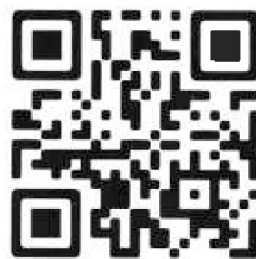




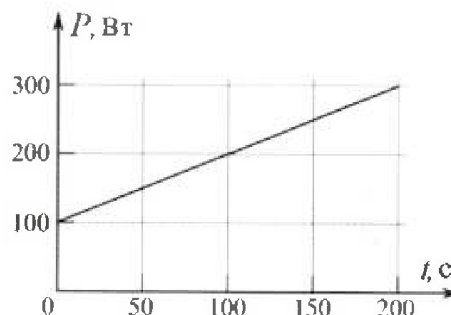
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.

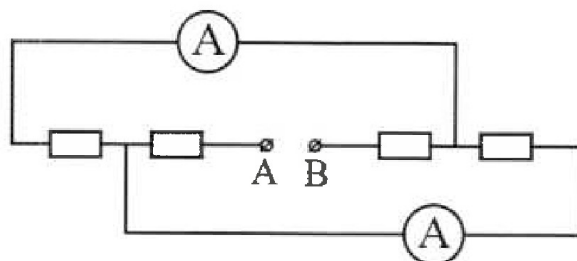
Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, удельная теплоемкость воды $c = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$.

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?





Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

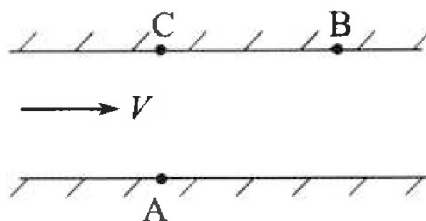
Вариант 09-02

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.

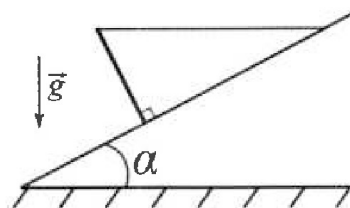
- 1) Найдите наибольшую высоту H , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

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:

$$AC = d = 50 \text{ м}$$

$$AB = 120 \text{ м}$$

$$T_1 = 100 \text{ с}$$

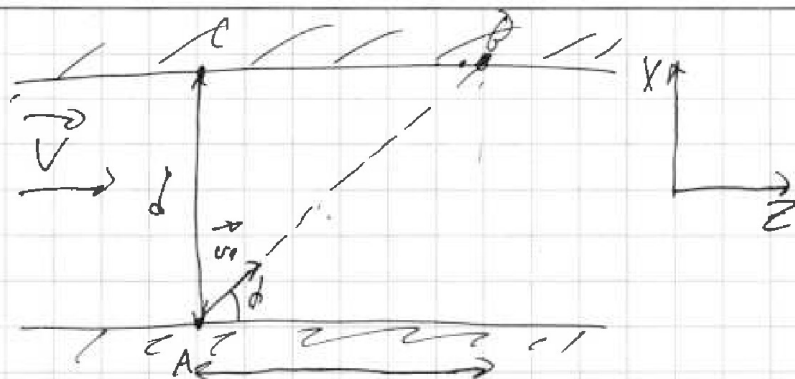
$$T_2 = 240 \text{ с}$$

$$v_1 = ?$$

$$v_2 = ?$$

$$V = ?$$

$$S = ?$$



т.к. вода течет слева направо, то для нахождения v_1 и v_2 нужно составить векторное уравнение $\vec{AB} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$ по т. Пифагора $AB = \sqrt{AC^2 + CB^2}$

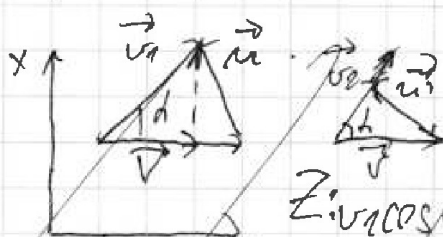
$$\Rightarrow AB = \sqrt{d^2 + b^2} \Rightarrow v_1 = \frac{AB}{T_1} \Rightarrow v_1 = \frac{\sqrt{d^2 + b^2}}{T_1}$$

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

$$\vec{v}_2 = \vec{v}_1 + \vec{v} \text{ - правильный ответ!}$$

$$\Rightarrow \vec{v}_1 = \vec{u} + \vec{V} \quad u \text{ - скорость течения}$$

$$\vec{v}_2 = \vec{u} + \vec{V}$$



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

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

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

$$u^2 = (v_1 \cos \alpha - V)^2 + (v_1 \sin \alpha)^2 \text{ - для первого случая}$$

$$Z: v_2 \cos \alpha = V + u_z \Rightarrow u_z = (v_2 \cos \alpha - V)^2 \quad X: u_x = (v_2 \sin \alpha)^2$$

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!

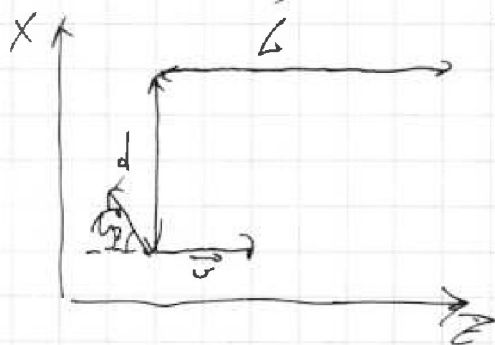


$$v_1 = \frac{130}{100} \Rightarrow v_1 = 1,3 \left(\frac{m}{c} \right) v_2 = \frac{130}{240} = \frac{13}{24} \left(\frac{m}{c} \right)$$

$$v = 0,6 \left(\frac{m}{c} \right) \Rightarrow \sqrt{v_1^2 + (v \pm v_2)^2} = v$$

$$\Rightarrow \sqrt{\frac{13^2}{24^2} + \frac{36}{200}} v_1 = \frac{1}{11} v_2 = \frac{1}{11}$$

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



минимальный угол будет в том случае, когда вектор скорости реки будет сонаправлен с осью z

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

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

$$\cos \beta = \frac{130,6}{1,3}$$

т.к. $\cos \beta < 1$, то в том случае вектор скорости

реки будет сонаправлен с осью z и движение будет направленным L от пристани $\Rightarrow S = L \Rightarrow S = 12 \text{ м}$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

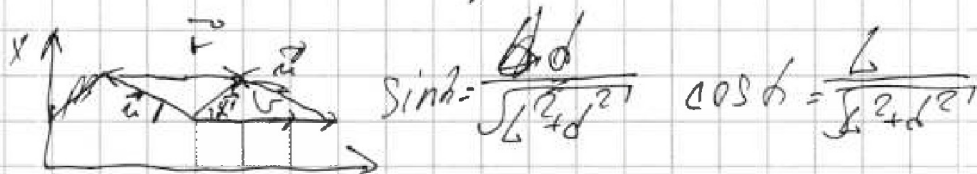
МФТИ

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



$$\vec{v}_2 = \vec{v}_{\text{тан}} + \vec{v}_{\text{пер}} - \text{приращение откл.}$$

$$v_1 - v_2 \text{ или } v_2 - v_1 \text{ тан. и } v_{\text{пер}}.$$



$$\sin \alpha = \frac{L+d}{\sqrt{L^2+d^2}} \quad \cos \alpha = \frac{L}{\sqrt{L^2+d^2}}$$

$$L = v_1 \cos \alpha T_1 \quad v_1 \cos \alpha = v - u \cos \alpha \quad \begin{cases} u_z^2 = (v - v_1 \cos \alpha)^2 \\ u_x^2 = (v_1 \sin \alpha)^2 \end{cases}$$

~~1/2~~

$$v_1 \sin \alpha$$

$$v_1 \cos \alpha \sin \alpha = u_x$$

$$\Rightarrow u_x = (v_1 \sin \alpha)^2$$

$$\frac{u_z}{u_x} = \frac{v - v_1 \cos \alpha}{v_1 \sin \alpha} \quad \text{первое уравнение}$$

$$\frac{u_z}{u_x} = \frac{v - v_2}{v_2}$$

$$u_z^2 = (v - v_1 \cos \alpha)^2 + (v_1 \sin \alpha)^2 - \text{по первому уравнению} \Rightarrow$$

$$u^2 = (v - v_2 \cos \alpha)^2 + (v_2 \sin \alpha)^2 - \text{по второму уравнению}$$

$$\Rightarrow v^2 - v_2^2 \frac{L^2}{T_2^2} + \frac{L^2}{T_2^2} + \frac{d^2}{T_2^2} = v^2 - \frac{2vL}{T_1} + \frac{L^2}{T_1^2} + \frac{d^2}{T_1^2} \Rightarrow$$

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

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

$$v = \frac{(130)^2 + 16900}{700} + \frac{16900}{240} = \frac{169 \cdot 2,3}{240} = v \Rightarrow v = \frac{398,4}{540} \sqrt{\frac{1}{c}}$$

$$\frac{169 \cdot 2,3}{240} = v \Rightarrow v = \frac{398,4}{540} \sqrt{\frac{1}{c}}$$

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!

Для первого случая: $L_1 = v_{0x} \frac{t}{4}$ после взаимодействия:

$$L_1 = v_{0x} \frac{t}{4} \quad \text{Для второго: } L_1 + d = (v_{0x} + 2U) \frac{t}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L_1 + d = (v_{0x} + 2U) \frac{t}{4}$$

$$\cancel{L_1} \neq v_{0x} \frac{t}{4} \quad d = \frac{Ut}{2} \Rightarrow U = \frac{2d}{t} \Rightarrow U = \frac{2d \sqrt{30}}{\sqrt{32h}}$$

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

$$t_1 = \sqrt{\frac{2h}{3g}} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot 5,4 \cdot 1,8}{3 \cdot 10}} = 0,6 \text{ (с)}$$

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

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
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ

Дано:

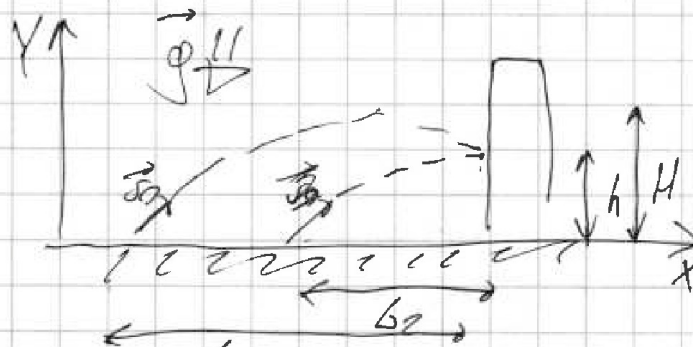
$d = 1,8 \text{ м}$
 $h = 5,4 \text{ м}$

$b_1 = 3b_2$

$H = ?$

$t_1 = ?$

$U = ?$



Пик по оси x тело движется равномерно с

учетом ширины остроконечия как $\frac{1}{3}$, но для поиска времени мы $\approx \frac{3}{2} t$, где t - время всего полета, а в канонической форме будет $\frac{1}{2} t$.

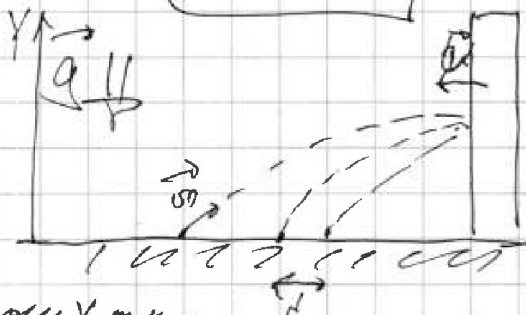
$\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$ $\forall Y: H - h = \frac{g t^2 - 2 t^2}{2} \Rightarrow H - h = \frac{g t^2}{32}$

$\forall: H = \frac{g t^2}{8} \Rightarrow \frac{g t^2}{8} - h = \frac{g t^2}{32} \Rightarrow h = \frac{g t^2}{8} - \frac{g t^2}{32} \Rightarrow h = \frac{3}{32} g t^2$

$\forall \frac{g t^2}{8} \Rightarrow \forall g t = \frac{32 h}{3} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{32 h}{3 g}}$

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

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



Формула падения любой скорости

Часть оформлена т.к.

взяли идею с сайта, где есть код траектории и можно по оси x и y увидеть направление

по оси y т.к. сила тяжести за короткий промежуток времени не успевает подействовать на тело.

из принципа относительности в СД световых $\frac{v_{0x}}{v_{0y}}$ $\Rightarrow v^2 = v_{0x}^2 + 2U$

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:

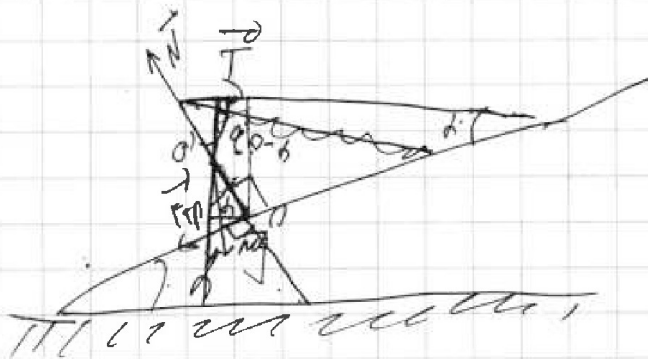
$$T = 14,38 \text{ Н}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$m = ?$

$F_{тр} = ?$

$\mu = ?$



Пл. к. тела находится в равновесии для всех сил
 $\sum \vec{M} = \vec{I} \vec{\epsilon}$ — аналог уравнения динамики вращательного движения $\epsilon = \frac{d\omega}{dt}$ $\sum \vec{M} = \vec{0}$ — отн. любой точки,

Рассмотрим отн. точку O: $M_{mg} + M_T = 0$

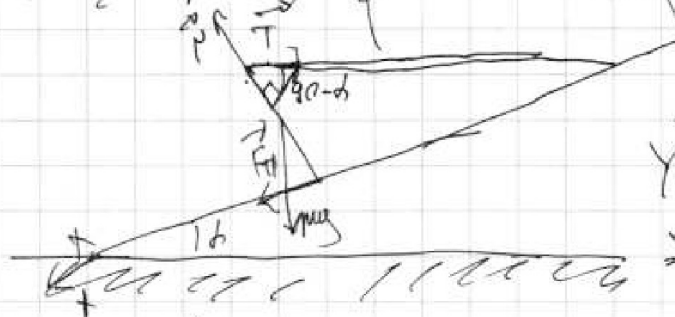
$$M_{mg} = mg \cdot \frac{l}{2} \sin \alpha \quad M_T = T \cdot l \sin(\alpha - \beta) \Rightarrow M_T = T \cdot l \cos \alpha$$

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

Рассмотрим $\sum \vec{M}$ отн. O? — упрощаем.

$$\vec{M}_T + \vec{M}_{F_{тр}} = 0 \quad M_T = T \cdot \frac{l}{2} \sin(\alpha - \beta) \Rightarrow M_T = \frac{lT}{2} \cos \alpha$$

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



$$\vec{N} + \vec{T} + \vec{N} + \vec{F}_{тр} - \vec{mg} = 0$$

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

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

по 3-му закону — действующая $F_{тр} = \mu N$. Рассмотрим критический случай, когда сила трения направлена вверх. В силу трения скольжения. $\Rightarrow T \cos \alpha = \mu (mg \cos \alpha + T \sin \alpha)$

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$m = \frac{2 \cdot 14,3}{10} \cdot \sqrt{3} \Rightarrow m \approx 6 \text{ (м)}$$

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

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

$$\text{Ответ: } m \approx 6 \text{ м} \quad \text{Етр} \approx 15 \text{ л} \quad \mu > \frac{\sqrt{3}}{4}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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

Дано:

$$T = 180^\circ\text{C}$$

$$U = 110 \text{ В}$$

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

$$R = 25 \text{ Ом}$$

$$U = 100 \text{ В}$$

$$P_H = ?$$

$$t_1 = ?$$

$$\rho = 11 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$$

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

$\left[\frac{U^2}{R} \right]$ из графика видно, что график зависимости $P(t)$ - линейный $\Rightarrow$ можем использовать уравнение на все промежутке.

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 $t_1 = 300 \text{ с}$

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

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

$$P_H T = Q + P_{cp} T - \text{Учитывая (ВТ) и площадь пре-}$$

варов, вода и возд. среда. $\Rightarrow Q = cm(t_1 - t_0) \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{U^2}{R} \cdot T - P_0 T - \frac{T}{2t_1} (P_1 - P_0) = cm(t_1 - t_0) \Rightarrow$$

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

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

$$t_1 = \frac{(400 - 100 - \frac{180}{2 \cdot 200} (300 - 100)) \cdot 180}{4200 \cdot 1} + 16 \Rightarrow t_1 = 25^\circ\text{C}$$

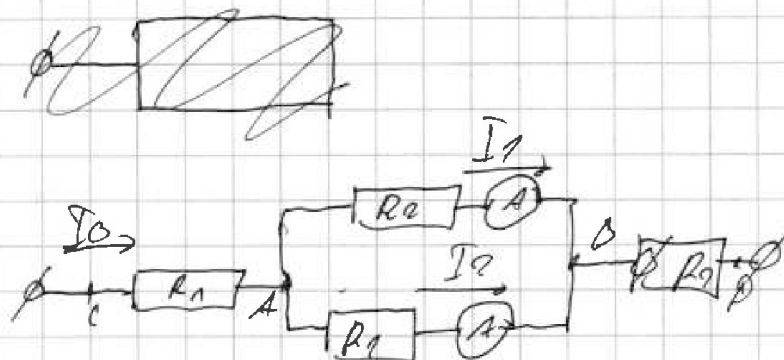
Ответ: $P_H = 400 \text{ Вт}$ $t_1 = 25^\circ\text{C}$

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

нарисуем эквивалентную схему с
гидравлической аналогией.



П.к. показания амперметров отличаются, то проводим
через различные резисторы т.к. напряжение при на-
пряжении соединения должны быть равны, то напря-
жение, который показывает ток I_1 измерит сопротивление
резистора с меньшим сопротивлением.

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

$$\text{воз сг узла } A \quad I_0 = I_1 + I_2 \Rightarrow I_0 = I_1 \frac{R_1 + R_2}{R_1}$$

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

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

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

$$P = \frac{99}{1} \left(30 + 60 + \frac{1800}{90} \right) \Rightarrow P = 990 \text{ (Вт)}$$

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

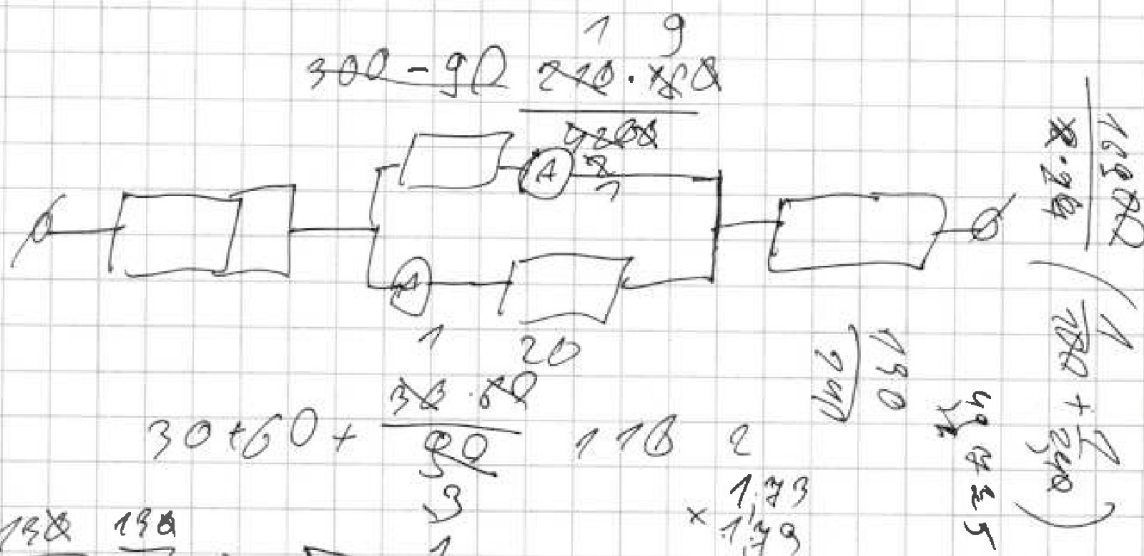
На одной странице можно оформлять **только одну задачу.**

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

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

МФТИ



$$\begin{array}{r} 198 \\ \hline 100 \\ 98 \\ 10 \\ 1,3 \\ 29 \end{array} \quad \begin{array}{r} 198 \\ \hline 290 \\ 138- \end{array}$$

$$\frac{1}{3C} \frac{13}{24C}$$

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

$$\begin{array}{r} 16908 \\ \times 248 \\ \hline 845 \\ 72 \end{array}$$

$$\frac{3.4, 6}{10} \cdot \sqrt{4}$$

$$m = \frac{10 \cdot \sqrt{3} \cdot 10 \cdot 2}{10} \cdot \sqrt{3} = 80$$

169012
845

$$\begin{array}{r} 28800 \\ 242 \overline{) 69120} \\ \underline{484} \\ 2072 \\ \underline{1936} \\ 360 \\ \underline{360} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 169 \\ 14 \overline{) 2366} \\ \underline{196} \\ 406 \\ \underline{378} \\ 280 \\ \underline{280} \\ 0 \end{array}$$

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!



Handwritten calculations and diagrams for a physics problem involving vector addition and trigonometry.

Diagram: A vector diagram showing a horizontal vector $\vec{CB}$ of length 120 and a vertical vector $\vec{AC}$ of length 50. The resultant vector $\vec{AB}$ is the hypotenuse of a right triangle. The angle α is at vertex A , and the angle β is at vertex B . The resultant vector $\vec{v}_1$ is shown at point A .

Calculations:

- $\sqrt{120^2 + 50^2} = 130$ (Pythagorean theorem)
- $\sin \alpha = \frac{50}{130} \Rightarrow \alpha = 22.6^\circ$
- $\cos \alpha = \frac{120}{130} \Rightarrow \alpha = 22.6^\circ$
- $\sin \beta = \frac{120}{130} \Rightarrow \beta = 67.4^\circ$
- $\cos \beta = \frac{50}{130} \Rightarrow \beta = 67.4^\circ$
- $v_1 = \sqrt{v^2 + u^2 - 2vu \cos \alpha}$ (Law of Cosines)
- $v_1 \cos \alpha = v + u_x$ (Projection)
- $v_1 \sin \alpha = u_y$ (Projection)
- $(v_1 \cos \alpha - v)^2 + (v_1 \sin \alpha)^2 = u^2$ (Squaring and adding)
- $v_1 = 130$ (Resultant magnitude)
- $v = 5 \frac{m}{s}$, $u = 2 \frac{m}{s}$ (Given values)
- $\frac{50}{100} = \frac{1}{2}$ (Ratio)
- $23.76,9$ (Intermediate result)
- $1,223 = 27,6 \frac{100}{100}$ (Final result)



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. Нюанс QR-кода недопустима!

$$\Rightarrow u^2 = (v_2 \cos \alpha - v)^2 + (v_2 \sin \alpha)^2 \text{ — для второго гармоника —}$$

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

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

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

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

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

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

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

Скорость будет максимальной при v при минимальном времени в максимуме скорости.

$$u = \sqrt{(v_1 \cos \alpha - v)^2 + (v_1 \sin \alpha)^2} \Rightarrow u = \sqrt{\left(\frac{L}{T_1} - v \right)^2 + \left(\frac{d}{T_1} \right)^2}$$

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

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

$\frac{5}{24}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

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

МФТИ



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

$$r = d \left(\frac{u \sin \beta}{u \cos \beta} \right) \quad \text{for}$$

$$v_1 = \frac{\sqrt{180^2 + 50^2}}{180} = 1,3 \left(\frac{m}{s} \right) \quad v_2 = \frac{130}{240} \left(\frac{m}{s} \right)$$

$$v \approx 5 \left(\frac{M}{c} \right), \quad u \approx 2 \left(\frac{M}{c} \right)$$

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

$$\begin{array}{r} 169.23 \\ \hline 297 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11B \quad / \quad \begin{array}{r} 23.169 \\ \hline 242 \end{array} \\ \times \quad \begin{array}{r} 2 \\ 109 \\ 23 \end{array} \\ \hline 407 \\ 938 \\ \hline 378,4 \end{array}$$

$$\frac{16900}{2902} + \frac{16900}{2902.16}$$

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

$$400 + 180 + 16 = 596$$

$$\begin{array}{r} 378,7 \\ \hline 5.76 \end{array}$$

$$\therefore \frac{169}{200} - \frac{169}{241}$$

$$4 - \frac{200}{T_2} + \frac{d^2 L^2}{T_2^2} = 4 - \frac{200}{T_2^2} + \frac{d^2 L^2}{T_2^2} \quad \frac{165}{240}$$

$$\cancel{25 \ln \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)} = \cancel{\left(d + 6 \right)^2} \left(\frac{1}{T_1^2} - \frac{1}{T_2^2} \right)$$

$$2V_L = \frac{\sqrt{2} \cdot 6}{2} \left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} \right) = \frac{16800}{24700} + \frac{16800}{24800}$$



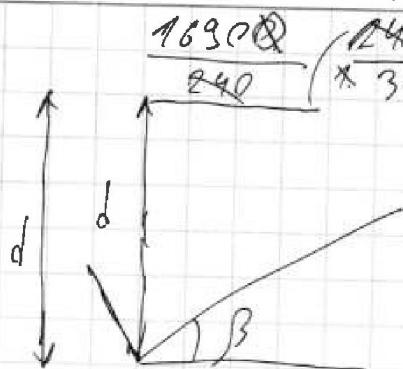
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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

$$S_1 = \frac{d}{5 \sin \beta} - \frac{\cos \beta}{\sin \beta}$$

$$d = u \sin \beta$$

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

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

$$\frac{4}{\sqrt{3}} = \frac{4\sqrt{3}}{3}$$

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

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

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

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

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

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

$$\frac{58}{240} \frac{6}{79}$$

$$2,5 - 0$$

$$200 - 200$$