

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 09-03

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

4. Брусек массой $M = 0,1$ кг изготовлен из материала, удельная теплоемкость c которого зависит от температуры t по закону, представленному на графике к задаче.

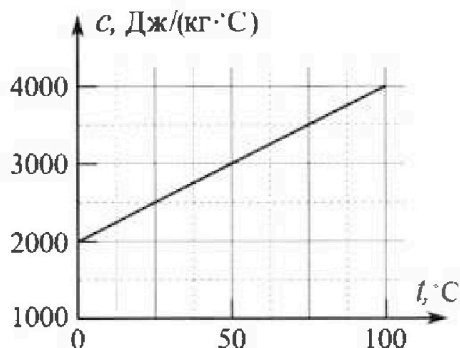
- 1) Какое количество Q теплоты следует подвести к бруску, чтобы увеличить температуру бруска от $t_0 = 0$ °C до $t_1 = 10$ °C?

Этот брусок помещают в калориметр, содержащий глицерин при температуре $t_2 = 78$ °C. Температура бруска $t_1 = 10$ °C, масса глицерина $m = 0,3$ кг.

В калориметре устанавливается тепловое равновесие.

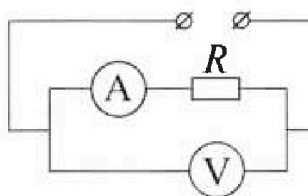
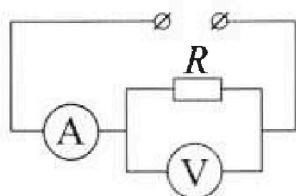
- 2) Найдите температуру t_3 в калориметре в равновесном состоянии.

В рассматриваемом диапазоне температур удельная теплоемкость глицерина $c_g = 2,5 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°C). Потери теплоты и теплоемкость калориметра считайте пренебрежимо малыми.



5. На рисунках к задаче приведены два варианта подключения амперметра и вольтметра для измерения силы тока через резистор сопротивлением R и напряжения на этом резисторе. При неизменном напряжении U источника показания вольтметра отличаются вдвое, а амперметра — в 1,5 раза.

- 1) Найдите сопротивление R_V вольтметра.
2) На каком из приборов: вольтметре или амперметре и в какой именно цепи рассеивается наименьшая мощность? Ответ подкрепите соответствующими вычислениями.
3) Найдите эту наименьшую мощность P_{MIN} .





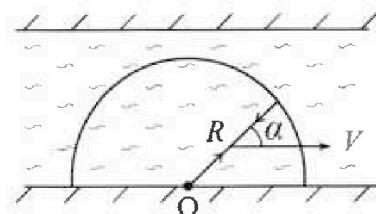
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 09-03

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



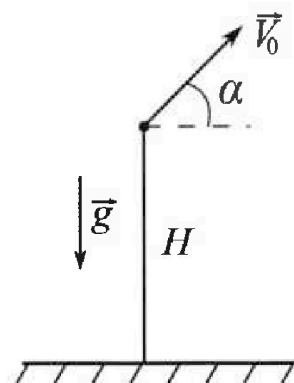
1. На реке отведена зона для безопасного плавания. Граница зоны – половина окружности радиуса $R = 100$ м, центр в точке O (см. рис.). В ходе заплывов по реке пловец каждый раз стартует в точке O , плывет по прямой до границы зоны, а затем по той же прямой возвращается в точку старта. В системе отсчета, связанной с водой, скорость $\vec{U}$ пловца одинакова по модулю $U = 1,5$ м/с при движении в любом направлении.



В первом заплыве пловец проплывает 100 м вниз по течению ($\vec{U} \uparrow \vec{V}$) и возвращается ($-\vec{U} \uparrow \vec{V}$) в точку старта. Время движения на второй половине дистанции в 5 раз больше, чем на первой.

- 1) Найдите скорость V течения реки.
- 2) Найдите продолжительность T заплыва, в котором вектор $\vec{V}$ скорости реки образует угол $\alpha = 45^\circ$ с прямой, по которой движется пловец (см. рис.),
- 3) За какое наименьшее время $T_{\min}$ пловец после старта в точке O может доплыть до границы зоны и вернуться в точку старта?

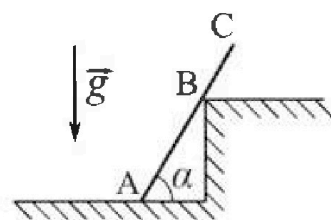
2. Камень брошен с башни высотой $H = 25,6$ м под углом α к горизонту, $\operatorname{tg} \alpha = 1,6$ (см. рис.). Последние по вертикали $h = 16$ м камень пролетел за время $\tau = 0,8$ с.



- 1) Через какое время t_1 после старта камень находился на максимальной высоте?
- 2) Найдите горизонтальное перемещение S камня за время полета.

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Все высоты отсчитываются от горизонтальной поверхности.

3. Однородный стержень опирается на шероховатый горизонтальный пол и гладкую ступеньку (см. рис). Стержень находится в покое. Масса стержня $m = 10$ кг. Точка B , где стержень касается ступеньки, делит длину стержня в отношении $AB/BC = 2$, угол $\alpha = 60^\circ$.



- 1) Найдите модуль P силы, с которой стержень действует на гладкую ступеньку.
- 2) При каких значениях коэффициента μ трения скольжения стержень будет находиться в покое? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

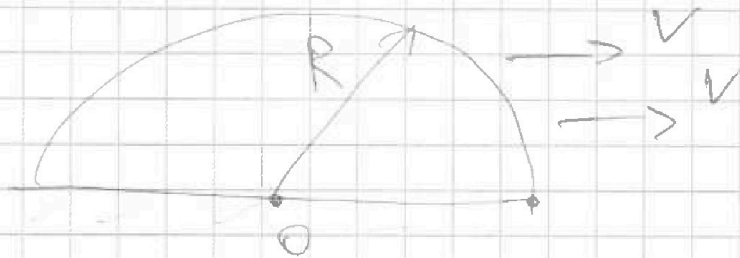
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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. Поря QR-кода недопустима!



1)] ок мым по теменю f . Тогда обратно
ок мым $5f$.

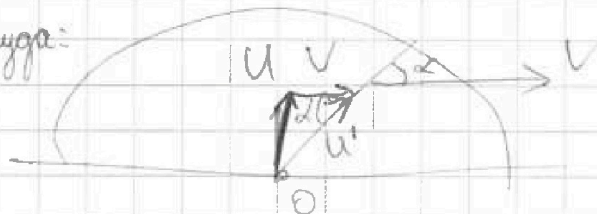
$$R = f(u + v) = 5f(u - v)$$

$$u + v = 5u - 5v$$

$$6v = 4u$$

$$v = \frac{4u}{6} = \frac{24}{3} = 1 \text{ мкс}$$

2) туга:



Запишем Т. Косинусов $u^2 = v^2 + u'^2 - 2vu' \cos \alpha$

$$u'^2 - u' \cdot \sqrt{2} \text{ мкс} + 1 \text{ мкс}^2 - 2 \cdot 25 \text{ мкс}^2 = 0$$

$$u'^2 - u' \sqrt{2} - 1,25 = 0$$

$$5u'^2 - u' 5\sqrt{2} - 4u'^2 - u' 4\sqrt{2} - 5 = 0$$

$$u' = \frac{4\sqrt{2} \pm \sqrt{32 + 80}}{8} = \frac{4\sqrt{2} \pm 4\sqrt{7}}{8}$$

выбираем "+", т.к. $u' > 0$. $u' = \frac{\sqrt{2} + \sqrt{7}}{2}$

$$T_{\text{туга}} = \frac{R}{u'} = \frac{2R}{(\sqrt{2} + \sqrt{7}) \text{ мкс}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

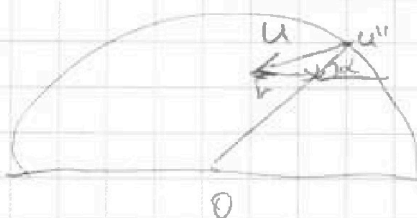
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

обратно:



запишем т. косинусов

$$u^2 = v^2 + u''^2 - 2u''v \cos(180^\circ - \alpha) = v^2 + u''^2 + 2u''v \cos \alpha$$

$$u''^2 + u'' \cdot \sqrt{2} \text{ м/с} + 1 \text{ м}^2/\text{с}^2 - 2,25 \text{ м}^2/\text{с}^2 = 0$$

$$u''^2 + u''\sqrt{2} - 1,25 = 0$$

$$4u''^2 + u''4\sqrt{2} - 5 = 0$$

$$u'' = \frac{-4\sqrt{2} \pm \sqrt{32 + 80}}{4}$$

опять знак "+", т.к. $u'' > 0$.

$$u'' = \frac{-4\sqrt{2} + 4\sqrt{7}}{4} = \frac{\sqrt{7} - \sqrt{2}}{1}$$

$$T_{\text{обратно}} = \frac{2R}{(\sqrt{7} - \sqrt{2}) \text{ м/с}}$$

$$T = T_{\text{туда}} + T_{\text{обратно}} = \frac{2R}{\text{м/с}} \left(\frac{1}{\sqrt{2} + \sqrt{7}} + \frac{1}{\sqrt{7} - \sqrt{2}} \right) =$$
$$= \frac{2R}{\text{м/с}} \cdot \frac{\sqrt{7} - \sqrt{2} + \sqrt{7} + \sqrt{2}}{7 - 2} = 200 \text{ с} \cdot \frac{2\sqrt{7}}{5} = 80\sqrt{7} \text{ с}$$

Чтобы найти $T_{\min}$, надо минимизировать

это $R \left(\frac{1}{u'} + \frac{1}{u''} \right)$, т.е. минимизировать $\left(\frac{1}{u'} + \frac{1}{u''} \right)$



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!

$$V_0 = \frac{8 \text{ м/с}}{\sin \alpha} = \frac{8}{\frac{4}{5}} \text{ м/с}$$



Время всего полета T . Тогда: $S = V_0 \cos \alpha T$

$$T = \frac{V_0 \sin \alpha}{g} + \frac{V_{2y}}{g} = \frac{V_0 \sin \alpha + V_{2y}}{g}$$

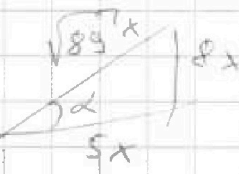
$$V_{2y} = V_{1y} + gT = 24 \text{ м/с}$$

$$T = \frac{8 \text{ м/с} + 24 \text{ м/с}}{g} = 3,2 \text{ с}$$

$$V_0 \cos \alpha = \frac{8}{\sin \alpha}$$

$$\cos \alpha = \frac{5}{\sqrt{89}}$$

$$\sin \alpha = \frac{8}{\sqrt{89}}$$



$$V_0 \cos \alpha = \frac{8}{\sin \alpha} = \frac{8}{\frac{8}{\sqrt{89}}} = \sqrt{89} \text{ м/с}$$

82

$$V_0 = \frac{8 \text{ м/с}}{\sin \alpha} = \frac{8}{\frac{8}{\sqrt{89}}} = \sqrt{89} \text{ м/с}$$

$$S = V_0 \cos \alpha T = \sqrt{89} \cdot \frac{5 \text{ м/с}}{\sqrt{89}} \cdot 3,2 \text{ с} = 5 \cdot 3,2 = 16 \text{ м}$$

Ответ: 1) $t = 0,8 \text{ с}$
2) $S = 16 \text{ м}$

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!



~~Нарисуем векторный треугольник скоростей~~



$$V_{1x} = V_0 \cos \alpha = V_1 \sin \beta \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \beta = \frac{V_0 \cos \alpha}{V_1}$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{V_1^2}} = \sqrt{\frac{V_1^2 - V_0^2 \cos^2 \alpha}{V_1^2}}$$

$$h = V_1 \cos \beta T + \frac{gT^2}{2}$$

$$V_1 \cos \beta = \frac{h - \frac{gT^2}{2}}{T} = \sqrt{V_1^2 - V_0^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$= \sqrt{V_1^2 - V_1 V_0 \cos \alpha} = \frac{16 - \frac{10 \cdot 0,64}{2}}{0,8} \text{ м/с} = \frac{16 - 3,2}{0,8} =$$

$$= 20 - 4 = 16 \text{ м/с}$$

$$V_0^2 + 2g(H-h) = \sqrt{V_0^2 + 2g(H-h)} \cdot V_0 \cos \alpha =$$

$$h = V_{1y} T + \frac{gT^2}{2} \Rightarrow V_{1y} = \frac{h - \frac{gT^2}{2}}{T} = 16 \text{ м/с}$$

$$V_{2y} = V_{1y} + gT \quad V_{2x} = V_0 \cos \alpha$$

$$V_2^2 = V_{2y}^2 + V_{2x}^2 = (V_{1y} + gT)^2 + V_0^2 \cos^2 \alpha =$$

$$= (24 \text{ м/с})^2 + V_0^2 \cos^2 \alpha = V_0^2 + 2gH = V_0^2 + 512 \text{ м}^2/\text{с}^2$$

$$V_0^2 (1 - \cos^2 \alpha) = V_0^2 \sin^2 \alpha = 24^2 - 512 =$$

$$= 576 - 512 = 64 \text{ м}^2/\text{с}^2 \Rightarrow V_0 \sin \alpha = \sqrt{64 \text{ м}^2/\text{с}^2} = 8 \text{ м/с}$$

$$t = \frac{8 \text{ м/с}}{g} = \frac{8}{10} \text{ с} = 0,8 \text{ с}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

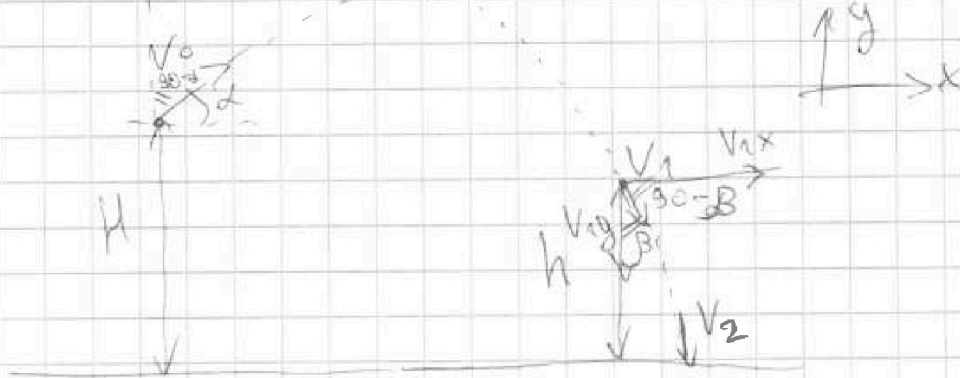
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

масса камня - m . $V_0 \cos \alpha$



$$t_1 = \frac{V_0 \cos(90^\circ - \alpha)}{g} = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$$

Горизонтальная составляющая постоянна и
равна $V_0 \cos \alpha$.

На камень действует только сила тяжести $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ выполняется ЗСЭ.

$$\frac{m V_0^2}{2} + mgH = \frac{m V_1^2}{2} + mgh$$

$$V_1^2 = V_0^2 + 2g(H-h)$$

$$V_1^2 = V_{1x}^2 + V_{1y}^2 \quad V_{1x} = V_0 \cos \alpha \Rightarrow V_{1y} = V_1 \sin \beta$$

$$V_{1y} = V_1 \cos \beta$$

$$V_1^2 = V_{1x}^2 + V_{1y}^2 \quad V_{1x} = V_0 \cos \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{1y}^2 = V_0^2 + 2g(H-h) - V_0^2 \cos^2 \alpha =$$

$$\frac{m V_0^2}{2} + mgH = \frac{m V_2^2}{2}$$

$$V_2^2 = V_0^2 + 2gH$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

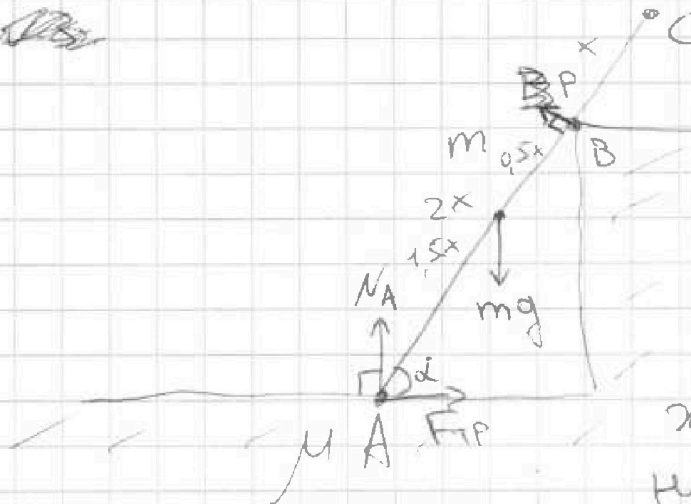
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

Решение



Расставим силы.

$F_{тр}$ вправо, т.к. стержень пытается соскочить влево.

$\square BC = x \Rightarrow AB = 2x$. Стержень однородный $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ его ц.м. посередине. Ступенька гладкая $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ там трения нет. Система в равновесии $\Rightarrow$
 $\Rightarrow \sum \vec{M} = 0$ отн. любой точки. Возьмем правило моментов отн. т. А. В ней плечи N_A и $F_{тр} = 0$.

$$mg \cdot 1,5x \cdot \cos \alpha = R \cdot 2x \quad R - \text{перпендикулярно стержню}$$

$$R = \frac{mg \cdot 1,5x \cdot \cos \alpha}{2x} = \frac{3mg \cos \alpha}{4} = \frac{3}{4} \cdot 10 \cdot 10 \cdot \frac{4}{5} =$$

$$= \frac{300}{8} = \frac{150}{4} = \frac{75}{2} \text{ Н.}$$

Найдём знат. μ , при которых будет равновесие.
 Будем рассматривать случай, когда стержень почти соскальзывает $\Rightarrow F_{тр} \approx \mu N_A$. Найдём значение μ и понято, что все значения, которые больше этого будут подходить тоже.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

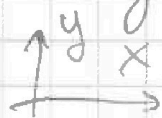
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

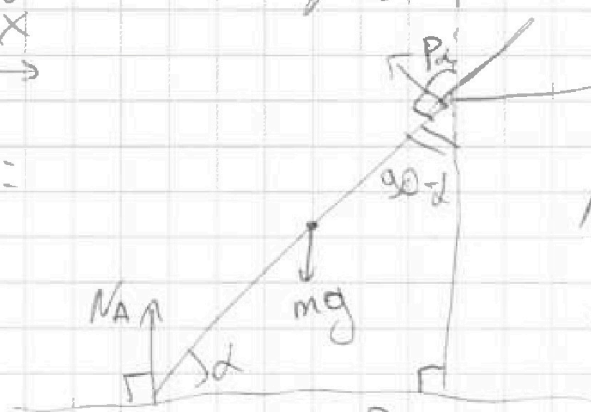
МФТИ

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

Запишем 2 ~~уравнения~~ равенства сил (на вертикальную ось и горизонтальную)



$\Sigma F_y =$

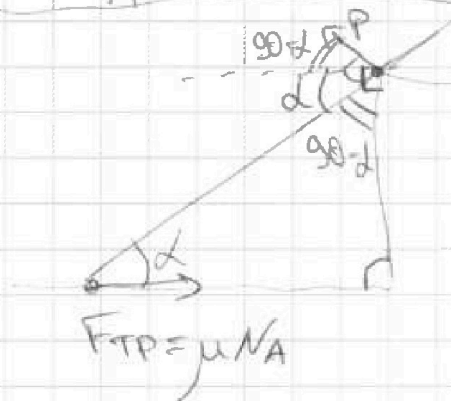


$$N_A + P \cos \alpha - mg = 0$$

$$N_A + P \cos \alpha = mg$$

$$N_A = mg - P \cos \alpha$$

$\Sigma F_x =$



$$F_{TP} - P \cos(90^\circ - \alpha) = 0$$

$$\mu N_A = P \sin \alpha$$

$$N_A = \frac{P \sin \alpha}{\mu}$$

$$N_A \text{ одно и то же} \Rightarrow N_A = \frac{P \sin \alpha}{\mu} = mg - P \cos \alpha$$

$$\mu = \frac{P \sin \alpha}{mg - P \cos \alpha} = \frac{\frac{75}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{100 - \frac{75}{2} \cdot \frac{1}{2}} = \frac{75\sqrt{3}}{4(100 - \frac{75}{4})} =$$

$$= \frac{75\sqrt{3}}{400 - 75} = \frac{75\sqrt{3}}{325} = \frac{15\sqrt{3}}{65} = \frac{3\sqrt{3}}{13} \approx 0.39$$

мин. значение $\Rightarrow$ все большие подходят

Ответ: 1) $P = \frac{75}{2} \text{ Н}$

2) $\mu \geq \frac{3\sqrt{3}}{13}$



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!

$$t_3^2 + 940t_3 - 60500 = 0$$

$$t_3 = \frac{-940 \pm \sqrt{940^2 + 4 \cdot 60500}}{2}$$

знак "+", т.к. $t_3 \geq 0$

$$t_3 = \frac{-940 + \sqrt{8836 + 4 \cdot 60500}}{2}$$

Ответ: 1) 2100 Дж

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!



$$t_3 = \frac{-950 \pm \sqrt{950^2 + 4 \cdot 242400}}{2}$$

выбираем "+", т.к. $t_3 \geq 0$

$$\sqrt{950^2 + 4 \cdot 242400} = 10 \sqrt{9025 + 4 \cdot 2424}$$

2) ~~на~~ найдем тепло на нагрев бруска Q.
Это площадь под графиком ^{от момента t_1} t_3 умноженная на M.

$$m C_r (t_2 - t_3) = M \cdot \frac{4000 + k t_3}{2} \cdot t_3$$

поскольку убрали
размерности

$$m C_r t_2 - m C_r t_3 = 200 t_3 + t_3^2$$

— площадь
трапеции

$$t_3^2 + t_3(200 + 750) - m C_r t_2 = 0$$

$$t_3^2 + 950 t_3 - 58500 = 0$$

$$t_3 = \frac{-950 \pm \sqrt{950^2 + 4 \cdot 58500}}{2}$$

выбираем "+", т.к. $t_3 \geq 0$

$$t_3 = \frac{-950 + 10 \sqrt{9025 + 2 \cdot 340}}{2}$$

поскольку убрали
размерности

$$\begin{aligned} m C_r (t_2 - t_3) &= M \cdot \frac{4200 + k(t_3 - t_1)}{2} \cdot (t_3 - t_1) = \\ &= 240 t_3 - 2400 + t_3^2 - 20 t_3 + 100 = t_3^2 + 190 t_3 - 2000 \\ t_3^2 + t_3(190 + 750) - 2000 - 58500 &= 0 \end{aligned}$$

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!



$$C_{cp} = \frac{C_{нат.} + C_{кан.}}{2}$$

$$C_{нат.} = 2200 \frac{\text{лме}}{\text{кг} \cdot \text{с}} \quad 2000 + k \cdot t_1 = 2200 \frac{\text{лме}}{\text{кг} \cdot \text{с}}$$

$$C_{кан.} = C_{нат.} + k(t_3 - t_1) = 2200 + 20$$

$$= 2200 \frac{\text{лме}}{\text{кг} \cdot \text{с}} + \frac{20 \text{ лме}}{\text{кг} \cdot \text{с}^2} \cdot (t_3 - t_1)$$

$$m_{CT} t_2 - m_{CT} t_3 = M C_{cp} t_3 - M C_{cp} t_1 \approx$$

$$t_3 = \frac{m_{CT} t_2 + M C_{cp} t_1}{m_{CT} + M C_{cp}}$$

$$= M t_3 \cdot \frac{4400 \frac{\text{лме}}{\text{кг} \cdot \text{с}}}{2} +$$

Тогда это уберём разность

$$m_{CT} t_2 - m_{CT} t_3 = M t_3 \cdot \frac{4400 + 20(t_3 - t_1)}{2} -$$

$$- M t_1 \cdot \frac{4400 + 20(t_3 - t_1)}{2} = M t_3 \cdot \frac{4400 - 200 + 20 t_3}{2} -$$

$$- M t_1 \cdot \frac{4400 - 200 + 20 t_3}{2} = M t_3 (2100 + 10 t_3) -$$

$$- M t_1 (2100 + 10 t_3) = 2100 M t_3 + 10 M t_3^2 -$$

$$- 2100 M t_1 - 10 M t_1 t_3$$

$$10 M t_3^2 + t_3 (2100 M - 10 M t_1 + m_{CT}) - 2100 M t_1 -$$

$$t_3^2 + t_3 \cdot 950 - 242400 = 0$$

$$- m_{CT} t_2 = 0$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу

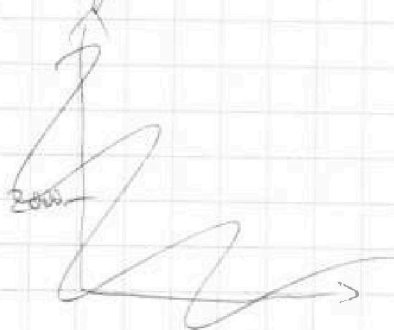
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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. Поря QR-кода недопустима!

1) Найдём теплёмкость бруска, которую надо нагреть. Для этого посчитали площадь под графиком (в задаче) до момента, когда $t = t_1 = 10^\circ\text{C}$



1) Найдём теплёмкость бруска, которая нагревается. Удельная теплёмкость растёт линейно, значит мы можем

взять среднюю уд. теплёмкость $C_{\text{ср.}} = \frac{C_{\text{нач.}} + C_{\text{кон.}}}{2}$

$$C_{\text{нач.}} = 2000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \quad C_{\text{кон.}} = 2000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} + k \cdot (t_1 - t_0) \text{ где}$$

$$k - \text{коэф. наклона графика. } k = \frac{2000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}}{100^\circ\text{C}} =$$

$$= 20 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}^2}$$

$$C_{\text{кон.}} = 2000 + 200 = 2200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$C_{\text{ср.}} = \frac{2000 + 2200}{2} = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$Q = M \cdot C_{\text{ср.}} \cdot t_1 = 2100 \text{ Дж}$$

2) Запишем уравнение теплового баланса $t_3 < t_2$ $m \cdot C_{\text{г}} (t_2 - t_3) = M \cdot C_{\text{ср.}} (t_3 - t_1)$

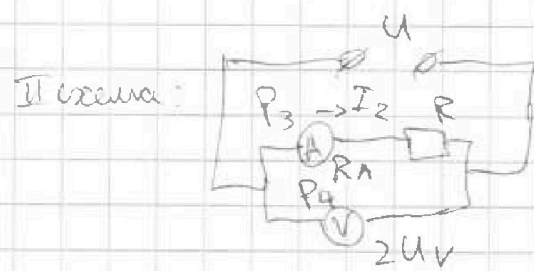
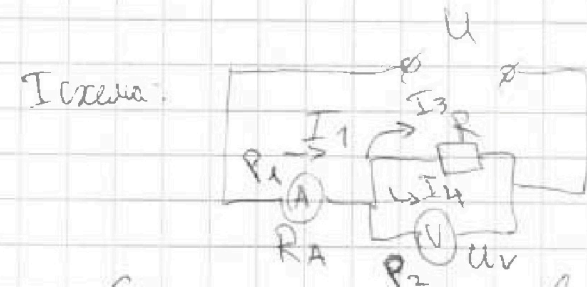
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



Если показания вольтметра отличаются в 2 раза, то большее на II схеме, т.к. в ней есть только параллельное соединение $\Rightarrow$ на вольтметре ~~будет~~ напряжение такое же как ~~на~~ у батарейки (U), а в I схеме часть напряжения падает на амперметре, т.к. он не включен парал. к вольтметру.

Теперь разберемся с показаниями амперметра. Анализируя показания вольтметров, мы поняли, что $2U_v = U \Rightarrow$ т.к. в I схеме на парал. соединении падение напряжения $- U_v$, то на амперметре будет $2U_v - U_v = U_v$. Тогда

$$R_A \cdot I_1 = U_v, \quad R_A \cdot I_2 = 2U_v - R \cdot I_2$$

$$R_A \cdot \frac{U_v}{I_1} = U_v = \frac{I_2}{I_1} (2U_v - R \cdot I_2)$$

$$I_1 = \frac{2U_v}{R_A + \frac{R \cdot R_v}{R + R_v}}, \quad I_2 = \frac{2U_v}{R_A + R} \quad \text{при парал.}$$

соединении второе сопротивление меньше любого $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{R \cdot R_v}{R + R_v} < R \Rightarrow R_A + \frac{R \cdot R_v}{R + R_v} < R_A + R \Rightarrow I_1 > I_2.$$

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. Печать QR-кода недопустима!

Тогда $I_1 = 1,5 I_2$

~~$I_1 \cdot \frac{R + R_V}{R + R_V} = U_V$~~ $I_1 \cdot R_A = U_V = 1,5 I_2 R_A$

$I_2 (R_A + R) = 2 U_V \Rightarrow I_2 R_A + I_2 R =$

$= \frac{2 U_V}{3} + I_2 R \Rightarrow I_2 R = \frac{4 U_V}{3}$

$I_2 = \frac{4 U_V}{3 R}$

$R_A = \frac{U_V}{1,5 \cdot \frac{4 U_V}{3 R}} = \frac{3 R}{6} = \frac{R}{2}$

$I_3 R = I_4 R_V$

$\frac{I_3}{I_4} = \frac{R_V}{R} \quad I_3 + I_4 = I_4 \left(1 + \frac{R_V}{R} \right) = I_1 = \frac{U_V}{R_A} = \frac{2 U_V}{R}$

~~I_4~~ $I_4 = \frac{U_V}{R_V}$

$\frac{U_V}{R_V} + \frac{U_V}{R_V} \cdot \frac{R_V}{R} = \frac{2 U_V}{R}$

$\frac{1}{R_V} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$

$\frac{1}{R_V} = \frac{1}{R} \Rightarrow R_V = R \Rightarrow I_3 = I_4 = \frac{I_1}{2}$

$P = I U = I^2 R = \frac{U^2}{R}$

$P_1 = U_V \cdot I_1 =$

~~$= \frac{4 I_1^2}{3} \left(\frac{2 I_1}{3} \right)^2 \cdot \frac{R}{2}$~~

~~$P_2 = U_V \cdot \frac{I_1}{2}$~~

$P_3 = I_2^2 \cdot R_A =$

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!



$$P_1 = I_1^2 \cdot R_A = I_1^2 \cdot \frac{R}{2} \quad P_2 = I_4^2 \cdot R_V = \frac{I_1^2}{4} \cdot R$$

$$P_3 = I_2^2 \cdot R_A = \frac{4I_1^2}{9} \cdot \frac{R}{2} = I_1^2 R \cdot \frac{2}{9}$$

$$P_4 = \frac{4U_V^2}{R_V} = \frac{4U_V^2}{R} \quad U_V = I_1 R_A = I_1 \frac{R}{2}$$

$$P_4 = \frac{4}{R} \cdot \frac{I_1^2 \cdot R^2}{4} = I_1^2 R$$

Видно, что P_4 — больше всех $\Rightarrow P_4 = P_{\min}$

~~$$P_{\min} = I_1^2 R \cdot I_1 = \frac{U_V}{R_A} = \frac{\frac{U}{2}}{\frac{R}{2}} = \frac{U}{R}$$~~

~~$$P_{\min} = \frac{U^2}{R^2} \cdot R = \frac{U^2}{R}$$~~

Ответ: 1) $R_V = R$

2)

Видно, что P_3 — меньше всех, т.к. $\frac{2}{9} < \frac{1}{4} < \frac{1}{2} < 1$.

Значит $P_{\min} = P_3 = \frac{2}{9} \cdot R \cdot I_1^2 \cdot I_1 = \frac{U_V}{R_A} = \frac{\frac{U}{2}}{\frac{R}{2}}$

$$P_{\min} = \frac{2}{9} \cdot R \cdot \frac{U^2}{R^2} = \frac{2U^2}{9R} \quad = \frac{U}{R}$$

Ответ: 1) $R_V = R$

2) на амперметре во II цепи

3) $P_{\min} = \frac{2U^2}{9R}$



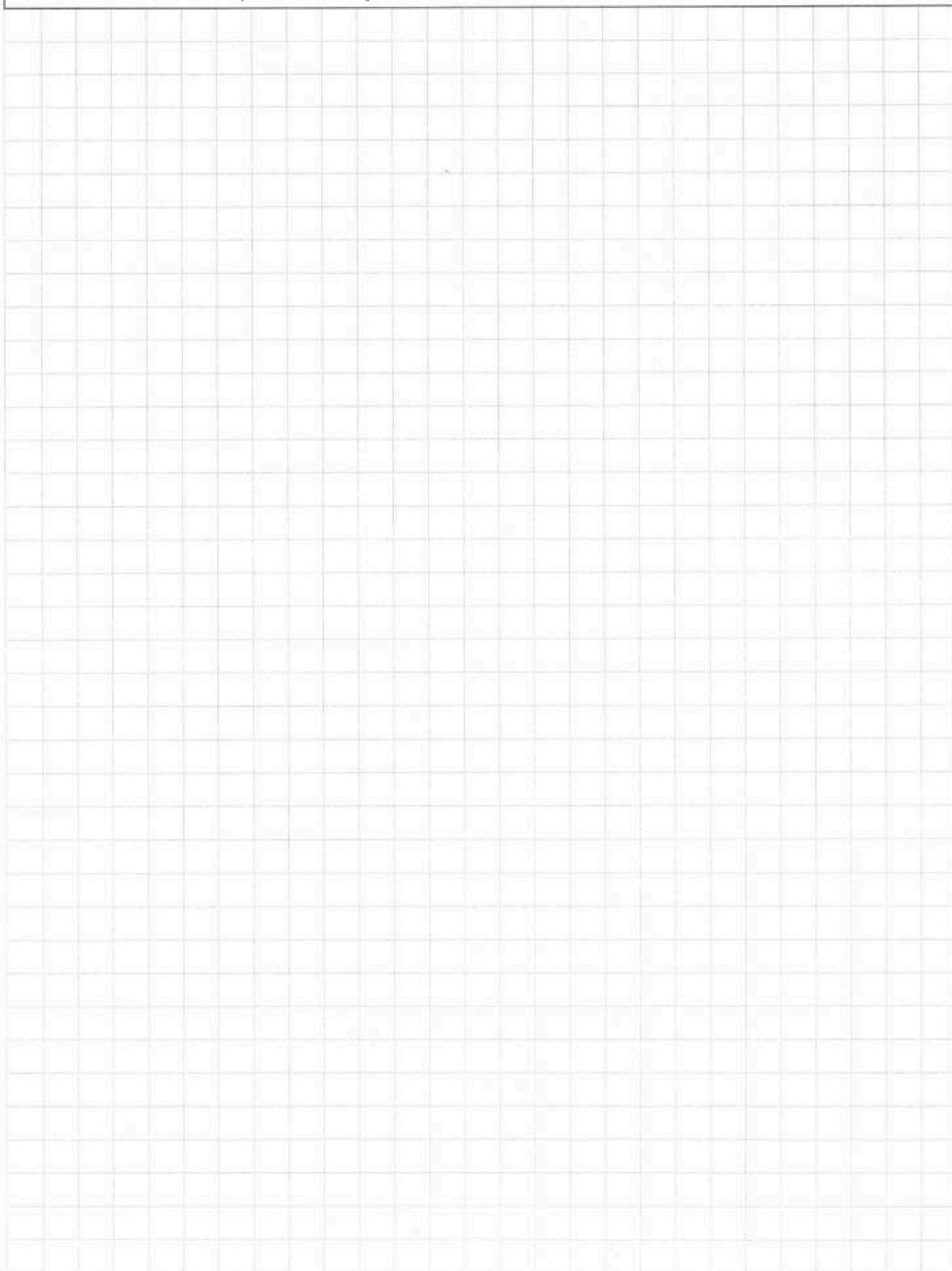
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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 solution for a physics problem involving a spring and a pendulum.

Spring part:

$$I_2 = 1.5$$

$$u' + u'' = R \left(\frac{1}{u'} + \frac{1}{u''} \right) = R$$

$$\frac{1}{u'} = k - \frac{1}{u''}$$

$$1.5 \cdot 2u'' = R \cdot I_2$$

$$0.5u'' = R \cdot I_2$$

$$u'' = \frac{2I_2 R}{1}$$

$$I_2 = \frac{2I_2 R}{3} \Rightarrow I_1 = \frac{2I_2}{3} = \frac{2u''}{3R} = \frac{u''}{1.5R}$$

$$I_1 = 1.5$$

$$u'(ku'' - 1) = u''$$

$$9025 + 4 \cdot 585 = 3R = P_A$$

$$\frac{2}{3} u'' = 2u'' - I_2 R = 5(1805 + 4 \cdot 117)$$

$$u''(u'k - 1) = u'$$

$$I_2 R = \frac{4}{3} u''$$

$$2u'' = 4I_2 R$$

$$u'' = 2I_2 R$$

$$I_2 = \frac{2u''}{3R}$$

$$I_1 = \frac{2u''}{R \cdot R_V}$$

$$I_2 = \frac{2u''}{R \cdot R_V}$$

$$11365$$

$$\frac{128}{8} = \frac{128}{8} = \frac{64}{4} = 16$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{1.5} = \frac{2}{3}$$

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{5}}{3}$$

$$h = VT + \frac{gT^2}{2}$$

$$VT = 16 - \frac{10}{2} \cdot 0.64 = 16 - 3.2 = 12.8$$

$$V = \frac{128}{8} = 16 = V_{iy}$$

$$(V_{iy} + gT)^2 + V_0 \cos^2 \alpha = V_0^2 + 2gH = V_0^2 \cos^2 \alpha + 24$$

$$24 \cdot 24 = (25 - 1)^2 = 625 - 50 + 1 = 576$$

$$M \cdot \frac{4000 + k \cdot l_3}{2} = M \cdot \frac{4000 + k \cdot l_3}{2}$$

$$k = \frac{2000}{100} = 20 \frac{\text{Jm}}{\text{m} \cdot \text{r}^2}$$

$$210 - 10 + 750 = 950 = 13 \cdot 200 + l_3^2$$

$$210 \cdot 60 = 2100$$

$$2100 + 750 \cdot 78$$