \cos \alpha)R = 0$$

(Будем находить  $\mu$  по условию задачи).

Отсюда:  $T = mg \frac{\sin \alpha}{1 + \cos \alpha}$  ( $R$  - радиус шара)

$$T = 3 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{0,6}{1 + 0,8} = 10 \text{ Н}$$

Запишем правило моментов, относительно  $m.A$  (центр шара)

$$-TR + F_{\text{тр}}R = 0 \Rightarrow F_{\text{тр}} = T \Rightarrow F_{\text{тр}} = mg \frac{\sin \alpha}{1 + \cos \alpha} \Rightarrow F_{\text{тр}} = 10 \text{ Н}$$

Запишем правило моментов, относительно  $m.C$  (верш. шара)

$$-NR \sin \alpha + F_{\text{тр}}(1 + \cos \alpha)R = 0 \Rightarrow F_{\text{тр}} = N \frac{\sin \alpha}{1 + \cos \alpha}$$

$F_{\text{тр}} < F_{\text{тр}c}$   $F_{\text{тр}c}$  - сила трения скольжения:  $F_{\text{тр}c} = \mu N$

$$\Rightarrow \mu N > N \frac{\sin \alpha}{1 + \cos \alpha} \Rightarrow \mu > \frac{\sin \alpha}{1 + \cos \alpha} \Rightarrow \mu > \frac{0,6}{1 + 0,8} \Rightarrow \mu > \frac{1}{3}$$

Ответ:  $T = 10 \text{ Н}$ ;  $F_{\text{тр}} = 10 \text{ Н}$ ;  $\mu > \frac{1}{3}$ .

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



Дано:

$$\bar{t}_0 = 14^\circ\text{C}$$

$$V = 2 \text{ л.}$$

$$R = 20 \text{ Ом.}$$

$$I = 5 \text{ А}$$

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

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{м} \cdot \text{C}}$$

$$\bar{t}_1 = 25^\circ\text{C}$$

Найти:

1)  $P_H$  - ?

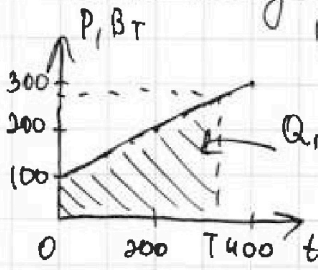
2)  $T$  - ?

Решение:

$P_H = I^2 R$  (следует из  $U$ -на Эйнштейна-Ленца)

$$P_H = 20 \text{ Ом} \cdot (5 \text{ А})^2 = 500 \text{ Вт.}$$

Из графика следует, что мощность отдачи растет линейно со временем. Коэф-во теплоемкости ~~не~~ ~~зависит~~ от температуры при нагревании, есть площадь под графиком (площадь трапеции)



$$P = P_0 + \alpha T \quad (P_0 = 100 \text{ Вт} - \text{из граф.})$$

$$\alpha = \frac{1}{2} \frac{\Delta P}{\Delta T} - \text{коэф. из графика}$$

$$\text{Значит } Q_n = \frac{P_0 + P_0 + \alpha T}{2} \cdot T$$

$$Q_n = T \left( P_0 + \frac{\alpha T}{2} \right)$$

Запишем уравнение теплового баланса для воды:

$$\rho V c (\bar{t}_1 - \bar{t}_0) = P_H T - Q_n \Rightarrow \rho V c (\bar{t}_1 - \bar{t}_0) = I^2 R T - T \left( P_0 + \frac{\alpha T}{2} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{\alpha}{2} T^2 - T (I^2 R - P_0) + \rho V c (\bar{t}_1 - \bar{t}_0) = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = \frac{1}{\alpha} \left( I^2 R - P_0 \pm \sqrt{(I^2 R - P_0)^2 - 2 \alpha \rho V c (\bar{t}_1 - \bar{t}_0)} \right)$$

Из обратного уравнения следует, что  $T$  может принимать 2 значения, однако если попытаться распределить воду по объему потерь, не превысит максимального нагревания, в один момент вода перестанет нагреваться, значит подходит лишь одно значение  $T$ .

$$T = \frac{1}{\alpha} \left( I^2 R - P_0 - \sqrt{(I^2 R - P_0)^2 - 2 \alpha \rho V c (\bar{t}_1 - \bar{t}_0)} \right)$$

$$T_1 = 280 \text{ с}$$

$$T_2 = \frac{1}{\alpha} \left( I^2 R - P_0 + \sqrt{(I^2 R - P_0)^2 - 2 \alpha \rho V c (\bar{t}_1 - \bar{t}_0)} \right)$$

$$T_1 \approx 280 \text{ с}, T_2 \approx 1320 \text{ с}$$

Ответ:  $T \approx 280 \text{ с}$ ;  $P_H = 500 \text{ Вт}$ ;  $T_1 = 280 \text{ с}$ ;  $T_2 = 1320 \text{ с}$ .

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. Пору QR-кода нет.

Дано:

$$R_1 = 200 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 400 \text{ Ом}$$

$$R_A \ll R_n$$

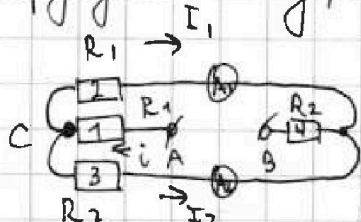
$$I_1 = 1 \text{ А}$$

Найти:

$$I_2 = ? \text{ А}$$

Решение:

Нарисуем схему, эквивалентную данной.



П.к. показание амперметров одинаково, то возможны два варианта расположения резисторов, рассматривается только 1, т.к. второй симметрич. 1)

Сопротивления резисторов равны на рисунке.

П.к. резисторы 2 и 3 соединены параллельно  $R_1 I_1 = R_2 I_2$

$$I_2 = \frac{R_1}{R_2} I_1 \Rightarrow I_2 = 1 \text{ А} \cdot \frac{200 \text{ Ом}}{400 \text{ Ом}} = 0.5 \text{ А}$$

Схема представляет из себя параллельное соединение двух резисторов, соединенных последовательно с резисторами 1 и 4. Значит эквивалентное сопротивление  $R_{AB} = R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ .

По 1-ой правую Кирхгофа для т.с:  $i = I_1 + I_2 = I_1 (1 + \frac{R_1}{R_2})$

По 2-ой Ома:  $i = \frac{U}{R_{AB}} \Rightarrow U = (R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}) \cdot I_1 (1 + \frac{R_1}{R_2}) =$

$$\Rightarrow U = I_1 \cdot \frac{(R_1 + R_2)^2 + R_1 R_2}{R_1 + R_2} = I_1 \cdot \frac{R_1^2 + 3R_1 R_2 + R_2^2}{R_1 + R_2}$$

$$U = 1 \text{ А} \cdot \frac{(200 \text{ Ом})^2 + 3 \cdot 200 \text{ Ом} \cdot 400 \text{ Ом} + 400 \text{ Ом}^2}{200 \text{ Ом}} = 220 \text{ В}$$

Ответ:  $I_2 = 0.5 \text{ А}$ ,  $U = 220 \text{ В}$ .

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

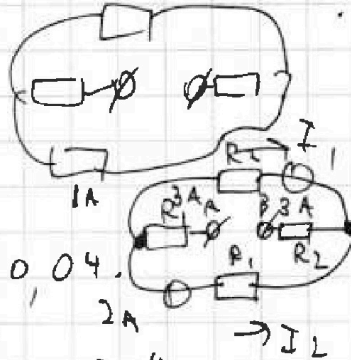
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Парча QR-кода недопустима!



$$\left( \frac{(L^2 + d^2)T_1^2 - d^2T_2^2}{2LT_1T_2} \right)^2 + \frac{d^2}{T_1^2} = \frac{((L^2 + d^2)T_1^2 - d^2T_2^2)^2}{4L^2T_1^4T_2^2} + \frac{d^2}{T_1^2} \cdot 60 \cdot 3 + 40 \cdot 1 = 2208$$

$$\frac{-(L^2 + d^2)^2T_1^4 + d^4T_2^4 - 2(L^2 + d^2)d^2T_1^2T_2^2}{4L^2T_1^4T_2^2} + \frac{d^2}{T_1^2}$$

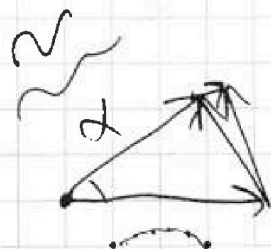
$0,04 + 0,125 = 0,165$   
 $0,41 \cdot 250 = 102,5$   
 $0,41 \cdot 102 = 41,82$   
 $164$   
 $1681$



$$\frac{(L^2 + d^2)^2T_1^4 + d^4T_2^4 - 2(L^2 + d^2)d^2T_1^2T_2^2}{4L^2T_1^4T_2^2}$$

$$\frac{((L^2 + d^2)^2T_1^4 + d^4T_2^4 - 2(L^2 + d^2)d^2T_1^2T_2^2)}{4L^2T_1^4T_2^2} = 2208$$

$$U^2 = U_1^2 + U_2^2 - 2U_1U_2 \cos \alpha = U^2 + U_1^2 - 2U_1U_2 \cos \alpha$$



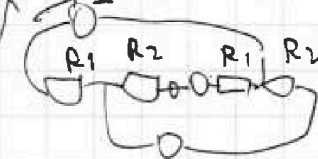
$$U = \frac{U_1 + U_2}{2 \cos \alpha} \Rightarrow \frac{\sqrt{L^2 + d^2}}{T_1} + \frac{\sqrt{L^2 + d^2}}{T_2} = \frac{L^2 + d^2 (T_1 + T_2)}{2T_1T_2L}$$

$$U = \sqrt{\frac{L^2 + d^2}{T_1^2} + \frac{L^2 + d^2}{T_2^2} - \frac{2(L^2 + d^2)(T_1 + T_2)}{4T_1^2T_2^2L^2}}$$

$$U = \sqrt{\frac{(U_1 + U_2)^2}{4 \cos^2 \alpha} - U_1U_2} \quad (P = P_0 + E)$$

$$U = \sqrt{\frac{(L^2 + d^2)}{4 \cos^2 \alpha} \left( \frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} \right)^2 - \frac{L^2 + d^2}{T_1T_2L}} = \sqrt{\frac{L^2 + d^2}{4L^2} \left( \frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} \right)^2 - \frac{1}{T_1T_2L}}$$

$$\frac{625}{4 \cdot 24} \left( \frac{1}{102} + \frac{1}{417} \right)^2 - \frac{1}{102 \cdot 417}$$



$$P_0 + \dots - (P_0 + \alpha \frac{1}{2})T + PT = CV \rho (\vec{E}_1 - \vec{E}_2)$$



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!



Черновик

$$70,0102$$

$$5760,364 \approx 0,36 \frac{m}{c}$$

$$\begin{array}{r} 240 \\ 1152 \\ \hline 80 \\ 868 \\ \hline 7 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ \hline 27 \\ \hline 48 \end{array}$$

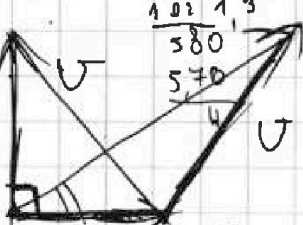
$$\begin{array}{r} 576 \\ + 99 \\ \hline 625 \end{array}$$

$$230,01417$$

$$208,50,592 \approx 0,60$$

$$\begin{array}{r} 4150 \\ 3753 \\ \hline 3970 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 05,0096 \\ 86/40,000 \\ 860 \\ 768 \\ \hline 820 \end{array}$$



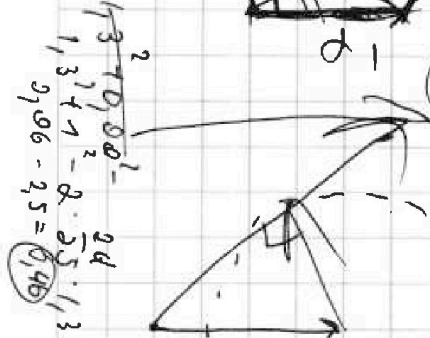
$$250,0102$$

$$\begin{array}{r} 101,19 \\ 380 \\ 570 \end{array}$$

$$V^2 = V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2 \cos \alpha = V_1^2 + V_2^2$$

$$V = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2V_2 \cos \alpha}$$

$$V = \sqrt{\left(\frac{V_2^2 - V_1^2}{2V_2 \cos \alpha}\right)^2 + V_2^2} = \frac{32,4}{10} = 1,8$$



$$V_2 - V_1$$

$$0,6 + 1,3 = 1,9$$

$$\frac{10000}{12} = 833,33$$

$$\frac{0,8}{4} = 0,2 \frac{m}{c}$$

$$0,36 - 0,36 = 0$$

$$0,36 \cdot 0,36 = 0,1296$$

$$0,36 \cdot 0,36 = 0,1296$$

$$\frac{(L^2 + d^2)T_1^2 - d^2 T_2^2}{2LT_1T_2} + \frac{d^2}{T_1^2} = d^2 \frac{T_2^2 - T_1^2}{1 - 0,68} - 2dT_1^2$$

$$\frac{d^2}{T_1^2} + \frac{d^4}{T_1^4} + T_1^4 \frac{(L^2 + d^2)^2}{4L^2T_1^4} - 2d^2 T_1^2 T_1^2 (L^2 + d^2) = 18$$

$$160000 - 22400 = 137600$$

$$137600 = 67600$$

$$137600 - 67600 = 70000$$

$$70000 = 140 \cdot L = 13200$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

МФТИ

- 1  2  3  4  5  6  7

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



Черновик.

$$\begin{array}{r} 417 \\ 102 \\ \hline 225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,2 \\ 2,7 \\ \hline 644 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 250 \\ 102 + 400 \\ \hline 128,8 \end{array}$$

$$12880176$$

$$76 \cdot 1696 = 1700$$

$$\begin{array}{r} 125106 \\ 251,30 \approx 1,301 \\ 20,0 \\ 20,8 \\ \hline 2,0,0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2500417 \\ 20850,59 \approx 0,60 \\ 4150 \\ 3753 \\ \hline 2070 \end{array}$$

$$U = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 - 2v_1v_2 \cos \alpha}$$

$$U = \sqrt{\frac{(v_1 + v_2)^2 - v_1v_2}{2 \cos \alpha}}$$

$$U = \sqrt{v_1^2 + \left(\frac{v_1 + v_2}{2 \cos \alpha}\right)^2 - v_1 \left(\frac{v_1 + v_2}{2 \cos \alpha}\right)}$$

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

$$\sqrt{\frac{L^2 + d^2 (T_1 - T_2)^2}{4L^2 T_1 T_2} - \frac{L^2 + d^2}{T_1 T_2}} = \eta$$

$$L^4 (T_1 + T_2)^2 + 2L^2 d^2 (T_1 + T_2)^2 + d^4 (T_1 + T_2)^2 - 4L^4 T_1 T_2 - 4L^2 d^2 T_1 T_2$$

$$L^4 (T_1 - T_2)^2 + 2L^2 d^2 (T_1 - T_2)^2 + d^4 (T_1 - T_2)^2$$

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

$$\frac{L}{2} \left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2}\right)$$

~~225~~

$$\begin{array}{r} 147460 \\ 14 \\ \hline 07 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 73730 \\ 3753 \\ \hline 417 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,3 + 0,02 \\ - 2 \cdot 1,3 \cdot 0,02 \cdot \frac{24}{25} \\ \hline 16760 \\ 16036 \\ \hline 7240 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,92 \\ 0,92 \\ \hline 184 \\ 828 \\ \hline 984,64 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 73730,0 \\ 0,02 \\ \hline 1474600 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 20 \\ 3,0 \\ \hline 483 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 22 \\ 22 \\ \hline 44 \\ 225 \\ 256 \\ \hline 488 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,6900 \\ 0,3964 \\ \hline 0,2936 \\ 0,29632 \\ \hline 4,82272 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2,406 \\ 0,02 \\ \hline 4992 \\ 22464 \\ \hline 230632 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 70 \cdot 0,02 \\ 0,5 \cdot 0,76 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 70 \cdot 0,02 \\ 0,5 \sqrt{0,02^2 - 0,25008} \end{array}$$

$$0,24008 \approx 0,5$$

$$0,5064$$

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:

$AC = d = 70 \text{ м}$   
 $CB = L = 240 \text{ м}$

$T_1 = 102 \text{ с}$   
 $T_2 = 417 \text{ с}$

Найти:

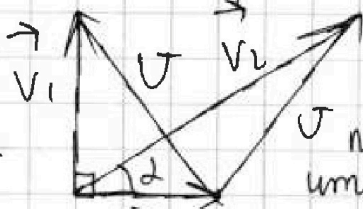
- 1)  $V_1$  - ?  
 2)  $V$  - ?  
 3)  $T$  - ?

$V_1 = \frac{AC}{T_1} = \frac{d}{T_1} = \frac{70 \text{ м}}{102 \text{ с}} \approx 0,36 \text{ м/с}$

$AB = l \Rightarrow l^2 = d^2 + L^2$   
 $l = \sqrt{L^2 + d^2} = \sqrt{240^2 + 70^2} \approx 248,5 \text{ м}$

$V_2 = \frac{l}{T_2} = \frac{248,5 \text{ м}}{417 \text{ с}} \approx 0,60 \text{ м/с}$

Разложим вектор  $V_1$  и  $V_2$ . Видно, что данные скорости направлены в одну сторону.



$\frac{1600 + 2400}{44}$

Упрощенно в условии следует, что  $\angle CAB = 0^\circ$  и  $\angle ACB = 0^\circ$ .  
 $\angle CAB = \arctg(\frac{L}{d})$ . Найдем  $\text{tg } \alpha = \frac{L}{d}$

У м. движения:  $V^2 = V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2 \cos \alpha$

Отсюда:  $V_1^2 - V_2^2 = 2V_1V_2 \cos \alpha \Rightarrow V^2 = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2V_1V_2 \cos \alpha} = \frac{L^2 + d^2}{T_1^2} - \frac{d^2}{T_2^2} = \frac{(L+d)^2 T_1^2 - d^2 T_2^2}{2LT_1T_2}$

$V^2 = \frac{(248,5 + 70)^2 \cdot 102^2 - 70^2 \cdot 417^2}{2 \cdot 240 \cdot 102 \cdot 417} = \frac{160000 - 39400}{127600} = 1,02$

$V = \sqrt{1,02} \approx 1,01 \text{ м/с}$

$T = \frac{l}{V} = \frac{248,5}{1,01} \approx 246,5 \text{ с}$

$160000 - 39400 = 120600$

$\frac{120600}{127600} = 0,945$

$V = \sqrt{0,945} \approx 0,97 \text{ м/с}$

$T = \frac{248,5}{0,97} \approx 256,2 \text{ с}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

