

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 09-01

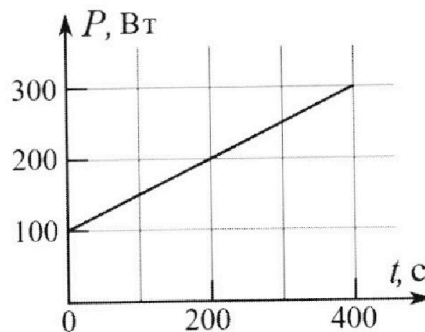
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные
дроби и радикалы.

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

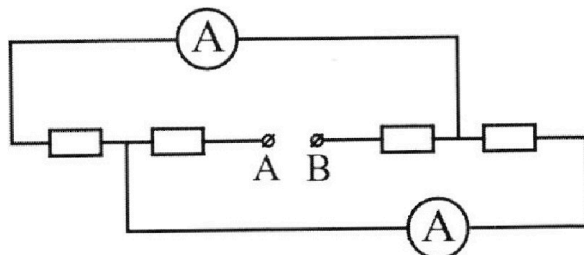
Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·°C).



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.





Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

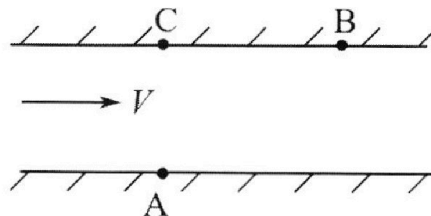
Вариант 09-01

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 отчета 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.

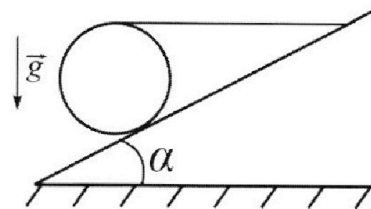
- 1) На какой высоте h происходит соударение мяча со стенкой?
- 2) Найдите продолжительность t_1 полета мяча от старта до соударения со стенкой.

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/с². 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 α 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 μ трения скольжения шар 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!

Продолжение решения ①.

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

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

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

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

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

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

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

4) $L_{\min}$; $\rightarrow$ ~~min~~ $\rightarrow$ $\sin \delta$

$$\sin \delta = \frac{d}{T}; \quad u \cos \delta = v - \frac{L}{T}$$

$$\frac{L}{T} = v - u \cos \delta \rightarrow L = (v - u \cos \delta) T$$

$$\frac{d}{u \sin \delta} = T$$

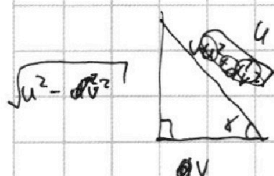
$$L = (v - u \cos \delta) \frac{d}{u \sin \delta}$$

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

$$L = \left(\frac{v d}{u \sin \delta} - \frac{d}{\tan \delta} \right) = d \left(\frac{v}{u \sin \delta} - \frac{1}{\tan \delta} \right) \rightarrow L = \left(\frac{v}{u \sin \delta} - \frac{d}{\tan \delta} \right) d$$

$$dL(L)' = d\delta d \left(\frac{v}{u \sin \delta} - \frac{d}{\tan \delta} \right)' \rightarrow \frac{dL}{d\delta} = 0 \rightarrow 0 = -\frac{v}{u} \frac{\cos \delta}{\sin^2 \delta} - d \left(-\frac{\sin^2 \delta + \cos^2 \delta}{\sin^2 \delta} \right)$$

$$\frac{v}{u} \frac{\cos \delta}{\sin^2 \delta} = d \frac{1}{\sin^2 \delta} \rightarrow \cos \delta = \frac{v}{u} \quad T = \frac{d}{u \sin \delta}$$



$$\sin \delta = \frac{\sqrt{u^2 - v^2}}{u} \rightarrow T = \frac{d}{u} \frac{u}{\sqrt{u^2 - v^2}}$$

$$T = \frac{d}{\sqrt{u^2 - v^2}}$$

Order: $v_1 = \frac{\sqrt{490 + (240)^2}}{192}$; $v_2 = \frac{\sqrt{490 + (240)^2}}{417}$

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:

$$d = 70 \text{ м}$$

$$L = 240 \text{ м}$$

$$T_1 = 192 \text{ с}$$

$$T_2 = 417 \text{ с}$$

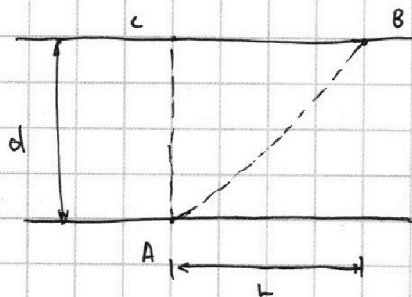
$$v_1 = ?$$

$$v_2 = ?$$

$$u = ?$$

$$T = ?$$

Решение:

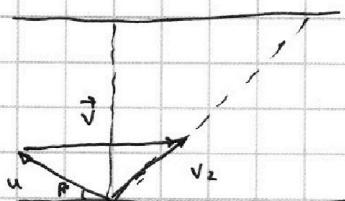
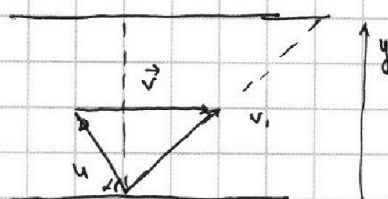


или для v_2 (по Закоу слож. скоростей)

$$1) |AB| = \sqrt{d^2 + L^2} \quad (\text{Теорема Пифагора})$$

$$2) v_1 = \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_1}; \quad v_2 = \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_2}$$

3) для v_1



5) В любом случае $u_y = 0$

$$u_y = \frac{d}{T}; \quad u_{y1} = \frac{d}{T_1}; \quad u_{y2} = \frac{d}{T_2}$$

$$u_{y1} T_1 = u_{y2} T_2$$

$$u \sin \alpha T_1 = u \sin \beta T_2$$

$$6) u_x = \frac{L}{T} \rightarrow \text{или } u \cos \alpha = \frac{L}{T}; \quad u \cos \beta = \frac{L}{T_2}$$

$$u \sin \alpha = \frac{d}{T_1}; \quad u \sin \beta = \frac{d}{T_2}$$

$$u \cos \beta = -\frac{L}{T_2} + v$$

$$u \sin \beta = \frac{d}{T_2}$$

$$u^2 \cos^2 \beta = \left(v - \frac{L}{T_2}\right)^2$$

$$u^2 \sin^2 \beta = \frac{d^2}{T_2^2}$$

$$u^2 (\cos^2 \beta + \sin^2 \beta) = \left(v - \frac{L}{T_2}\right)^2 + \frac{d^2}{T_2^2}$$

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

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

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

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

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

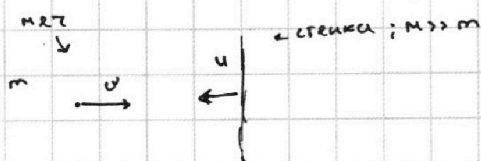
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

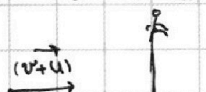
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Продолжение решения задачи (2).

Для начала рассмотрим такую ситуацию:



а) сидим в СО: стенка до:



до:



после: $(v+u) \rightarrow$ такая же
т.к. удар упругий.

б) выйдем из со: стенка в СО: произвольную:

$$\vec{V}_{\text{выс}} = \vec{V}_{\text{ст}} + \vec{V}_{\text{пер}} \rightarrow v' = v + u + u$$



10) вывод: если стенка движется со ск. u , то после удара
мяч приобретает скорость $v+2u$; используем это

Р

11) $d = s_2 - s_1$; $s_2 \rightarrow$ если стенка движется; $s_1 \rightarrow$ если нет.

$$d = (v_x + 2u) t_2 - v_x t_2 \quad (t_2 \rightarrow \text{не меняется, что } v_y \rightarrow \text{остается прежней})$$

$$d = (v_x + 2u - v_x) t_2 \rightarrow d = 2u t_2; \text{ из пункта 5} \quad n = \frac{t_1}{t_2} \rightarrow t_2 = \frac{1}{n} t_1$$

$$t_2 = 2 \frac{1}{1+n} t_0 = \frac{2}{1+n} \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$t_1 = \frac{2h \cdot n}{1+n}$$

$$d = 2u \cdot \frac{2}{1+n} \sqrt{\frac{2H}{g}} = u \frac{4}{1+n} \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$t_2 = \frac{1}{n} \cdot \frac{2t_0 \cdot n}{1+n} = \frac{2t_0}{1+n}$$

$$d = u \frac{4}{1+n} \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

Рассчитаем:

$$d = 8 \cdot \frac{4}{63} \sqrt{\frac{162 \cdot 2}{10}} = \frac{4}{3} \sqrt{\frac{32,4}{10}} \text{ (м)}; \quad h = 16,2 \cdot \frac{4 \cdot 5}{36g} = 16,2 \cdot \frac{5}{9} \text{ (м)}$$

$$h = \frac{16,2 \cdot 5}{9} \text{ (м)}; \quad t_1 = \frac{5}{63} \cdot 8 \sqrt{\frac{32,4}{10}} \text{ (с)} = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{32,4}{10}} \text{ (с)} \rightarrow t_1 = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{32,4}{10}} \text{ (с)}$$

$$\text{Ответ: } h = \frac{16,2 \cdot 5}{9} \text{ (м)}; \quad t_1 = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{32,4}{10}} \text{ (с)}; \quad d = \frac{4}{3} \sqrt{\frac{32,4}{10}} \text{ (м)}$$

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:

$u = 2 \text{ м}$

$H = 16,2 \text{ м}$

$n = 5$

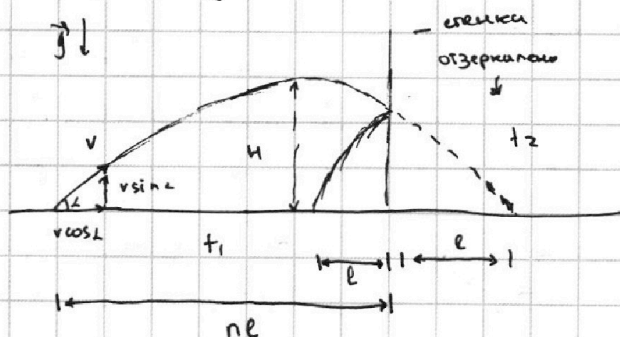
$h = ?$

$t_1 = ?$

$d = ?$

Решение

1) нарисуем рисунок происходящего:



$v_y - g t_0 = 0$

2) $v \sin \alpha - g t_0 = 0$

$t_0 = \frac{v \sin \alpha}{g}$

$t_0 \rightarrow$ половина времени полета

3) $H = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g}$

$v^2 \sin^2 \alpha = 2gH$

$v \sin \alpha = \sqrt{2gH}$

Тогда $t_0 = \frac{\sqrt{2gH}}{g}$

$t_0 = \sqrt{\frac{2H}{g}}$

4) $L = v \cos \alpha t_1$; $t_1 = 2t_0$

$L = v \cdot 2t_0 = v \cdot 2 \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}}$

5) $nL = v x t_1$; $l = v x t_2$; $t_1 + t_2 = 2t_0$

$\frac{nL}{l} = \frac{v x t_1}{v x t_2} \rightarrow n = \frac{t_1}{t_2} \rightarrow n t_2 = t_1$

$n(2t_0 - t_1) = t_1 \rightarrow 2n t_0 - n t_1 = t_1$

$2n t_0 = t_1(1+n)$

$t_1 = \frac{2t_0 \cdot n}{1+n}$

6) $v_y = t_0 \cdot g$

$v_y - g t_1 = v_y'$ (на высоте h)

ИЗБЖ:

$\frac{m v_y'^2}{2} = \frac{v_y'^2 m}{2} + m g h \rightarrow v_y'^2 = v_y^2 + 2g h \rightarrow \frac{v_y^2 - v_y'^2}{2g} = h$; $v_y'^2 = (v_y - g t_1)^2$

$h = \frac{v_y^2 - (v_y - g t_1)^2}{2g} = \frac{(v_y - v_y + g t_1)(v_y + v_y - g t_1)}{2g} = \frac{g t_1 (2v_y - g t_1)}{2g} = \frac{g t_1 (g t_0 \cdot 2 - g t_1)}{2g}$

$h = \frac{g^2 t_1 (2t_0 - t_1)}{2g} \rightarrow h = \frac{1}{2} g t_1 (2t_0 - \frac{2t_0 \cdot n}{1+n}) = \frac{1}{2} g \cdot \frac{2t_0 \cdot n}{1+n} \cdot 2t_0 (1 - \frac{n}{1+n})$

$h = \frac{1}{2} g \cdot \frac{n}{1+n} \cdot 2t_0^2 \cdot \frac{1+n-n}{1+n} \rightarrow h = 2g \cdot \frac{n}{1+n} \cdot \frac{2H}{g} \cdot \frac{1}{1+n} = 4 \frac{n}{(1+n)^2} \cdot H$

$h = H \frac{4n}{(1+n)^2}$

$t_1 = \frac{n}{1+n} \cdot 2 \sqrt{\frac{2H}{g}}$

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:

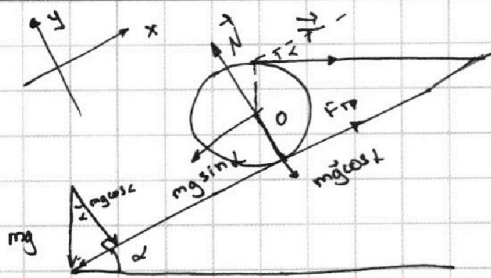
$$m = 3 \text{ кг}$$

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

$T = ?$

$F_{\text{тр}} = ?$

$N = ?$



1) Разобьем силу на шпр

2) Разложим mg на составляющие

3) Запишем правило моментов
отч. точки O: $TR = F_{\text{тр}} \cdot R$

$$T = F_{\text{тр}}$$

4) Запишем II закон Ньютона по оси OX!

$$-mg \sin \alpha + F_{\text{тр}} + T \cos \alpha = 0$$

$$mg \sin \alpha = F_{\text{тр}} + T \cos \alpha \xrightarrow{T = F_{\text{тр}}} \text{из пункта 3) } mg \sin \alpha = T + T \cos \alpha + mg \sin \alpha = T(1 + \cos \alpha)$$

$$T = \frac{mg \sin \alpha}{1 + \cos \alpha} \rightarrow F_{\text{тр}} = T = \frac{mg \sin \alpha}{1 + \cos \alpha}$$

$$5) F_{\text{тр}} \leq N \rightarrow N \geq \frac{F_{\text{тр}}}{\mu}$$

6) II закон Ньютона на ось OY!

$$-mg \cos \alpha + N - T \sin \alpha = 0 \rightarrow T \sin \alpha + mg \cos \alpha = N$$

$$7) N \geq \frac{F_{\text{тр}}}{\mu \sin \alpha + mg \cos \alpha}$$

$$N \geq \frac{T}{T \sin \alpha + mg \cos \alpha}$$

$$N \geq \frac{mg \sin \alpha}{(1 + \cos \alpha) \left(\frac{mg \sin \alpha}{1 + \cos \alpha} + mg \cos \alpha \right)}$$

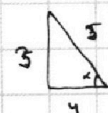
$$N \geq \frac{mg \sin \alpha}{mg (\sin^2 \alpha + \cos \alpha (1 + \cos \alpha))}$$

$$N \geq \frac{\sin \alpha}{\sin^2 \alpha + \cos \alpha (1 + \cos \alpha)}$$

$$N \geq \frac{mg \sin \alpha}{mg \sin^2 \alpha + mg \cos \alpha (1 + \cos \alpha)}$$

8) Расчет:

$$F_{\text{тр}} = T = 10 \frac{3 \text{ кг} \cdot 0,6}{1 + 0,8} = 10 \frac{1,8}{1,8} = 10 \text{ (Н)}$$



$$\mu \geq \frac{0,6}{0,36 + 1,44} \Rightarrow$$

$$\mu \geq \frac{0,6}{0,6^2 + 0,8(1 + 0,8)} = \frac{0,6}{0,36 + 1,8 \cdot 0,8} = \frac{0,6}{0,36 + 1,44}$$

$$\mu \geq \frac{0,6}{1,8} = \frac{1}{3} \rightarrow \text{Ответ: } F_{\text{тр}} = T = 10 \text{ Н} ; \mu \geq \frac{1}{3}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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



Дано:

$$t_0 = 14^\circ\text{C}$$

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

$$R = 20\ \Omega$$

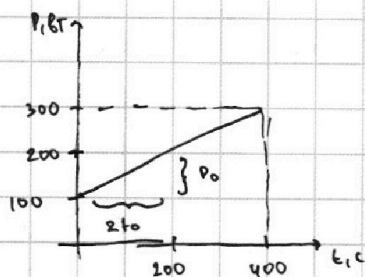
$$J = 5\text{ A}$$

$P(t)$ — график

$$P = 10^3 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$$

$$C = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Решение:



3) Найдём зависимость $P(t)$

$$P = P_0 + \frac{1}{2} \frac{P_0}{t_0} \cdot t \rightarrow P = P_0 + \frac{1}{2} \frac{P_0}{t_0} \cdot t ; P_0 = 100\text{ Вт} ; t_0 = 100\text{ с}$$

$$u) Q = cm \Delta t \rightarrow (P_H - P) T = cm(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0) \rightarrow (J^2 R - P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{t_0} \cdot T) T = cm(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0)$$

$$J^2 R - P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{t_0} T = \frac{cm(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0)}{T}$$

$$T^2 \frac{1}{2} \frac{P_0}{t_0} - (J^2 R - P_0) T + cm(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0) = 0$$

$$T = \frac{(J^2 R - P_0) \pm \sqrt{(J^2 R - P_0)^2 - 4 \cdot \frac{1}{2} \frac{P_0}{t_0} \cdot cm(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0)}}{2 \cdot \frac{1}{2} \frac{P_0}{t_0}} ; T = \frac{(J^2 R - P_0) \pm \sqrt{(J^2 R - P_0)^2 - 2 \frac{P_0}{t_0} cm \Delta t}}{P_0 \cdot t_0^{-1}}$$

$$T = \frac{(J^2 R - P_0) \pm \sqrt{(J^2 R - P_0)^2 - 2 \frac{P_0}{t_0} cm(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0)}}{P_0} \cdot t_0 ; p = \frac{m}{V} \rightarrow m = p \cdot V$$

$$T = \frac{(J^2 R - P_0) \pm \sqrt{(J^2 R - P_0)^2 - 2 \frac{P_0}{t_0} cm(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0)}}{P_0} \cdot t_0$$

$$P_H = 25 \cdot 20 = 500\text{ (Вт)}$$

$$T = \frac{(J^2 R - P_0) \pm \sqrt{(J^2 R - P_0)^2 - 2 \frac{P_0}{t_0} cm(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0)}}{P_0} \cdot t_0$$

$$T = \frac{400 \pm \sqrt{16 \cdot 10^4 - 2 \cdot \frac{1}{100} \cdot 1000 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 4200 \cdot 11}}{100} \cdot 100\text{ (с)}$$

$$T = \frac{400 \pm \sqrt{16 \cdot 10^4 - 168 \cdot 10^2 \cdot 11}}{1}\text{ (с)}$$

$$\text{Ответ: } P_H = 500\text{ (Вт)} ; T = 400 \pm \sqrt{16 \cdot 10^4 - 168 \cdot 10^2 \cdot 11}\text{ (с)}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



Дано:

$$R_1 = 200 \Omega$$

$$R_2 = 400 \Omega$$

Дано:

$$r = 200 \Omega$$

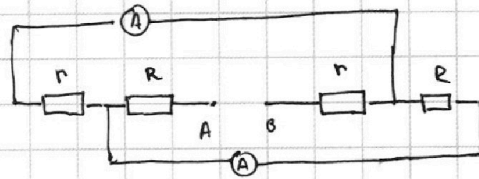
$$R = 400 \Omega$$

$$I_1 = 1 \text{ A}$$

$$I_2 = ?$$

$$U = ?$$

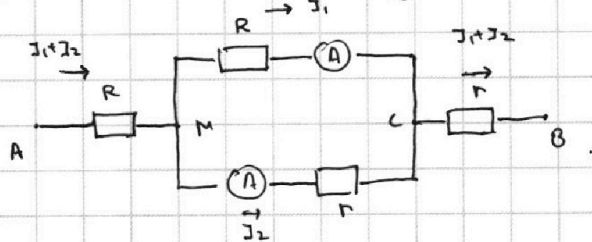
Решение:



В

1) Т.к. ~~в~~ условия задачи есть слово "меньше" (I_1), то цепь не симметрична относительно резисторами.

2) перерисуем в эквивалентную схему:



мкд

3) Т.к. в точках ~~разности~~ с/м разности потенциалов сохраняется, то

$$\Delta \varphi_m = I_1 R = I_2 r$$

$$I_1 R = I_2 r \rightarrow I_2 = I_1 \frac{R}{r}$$

$$I_2 = I_1 \frac{R}{r}$$

$$U = (I_1 + I_2)R + I_1 R + (I_1 + I_2)r$$

$$U = (I_1 + I_2)(R + r) + I_1 R \rightarrow U = \left(I_1 + I_1 \frac{R}{r}\right)(R + r) + I_1 R$$

$$U = I_1 \left(1 + \frac{R}{r}\right)(R + r) + I_1 R = I_1 \left(\frac{R + r}{r}(R + r) + R\right) = I_1 \left(\frac{(R + r)^2}{r} + R\right)$$

$$U = I_1 \left(\frac{(R + r)^2}{r} + R\right)$$

Рассчет: $I_2 = 1 \text{ A} \cdot \frac{400}{200} = 1 \text{ A} \cdot 2 = 2 \text{ A}.$

$$U = 3 \text{ A} \cdot 60 \Omega + 1 \text{ A} \cdot 40 \Omega$$

$$U = 180 \text{ В} + 40 \text{ В} = 220 \text{ В}.$$

Ответ: $I_2 = 2 \text{ A}$; $U = 220 \text{ В}.$

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. Порча QR-кода недопустима!



Дано:

$$d = 70 \text{ м}$$

$$L = 240 \text{ м}$$

$$T_1 = 192 \text{ с}$$

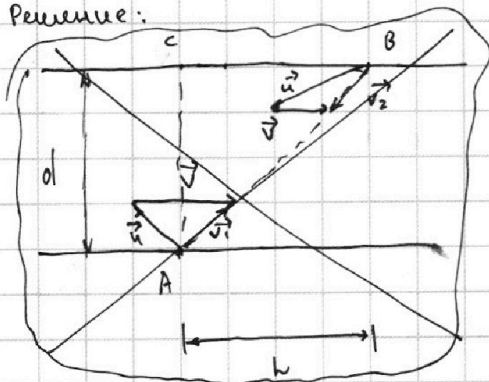
$$T_2 = 417 \text{ с}$$

$$v_1 = ?; v_2 = ?$$

$$u = ?$$

$$T = ?$$

Решение:



$$3) v_1 = \frac{|AB|}{T_1} = \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_1}$$

1) Закон сложения скоростей:

$$\vec{V}_{абс} = \vec{V}_{отн} + \vec{V}_{пер}$$

($\vec{V}_{абс}$ - абсолют. скор.; $\vec{V}_{отн}$ - отн. скорость; $\vec{V}_{пер}$ - переносная скорость.)

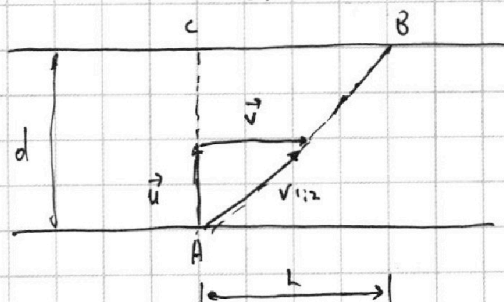
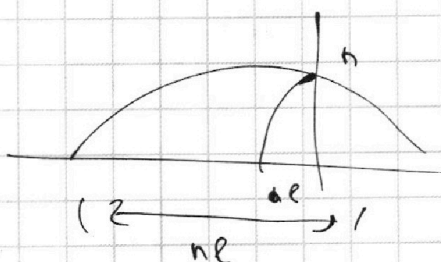
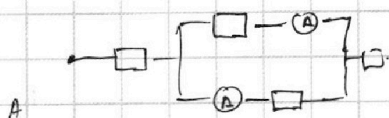
2) по теореме пифагора находим:

$$|AB| = \sqrt{d^2 + L^2}$$

4) Аналогично и со скоростью $v_2 \rightarrow v_2 = \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_2}$

5) В со: вода он движется по прямой

Черновик



$$nL = v_1 \cdot t_1$$

$$L = v_1 \cdot t_2$$

$$n = \frac{t_1}{t_2} \quad ; \quad t_1 + t_2 = 260$$

$$t_1 = 260 - t_2$$

$$n = \frac{260 - t_2}{t_2} \rightarrow nt_2 = 260 - t_2$$

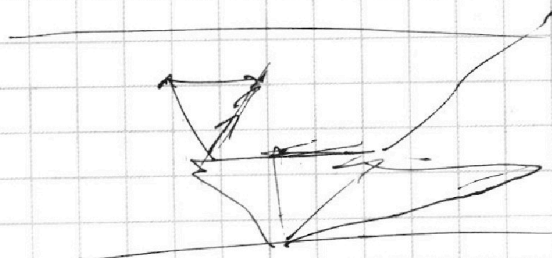
$$nt_2 + t_2 = 260$$

$$n = \frac{t_1}{t_2} \quad ; \quad t_2 + t_1 = 260$$

$$t_2 n = t_1 \rightarrow t_2 n = 260 - t_2$$

$$t_2 (1 + n) = 260$$

$$t_2 = \frac{260}{1 + n}$$





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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

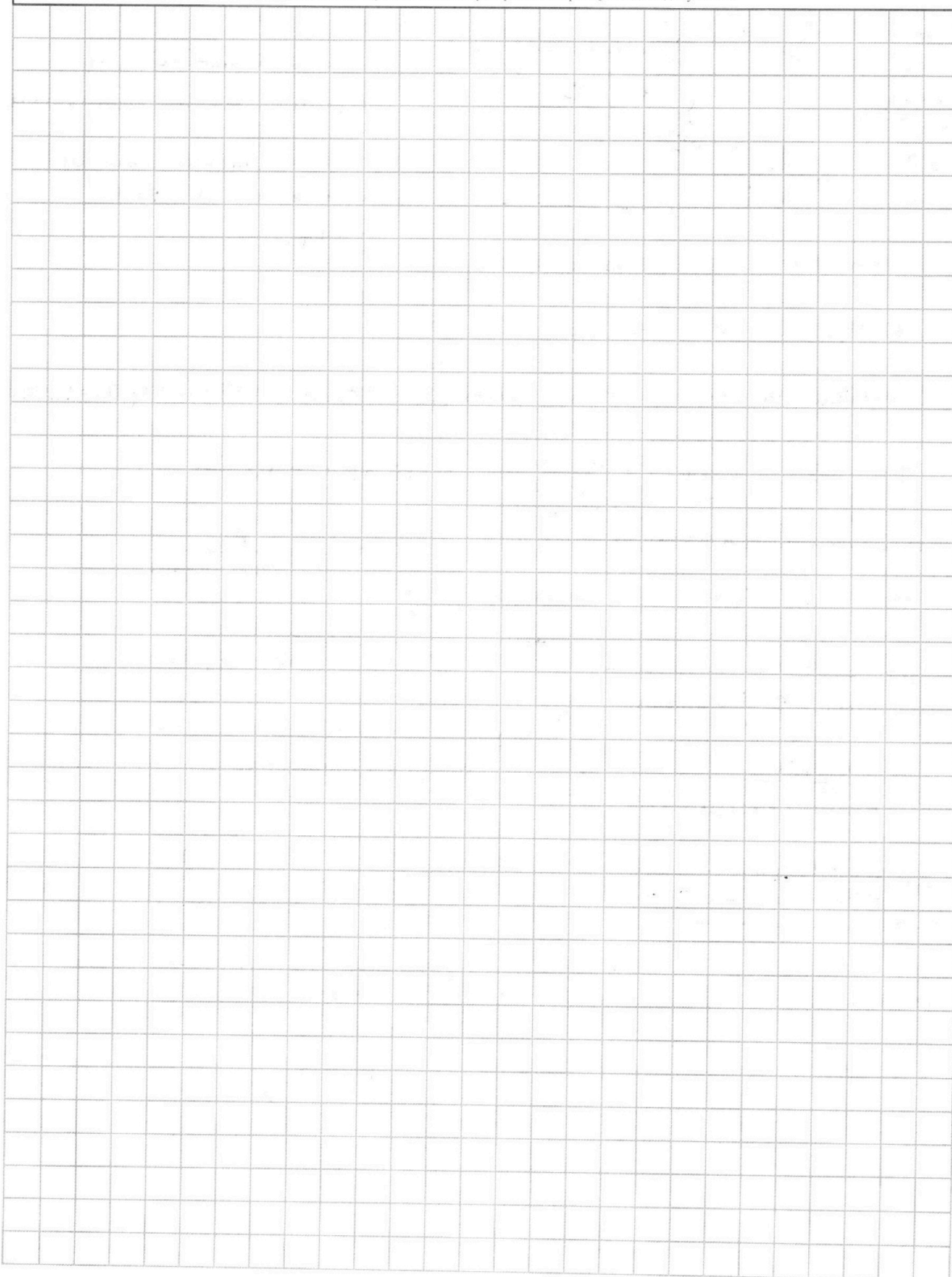
5
☐

6
☐

7
☐

 **МФТИ**

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



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:

$$d = 70 \text{ м}$$

$$L = 240 \text{ м}$$

$$T_1 = 192 \text{ с}$$

$$T_2 = 417 \text{ с}$$

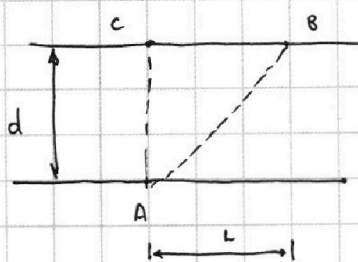
$$V_1 = ?$$

$$V_2 = ?$$

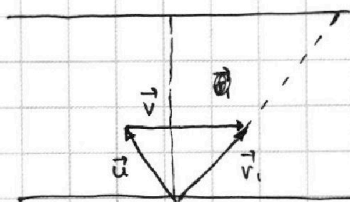
$$u = ?$$

$$T = ?$$

Решение:



Для V_1



именно такие рисунки (направление $\vec{V}$) так

$V_1 > V_2$, значит во втором случае

и как сильнее борется с потоком;

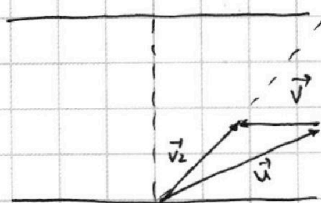
1) Найдем $|AB|$:

$$|AB| = \sqrt{d^2 + L^2} \quad (\text{Теорема Пифагора})$$

$$2) V_1 = \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_1}; \quad V_2 = \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_2}$$

3) Т.к. $u = \text{const}$; то в 1 и 2 случаях
направление вектора $\vec{V}$ меняется на
противоположное. (~~меняется~~ ~~тоже~~ ~~меняется~~)

Для V_2



Черновик

→ ?!

$$1,8 \cdot 0,8 = 1,8 \cdot 8 \cdot 10^{-1} \cdot 10^{-1}$$

$$1,8 \cdot 8 \cdot 10^{-2}$$

$$6$$

$$\frac{1,8}{1,44} \cdot 10^{-2} = 1,44$$

$$\frac{V}{u} \left(\frac{1}{\sin \alpha} \right)'$$

$$\frac{1}{\sin \alpha} \rightarrow \sin^{-1} \alpha = -1 \sin^2 \alpha \cdot \cos \alpha$$

$$\left(\frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} \right)' = \frac{-\sin^2 \alpha - \cos^2 \alpha}{\sin^2 \alpha} = -\frac{\cos \alpha}{\sin^2 \alpha}$$

$$\frac{-\sin \alpha \cdot \sin \alpha - \cos^2 \alpha}{\sin^2 \alpha} =$$

$$500^2 = 5 \cdot 5 \cdot 10^4 = 25 \cdot 10^4$$

$$25 \cdot 20 = 25 \cdot 2 \cdot 10 = 500$$

$$400^2 = 4 \cdot 4 \cdot 10^4 = 16 \cdot 10^4$$