



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

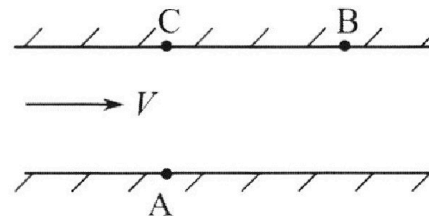
Вариант 09-01

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.

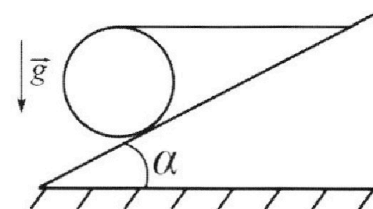
- 1) На какой высоте  $h$  происходит соударение мяча со стенкой?
- 2) Найдите продолжительность  $t_1$  полета мяча от старта до соударения со стенкой.

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.

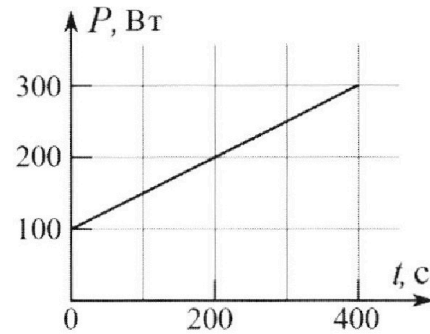


4. Воду нагревают на электроплитке. Начальная температура воды  $\tilde{t}_0 = 14^\circ\text{C}$ , объем воды  $V = 2$  л. Сопротивление спирали электроплитки  $R = 20$  Ом, сила тока в спирали  $I = 5$  А.

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

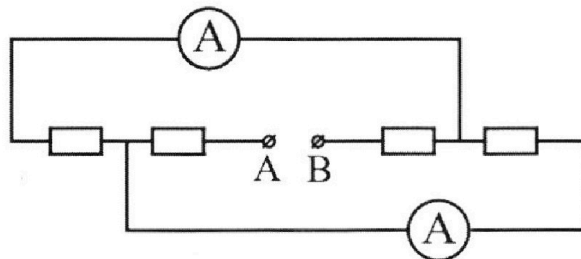
Плотность воды  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>, удельная теплоемкость воды  $c = 4200$  Дж/(кг·°C).



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:

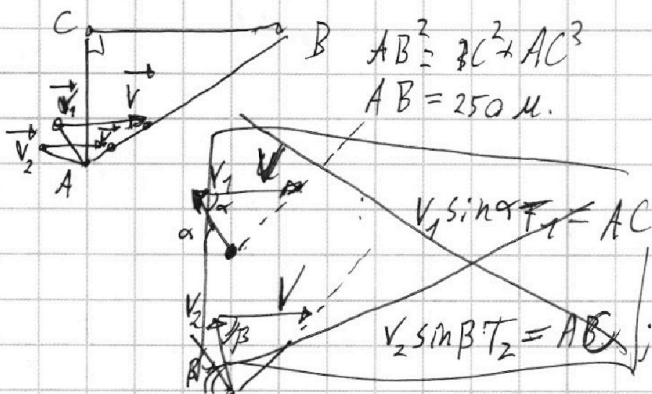
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



Страница 7



$$V^2 + V_1^2 = 2VV_1 \cos \alpha$$

$V_3 = \text{скорость}$   $u = \text{скорость течения в подвижной С.О. река}$

$$u^2 + 4V^2 - 4Vu \cos \beta = \frac{AB^2}{T_2^2} \quad 2V - u \cos \beta = \frac{BC}{T_2}$$

$$u^2 + 4V^2 - 4Vu \cos \alpha = \frac{AB^2}{T_1^2} \quad 2V - u \cos \alpha = \frac{BC}{T_1}$$

$$u(\cos \alpha - \cos \beta) = BC \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$4Vu(\cos \alpha - \cos \beta) = AB^2 \left( \frac{1}{T_1^2} - \frac{1}{T_2^2} \right)$$

$$\Rightarrow 4V \cdot BC \cdot \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) = AB^2 \left( \frac{1}{T_1^2} - \frac{1}{T_2^2} \right) \left( \frac{1}{T_2} + \frac{1}{T_1} \right)$$

$$V = \frac{AB^2 (T_1 + T_2)}{4BC T_1 T_2}$$

$$V + V - \cos \beta u = \frac{BC}{T_2} \quad \cos^2 \beta u^2 = \left( \frac{BC}{T_2} - V \right)^2$$

$$V_1^2 \cos^2 \beta + V_1^2 \sin^2 \beta = \left( \frac{BC}{T_2} - V \right)^2 \Rightarrow V_1^2 = \frac{AC^2}{T_2^2} + \frac{AB^2}{T_2^2} - \frac{2BCV}{T_2} + V^2 =$$

$$= \frac{AB^2}{T_2^2} + \frac{AB^4 (T_1 + T_2)^2}{16BC^2 T_1^2 T_2^2} - \frac{AB^2 (T_1 + T_2)}{2T_1 T_2} = \frac{AB^2}{T_2^2} \left( \frac{T_2 - T_1}{2T_1} + \frac{AB^2 (T_1 + T_2)^2}{16BC^2 T_1^2} \right)$$

$$V_1 = \frac{AB}{T_2} \sqrt{\frac{8BC^2 T_1 T_2 - 8BC^2 T_1^2 + AB^2 (T_1 + T_2)^2}{16BC^2 T_1^2}} = \frac{AB}{4BC T_1 T_2} \sqrt{8BC^2 T_1 T_2 - 8BC^2 T_1^2 + AB^2 (T_1 + T_2)^2}$$

Аналогичным образом получим  $V_2 = \frac{AB}{4BC T_1 T_2} \sqrt{8BC^2 T_1 T_2 - 8BC^2 T_2^2 + AB^2 (T_1 + T_2)^2}$

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

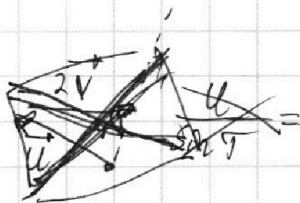
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

Страница 8

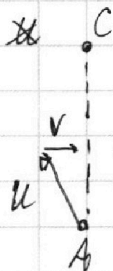


$$u \cos \beta = 2v - \frac{BC}{T_2}$$

$$\begin{cases} u^2 \cos^2 \beta = 4v^2 - 4v \frac{BC}{T_2} + \frac{BC^2}{T_2^2} \\ u^2 \sin^2 \beta = \frac{AC^2}{T_2^2} \end{cases}$$

$$u^2 = 4v^2 - 4v \frac{BC}{T_2} + \frac{BC^2}{T_2^2} + \frac{AC^2}{T_2^2} = \frac{AB^2}{T_2^2} \left( \frac{T_1 + T_2}{T_1} + \frac{AB^2 (T_1 + T_2)^2}{4 BC^2 T_1^2} \right)$$

$$u = \frac{AB}{T_2} \sqrt{\frac{AB^2 (T_1 + T_2)^2}{4 BC^2 T_1^2} - \frac{T_2}{T_1}}$$



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

связь между параметрами

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

$$= \frac{AC}{\sqrt{3v^2 - 4v \frac{BC}{T_2} + \frac{AB^2}{T_2^2}}} = \frac{AC \cdot T_2}{AB \sqrt{\frac{3 AB^2 (T_1 + T_2)^2}{16 BC^2 T_1^2} - \frac{T_1 + T_2}{T_1} + 1}}$$

$$= \frac{AC \cdot T_2}{AB \sqrt{\frac{3 AB^2 (T_1 + T_2)^2}{16 BC^2 T_1^2} - \frac{T_2}{T_1}}}$$

Ответ:  $v_1 = \frac{AB}{4 BC T_1 T_2} \cdot \sqrt{8 BC^2 T_1 T_2 - 8 BC^2 T_2^2 + AB^2 (T_1 + T_2)^2}$ ;

$v_2 = \frac{AB}{4 BC T_1 T_2} \cdot \sqrt{8 BC^2 T_1 T_2 - 8 BC^2 T_1^2 + AB^2 (T_1 + T_2)^2}$ ;

$u = \frac{AB}{T_2} \sqrt{\frac{AB^2 (T_1 + T_2)^2}{4 BC^2 T_1^2} - \frac{T_2}{T_1}}$ ;  $T = \frac{AC \cdot T_2}{AB \sqrt{\frac{3 AB^2 (T_1 + T_2)^2}{16 BC^2 T_1^2} - \frac{T_2}{T_1}}}$



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!

Выходясь в наивысшей точке  
энергия мяча  $E = m \cdot gh + m \frac{v^2 \cos^2 \alpha}{2}$   
В нижней точке  $E = m \frac{v^2}{2}$

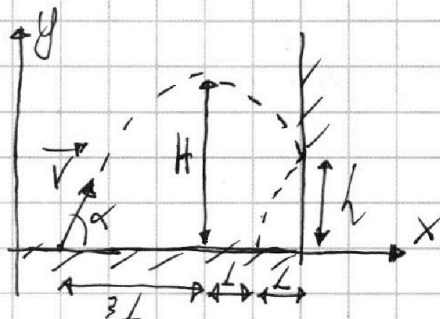
Страница 3

П.к.  $E$  сохраняется (по закону)  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow m \frac{v^2}{2} = mgh + m \frac{v^2 \cos^2 \alpha}{2} \quad | : m$$

$$v^2 \cos^2 \alpha + v^2 \sin^2 \alpha = 2gh + v^2 \cos^2 \alpha$$

$$v^2 \sin^2 \alpha = 2gh \Rightarrow v \sin \alpha = \sqrt{2gh} = 18 \text{ м/с}$$



П.к. по модулю проекция  $v$  на ось  $x$ : т.е.  $v \cos \alpha$   
не изменяется (т.к.  $|v \cos \alpha| = |-v \cos \alpha|$ )  
то по пройденному пути можно определить время полета.

Пройдя  $5L$  (на оси  $x$ ) тело затратило  $5t'$  (до удара)

остальное  $L$  тело прошло за  $t'$

Тогда  $6L$  - путь тела по оси  $x$ ;  $6t'$  - суммарное время полета

$v \sin \alpha = g \cdot 3t'$ , т.к. в этот момент скорость на ось  $y = 0$

$$6t' = \frac{2v \sin \alpha}{g} = 3,6 \text{ с} \Rightarrow \text{в момент } 5t' = 3 \text{ с происходит}$$

удар со стенкой. За интервал от  $3t'$  до  $5t'$  тело перемещается на  $H-h$  метров, причем  $v_y = 0$  м/с (по оси  $y$ )

$$H-h = (5t'-3t')^2 g \Rightarrow h = H - 2t'^2 g = 16,2 - 7,2 = 9 \text{ м.}$$

Если стенка движется со скоростью  $u$ , то после удара скорость мяча на ось  $x$ :  $-v \cos \alpha - u$ , а по модулю:

П.к. проекция скорости на ось  $y$  после удара не меняется, т.к. стена задана вертикально, то время полета неизменно

$$\text{Тогда } d = (v \cos \alpha + u)t' - v \cos \alpha t' = ut' = 2 \cdot 0,6 = 1,2 \text{ м}$$

расстояние между точками падения.

Ответ:  $h = 9 \text{ м}$ ;  $5t' = 3 \text{ с}$ ;  $d = 1,2 \text{ м}$ ; где  $h$  - высота, на которой мяч ударяется;  $5t' = 3 \text{ с}$  - момент времени от старта до удара со стенкой.  $d$  - расстояние между точками падения.

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!

Страница 4

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

$$\cos^2 \alpha = 1 - 0,6^2 = 0,64$$

$$\cos \alpha = 0,8, \text{ т.к. } \cos^2 \alpha = 0,64 \text{ и } \alpha < 90^\circ$$

Рассмотрим моменты, относительно

$$\text{т. О: } mg \cdot r \cdot \sin \alpha - T \cdot r (1 + \cos \alpha) = 0$$

$$mg \sin \alpha = T (1 + \cos \alpha) \quad \text{т.к. тело покоится}$$

$$T = mg \cdot \frac{\sin \alpha}{1 + \cos \alpha} = 3 \cdot 10 \cdot \frac{0,6}{1,8} = 10 \text{ Н}$$

Рассмотрим силы на ось y:

$$-mg \cdot \sin \alpha + N \cdot 0 + F_{\text{ТР}} + T \cdot \cos \alpha = 0 \quad \text{т.к. тело покоится}$$

$$-3 \cdot 10 \cdot 0,6 + F_{\text{ТР}} + 10 \cdot 0,8 = 0$$

$$F_{\text{ТР}} = 18 - 8 = 10 \text{ Н}$$

Рассмотрим силу на ось X:

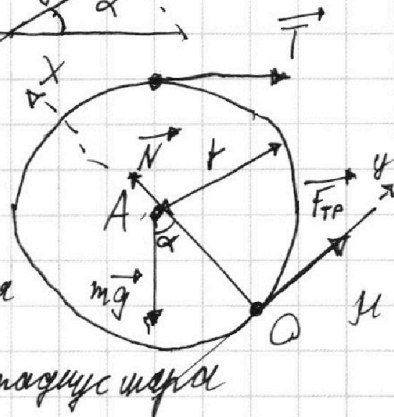
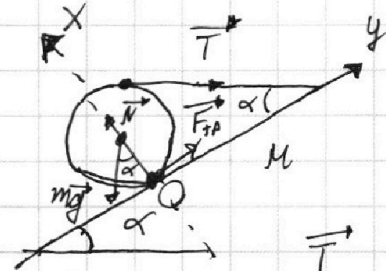
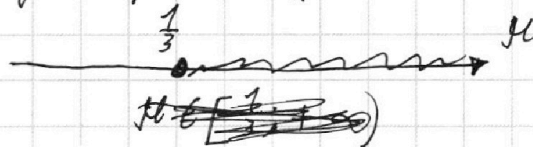
$$N \cdot 1 + F_{\text{ТР}} \cdot 0 - mg \cdot \cos \alpha - T \cdot \sin \alpha = 0, \text{ т.к. тело покоится}$$

$$N = mg \cdot \cos \alpha + T \sin \alpha = 3 \cdot 10 \cdot 0,8 + 10 \cdot 0,6 = 30 \text{ Н}$$

~~Сила трения всегда~~

Для силы трения всегда верно:  $F_{\text{ТР}} \leq N \cdot \mu$

$$\Rightarrow \mu \geq \frac{F_{\text{ТР}}}{N} = \frac{10}{30} = \frac{1}{3}$$



r - радиус шара

Ответ:  $T = 10 \text{ Н}$ ;  $F_{\text{ТР}} = 10 \text{ Н}$ ; при  $\mu \geq \frac{1}{3}$  шар находится в покое.



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!

Страница 2

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

1) К моменту  $T$ , нагреватель даст  $P_H T$  - тепла

2) К моменту  $T$ , тепловые потери составят:

$$T \cdot \frac{T\alpha + 2\beta}{2} - \text{площадь под графиком, где}$$

$$P = T\alpha + \beta - \text{т.к. характер графика линейный}$$

где  $\alpha = \frac{137}{20}$ ,  $\beta = 100$

$$\text{где } \alpha = \frac{1}{2} \frac{\text{Вт}}{\text{с}}; \beta = 100 \text{ Вт} - \text{из графика.}$$

3) К моменту времени  $T$ , вода получит:  $\rho V c_0 \Delta t$  - тепла,

$$\text{где } \Delta t = \tilde{t}_1 - \tilde{t}_0 = 11^\circ\text{C}$$

$$\text{Из пунктов 1-3 } \Rightarrow P_H T - T \cdot \frac{T\alpha + 2\beta}{2} = \rho V c_0 \Delta t$$

$$T \cdot \frac{T\alpha + 2\beta}{2} - P_H T + \rho V c_0 \Delta t = 0 \quad | \cdot 2$$

$$\alpha T^2 + (2\beta - 2P_H)T + 2\rho V c_0 \Delta t = 0$$

$$D = 4(P_H - \beta)^2 - 4(2\alpha \rho V c_0 \Delta t) = 4(1600 - 2 \cdot 4200 \cdot 11) =$$

$$= 400(1600 - 4 \cdot 237) = 1600(400 - 237) = 1600 \cdot 169 > 0; 2 \text{ реш.}$$

$$T_{1,2} = \frac{2P_H - 2\beta \pm 520}{2\alpha} = \frac{2 \cdot 500 - 2 \cdot 100 \pm 520}{2 \cdot \frac{137}{20}} = 800 \pm 520$$

$\Rightarrow \begin{cases} T = 280 \text{ с} \\ T = 1320 \text{ с} \end{cases}$  - не удовлетворяет условию, т.к. график теплопотери рассчитан на  $T < 400 \text{ с}$

$$\Rightarrow T = 280 \text{ с}$$

Ответ:  $P_H = 500 \text{ Вт}; T = 280 \text{ с}$ .

Когда  $P_H$  сравняется с теплопотерями, тогда установится баланс и теплопотери перестанут увеличиваться, в противном случае температура объекта начнет падать до 0 К, что неверно. Объясните, почему  $T = 1320 \text{ с}$  - неверный ответ.

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

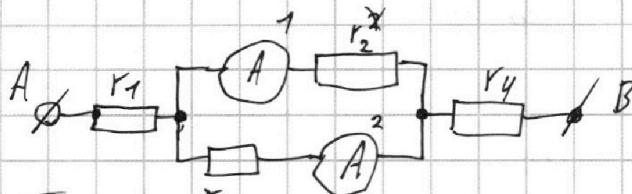
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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



страницы d 1



П.к. показания 1 и 2 амперметров разные  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow r_3 \neq r_2, \text{ т.к. } I_1 < I_2; I_1 r_2 = I_2 r_3 \Rightarrow r_2 > r_3$$

$\Rightarrow r_1 = 20 \text{ Ом}; r_4 = 40 \text{ Ом}$  (от их перестановки цепь не меняется).

$$r_2 = 40 \text{ Ом}; r_3 = 20 \text{ Ом}$$

$$I_1 r_2 = I_2 r_3 \Rightarrow I_2 = \frac{I_1 r_2}{r_3} = 2 I_1 = 2 \text{ A}$$

Суммарный ток в цепи  $I_0 = I_1 + I_2 = 3 \text{ A}$

$$\text{Сопротивление цепи: } R_{\text{общ}} = r_1 + r_4 + \frac{r_2 r_3}{r_2 + r_3} = 60 + \frac{800}{60} = 60 + \frac{40}{3}$$

$$= \frac{220}{3} \text{ Ом.}$$

$$U = R_{\text{общ}} \cdot I_0 = \frac{220}{3} \cdot 3 = 220 \text{ В}$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

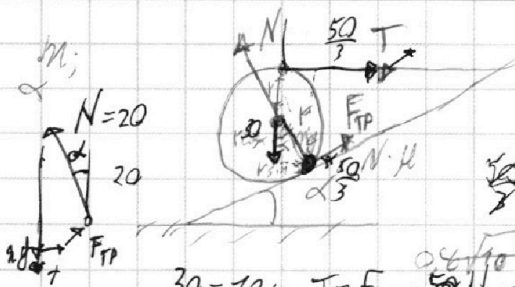
МФТИ

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



Черновик

Страница 9



$$r^2 + 2r^2 \cos \alpha + r^2 = 2r^2(1 + \cos \alpha)$$

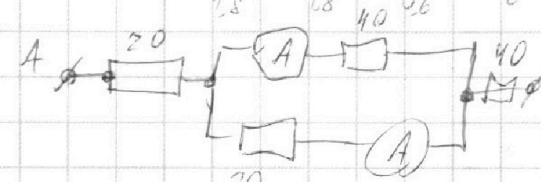
$$5 \cdot \frac{6}{10} = 10$$

$$0,8 \cdot 9,6 r^2 = \frac{6r}{\sqrt{10}} = 0,6 \sqrt{10} r$$

$$30 = 10 + 20 T = F_{тр} = \mu N = N \mu$$

$$T = \frac{mg}{1,8} = \frac{30}{1,8} = \frac{10}{0,6} = \frac{100}{6} = \frac{50}{3}$$

- 1 2 3 4 5  
✓ ✓ ✓ ✓ ✓



$$11 \cdot 2 \cdot 4200 = 500 \cdot 400 - 200 \cdot 400 = 300 \cdot 1000$$

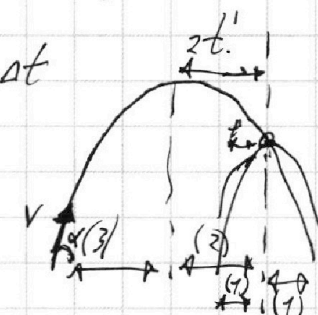
$$I_1 \cdot 40 \cdot X = 20 \cdot I_2 \Rightarrow I_2 = 2I_1 = 2A$$

$$\frac{1}{40} + \frac{2}{20} = \frac{3}{40} \Rightarrow \frac{3A}{40 + 60} = \frac{40 + 60}{3} = \frac{220}{3} \Omega$$

$$P_H = I^2 R = 500 \text{ Вт}$$

$$P_H T = \frac{T^2}{4} - 100 T = p V c \alpha t$$

$$\alpha = \frac{1}{2}; \beta = 100$$



$$v^2 \sin^2 \alpha = 2gh = 324 = 18^2$$

$$v \sin \alpha = 18$$

$$t = \frac{2v \sin \alpha}{g} = 3,6 \text{ с}$$

$$t V \cos \alpha = \frac{2v^2 \cos \alpha \sin \alpha}{g}$$

$$= 3,6 \cdot V \cos \alpha = 6 \text{ м}$$

$$6 V \cos \alpha = 10 \text{ м}$$

$$V \cos \alpha = 5 \text{ м/с}$$

$$V = 2 \sqrt{6}$$

$$(V \cos \alpha + u) t' - v \cos \alpha t' = ut' = \dots$$



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!

**Черновик** Страница 5

$V \cdot \sin \alpha \cdot T_1 = AC$   
 $(V \cos \alpha + u) T_1 = BC$

$V_1 \cdot \sin \alpha \cdot T_1 = AC$ ;  $(V_1 \cos \alpha + u) T_1 = BC$   
 $V_2 \cdot \sin \beta \cdot T_2 = AC$ ;  $(-V_2 \cos \beta + u) T_2 = BC$

$V_1^2 \sin^2 \alpha + u^2 + 2uV_1 \cos \alpha + V_1^2 \cos^2 \alpha = V_1^2 + 2uV_1 \cos \alpha + u^2 = \frac{AC^2}{T_1^2}$   
 $V_2^2 + 2V_2 u \cos \beta + u^2 = \frac{AC^2}{T_2^2}$

$u T_1 - \frac{AC}{\sin \alpha} = CB$   
 $u T_2 - \frac{AC}{\sin \beta} = CB$

$4u(V_2 \cos \beta - V_1 \cos \alpha) = \frac{AB^2}{T_1 T_2} = AB^2$   
 $4u \cdot CB (T_2 - T_1) = \frac{AB^2}{T_1 T_2} \cdot \frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2}$   
 $4u CB = AB^2 \cdot \frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2}$

$u = \frac{AB^2 (T_2 - T_1)}{4 CB T_1 T_2} = \frac{25^2 \cdot 235}{4 \cdot 24 \cdot 192 \cdot 477}$

$V_1 \cdot \sin \alpha \cdot T_1 = AC$ ;  $V_3 \sin \beta \cdot T_2 = AC$   
 $2u - V_3 \cos \beta = \frac{BC}{T_2}$ ;  $(2u - V_3 \cos \beta) T_1 = BC$   
 $2u - V_3 \cos \beta = \frac{BC}{T_2}$   
 $V_3 (\cos \beta - \cos \alpha) = \frac{1}{T_2} BC \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$

$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{T_2}{T_1}$   
 $1 - \cos^2 \alpha = \frac{T_2^2}{T_1^2} (1 - \cos^2 \beta)$   
 $1 - \cos^2 \alpha = \frac{T_2^2}{T_1^2} (1 - \cos^2 \beta)$

$\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}$	$\frac{1}{T_1 T_2}$	$\frac{1}{T_1 T_2}$
$\frac{1}{192} - \frac{1}{477}$	$\frac{1}{192 \cdot 477}$	$\frac{1}{192 \cdot 477}$
$\frac{235}{192 \cdot 477}$	$\frac{235}{192 \cdot 477}$	$\frac{235}{192 \cdot 477}$

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!

Черновик Справка α, β

$V_1^2 = V_2^2 + 2V_2 u \cos \alpha$

$V_3^2 - 2V_3 u \cos \beta + u^2 = \frac{AB^2}{T_2^2}$

$4u = \frac{AB^2}{BC} \cdot \frac{T_1 + T_2}{T_1 T_2}$

$u = \frac{AB^2 (T_1 + T_2)}{4 BC T_1 T_2}$

$(2u - V_3 \cos \alpha) T_1 = BC = T_2 (2u - V_3 \cos \beta)$

$T_1 = \frac{AB^2 (T_1 + T_2)}{4 BC T_2}$

$\sqrt{BC^2 - \frac{AB^2 (T_1 + T_2)}{2 T_2} + \frac{AB^4 (T_1 + T_2)^2}{16 BC^2 T_2^2}} + AB^2 = V_1 \frac{2048 \cdot 139}{6250 \cdot 21}$

$240 - 86 = 154$

$\frac{T_2 - T_1 + \frac{AB^2 (T_1 + T_2)^2}{16 BC^2 T_2^2}}{2 T_2} = \sqrt{\frac{8 BC^2 T_2^2 - 8 BC^2 T_1 T_2 + AB^2 (T_1 + T_2)^2}{16 BC^2 T_2^2}}$

$= \frac{AB \sqrt{AB^2 (T_1 + T_2)^2 - 8 BC T_1 T_2 + 8 BC^2 T_2^2}}{4 BC T_2 T_1}$

$V_3 \sin \alpha T_1 = AC$

$V_3 \sin \beta T_2 = AC$

$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{T_2}{T_1}$

$V_1 = V_3 - 2V_3 \cos \alpha + u^2$

$V_1^2 = V_3^2 - 4V_3 u \cos \alpha + u^2 = \frac{AB^2}{T_1^2}$

$V_3 \cos \beta = u - \frac{BC}{T_2}$

$V_3 \cos \alpha = u - \frac{BC}{T_1}$

$V_3 (\cos \beta - \cos \alpha) = \frac{BC}{T_1} - \frac{BC}{T_2} = BC \cdot \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}$

$u = \frac{AB^2 (T_1 + T_2)}{4 BC T_1 T_2} = \frac{250 \cdot (382 + 1.7)}{4 \cdot 240 \cdot 427 \cdot 139} = \frac{250 \cdot 383.7}{108 \cdot 139 \cdot 64}$

$\frac{V_3}{\sin \gamma} = \frac{V_{11}}{\sin \alpha} = \frac{V_{12}}{\sin \beta}$

$\frac{63 \cdot 21}{139 \cdot 24} = \frac{V_3}{250 \cdot 383.7}$



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!

