



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

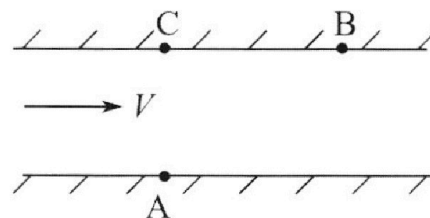
Вариант 09-02

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  $AC = d = 50$  м, снос, т.е. расстояние, на которое пловец смещается вдоль реки к моменту достижения противоположного берега,  $CB = L = 120$  м.



Продолжительность первого заплыва  $T_1 = 100$  с, продолжительность второго заплыва  $T_2 = 240$  с.

- 1) Найдите скорости  $V_1$  и  $V_2$  пловца в лабораторной системе отсчета в первом и втором заплывах.
- 2) Найдите скорость  $V$  течения реки.

В третьем заплыве пловец стартует из точки А и движется так, что снос наименьший.

- 3) На каком расстоянии  $S$  от точки В выше по течению финиширует пловец в третьем заплыве?

2. Футболист на тренировке наносит удары по мячу, лежащему на горизонтальной площадке и направляет мяч к вертикальной стенке. После абсолютно упругого соударения со стенкой на высоте  $h = 5,4$  м мяч падает на площадку. Расстояние от точки старта до стенки в 3 раза больше расстояния от стенки до точки падения мяча на площадку.

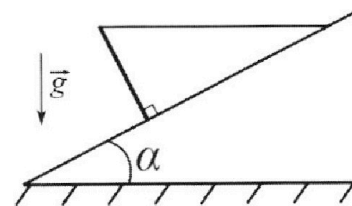
- 1) Найдите наибольшую высоту  $H$ , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время  $t_1$  после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

Допустим, что в момент соударения мяча со стенкой на высоте  $h$ , стенка движется навстречу мячу. Расстояние между точками падения мяча на поле в случаях: стенка покоится, стенка движется,  $d = 1,8$  м.

- 3) Найдите скорость  $U$  стенки в момент соударения.

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 стержень удерживается на шероховатой наклонной плоскости горизонтальной нитью, прикрепленной к стержню в его наивысшей точке. Сила натяжения нити  $T = 17,3$  Н. Угол между стержнем и плоскостью прямой. Наклонная плоскость образует с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha = 30^\circ$ .



- 1) Найдите массу  $m$  стержня.
- 2) Найдите силу  $F_{тр}$  трения, действующую на стержень.
- 3) При каких значениях коэффициента  $\mu$  трения скольжения стержень будет находиться в покое? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 09-02

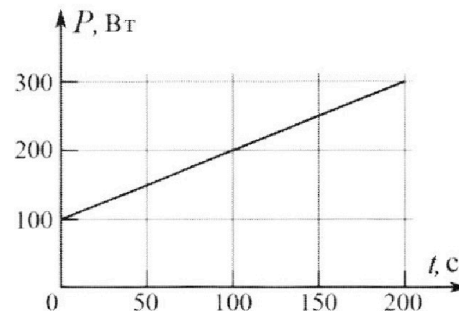
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



4. Воду объемом  $V = 1$  л нагревают на электроплитке. Начальная температура воды  $\tilde{t}_0 = 16$  °С. Сопротивление спирали электроплитки  $R = 25$  Ом, напряжение источника  $U = 100$  В. Зависимость мощности  $P$  тепловых потерь от времени  $t$  представлена на графике (см. рис.).

- 1) Найдите мощность  $P_H$  нагревателя.
- 2) Найдите температуру  $\tilde{t}_1$  воды через  $T = 180$  с после начала нагревания.

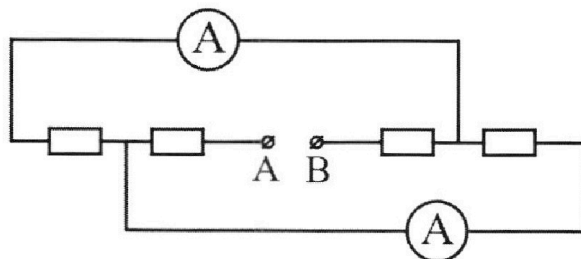
Плотность воды  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>, удельная теплоемкость воды  $c = 4200$  Дж/(кг·°С).



5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 30 Ом, у двух других сопротивление по 60 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

После подключения к клеммам А и В источника постоянного напряжения показания амперметров оказались различными. Большее показание  $I_1 = 2$  А.

- 1) Найдите показание  $I_2$  второго амперметра.
- 2) Какую мощность  $P$  развивают силы в источнике?



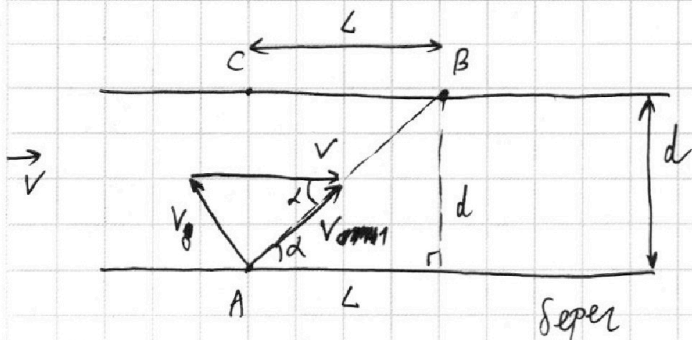
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

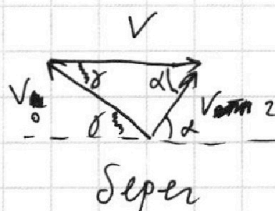
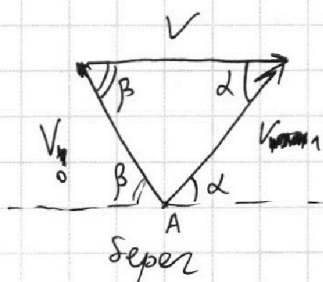
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$V_0$  - скорость течения в направлении CO, связанной с рекой

Запишем векторные треугольники скорости для случаев 1 и 2.

~~Заметим, что  $V_{boat1} \in V_0$ ,  $V_{boat2} \in V_0$ , это одно и то же.~~



Углы  $\alpha$  совпадают в обоих случаях, т.к. по

условию они оба припадают в точку B.

$$AB = \sqrt{d^2 + L^2} = 130 \text{ м по теореме Пифагора}$$

$$V_{boat1} = \frac{AB}{T_1} = 1,3 \text{ м/с} = V_1$$

$$V_{boat2} = \frac{AB}{T_2} = \frac{130}{240} \text{ м/с} = \frac{13}{24} \text{ м/с} = V_2$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{d}{L} = \frac{5}{12} \Rightarrow \text{т.к. } \text{tg}^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha}, \text{ то } \cos^2 \alpha = \frac{1}{1 + \frac{25}{144}} =$$

$$= \frac{144}{169} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{12}{13}, \text{ ибо угол острый, то есть } \cos \alpha > 0$$

Итак,  $V_1 = 1,3 \text{ м/с}; V_2 = \frac{13}{24} \text{ м/с}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



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



Th cos для обеих  $\Delta$  скоростей:

$$V_0^2 = V^2 + V_1^2 - 2VV_1 \cos \alpha$$

$$V_0^2 = V^2 + V_2^2 - 2VV_2 \cos \alpha$$

Вычитаем:

$$0 = V_1^2 - V_2^2 - 2VV_1 \cos \alpha + 2VV_2 \cos \alpha$$

$$2V \cos \alpha \cdot (V_1 - V_2) = V_1^2 - V_2^2$$

$$2V \cos \alpha \cdot (V_1 - V_2) = (V_1 - V_2)(V_1 + V_2)$$

$$V = \frac{V_1 + V_2}{2 \cos \alpha} = \frac{(\frac{13}{24} + 0.5) \text{ м/с}}{2 \cdot \frac{12}{13}} = \frac{25 \cdot 13}{24 \cdot 12} \text{ м/с} = \frac{325}{576} \text{ м/с}$$

$$\begin{array}{r} \times 169 \\ 34 \\ \hline + 676 \\ \hline 507 \\ \hline 594,6 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,56 \\ 956 \\ \hline + 336 \\ \hline 280 \\ \hline 0,313,6 \end{array}$$

$$V_0 = \sqrt{V^2 + V_1^2 - 2VV_1 \cos \alpha} \approx \sqrt{\frac{4}{9} + 1,7 - 2 \cdot 1,7 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{12}{13}} \text{ м/с} = \sqrt{0,25 + 1,7 - 1,7 \cdot \frac{12}{13}} \text{ м/с} = \sqrt{0,25 + 0,15} \text{ м/с} = \sqrt{0,4} \text{ м/с} = 0,6 \text{ м/с}$$

$$V = \frac{V_1 + V_2}{2 \cos \alpha} = \frac{1,3 \text{ м/с} + \frac{13}{24} \text{ м/с}}{2 \cdot \frac{12}{13}} = \frac{13 \cdot 3,4}{2 \cdot \frac{12}{13} \cdot 24} =$$

$$= \frac{11 \cdot 13}{12 \cdot 12} = \frac{1,3 + \frac{13}{24}}{\frac{24}{13}} \text{ м/с} =$$

$$= \frac{13 \cdot 3,4}{24 \cdot 24} \text{ м/с} = \frac{169 \cdot 3,4}{576} \text{ м/с} = \frac{574,6}{576} \text{ м/с} = \frac{574,6}{576} \text{ м/с} \approx 1 \text{ м/с}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

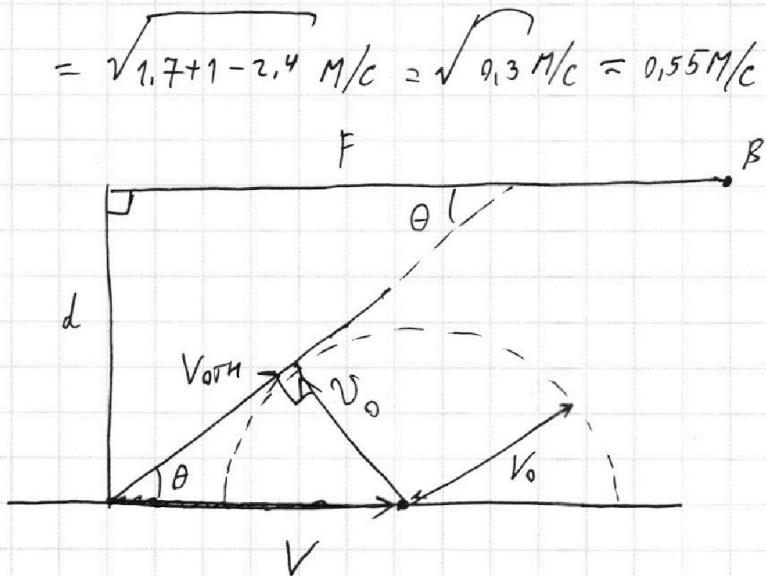


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Найти  $V_0$

$$V_0 = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2 \cos \alpha} = \sqrt{1,7^2 + 1^2 - 2 \cdot 1,7 \cdot 1 \cdot \cos 120^\circ} =$$

$$= \sqrt{1,7^2 + 1^2 - 2 \cdot 1,7 \cdot 1 \cdot (-0,5)} = \sqrt{1,7^2 + 1^2 + 1,7} = \sqrt{9,3} \approx 3,05 \text{ м/с}$$



$V_0$  можем направить в любую точку противоположного берега.

Минимум расхода будет при касании окружности

$$\sin \theta = \frac{V_0}{V} = 0,55$$

$$\tan \theta = \frac{d}{F}$$

$$\sin \theta = \frac{V_0}{V} \Rightarrow \frac{1}{\tan^2 \theta} + 1 = \frac{1}{\sin^2 \theta} \Rightarrow \frac{1}{\tan^2 \theta} + 1 = \frac{1}{0,3^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \tan^2 \theta = \frac{1}{\frac{1}{0,3^2} - 1} = \frac{1}{1 - 0,3} = \frac{9,3}{97} \Rightarrow \tan \theta = \sqrt{\frac{3}{7}}$$

$$F = \frac{d}{\tan \theta} = \frac{50 \text{ м}}{\sqrt{\frac{3}{7}}} \cdot \sqrt{\frac{3}{7}} \Rightarrow S = L - F = 120 \text{ м} - 50 \text{ м} \cdot \sqrt{\frac{7}{3}}$$

Ответ:  $V_1 = 1,3 \text{ м/с}$ ;  $V_2 = \frac{13}{24} \text{ м/с}$ ;  $V = 1 \text{ м/с}$ ;  $S = 120 \text{ м} - 50 \text{ м} \cdot \sqrt{\frac{7}{3}} \approx 45 \text{ м}$ .

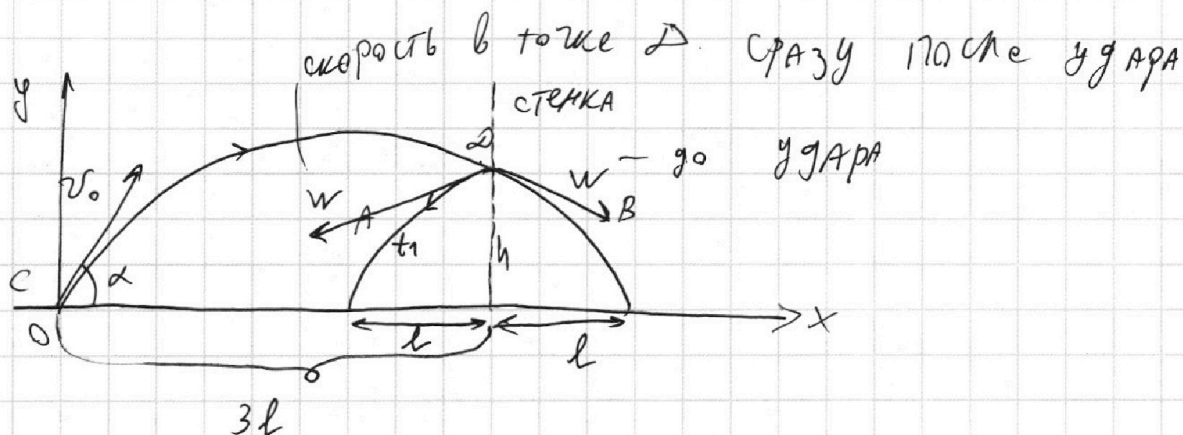
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



Маленький полетел  $3l$  по куску ПАРАБОЛЫ В ~~д~~, если  $3l$  не стенка; А см. В относительно стенки.

$4l = \frac{v_0^2 \sin(2\alpha)}{g}$  По формуле дальности полета.  
 $4l = \frac{2v_0^2 \sin\alpha \cos\alpha}{g} \Rightarrow l = \frac{v_0^2 \sin\alpha \cdot \cos\alpha}{2g}$

Летит от точки C до точки D прошло время

$\tau$

$$h = v_0 \sin\alpha \cdot \tau - \frac{g \tau^2}{2}$$

$$3l = v_0 \cos\alpha \cdot \tau \Rightarrow \tau = \frac{3l}{v_0 \cos\alpha}$$

$$h = 3l \cdot \tan\alpha - \frac{g \cdot 9l^2}{2v_0^2 \cos^2\alpha}$$

~~$h = 3l \tan\alpha$~~

$$h = 3l \tan\alpha \cdot \frac{v_0^2 \sin\alpha \cdot \cos\alpha}{2g} - \frac{g \cdot 9 \cdot v_0^4 \sin^2\alpha \cdot \cos^2\alpha}{2v_0^2 \cos^2\alpha \cdot g \cdot 4}$$

$$h = \frac{3v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} - \frac{9}{8} \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{g} = \frac{3}{8} \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{g} \Rightarrow \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} = \frac{4}{3} h$$

$$v_0 \sin\alpha = \sqrt{\frac{8}{3} g h} = 12 \text{ м/с}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

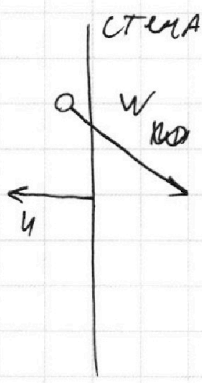
$$4l = v_0 \cos \alpha \cdot t_{обу}$$

$$t_{обу} = \frac{v_0^2 \sin^2(2\alpha)}{g v_0 \cos \alpha} = \frac{v_0 \cdot 2 \sin \alpha}{g} = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{2 \cdot 12 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2} =$$

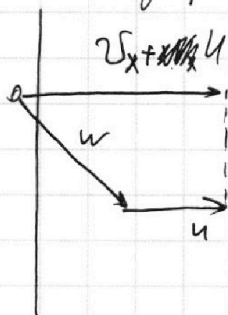
$$= 2,4 \text{ с}$$

Если это раз вдоль горизонтальной оси движение равномерное, то  $t_1 = \frac{t_{обу}}{4} = 0,6 \text{ с}$ .

$$v_x = v_0 \cos \alpha$$

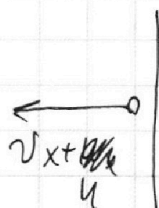


Перейдем в СО до удара

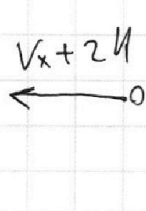


Рассмотрим фазами вдоль горизонтальной оси

После:



← это в СО стены



В земной СО. То есть стена даёт

гор. скорость  $2u$  шару. Т.к.  $t_1 = 0,6 \text{ с}$ , то

$$2u \cdot t_1 = d \Rightarrow u = \frac{d}{2t_1} = \frac{1,8 \text{ м}}{1,2 \text{ с}} = 1,5 \text{ м/с}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



1    2    3    4    5    6    7  
                 



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

Ответ:  $H = 7,2 \text{ м}$ ;  $t_1 = 0,6 \text{ с}$ ;  $U = 1,5 \text{ м/с}$ .



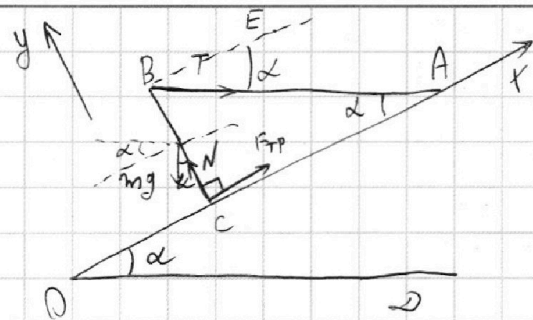
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!



Направим  $F_{тр}$  вверх вдоль наклонной плоскости. Если  $\alpha$  острый, это будет означать, что  $F_{тр}$  будет  $< 0$ , т.е.  $F_{тр}$  вниз вдоль накл. плоскости.

$\angle AOD = \angle OAB$ , потому что нить горизонтальна

Затем запишем правило моментов для стержня относительно

точки  $C$  ( $BE \parallel OA$ ):

$$0 = mg \sin \alpha \cdot \frac{l}{2} - T \cos \alpha \cdot l, \text{ где } l - \text{длина стержня.}$$

$$mg \sin \alpha = 2 T \cos \alpha$$

$$m = \frac{2T}{g \sin \alpha} = \frac{2 \cdot 17,3 \text{ Н}}{10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}} = \frac{2 \cdot 17,3 \text{ Н} \cdot 1,73}{10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} =$$

$$= \frac{2 \cdot 30 \text{ Н}}{10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} = \boxed{6 \text{ кг}}$$

2 закон Ньютона для стержня на ось  $x$ :

$$F_{тр} + T \cos \alpha = mg \sin \alpha$$

$$F_{тр} = mg \sin \alpha - T \cos \alpha = 2 T \cos \alpha - T \cos \alpha = T \cos \alpha = \boxed{15 \text{ Н}} \text{ вверх по склону}$$

2 закон Ньютона для стержня на ось  $y$ , которая

$y \perp x$ :

$$N = mg \cos \alpha + T \sin \alpha \approx$$

Стержень будет в покое, если  $\mu_{\min} N = F_{тр}$ .

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!

$$P_H = \frac{U^2}{R} = 400 \text{ Вт} \quad , \text{т.к.} \quad P_H = UI = \frac{U^2}{R} = 400 \text{ Вт.}$$

Ур-е теплового баланса:

$$\bar{t}_1 = \bar{t}_0 + \frac{P_H \cdot T - \int_0^T P \cdot dt}{c \rho V}$$

~~Решение~~

$$P_H \cdot T = 400 \text{ Вт} \cdot 180 \text{ с} = 72 \text{ кДж}$$

по графику:

$$\int_0^T P \cdot dt = \frac{300+100}{2} \text{ Вт} \cdot 200 \text{ с} = 200 \text{ Вт} \cdot 200 \text{ с} = 40 \text{ кДж}$$

$$\bar{t}_1 = \bar{t}_0 + \frac{P_H \cdot T - \int_0^T P \cdot dt}{c \rho V} = 16^\circ \text{C} +$$

Условий коэффициент прямой:

$$k = \frac{200 \text{ Вт}}{200 \text{ с}} = 1 \frac{\text{Вт}}{\text{с}}$$

$$P(t) = 100 \text{ Вт} + k \cdot t$$

↓

$$Q(t) = 100 \text{ Вт} \cdot t + \frac{kt^2}{2}$$

$$\int_0^T P \cdot dt = Q(T) = 100 \text{ Вт} \cdot T + \frac{kT^2}{2} = 100 \text{ Вт} \cdot 180 \text{ с} + \frac{1 \frac{\text{Вт}}{\text{с}} \cdot 180^2 \text{ с}^2}{2}$$

$$= 18 \text{ кДж} + 90 \cdot 180 \text{ Дж} = 18 \text{ кДж} + 162 \cdot 100 \text{ Дж} = 18 \text{ кДж} + 16,2 \text{ кДж} =$$

$$= 34,2 \text{ кДж.}$$

$$\bar{t}_1 = \bar{t}_0 + \frac{72 \text{ кДж} - 34,2 \text{ кДж}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}} = 16^\circ \text{C} + \frac{37,8 \text{ кДж}}{4200 \frac{\text{Дж}}{^\circ \text{C}}} =$$

$$= 16^\circ \text{C} + 9^\circ \text{C} = \boxed{25^\circ \text{C}}$$

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

ответ:

$$P_H = 400 \text{ Вт}$$

$$T_1 = 25^\circ \text{C}$$

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

$$P = UI_{\text{одч}}$$

$$U = (I_1 + I_2) \cdot R_1 + I_1 R_1 + (I_1 + I_2) \cdot 2R_1 =$$

$$= 3 \cdot 3A \cdot 30\Omega + 2A \cdot 30\Omega = 330B$$

$$P = UI_{\text{одч}} = 330B \cdot 3A = 990Bт$$

Ответ:  $I_2 = 1A$ ;  $P = 990Bт$ .

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!



Уравнение движения вдоль веревки:

$$V - V_1 \cos \beta = \frac{L}{T_1} = 1,2 \text{ м/с}$$

$$V - V_2 \cos \gamma = \frac{L}{T_2} = 0,5 \text{ м/с}$$

$$N = mg \cos \alpha + T \sin \alpha = 9,6 +$$

$$\Rightarrow V_2 \cos \gamma - V_1 \cos \beta = 0,7 \text{ м/с}$$

$$N =$$

Тн sin угла треугольников: 3 угл

$$V_1 \sin \beta = V_{0T1} \sin \alpha = \frac{d}{T_1} = 0,5 \text{ м/с}$$

$$V_2 \sin \gamma = V_{0T2} \sin \alpha = \frac{d}{T_2} = \frac{5}{24} \text{ м/с}$$

$$\begin{array}{r} 72,0 \\ -34,2 \\ \hline 37,8 \end{array}$$

$$\begin{cases} V_1 \sin \beta = 0,5 \text{ м/с} \\ V_2 \sin \gamma = \frac{5}{24} \text{ м/с} \\ V_2 \cos \gamma - V_1 \cos \beta = 0,7 \text{ м/с} \end{cases}$$

$$mg \sin \alpha = 2T \cos \alpha$$

$$m = \frac{2T}{g \tan \alpha} = \frac{2 \cdot 1,73}{10 \cdot 1,73} = \frac{2 \cdot 30}{10} = 6 \text{ кг}$$

$$\begin{array}{r} 2,6 \\ \times 2,7 \\ \hline 189 \\ 52 \\ \hline 6,76 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2,7 \\ \times 2,7 \\ \hline 189 \\ 54 \\ \hline 729 \end{array}$$

$$2,65$$

$$V_2 \sin \gamma - V_1 \sin \beta = 0,7 \text{ м/с} \cdot \tan \beta \cdot \tan \gamma$$

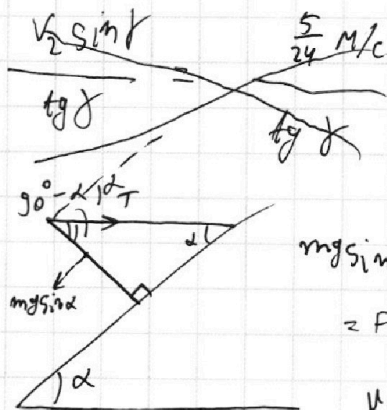
$$\left( \frac{5}{24} - \frac{12}{24} \right) \text{ м/с} = 0,7 \text{ м/с} \cdot \tan \beta \cdot \tan \gamma$$

$$-\frac{7}{24} = \frac{17}{10} \tan \beta \cdot \tan \gamma$$

$$-\frac{5}{12} = \tan \beta \cdot \tan \gamma \Rightarrow \tan \gamma = -\frac{5}{12 \tan \beta}$$

$$\sqrt{3} = 1,73 \quad \frac{\cos \alpha}{\tan \alpha} = \frac{2T \cos \alpha \sin \alpha}{\tan \alpha}$$

$$\begin{array}{r} 265 \\ -173 \\ \hline 920 \\ -865 \\ \hline 55 \end{array} \quad \begin{array}{r} 173 \\ 1,5 = \frac{\sqrt{3}/2}{\frac{2\sqrt{3} \cdot \sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{3}/2}{3,5} = \frac{\sqrt{3}}{7} \end{array}$$



$$\mu_{\min} = \frac{1 \cos \alpha}{\tan \alpha + \tan \alpha} = \frac{\tan \alpha}{1 + \tan^2 \alpha} = \frac{37800}{4200}$$

$$\frac{378}{378/9} = 9$$

$$mg \sin \alpha - T \cos \alpha = F_{TP} = 30 - 15 = 15 \text{ Н}$$

$$mg \sin \alpha = 2T \cos \alpha \quad mg = \frac{2 \cdot 1,73 \cdot 1,73}{\frac{1}{2}} =$$

$$\mu_{\min} = \frac{m \cdot T \cos \alpha}{T \cos \alpha + T \sin \alpha} = \frac{\cos \alpha}{\frac{2}{\tan \alpha} + \sin \alpha} =$$

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!

А максимального значения для  $\mu$  нет.

$$\mu_{\min} = \frac{F_{TP}}{N} = \frac{T \cos \alpha}{\frac{2T}{\tan \alpha} \cdot \cos \alpha + T \sin \alpha} = \frac{\cos \alpha}{\frac{2 \cos \alpha}{\tan \alpha} + \sin \alpha} = \frac{1}{\frac{2}{\tan \alpha} + \sin \alpha} =$$

$$= \frac{\tan \alpha}{2 + \sin \alpha} = \frac{0,58}{2 + \frac{1}{2}} = \frac{0,58}{2,5} = \frac{0,58 \cdot 2}{5} = \frac{1,16}{5} = 0,23$$

значит, для всех  $\mu > \mu_{\min} = 0,23$  равновесие стержня будет возможно

Ответ:  $m = 6 \text{ кг}$ ;  $F_{TP} = 15 \text{ Н}$ ;  $\mu > \frac{\tan \alpha}{2 + \sin \alpha} = 0,23$

$$= \frac{\tan \alpha}{\frac{1}{\cos^2 \alpha} + 2} = \frac{\tan \alpha}{\frac{4}{3} + 1} = \frac{\frac{1}{\sqrt{3}}}{\frac{7}{3}} = \frac{\sqrt{3}}{7}$$

значит, для всех  $\mu > \mu_{\min} = \frac{\sqrt{3}}{7}$  равновесие стержня будет возможно.

Ответ:

$$m = 6 \text{ кг}$$

$$F_{TP} = 15 \text{ Н}$$

$$\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{7}$$

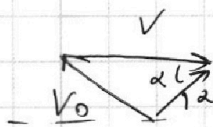
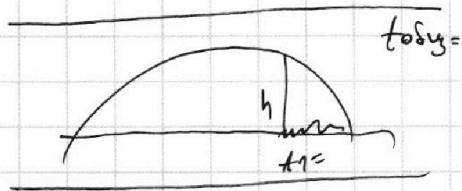
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



2 гА ~~50~~ гА.  
уберет.

$$V_1 = 1,3 \text{ м/с}$$

$$V_2 = \frac{130 \text{ м}}{240 \text{ с}} = \frac{13}{24} \text{ м/с}$$

$$V_0^2 = V^2 + V_1^2 - 2V_1 V \cos \alpha$$

$$V_0^2 = V^2 + V_2^2 - 2V_2 V \cos \alpha$$

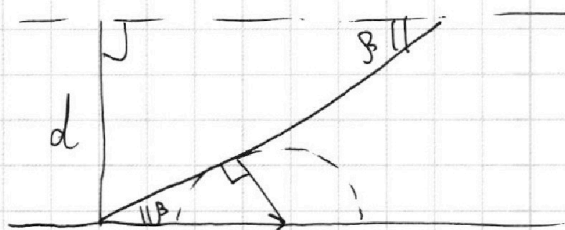
$$V_1^2 - V_2^2 - 2V_1 V \cos \alpha + 2V_2 V \cos \alpha = 0$$

$$(V_1 - V_2)(V_1 + V_2) = 2V \cos \alpha (V_1 - V_2)$$

$$V = \frac{V_1 + V_2}{2 \cos \alpha}$$

$$V = \frac{V_1 + V_2}{2 \cos \alpha} = \frac{1,3 \text{ м/с} + \frac{13}{24} \text{ м/с}}{2 \cdot \frac{12}{13}}$$

$$= \frac{13 \cdot 3,4}{2 \cdot 12 \cdot 24} \cdot 13 = \frac{169 \cdot 3,4}{576} = \frac{5746}{576} = 9,95 \text{ м/с}$$



$$\frac{d^2}{R^2} = \frac{3}{7}$$

$$R^2 = \frac{7}{3} d^2$$

$$R^2 = \frac{7}{3} \cdot 2500 = 2,3 \cdot 2500 =$$

$$= 5800$$

$$\begin{aligned} \text{ctg}^2 \alpha + 1 &= \frac{1}{0,3} \\ \text{tg}^2 \alpha &= \frac{1}{0,3 - 1} = \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} \times 169 \\ 3,4 \\ \hline + 676 \\ \hline 507 \\ 5746 \end{array}$$

$$= \frac{0,3}{97}$$

$$\text{tg} \alpha = \sqrt{\frac{3}{97}}$$

$$\sqrt{0,43} =$$

$$\frac{d}{R} =$$

$$R = 2,5d =$$

$$\begin{aligned} V_0^2 &= 1 + 1,7 - 2 \cdot 1,3 \cdot \frac{12}{13} \\ &= 2,7 - 2,4 = 0,3 \text{ м/с} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_0 &= 0,55 \text{ м/с} \\ &= 1 \text{ м/с} \end{aligned}$$

$$x = 120 - 15 = 45 \text{ м}$$

$$\sqrt{5800} \approx 75$$

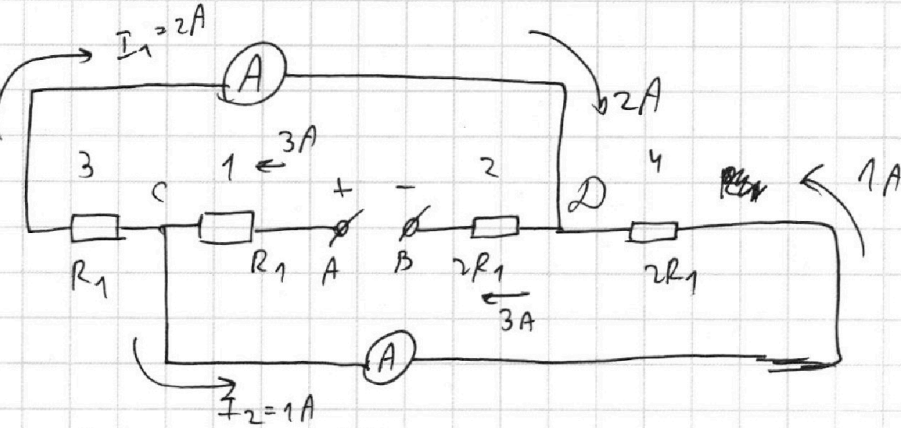
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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"/>



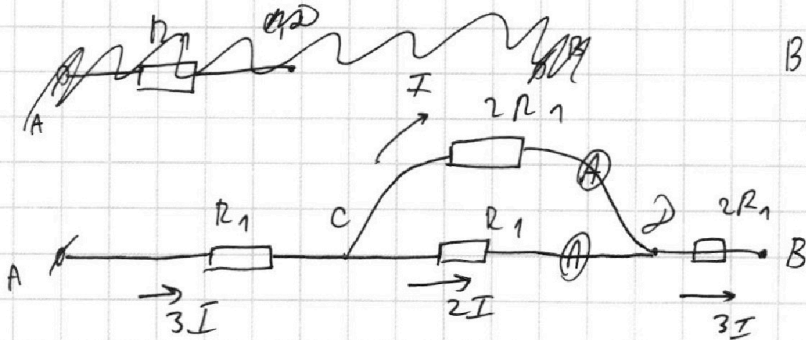
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Ясно, что ввиду симметрии для резисторов 1 и 2 одного номинала, то 3, 4 тоже, а тогда показания амперметров одинаковыми будут. Без ограничения общности пусть  $R_1 = 30 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 60 \text{ Ом} = 2R_1$ .

Аналогично, если  $R_1 = R_4$ , то  $R_2 = R_3$  и в силу симметрии показания амперметров одинаковые. Тогда это не так,  $R_3 = R_1$ ;  $R_4 = R_2 = 2R_1$

Перерисуем схему:



Видно, что показание нижнего амперметра больше. ~~Амперметр~~

то есть  $2I = I_1 = 2A \Rightarrow I_2 = I = \frac{I_1}{2} = \boxed{1A}$



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

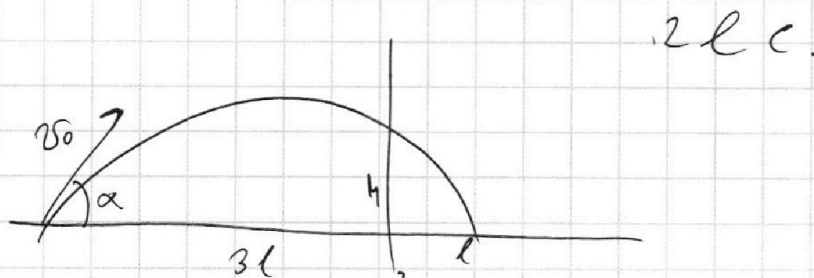
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



$$y = x \tan \alpha - \frac{g x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$4l = \frac{2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$$

$$y = 3l \tan \alpha - \frac{g \cdot (3l)^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$= 3l \tan \alpha$$

$$\frac{3}{2} \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} - \frac{g \cdot 9l^2 \cdot \frac{2 \cos^2 \alpha}{v_0^2 \cos^2 \alpha}}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$h = \frac{3}{2} \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} - \frac{g}{8} \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} = \frac{3}{8} \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g}$$

$$v_0^2 \sin^2 \alpha = \frac{8}{3} gh$$

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{4}{3} \frac{gh}{g} = \left( \frac{4}{3} h \right) = 7,2 \text{ м.}$$

$$v_0 \sin \alpha = \sqrt{\frac{8}{3} \cdot 10 \cdot 5,4} = \sqrt{\frac{8}{3} \cdot 54} = \sqrt{144} = 12 \text{ м/с.}$$

$$t_{0 \rightarrow y} = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g} = 2,4 \text{ с.}$$

$$t_1 = 0,6 \text{ с}$$

$$2u \cdot t_1 = d$$

$$u = \frac{d}{2t_1} = \frac{1,8 \text{ м}}{1,2 \text{ с}} =$$

$$= 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с.}}$$

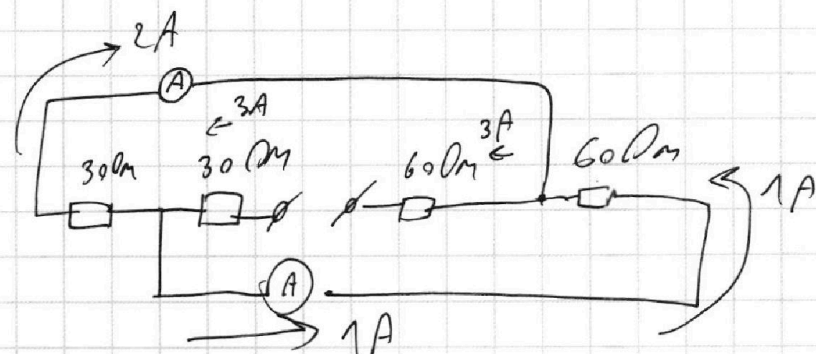
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



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



$P = UI = 1200 \text{ Вт}$

$U = 90 + 60 + 180 = 330 \text{ В}$

$P = UI = 990 \text{ Вт}$

1A, 990 Вт. норм.

~~260 Вт.~~  $260 \text{ Вт.}$

$18 \text{ Вт} \cdot 1000 = 32,4 \text{ кДж}$

$P = \frac{U^2}{R} = 400 \text{ Вт.}$

$Q = 400 \text{ Вт} \cdot T = 400 \cdot 100 = 72 \text{ кДж.}$

$378 \overline{) 42}$   
 $\begin{array}{r} \times 42 \\ 9 \\ \hline 378 \end{array}$

$39,6 \overline{) 4,2}$   
 $\begin{array}{r} 9^\circ \text{C} \\ \hline \end{array} + 16^\circ \text{C} = 25^\circ \text{C}$   
 уверен.

Handwritten calculations for power and energy:

$200 \rightarrow 100$   
 $300 \rightarrow 200$   
 $180 \rightarrow 120$   
 $280 \text{ Вт.}$

Vertical multiplication:  
 $\begin{array}{r} \times 190 \\ 180 \\ \hline 152 \\ 180 \\ \hline 4420 \end{array}$   
 $\begin{array}{r} \times 190 \\ 180 \\ \hline 152 \\ 180 \\ \hline 34200 \end{array}$   
 $\begin{array}{r} \times 180 \\ 180 \\ \hline 144 \\ 18 \\ \hline 32400 \end{array}$   
 $32,400$   
 $32,4 \text{ кДж.}$