



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.

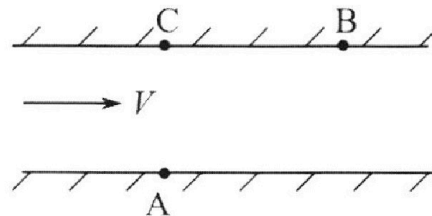
В двух первых заплывах А – точка старта, В – точка финиша (см. рис.,  $V$  - неизвестная скорость течения реки). Ширина реки  $AC = d = 70$  м, снос, т.е. расстояние, на которое пловец смещается вдоль реки к моменту достижения противоположного берега,  $CB = L = 240$  м.

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.

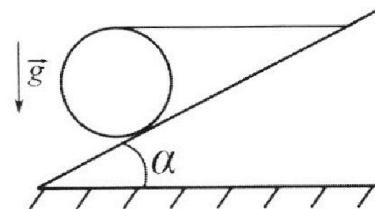
Допустим, что в момент соударения мяча со стенкой на той же высоте  $h$ , стенка движется навстречу мячу со скоростью  $U = 2$  м/с.

- 3) Найдите расстояние  $d$  между точками падения мяча на площадку в случаях: стенка покоится, стенка движется.

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





Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 09-01



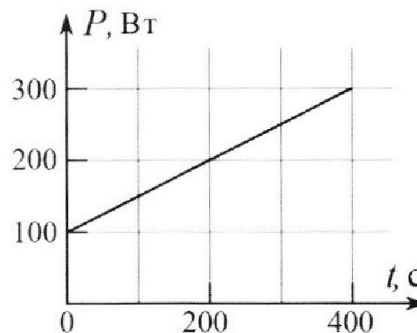
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

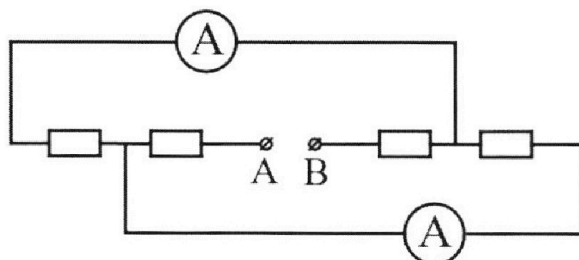
Плотность воды  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>, удельная теплоемкость воды  $c = 4200$  Дж/(кг·°C).



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.



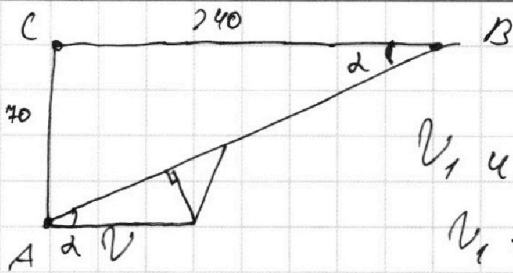
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$AB = L = \sqrt{70^2 + 240^2} = 250$$

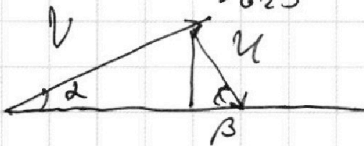
$v_1$  и  $v_2$  направлены по  $AB \Rightarrow$

$$v_1 = \frac{250}{192} \quad v_2 = \frac{250}{417}$$

$$\tan(\alpha) = \frac{7}{24} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \quad \frac{7 \cos \alpha}{24} = \sin \alpha$$

$$\cos^2(\alpha) = \sqrt{1 - \frac{49}{24^2} \cdot \cos^2 \alpha} \quad \left(1 + \frac{49}{576}\right) \cos^2(\alpha) = 1$$

$$\cos(\alpha) = \sqrt{\frac{576}{625}} = \frac{24}{25} \quad \sin(\alpha) = \frac{7}{25}$$



$$\frac{70}{u} \cdot v = 240 \quad 7v = 240u$$

$$v = \frac{240u}{7}$$

$$\sin(\alpha) v = \sin(\beta) u \quad \sin(\beta) = \frac{7v}{25u}$$

$$\cos(\beta) = \sqrt{1 - \frac{49v^2}{625u^2}} = \frac{\sqrt{625u^2 - 49v^2}}{25u} = \frac{\sqrt{625u^2 - 24^2u^2}}{25u} = \frac{7}{25}$$

$$(\cos(\alpha) v + \cos(\beta) u) T_1 = L$$

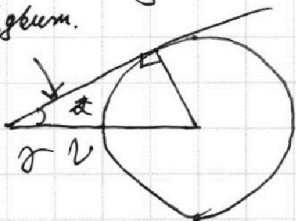
$$\left(\frac{24}{25} \cdot \frac{240u}{7} + \frac{7}{25} u\right) T_1 = L$$

$$\left(\frac{576 + 49}{25 \cdot 7}\right) u T_1 = L \quad u = \frac{70 \cdot 35}{96} \frac{u}{c}$$

$$v = \frac{170}{7} \frac{u}{c}$$

Спас min когда направление движения касательной ко всевозможным скоростям тельца.

направ. движ.



направ

модуль возможной скорости тельца

$$R = \frac{35}{96} \quad \sin(\alpha) = \frac{35}{96} = \frac{170}{417}$$

$$\cos(\alpha) = \sqrt{1 - \left(\frac{35 \cdot 7}{96 \cdot 170}\right)^2}$$

$$T_3 = \frac{70 \cdot 96}{8 \cdot 35}$$

Ответ: 1)  $v_1 = \frac{250}{192}$  2)  $u = \frac{35}{96}$  3)  $\sqrt{1 - \left(\frac{35 \cdot 7}{96 \cdot 170}\right)^2}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

$$-\frac{g}{2} t_{\text{max}}^2 + v_0 \sin(\alpha) t_{\text{max}} = 0 \quad t_{\text{max}} = \frac{2v_0 \sin(\alpha)}{g}$$

$$H = -\frac{g}{2} \left(\frac{2v_0 \sin(\alpha)}{g}\right)^2 + v_0 \sin(\alpha) \frac{2v_0 \sin(\alpha)}{g} = \frac{\sin^2(\alpha) v_0^2}{2g}$$

$$y = \sin(\alpha) v_0 = \sqrt{2gyH} = 18 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (\text{в направлении скорости})$$

$t_0 = \frac{x}{\cos(\alpha) v_0}$  ( $x$  — расстояние от стены до места падения мяча)  
к стене мяч летит в 5 раз дальше чем от неё  $x = \frac{5x}{\cos(\alpha) v_0} = 5t_0$

$$h = 5t_0 y - \frac{25g t_0^2}{2}$$

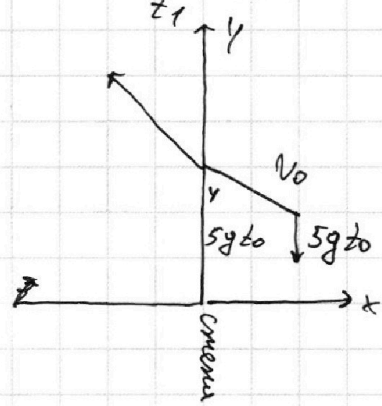
$$-h = t_0 (y - 5g t_0) - \frac{t_0^2 g}{2}$$

$$5t_0 y - \frac{25g t_0^2}{2} = \frac{5t_0^2 g}{2} - t_0 (y - 5g t_0)$$

$$9t_0 y - 125g t_0^2 = 5t_0^2 g - t_0 y + 5g t_0^2$$

$$108t_0 = 180t_0^2 \quad t_0 = \frac{108}{180} = \frac{3}{5} \text{ с}$$

$$h = 5 \cdot \frac{3}{5} \cdot 18 - \frac{125 \cdot 9}{25} = 9 \text{ м} \quad t_1 = 5t_0 = 3 \text{ с}$$



при полете стены мяч падает от стены  $\cos(\alpha) v_0 t_0 = x$   
перейдя в этот момент стены на  $v_{x'} = \cos(\alpha) v_0 + v$  отпрыгнув мяч падает с такой же скоростью в  $x'$  от стены, но  $t$  к нему летит  $2t_0$  с

при обратном полете стены мяч падает от стены  $(\cos(\alpha) v_0 + 2v) t_0$   
—  $x'$  вернёмся в этот момент  $v_{x'} = \cos(\alpha) v_0 + 2v = 4$

$$d = x' - x = (\cos(\alpha) v_0 + 2v) t_0 - \cos(\alpha) v_0 t_0 = 2v t_0 = 2 \cdot 3 = 6 \text{ м}$$

Ответ: 1)  $h = 9 \text{ м}$  2)  $t_1 = 3 \text{ с}$  3)  $d = 6 \text{ м}$



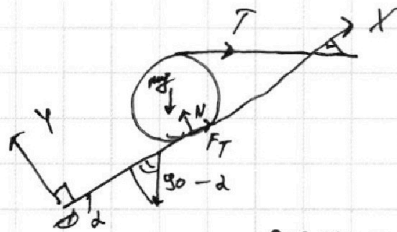
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



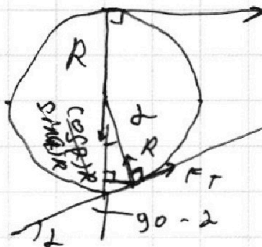
$$X: F_T - \sin(\alpha)mg + \cos(\alpha)T = 0$$

$$Y: N - \sin(\alpha)T - \cos(\alpha)mg = 0$$

заменим радиусом малых тел

$$\sin(\alpha)Rmg - (R + \cos(\alpha)R)T = 0$$

$$T = \frac{\sin(\alpha)mg}{1 + \cos(\alpha)} = 10 \text{ Н} \quad \left| \cos(\alpha) = \sqrt{1 - \sin^2(\alpha)} = 0.8 \right.$$



$$F_{TP} = \sin(\alpha)mg + \cos(\alpha)T =$$

$$= \left( \sin(\alpha) - \frac{\sin(\alpha) \cdot \cos(\alpha)}{1 + \cos(\alpha)} \right) mg = 10 \text{ Н}$$

$$N = \left( \frac{\sin^2(\alpha)}{1 + \cos(\alpha)} + \cos(\alpha) \right) mg = 30 \text{ Н}$$

$$N\mu = F_{TP} = 10 \text{ Н} \quad \mu = \frac{1}{3} \text{ что бы не произошло скольжения}$$

$$\text{Ответ: 1) } T = 10 \text{ Н} \quad 2) F_{TP} = 10 \text{ Н} \quad 3) \mu \geq \frac{1}{3}$$

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!

$$P_H = I^2 R = 5^2 \cdot 20 = 500 \text{ Вт}$$

$$Q = (\tilde{T}_1 - \tilde{T}_0) C V \rho = 92400 \text{ (кол-во энергии необходимое для нагрева воды от } 14^\circ\text{C до } 25^\circ\text{C)}$$

$$(P_H - P_{\text{ср}}) T = Q$$

$$P_{\text{ср}} = \frac{100 + (100 + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4})}{2} = 100 + \frac{1}{4} T$$

$$(500 - 100 - \frac{1}{4} T) T = 92400$$

$$400 T - \frac{1}{4} T^2 = 92400$$

$$\frac{1}{4} T^2 - 400 T + 92400 = 0$$

$$D = 400^2 - 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot 92400 = 260^2$$

$$T = \frac{400 - 260}{\frac{1}{2}} = 280 \text{ с (знак-}$$

$$\text{ответ: } P_H = 500 \text{ Вт, } T = 280 \text{ с}$$

Т.к мы не знаем что происходит после 400 с)

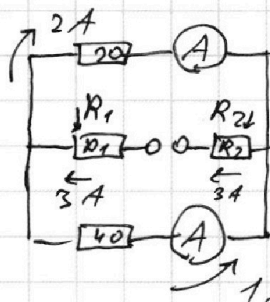
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



min ток в 1А протекает там где соединены  
резисторы подключ. Последовательно к  
Амперметру max  $\Rightarrow R = 40 \text{ ом}$ .

Из-за того что ток у резистора  $R$  разный  
Значит  $R$  резистора и другой амперметра = 20 ом

$$40 \cdot 1 = 20 I_2 \quad I_2 = 2 \text{ A}$$

$$U = 3 R_1 + 3 R_2 + 40 \cdot 1 = 3 (R_1 + R_2) + 40$$

Т.к мы уже использовали по 1 резистору с  $R = 20 \text{ ом}$  и  $40 \text{ ом}$   
остаются два остальных резистора 1 резистор  $R = 40 \text{ ом}$  2 резистора  $R = 20 \text{ ом}$

$$U = 3 \cdot 60 + 40 = 220 \text{ В}$$

Ответ: 1)  $I_2 = 2 \text{ A}$  2)  $U = 220 \text{ В}$



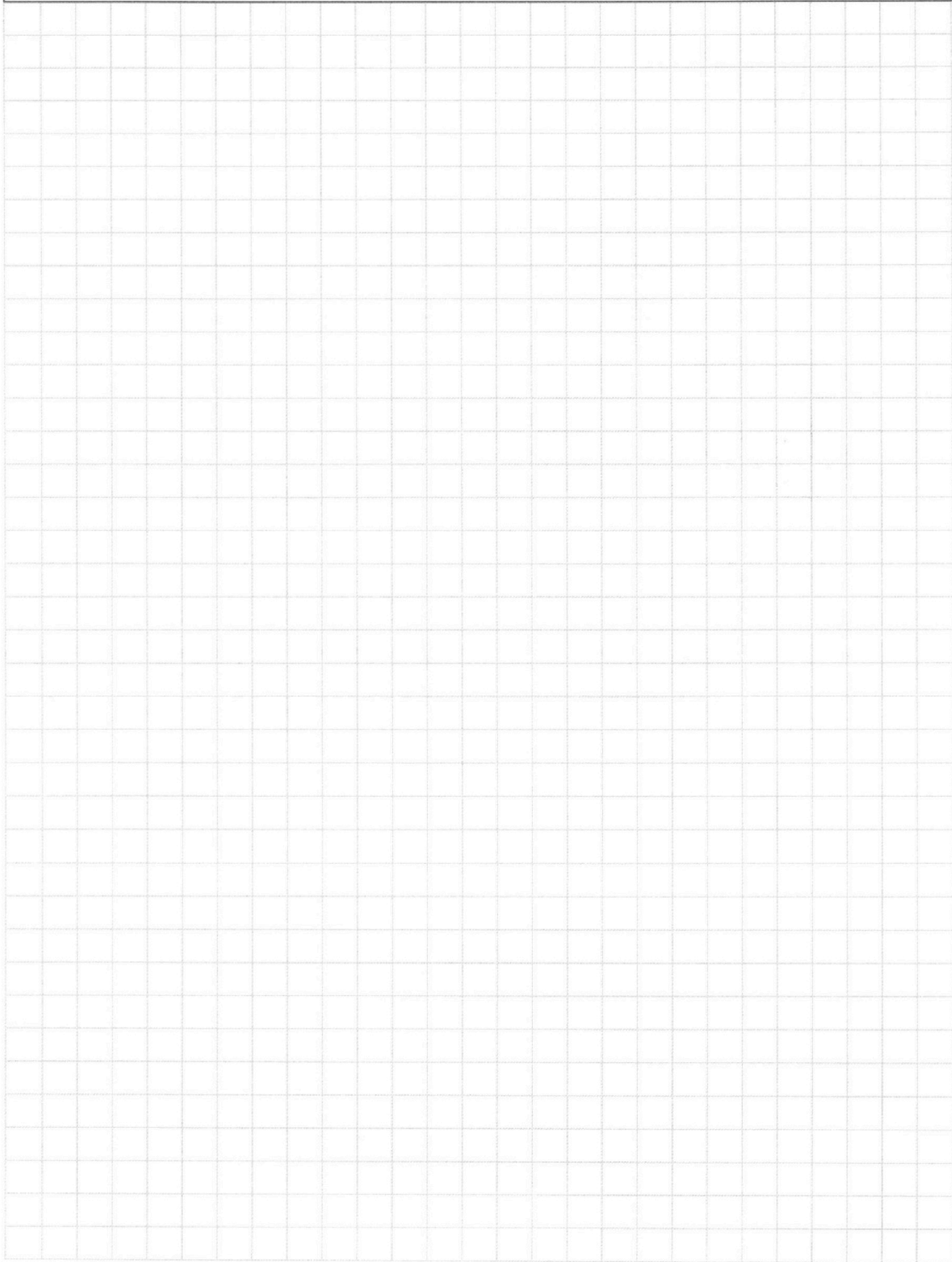
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!



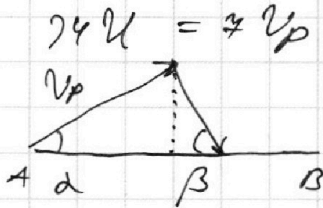
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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. Порча QR-кода недопустима!



$$\tan \alpha = \frac{7}{24}$$

$$\alpha < 90^\circ$$

$$\sin = \sqrt{1 - \cos^2}$$

$$24^2 - 24^2 \cos^2 = 49 \cos^2$$

$$675 \cos^2 = 24^2$$

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{7}{24} \quad 24 \sin \alpha = 7 \cos \alpha$$

$$24 \cdot \sqrt{1 - \cos^2} = 7 \cdot \cos$$

$$\cos(\alpha) = \frac{24}{25}$$

$$\sin(\alpha) = \frac{7}{25}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ 24 \\ 96 \\ 48 \\ 76 \\ 65 \end{array} \quad \begin{array}{r} 96 \\ 576 \\ 864 \\ 576 \\ 49 \\ 625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 35 \\ 35 \\ 175 \\ 105 \\ 1225 \\ 224 \\ 17 \end{array} \quad V_p = \frac{24 \cdot 24}{17}$$

$$\left( \frac{24}{25} V_p + \cos(\beta) U \right) \cdot 192 = 250$$

$$\left( \frac{24}{25} V_p - \cos(\beta) U \right) \cdot 192 = 250$$

$$\frac{7}{25} V_p = \sin(\beta) U$$

$$\cos = \sqrt{1 - \left( \frac{7 V_p}{25 U} \right)^2} = \frac{\sqrt{675 U^2 - 49 V_p^2}}{25 U}$$

$$\left( \frac{24 V_p}{25} + \frac{\sqrt{675 U^2 - 49 V_p^2}}{25} \right) 192 = 250$$

$$\frac{14400}{49} - \frac{1225}{3276}$$

$$\left( \frac{24}{25} \cdot \frac{24}{7} U + \frac{7}{25} U \right) 192 = 250$$

$$\left( \frac{576}{7} U + 7 \right) U - \frac{192}{25} = 250 = \frac{675}{7} \cdot \frac{192}{75} \cdot U$$

$$U = \frac{10250 \cdot 7}{25 \cdot 192} = \frac{40}{192} = \frac{35}{96}$$

$$\begin{array}{r} 576 \\ 49 \\ 527 \end{array} \quad \sqrt{\frac{24 \cdot 96 - 49}{24 \cdot 96}}$$

$$U = \frac{250}{417} \cdot \frac{25 \cdot 7}{527} \quad N1$$

$$\begin{array}{r} 120 \\ 110 \\ 000 \\ 240 \\ 120 \\ 14400 \end{array}$$

$$\frac{7}{96} - \frac{35}{720} = \frac{7}{24} \cdot \frac{7}{96} = \frac{49}{24 \cdot 96}$$

$$2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3 =$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

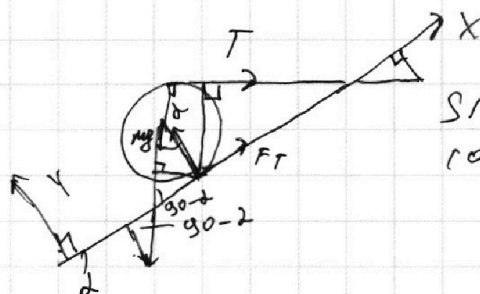
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



125 11664  
175  
58320  
23328  
11664  
1488000  
5



$\sin \alpha = 0.6$   
 $\cos \alpha = 0.8$

$y: N - \cos(\alpha)mg - 0.6T = 0 \quad N = 0.8mg + 0.6T$   
 $x: F_T - \sin(\alpha)mg + \cos(\alpha)T = 0 \quad F_T = 0.6mg - 0.8T$   
 $+ \sin(\alpha)R \cdot mg = (R + \cos(\alpha)R)T$

$\frac{\sin mg}{1 + \cos \alpha} = T = \frac{30 \cdot 0.6}{1.8} = 10 \text{ Н}$

4.8 | 18  
---| 0.2  
48  
36  
120

$F_T = 18 - 0.8 \cdot 10 = 10 \text{ Н}$

$N = 24 + 6 = 30 \text{ Н} \quad 30 \mu = 10 \quad \mu = \frac{1}{3}$

$\mu \geq \frac{1}{3} \quad 0.6 - \frac{0.6 \cdot 0.8}{1.8}$

$\sin(\alpha)v_0 = y = 18$

256  
- 9  
225  
- 45  
2025  
- 180  
225  
- 45  
2025

$h = 5t_0 y - \frac{g}{2} 25t_0^2 \quad y = 18$

$-h = t_0 (y - 5t_0 g) - \frac{t_0^2 g}{2}$

$5t_0 \cdot 18 - 125 \cdot t_0^2 = 5t_0^2 - t_0 \cdot 18 + 50t_0^2$   
 $108t_0 = 180t_0^2 \quad t_0 = \frac{108}{180} = \frac{54}{90} = \frac{24}{45} = \frac{8}{5}$

$t_0 = \frac{3}{5}$

$h = 5 \cdot 3 \cdot 18 - 125 \cdot \frac{9}{25} = 54 - 45 = 9 \text{ м}$

$h = 9 \text{ м}$

или пока  $25$  мкм красети  $\cos(\alpha)v_0 t_0 = x$   
или звестеним  $125$  мкм красети  $(\cos(\alpha)v_0 + 2) t_0 = 2$   
 $d = 2 - x = 2 t_0 = 1.2$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



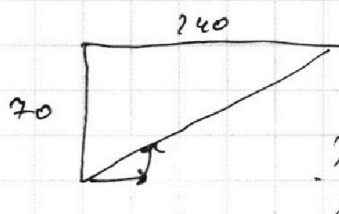
$$\frac{70}{U} \cdot U_p = 740 \quad 70 U_p = 740 U$$

$$4) P_H = I^2 R = 25 \cdot 20 = 500 \text{ Вт} \quad P_{\text{ср}}(t) = 100 + \frac{t}{2}$$

$$500 t - P_{\text{ср}} t = (25 - 14) \cdot 2 \cdot 4700 = \frac{75}{25}$$

$$= 77 \cdot 4700 = \left( 500 - 100 - \frac{t}{2} \right) t \quad \begin{matrix} 125 \\ 50 \\ 675 \end{matrix}$$

$$\left[ 77 \cdot 4700 = 400t - \frac{t^2}{2} \right] \quad \left[ \begin{matrix} 2 \\ = 4900 + 57600 = \\ = 62500 \end{matrix} \right]$$



$$U_1 = \frac{70^2 + 240^2}{T_1} \quad U_2 = \frac{70^2 + 240^2}{T_2}$$

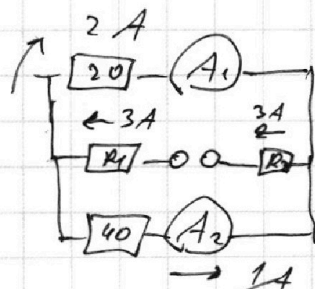
$$L = 750$$

$$\frac{t^2}{2} - 400t + 92400 = 0$$

$$D = \frac{160000 - 2 \cdot 92400}{4}$$

$$\begin{array}{r} 160000 \\ - 184800 \\ \hline 5200 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 26 \\ 26 \\ 156 \\ 52 \\ \hline 676 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 160000 \\ 92400 \\ \hline 67600 = 26 \cdot 10^2 \end{array}$$

$$3R_1 + R_2 \cdot 3 + 40 = 292400$$

$$3(R_1 + R_2) + 40 = U$$

$$3 \cdot 60 + 40 = 220 = U$$

$$I_2 = 2A$$

$$500 t - \left( \frac{1}{2} t + 100 \right) t = 400 t - \frac{1}{2} t^2 = Q = 4700 \cdot 2 \cdot 11 = 92400$$

$$\frac{1}{2} t^2 - 400t + 92400 = 0 \quad D = 400^2 - 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot 92400 = 260^2$$

$$P_{\text{ср}} = 100 + \left( \frac{1}{2} t + 100 \right) = 100 + \frac{1}{4} t \quad \left[ \frac{1}{2} = \frac{400^2 - 260^2}{4} = 20000 \right]$$

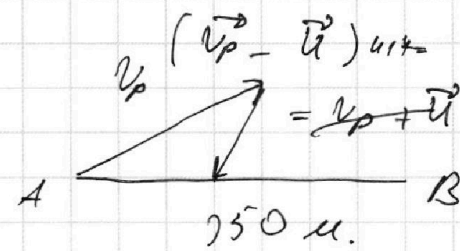
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\begin{aligned} \cancel{4\phi} v_p &= 24\phi u \\ 4v_p &= 24u \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (\Delta v_p - \Delta u) \cdot 414 &= 250 & \begin{matrix} 18 \\ 18 \\ 144 \\ 18 \\ 324 \end{matrix} \\ (\Delta v_p + \Delta u) \cdot 192 &= 250 & \begin{matrix} 162 \\ 18 \\ 324 = 18^2 \end{matrix} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \cancel{z} - \frac{g+z}{2} + \sin(\alpha) v_0 z &= 0 \\ \frac{2 \sin(\alpha) v_0}{g} z &= z \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= \sin(\alpha) v_0 \cdot \frac{\sin(\alpha) v_0}{g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{\sin^2(\alpha) v_0^2}{g^2} = \\ &= \frac{\sin^2 v_0^2}{g} - \frac{\sin^2 v_0^2}{2g} = \frac{\sin^2 v_0^2}{2g} \quad z_0 = \frac{x}{\cos(\alpha) v_0} \end{aligned}$$

$$h = 5x - 5z_0 \sin(\alpha) v_0 - \frac{g}{2} z_0^2$$

$$-h = z_0 \cdot (\sin(\alpha) v_0 + 5z_0 g) - \frac{z_0^2 g}{2} - h$$

$$\sin v_0 = \sqrt{2g \cdot H} = \sqrt{16.7 \cdot 10} = 18$$

$$5z_0 \cdot 18 - 175z_0^2 = 5z_0^2 - z_0(18 + 50z_0)$$

$$90z_0 - 175z_0^2 = 5z_0^2 - 18z_0 - 50z_0^2 \quad \frac{108}{70} = z_0$$

$$108z_0 = 40z_0^2$$

$$h = 5 \cdot \frac{108}{40} \cdot 18 - \frac{175 \cdot 108^2}{40^2} = \frac{108 \cdot 3}{7} - \frac{175 \cdot 11664}{4900}$$

$$z_1 = 5z_0 = \frac{108}{7}$$

$$\begin{array}{r} 372 \\ 700 \\ 0880 \\ 6804 \\ 680400 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 108 \\ -108 \\ \hline 864 \\ 000 \\ 108 \\ \hline 11664 \\ 680400 - \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 108 \\ 3 \\ \hline 372 \\ 372 \cdot 700 - 175 \cdot 11664 = \\ \hline 4900 \end{array}$$