

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.

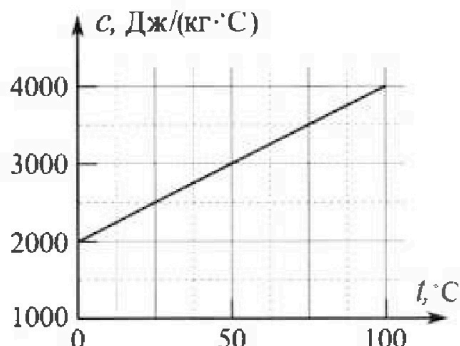
1) Какое количество  $Q$  теплоты следует подвести к бруску, чтобы увеличить температуру бруска от  $t_0 = 0$  °C до  $t_1 = 10$  °C?

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.

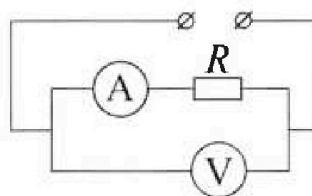
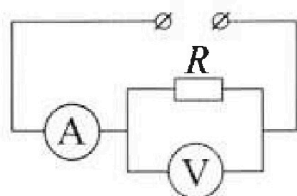


5. На рисунках к задаче приведены два варианта подключения амперметра и вольтметра для измерения силы тока через резистор сопротивлением  $R$  и напряжения на этом резисторе. При неизменном напряжении  $U$  источника показания вольтметра отличаются вдвое, а амперметра — в 1,5 раза.

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  $P_{MIN}$ .





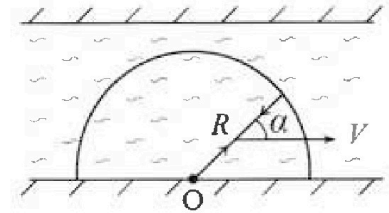
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 09-03



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

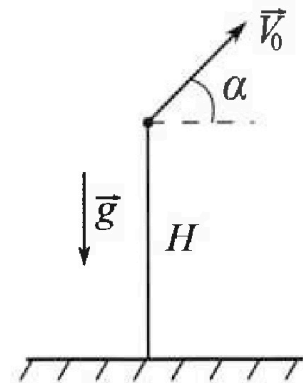
1. На реке отведена зона для безопасного плавания. Граница зоны – половина окружности радиуса  $R = 100$  м, центр в точке  $O$  (см. рис.). В ходе заплывов по реке пловец каждый раз стартует в точке  $O$ , плывет по прямой до границы зоны, а затем по той же прямой возвращается в точку старта. В системе 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?

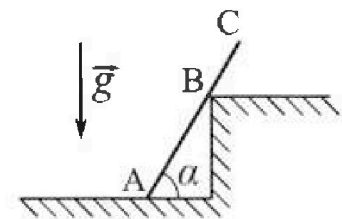
2. Камень брошен с башни высотой  $H = 25,6$  м под углом  $\alpha$  к горизонту,  $\text{tg} \alpha = 1,6$  (см. рис.). Последние по вертикали  $h = 16$  м камень пролетел за время  $\tau = 0,8$  с.



- 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/с<sup>2</sup>. 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  $\mu$  трения скольжения стержень будет находиться в покое? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

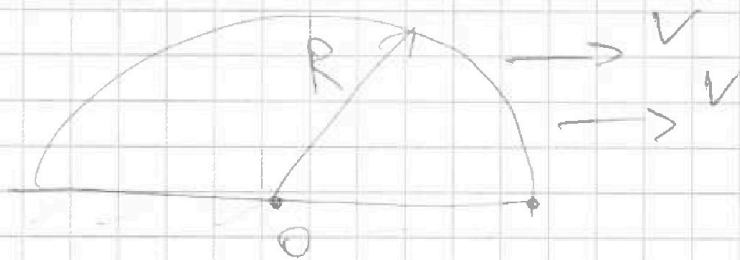
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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)  $\square$  ок мыл по течению  $t$ . Тогда обратно ок мыл  $5t$ .

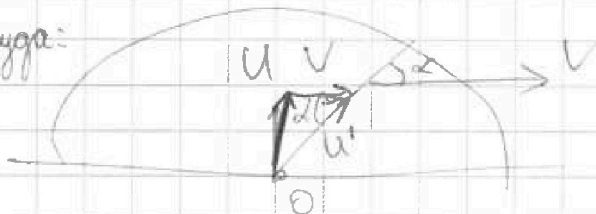
$$R = t(u+V) = 5t(u-V)$$

$$u+V = 5u-5V$$

$$6V = 4u$$

$$V = \frac{4u}{6} = \frac{2u}{3} = 1 \text{ м/с}$$

2) тугра:



Запишем  $\square$  косинусов  $u^2 = V^2 + u'^2 - 2Vu' \cos \alpha$

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

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

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

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

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

$$T_{\text{тугра}} = \frac{R}{u} = \frac{2R}{(\sqrt{2} + \sqrt{7}) \text{ м/с}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

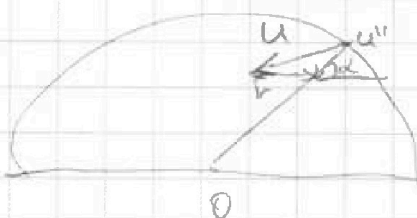
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



обратно:



запишем Т. косинусов

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

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

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

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

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

опять знак "+", т.к.  $u'' > 0$ .

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

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

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

Чтобы найти  $T_{\text{min}}$ , 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"/> | <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!

$$V_0 = \frac{8 \text{ мс}}{\sin \alpha} = \frac{8}{\frac{5}{\sqrt{89}}} \text{ мс}$$



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

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

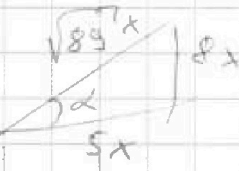
$$V_{2y} = V_{1y} + gT = 24 \text{ мс}$$

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

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

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

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



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

$$V_0 = \frac{8 \text{ мс}}{\sin \alpha} = \frac{8}{\frac{8}{\sqrt{89}}} = \sqrt{89} \text{ мс}$$

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

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

МФТИ

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

~~Находим векторный треугольник скоростей~~



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

$$h = V_1 \cos \beta \tau + \frac{g \tau^2}{2}$$

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

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

$$= 20 - 4 = 16 \text{ м/с}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

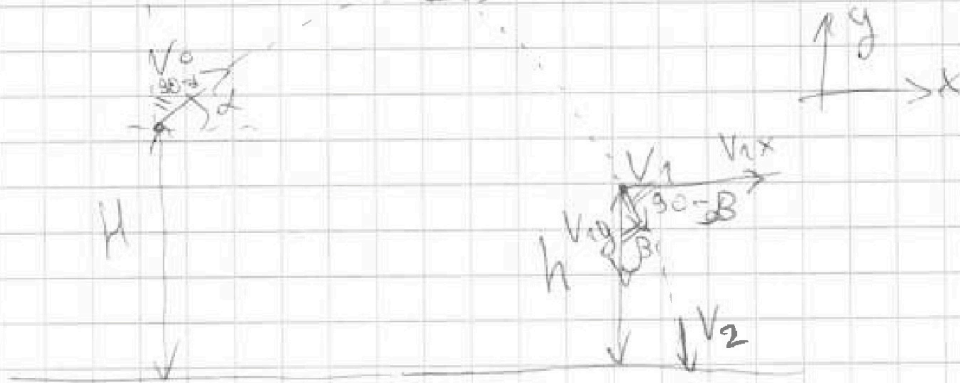
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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  $\Rightarrow$  и  
равна  $v_0 \cos \alpha$ .

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

$$\frac{m v_0^2}{2} + mgH = \frac{m v_1^2}{2} + mgh$$

$$v_1^2 = \cancel{v_0^2} + 2g(H-h)$$

$$v_1^2 = v_{1x}^2 + v_{1y}^2 \quad v_{1x} = v_0 \cos \alpha \Rightarrow v_{1y} = \cancel{v_1 \sin \beta}$$

$$v_{1y} = v_1 \cos \beta$$

$$v_1^2 = v_{1x}^2 + v_{1y}^2 \quad v_{1x} = v_0 \cos \alpha \Rightarrow$$

$$= v_0^2 \sin^2 \alpha + 2g(H-h) \quad v_{1y}^2 = v_0^2 + 2g(H-h) - v_0^2 \cos^2 \alpha =$$

$$\frac{m v_0^2}{2} + mgH = \frac{m v_2^2}{2}$$

$$v_2^2 = v_0^2 + 2gH$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

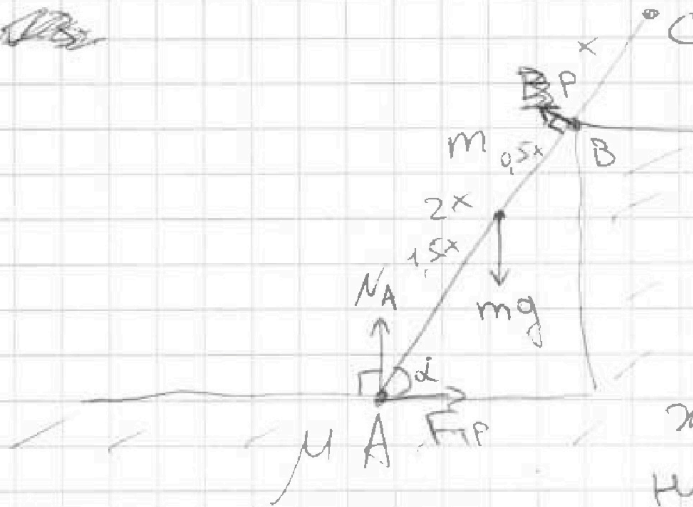
решение которой представлено на странице:

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

100



Расставим силы.

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

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

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

$$P = \frac{mg \cdot 1,5x \cdot \cos \alpha}{2x} = \frac{3mg \cos \alpha}{4} = \frac{3}{4} \cdot 10 \cdot 10 \cdot \frac{4}{5} = \frac{300}{4} = \frac{150}{2} = 75 \text{ Н.}$$

Найдем значит.  $\mu$ , при которых будет равновесие.

Будем рассматривать случай, когда стержень почти соскальзывает  $\Rightarrow F_{тр} \approx \mu N_A$ . Найдем значение  $\mu$  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                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

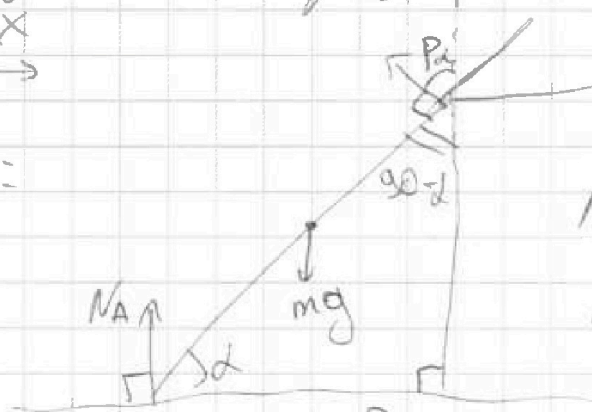
МФТИ

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

Запишем 2 ~~уравн~~ равенства сил (на вертикаль-  
кальмита ось и горизонтальную)

$\uparrow y$   
 $\rightarrow x$

$\Sigma y =$

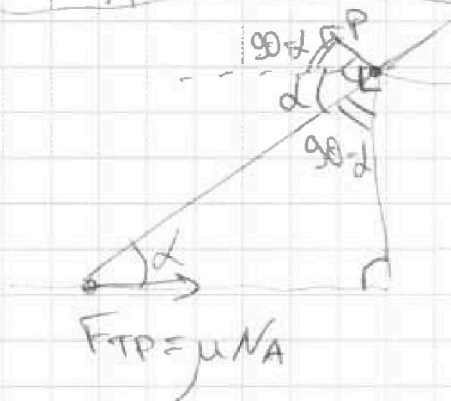


$$N_A + P \cos \alpha - mg = 0$$

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

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

$\Sigma x =$



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

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

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

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

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

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                        |
| <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 "+" , т.к.  $t_3 \geq 0$~~

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

2) ~~найдем~~ <sup>от момента  $t_1$</sup>  ~~найдем~~ тепло на нагрев бруска Q.  
 Это площадь под графиком  $Q$  до момента  $t_3$  умноженная на  $M$ .

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

— пока что убрал 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.  $t_3 \geq 0$~~

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

— пока убрал размерности

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

$$= 210 t_3 - 2100 + t_3^2 - 20 t_3 + 100 = t_3^2 + 190 t_3 - 2000$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



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

$$c_{нат.} = 2200 \frac{лнс}{кв.м} \quad 2000 + k \cdot t_1 = 2200 \frac{лнс}{кв.м}$$

$$c_{кан.} = c_{нат.} + k(t_3 - t_1) = 2200 + 25$$

$$= 2200 \frac{лнс}{кв.м} + \frac{20 \text{ лнс}}{кв.м^2} \cdot (t_3 - t_1)$$

$$m_{сг} t_2 - m_{сг} t_3 = M c_{cp} t_3 - M c_{cp} t_1$$

$$t_3 = \frac{m_{сг} t_2 + M c_{cp} t_1}{m_{сг} + M c_{cp}}$$

$$= M t_3 \cdot \frac{4400 \frac{лнс}{кв.м}}{2}$$

Поскольку это уберём размерности

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

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

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

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

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

$$10 M t_3^2 + t_3 (2100 M - 10 M t_1 + m_{сг}) - 2100 M t_1 - m_{сг} t_2 = 0$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу

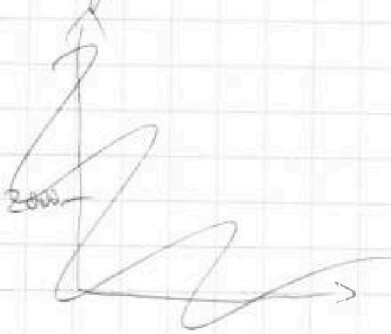
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

|                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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. Печать QR-кода недопустима!

~~1) Найдем теплотемкость бруска, которую надо нагреть. Для этого посчитаем площадь под графиком (заштрихован) до момента, когда  $t = t_1 = 10^\circ\text{C}$~~



~~1) Найдем теплотемкость бруска, которая нагревается. Удельная теплотемкость растёт линейно, значит мы можем~~

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

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

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

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

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

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

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

~~2) Запишем уравнение теплового баланса~~

$$t_3 < t_2 \quad m \cdot c_1 (t_2 - t_3) = M \cdot c_2 (t_3 - t_1)$$

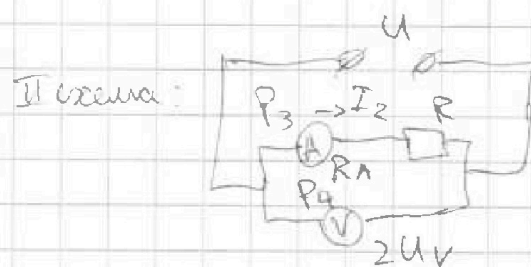
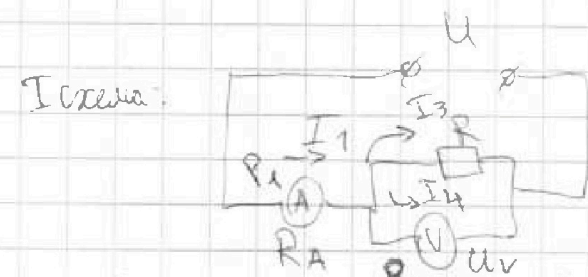
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МОТИ

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



Если показания вольтметра отчитаются в обе, 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  $2Uv = U \Rightarrow$  т.к. в I схеме на парал. соединении падение напряжения  $- Uv$ , то на амперметре будет  $2Uv - Uv = Uv$ . Тогда

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

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

$$I_1 = \frac{2Uv}{R_A + \frac{R \cdot Rv}{R + Rv}} \quad I_2 = \frac{2Uv}{R_A + R} \quad \text{Три парал.}$$

соединения итерное сопротивление меньше любого  $\Rightarrow$

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

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. Точка QR-кода недопустима!



$$\text{Тогда } I_1 = 1,5I_2$$

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

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

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

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

$$I_3 R = I_4 R_V$$

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

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

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

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

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

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

$$P_1 = U_V \cdot I_1$$

$$= \frac{4U^2}{9} \cdot \left(\frac{2I_1}{3}\right)^2 \cdot \frac{R}{2}$$

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

$$P_3 = I_2^2 R_A =$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ответ: 1)  $R_V = R$

2) на амперметре во II цепи

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





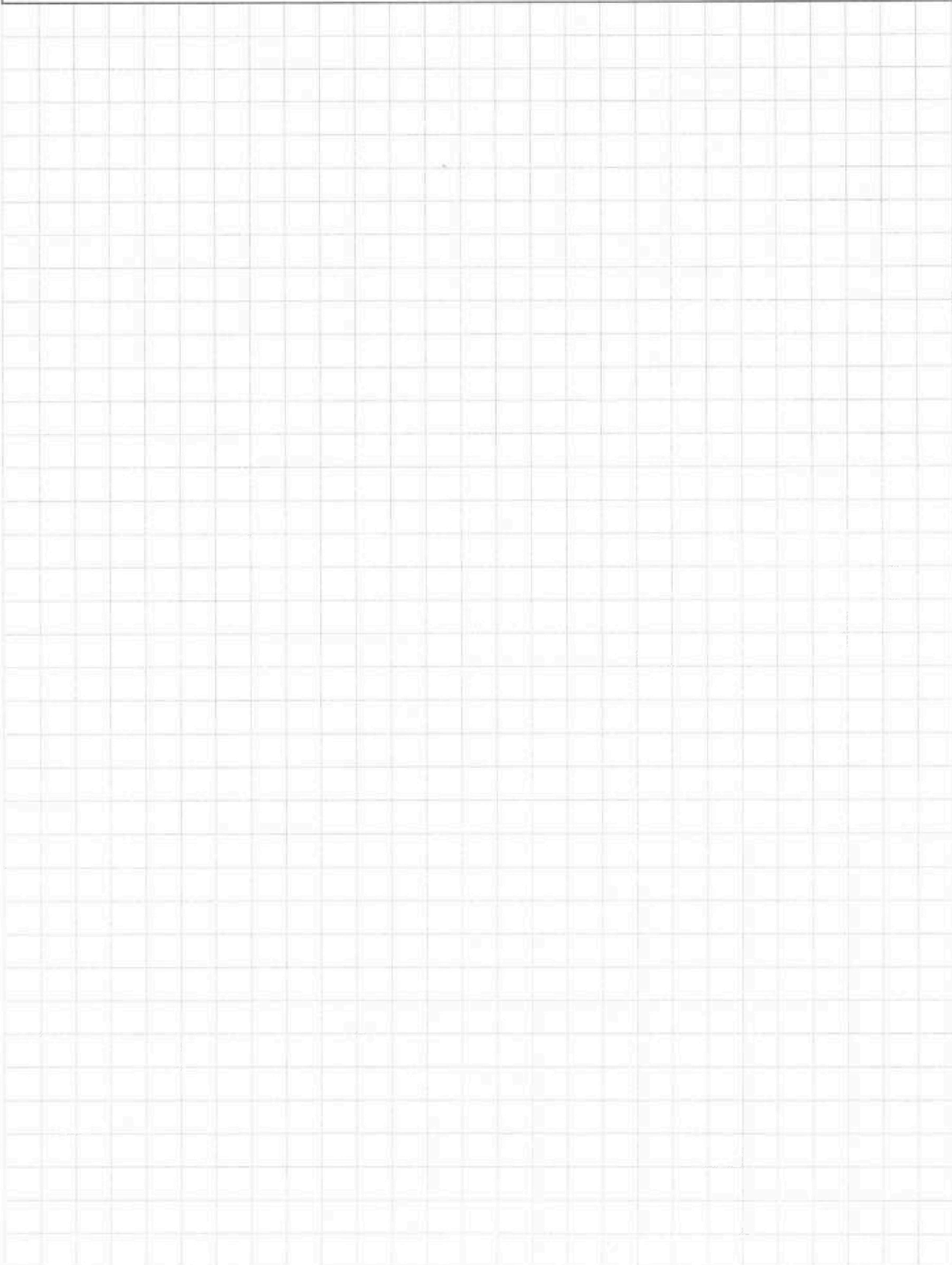
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



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



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

$I_2 = 1,5$      $\frac{u' + u''}{u' u''} \rightarrow \min R \left( \frac{1}{u'} + \frac{1}{u''} \right) = R$

$\frac{1}{u'} = k - \frac{1}{u''}$      $0,5 u v = R \cdot I_2$      $9025 + 4 \cdot 2424$

$k u' u'' = u' + u''$      $2 = \frac{u v}{2R} \Rightarrow I_1 = \frac{2 I_2}{3} = \frac{u v}{3R} = \frac{u v}{R A}$

$\frac{I_1}{I_2} = 1,5$      $u'(k u'' - 1) = u''$      $9025 + 4 \cdot 585 = 3R = P_A$

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

$u''(u' k - 1) = u'$      $I_2 R = \frac{4}{3} u v$      $I_2 = 3 I_1 R = u v$

$u'' = \frac{u'}{k u' - 1}$      $I_2 = \frac{4 u v}{3 R}$      $u = 3 I_2 R = 2 u v - I_2 R$

$I_1 = \frac{2 u v}{R \cdot R v}$      $I_2 = \frac{2 u v}{2 u v} = 1$      $2 u v = 4 I_2 R$

$11365$      $\sin \alpha = \frac{1}{1,5} = \frac{2}{3}$      $h = v t + \frac{g t^2}{2}$

$\frac{128}{8} = \frac{128}{8} = \frac{64}{4} = 16$      $\cos \alpha = \frac{4}{5}$      $v t = 16 - \frac{10}{2} \cdot 0,64 = \frac{882}{9604}$

$2424$      $9025 + 96 \cdot 96 = 18721$      $= 16 - 3,2 = 12,8$

$\frac{52}{-38} = \frac{144}{144}$      $\frac{128}{8} = \frac{128}{8} = 16 = v_{iy}$

$(v_{iy} + g t)^2 + v_0 \cos^2 \alpha = v_0^2 + 2 g h = v_0^2 \cos^2 \alpha + 24^2$

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

$\frac{24}{24} = \frac{96}{48} = \frac{576}{576}$

$k = \frac{2000}{100} = 20 \frac{\text{гн}}{\text{м} \cdot \text{с}^2}$      $902500 - (8400 + 4 \cdot 58500) u''$

$210 - 10 + 750 = 950 = \frac{1}{3} \cdot 200 + t_3^2$

$210 \cdot 60 = 2100$      $2100 + 750 \cdot 78$