



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 09-03



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

4. Бруск 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 бруски, чтобы увеличить температуру бруска от $t_0 = 0$ °C до $t_1 = 10$ °C?

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

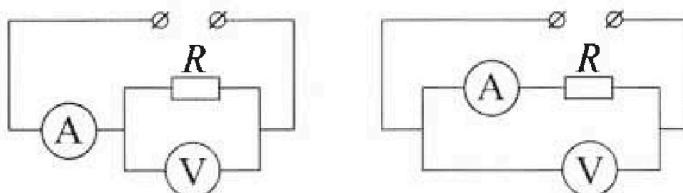
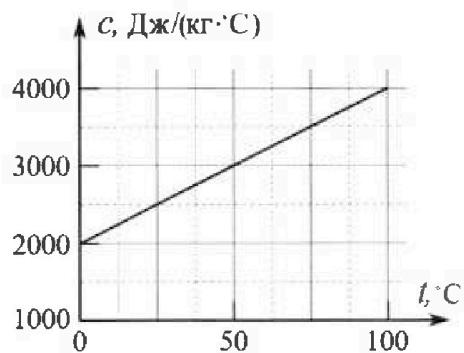
В калориметре устанавливается тепловое равновесие.

- 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} .





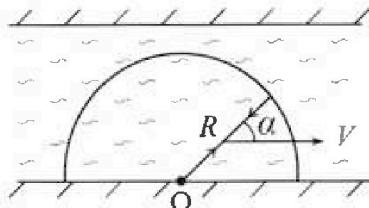
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 09-03



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

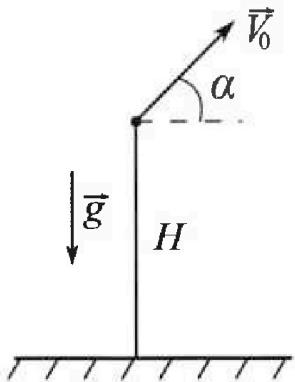
1. На реке отведена зона для безопасного плавания. Граница зоны – половина окружности радиуса $R = 100$ м, центр в точке О (см. рис.). В ходе заплывов по реке пловец каждый раз стартует в точке О, плывет по прямой до границы зоны, а затем по той же прямой возвращается в точку старта. В системе отсчета, 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 ($\vec{U} \uparrow\downarrow \vec{V}$) и возвращается ($-\vec{U} \uparrow\downarrow \vec{V}$) 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 О может доплыть до границы зоны и вернуться в точку старта?

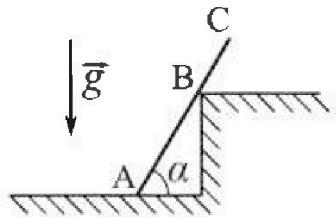
2. Камень брошен с башни высотой $H = 25,6$ м под углом α к горизонту, $\operatorname{tg} \alpha = 1,6$ (см. рис.). Последние по вертикали $h = 16$ м камень пролетел за время $\tau = 0,8$ с.



- 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 пре-небрежимо мало. Все высоты отсчитываются от горизонтальной поверхно-сти.

3. Однородный стержень опирается на шероховатый горизонтальный пол и гладкую ступеньку (см. рис.). Стержень находится в покое. Масса стержня $m = 10$ кг. Точка В, 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.

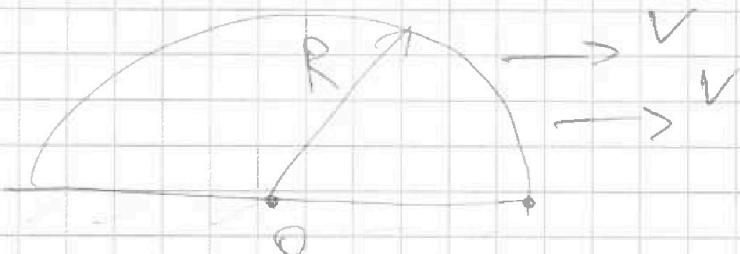
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

МФТИ.



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



1) Закон движения по траектории f . Тогда обратно
от путь Sf .

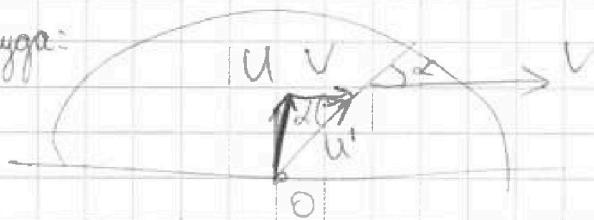
$$R = f(u + v) = Sf(u - v)$$

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

$$6v = 4u$$

$$v = \frac{4u}{6} = \frac{2u}{3} = 1.11u$$

2) myga:



Запишем Т. Косинусов $u^2 = v^2 + u'^2 - 2vu' \cos 120^\circ$

$$u^2 - u' \cdot \sqrt{2}u'c - (u'c)^2 - 2,25(u'c)^2 = 0$$

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

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

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

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

$$Т. myga = \frac{R}{u'} = \frac{2R}{(\sqrt{2} + \sqrt{7})u}$$



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 checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

ЛМФТИ.

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

$$U^2 = V^2 + U''^2 - 2U''V \cos(180^\circ - \alpha) = V^2 + U''^2 + 2U''V \cos \alpha$$

$$U''^2 + U'' \cdot \sqrt{2} \omega c + l \omega^2 c^2 - 2.25 \omega^2 c^2 = 0$$

$$U''^2 + U'' \sqrt{2} \omega c - 1.25 \omega^2 c^2 = 0$$

$$4U''^2 + U'' \cdot 4\sqrt{2} \omega c - 5 = 0$$

$$U'' = \frac{-4\sqrt{2} \pm \sqrt{32 + 80}}{8}$$

справа знак "+", m.k. $U'' > 0$.

$$U'' = \frac{-4\sqrt{2} + 4\sqrt{7}}{8} = \frac{\sqrt{7} - \sqrt{2}}{2}$$

$$T_{\text{образно}} = \frac{2R}{(\sqrt{7} - \sqrt{2}) \omega c}$$

$$T = T_{\text{рыба}} + T_{\text{образно}} = \frac{2R}{\omega c} \left(\frac{1}{\sqrt{2} + \sqrt{7}} + \frac{1}{\sqrt{7} - \sqrt{2}} \right) =$$

$$= \frac{2R}{\omega c} \cdot \frac{\sqrt{7} - \sqrt{2} + \sqrt{7} + \sqrt{2}}{7 - 2} = 200c \cdot \frac{2\sqrt{7}}{5} = 80\sqrt{7}c$$

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 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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!

$$V_0 = \sqrt{89} \text{ м/c}$$

$$\frac{1}{2} g t^2 = 8 \text{ м}$$

1) время всего полета T . Тогда $S = V_0 \cos \alpha T$

$$T = \frac{V_0 \sin \alpha}{g} + \frac{V_2 y}{g} = \frac{V_0 \sin \alpha + V_2 y}{g}$$

$$V_2 y = V_{2y} + g t = 24 \text{ м/c}$$

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

$$V_0 \cos \alpha = \frac{5}{\sqrt{89}} \quad \cos \alpha = \frac{5}{\sqrt{89}} \quad \sin \alpha = \frac{8}{\sqrt{89}} \quad V_0 \sin \alpha =$$

$$V_0 \cos \alpha = \sqrt{\frac{V_0^2 - V_2^2}{2}} \quad V_0 \sin \alpha = \sqrt{V_0^2 - V_2^2}$$

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

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

$$\text{Ответ: 1) } t = 0,8 \text{ с}$$

$$2) S = 16 \text{ м}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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!

Картически второй треугольник скоростей

$$\begin{array}{c} V_1 \rightarrow \\ V_2 \rightarrow \\ g \downarrow \\ h = V_1 \cos \beta T + \frac{gT^2}{2} \end{array}$$

$$\begin{aligned} V_{1x} &= V_0 \cos \alpha = V_1 \sin \beta \Rightarrow \\ \Rightarrow \sin \beta &= \frac{V_0}{V_1} \cos \alpha \\ \cos \beta &= \sqrt{1 - \frac{V_0 \cos \alpha}{V_1}} = \\ &= \sqrt{\frac{V_1 - V_0 \cos \alpha}{V_1}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_1 \cos \beta &= \frac{h - \frac{gT^2}{2}}{T} = \sqrt{V_1(V_1 - V_0 \cos \alpha)} = \\ &= \sqrt{V_1^2 - V_1 V_0 \cos \alpha} = \frac{16 - \frac{10 \cdot 0,64}{2}}{0,8} = \frac{16 - 3,2}{0,8} = \end{aligned}$$

$$= 20 - 4 = 16 \text{ м/c}$$
$$V_0^2 + 2g(H-h) = \sqrt{V_0^2 + 2g(H-h)} \cdot V_0 \cos \alpha =$$

$$h = V_0 y T + \frac{gT^2}{2} \Rightarrow V_0 y = \frac{h - \frac{gT^2}{2}}{T} = 16 \text{ м/c}$$

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

$$\begin{aligned} V_2^2 &= V_{2y}^2 + V_{2x}^2 = (V_0 y + gT)^2 + V_0^2 \cos^2 \alpha = \\ &= (24 \text{ м/c})^2 + V_0^2 \cos^2 \alpha = V_0^2 + 2gH = V_0^2 + 512 \text{ м}^2/\text{c}^2 \\ V_0^2 (1 - \cos^2 \alpha) &= V_0^2 \sin^2 \alpha = 24^2 - 512 = \\ &= 576 - 512 = 64 \text{ м}^2/\text{c}^2 \Rightarrow V_0 \sin \alpha = \sqrt{64 \text{ м}^2/\text{c}^2} = 8 \text{ м/c} \end{aligned}$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

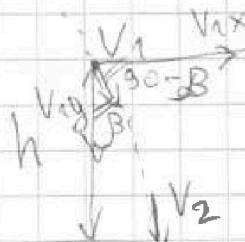
МФТИ

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

3 масса камня - m : $v_0 \cos \alpha$



H



$$t_1 = \frac{V_0 \cos(\alpha) \Delta t}{g} = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$$

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

На камень действует только сила тяжести \Rightarrow
 \Rightarrow движется ЗСЗ.

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

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

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

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

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

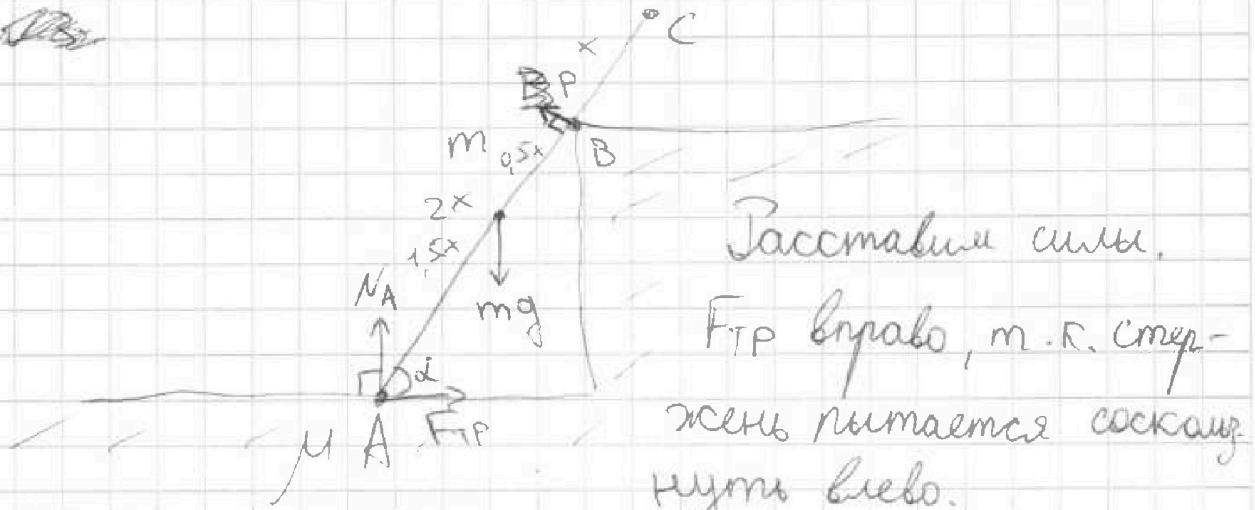
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ



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

123



Рассставим силы.

F_{TP} вправо, т.к. стер-

жень пытается скользить влево.

$$\begin{aligned} \boxed{BC=x \Rightarrow AB=2x. \text{ Стержень однородный} \Rightarrow} \\ \Rightarrow \text{его ц.м. посередине. Ступенка гладкая} \Rightarrow \\ \Rightarrow \text{также трение нет. Система в равновесии} \Rightarrow \\ \Rightarrow \sum \vec{M}=0 \text{ стк. любой точки. Запишем правило} \\ \text{именем стк. Т.А. В ней нет } N_A \text{ и } F_{TP}=0. \end{aligned}$$

$$mg \cdot 1.5x \cdot \cos\alpha = P \cdot 2x \quad P \text{- перпендикулярно} \\ \text{стержню}$$

$$\begin{aligned} P &= \frac{mg \cdot 1.5x \cdot \cos\alpha}{2x} = \frac{3mg \cos\alpha}{4} = \frac{3}{4} \cdot 10 \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \\ &= \frac{300}{8} = \frac{150}{4} = \frac{75}{2} \text{ H.} \end{aligned}$$

Найдём знат. μ , при которых будет равновесие.
Пусть рассматриваем случай, когда стержень
постои скользит $\Rightarrow F_{TP} = \mu N_A$. Найдём значение
 μ и покажем, что все значения, которые больше
этого будут недопустимы.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

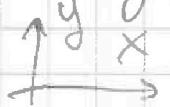
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ.

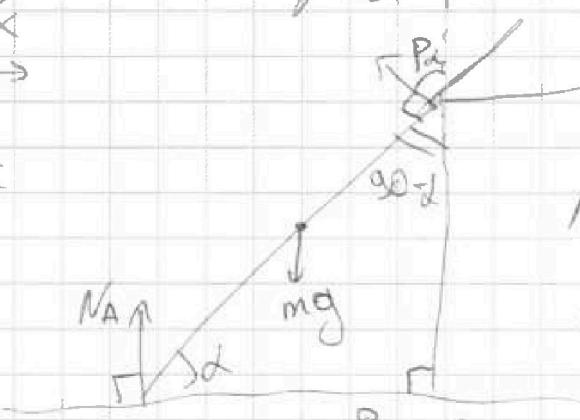


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

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



0y:

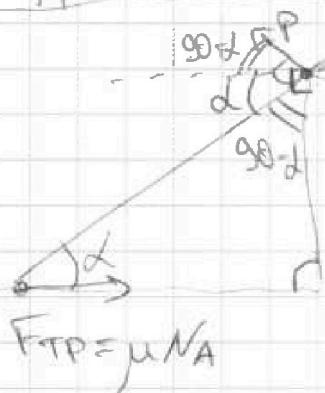


$$N_A + P \cos \alpha - mg = 0$$

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

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

0x:



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

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

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

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

$$P \sin \alpha = \frac{75}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{75\sqrt{3}}{4}$$

$$\mu = \frac{mg - P \cos \alpha}{P \sin \alpha} = \frac{100 - \frac{75}{2} \cdot \frac{1}{2}}{\frac{75\sqrt{3}}{4}} = \frac{4(100 - \frac{75}{4})}{75\sqrt{3}} = \frac{400 - 75}{325} = \frac{15\sqrt{3}}{65} = \frac{3\sqrt{3}}{13} \approx 0.27$$

мин. значение \Rightarrow все ближние подходит

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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!

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

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

знак "+" m.e. $t_3 \geq 0$

$$t_3 = \frac{-940 + \sqrt{8836 + 4 \cdot 605}}{2}$$

Ответ: 1) 2100 лнс

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 checked="" 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!

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

выбираем "+", m.r. $t_3 \geq 0$

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

2) ~~найдем тепло на нагрев бруска Q.~~

Это площадь под графиком τ до момента t_3 умноженная на M .

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

пока что убрали
размерность

$$mC_r t_2 - mC_r t_3 = 200 t_3 + \frac{t_3^2}{2}$$

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

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

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

выбираем "+", m.r. $t_3 \geq 0$

$$t_3 = \frac{-950 + 10\sqrt{9025 + 2340}}{2}$$

пока убрали
размерность

$$mC_r(t_2 - t_3) = M \cdot \frac{4200 + k(t_3 - t_1)}{2} \cdot (t_3 - t_1) =$$

$$= 240 t_3 - 2100 + \frac{t_3^2}{2} - 20 t_3 + \frac{t_3^2}{100} = t_3^2 (90 t_3 - 2000)$$

$$t_3^2 + t_3(190 + 750) - 2000 - 58500 = 0$$

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. Порча QR-кода недопустима!

$$C_{\text{ср.}} = \frac{C_{\text{нагр.}} + C_{\text{раст.}}}{2}$$

$$C_{\text{нагр.}} = 2200 \frac{\text{Дж}}{\text{Кг}\cdot^{\circ}\text{С}} \quad 2000 + k \cdot t_1 = 2200 \frac{\text{Дж}}{\text{Кг}\cdot^{\circ}\text{С}}$$

$$C_{\text{раст.}} = C_{\text{нагр.}} + k(t_3 - t_1) = 2200 \pm 20$$

$$= 2200 \frac{\text{Дж}}{\text{Кг}\cdot^{\circ}\text{С}} + \frac{20 \frac{\text{Дж}}{\text{Кг}\cdot^{\circ}\text{С}^2}}{(t_3 - t_1)}$$

$$m_c \cdot t_2 - m_c \cdot t_3 = M_{\text{ср.}} \cdot t_3 - M_{\text{ср.}} \cdot t_1 \Rightarrow$$

$$t_3 = \frac{m_c \cdot t_2 + M_{\text{ср.}} \cdot t_1}{m_c + M_{\text{ср.}}}$$

$$= M \cdot t_3 \cdot 4400 \frac{\text{Дж}}{\text{Кг}\cdot^{\circ}\text{С}} +$$

тогда это будет разница в температуре

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

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

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

$$- M \cdot t_1 (2100 + 10t_3) = 2100M \cdot t_3 + 10Mt_3^2 -$$

$$- 2100Mt_1 - 10Mt_1t_3$$

$$10Mt_3^2 + t_3(2100M - 10Mt_1 + m_c) - 2100Mt_1 - m_c t_2 = 0$$

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



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

МФТИ

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

1) Найдём теплопроводность бруска, который надо нагреть для этого посчитаем поглощённую под графиком (загораждано) до момента, когда $t = t_0 = 10^\circ\text{C}$



1) Найдём теплопроводность бруска, который надо нагреть. Удельная теплопроводность распределена линейно. Значит мы можем

брать среднюю уд. теплопроводность $C_{ср.} = \frac{C_{спр.} + C_{спн.}}{2}$

$$C_{спр.} = 2000 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}} \quad C_{спн.} = 2000 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}} + k \cdot H_{1-f, \text{тур}}$$

$$k - \text{коэф. качества горючего. } k = \frac{2000 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}}}{100^\circ\text{C}} =$$

$$= 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^2}$$

$$C_{спр.} = 2000 + 200 = 2200 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}}$$

$$C_{ср.} = \frac{2000 + 2200}{2} = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}}$$

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

2) Запишем уравнение теплового баланса

$$t_3 \Delta t_2 / m \cdot C_p (t_2 - t_3) < M \cdot C_p (t_3 - t_1)$$

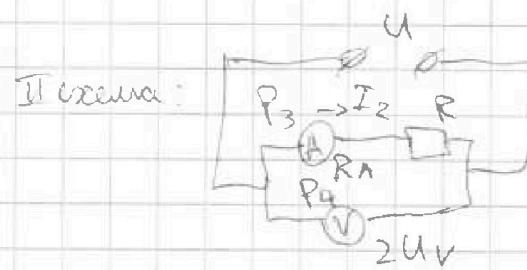
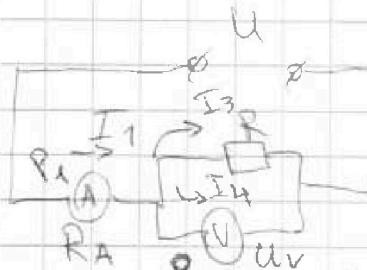
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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!



Если положение вольтметра отшатается вправо,
то ближе к II схеме, т.к. в ней есть только
параллельное соединение \Rightarrow на вольтметре ~~напряжение~~
напряжение такое же как ~~есть~~ у батарейки (A),
а в I схеме частично напряжение падает на ам-
перметр, т.к. он не включен параллельно вольтметру.

Проверь разборка с положением амперметра.
Анализируя показания вольтметров, мы можем
что $2U_V = U \Rightarrow$ т.к. в I схеме на парал.
соединении падение напряжения $- U_V$, то на
амперметре будем $2U_V - U_V = U_V$. ~~тогда~~

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

$$R_A \frac{U_V}{I_1} = U_V = \frac{I_2}{I_1} = 2U_V - R \cdot I_2$$

$$I_1 = \frac{2U_V}{R_A + R}, \quad I_2 = \frac{2U_V}{R_A + R}. \quad \text{Такие парал.}$$

Соединение имеет более сопротивление меньше $1000\Omega \Rightarrow$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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!

$$\text{Morga} \quad I_1 = 1,5I_2$$

$$I_1 R + I_2 R_{\text{A}} = Uv \quad I_1 \cdot R_A = Uv = 1,5 I_2 R_A$$

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

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

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

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

$$I_3 R = I_4 R_V$$

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

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

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

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

$$P = I_1 U = I^2 R = \frac{U^2}{R}$$

$$P_1 = Uv \cdot I_1 =$$

$$= \frac{4Uv}{3} \cdot \left(\frac{2+1}{3}\right)^2 \cdot R$$

$$P_2 = Uv \cdot \frac{I_2}{2}$$

$$P_3 = I_2^2 \cdot R_A =$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

МФТИ.

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

$$P_1 = I_1^2 \cdot R_A = I_1^2 \cdot \frac{R}{2}$$

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

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

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

$$R_4 = \frac{4}{R} \cdot \frac{I_1^2 \cdot R^2}{4} = I_1^2 R$$

Видно, что P_4 - самое беск $\Rightarrow P_4 = P_{\min}$

~~$$P_{\min} = I_1^2 R \quad I_1 = \frac{Uv}{R_A} = \frac{\frac{U}{2}}{R} = \frac{U}{R}$$~~

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

~~$$\text{Однако: 1) } R_V = R$$~~

2)

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

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

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

Однако: 1) $R_V = R$

2) на амперметре в 2 раза

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

МФТИ

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

~~$I_2 = 1,5$~~ $\frac{U''+U'}{U'U''} \rightarrow \min R \left(\frac{1}{U'} + \frac{1}{U''} \right) = R$ ~~882~~
 ~~$I_1 = 1,5$~~ $\frac{1}{U'} = k - \frac{1}{U''}$ $g025 + 4 \cdot 2424$
 ~~$k = \frac{1}{U''}$~~ $1,5 \cdot \frac{1}{U''} = R \cdot I_2$ $mG(t_2-t_3) = R$
 ~~$kU''U' = U''+U'$~~ $U''(kU' - 1) = U''$ $g025 + 4 \cdot 585 = 3R = R_A$
 ~~$U''(kU' - 1) = U''$~~ $\frac{2}{3} UV = 2UV - I_2 R = 5(1805 + 4 \cdot 117)$
 ~~$I_1 = 1,5$~~ $I_2 = \frac{4}{3} UV \frac{g4}{g4} \quad I_{2e} = 3I_1 R = UV$
 ~~I_2~~ $I_2 = \frac{4UV}{3R} \frac{g4}{g4} \quad 1803 I_2 R = 2UV - I_2 R$
 ~~$U''(U'k - 1) = U''$~~ $I_2 = \frac{4UV}{3R} \frac{g4}{g4}$
 ~~$U''(U'k - 1) = U''$~~ $I_2 = \frac{4UV}{3R} \frac{g4}{g4}$
 ~~$I_1 = \frac{2UV}{R \cdot RV}$~~ $I_1 = \frac{2UV}{R_A + \frac{R}{R+RV}} \quad I_2 = \frac{2UV}{R_A + R}$
 ~~11365~~ $\sin \alpha = \frac{1}{1,5} = \frac{2}{3}$ $h = VT + \frac{gt^2}{2}$
 ~~$12,8$~~ $\cos \alpha = \frac{\sqrt{5}}{3}$ $VT = 16 - \frac{10}{2} \cdot 0,64 = 8,8$
 ~~$\frac{12,8}{19,8} = \frac{128}{192} = \frac{64}{96} = 16$~~ $g025 + 9,6 \cdot 96 = 1872$
 ~~$1872 = 16 \cdot 3,2 = 12,8$~~
 ~~$(V_{1y} + gt)^2 + V_0 \cos^2 \alpha = V_0^2 + 2gH = V_0^2 \cos^2 \alpha + 24^2$~~
 ~~$MGR(t_2=t_3) = 24 \cdot 24 = (25-1)^2 = 625 - 50 + 1 = 576$~~
 ~~$t_3 \cdot t_3 \cdot \frac{4000 + k t_3}{2} MGR(t_2=t_3)$~~
 ~~$k = \frac{2000}{100} = 20 \frac{sec}{m^2 \cdot m^2}$~~
 ~~$210 - 10 + 750 = 950 = t_3 \cdot 200 + t_3^2$~~
 ~~$950 = \frac{8400 + 4 \cdot 58500}{2400 + 134000} U''$~~