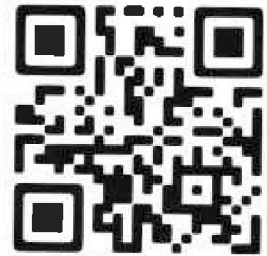




Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 09-02



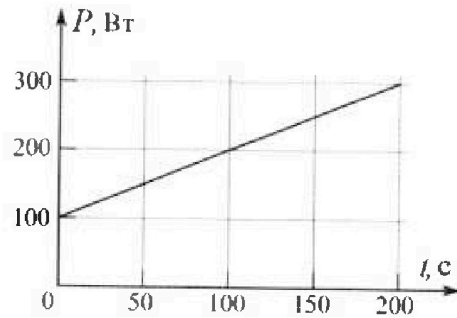
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Воду объемом  $V = 1$  л нагревают на электроплитке. Начальная температура воды  $\tilde{t}_0 = 16$  °C. 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·°C).

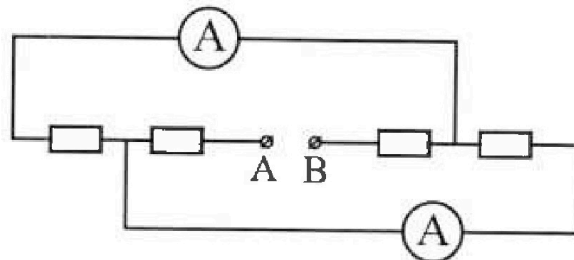


5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 30 Ом, у двух других сопротивление по 60 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

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?





Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

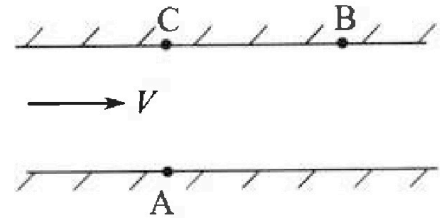
Вариант 09-02

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.

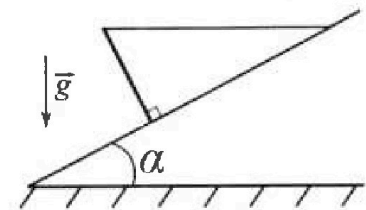
- 1) Найдите наибольшую высоту  $H$ , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время  $t_1$  после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

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>.

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

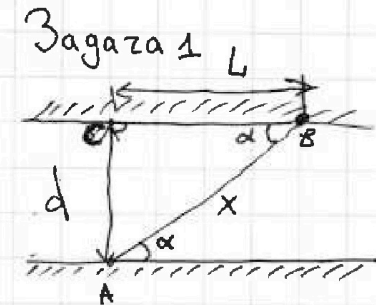
Отметьте крестиком номер задачи,

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. Печать QR-кода недоступна!



$d=50\text{м}$   
 $L=120\text{м}$   
 В первом и втором заплыве спортсмен перемещался вдоль прямой АВ, проходя расстояние  $AB=x$

По теореме Пифагора:

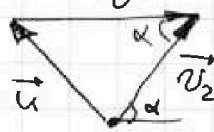
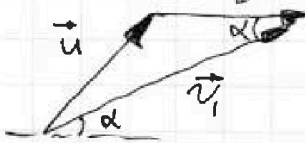
$$x = \sqrt{L^2 + d^2} = \sqrt{50^2 + 120^2} = 130\text{м}$$

Тогда  $v_1 = \frac{x}{T_1} = \frac{130\text{м}}{100\text{с}} = 1,3\text{ м/с}$  (т.к. его скорость по модулю относ. воды не меняется)

$$v_2 = \frac{x}{T_2} = \frac{130\text{м}}{240\text{с}} = \frac{13}{24}\text{ м/с}$$

$$\cos \alpha = \frac{L}{x} = \frac{12}{13} \quad (\text{см. рисунок})$$

Треугольники скоростей для I и II случая



$u$  - <sup>собств.</sup> скорость течения  
 $v$  - скорость плывца

Запишем теорему косинусов для этих треугольников:

$$1) v_1^2 + v^2 - 2vv_1 \cos \alpha = u^2 \Rightarrow (1) = (2):$$

$$2) v_2^2 + v^2 - 2vv_2 \cos \alpha = u^2 \Rightarrow v_1^2 + v^2 - 2vv_1 \cos \alpha = v_2^2 + v^2$$

$$v_1^2 - 2vv_1 \cos \alpha = v_2^2 - 2vv_2 \cos \alpha$$

$$v_1^2 - v_2^2 = 2v \cos \alpha (v_1 - v_2) \rightarrow (v_1 - v_2)(v_1 + v_2) = 2v \cos \alpha (v_1 - v_2)$$

(т.к.  $v_1 \neq v_2$  можем сократить):

$$v_1 + v_2 = 2v \cos \alpha \rightarrow v = \frac{v_1 + v_2}{2 \cos \alpha}$$

$$v = \frac{\frac{13}{10} + \frac{13}{24}}{2 \cdot \frac{12}{13}} = \frac{156 + 65}{120} \cdot 13 = \frac{221}{120 \cdot 12} \cdot 13 = \frac{2873}{1440} \approx 2\text{ м/с}$$

Рассмотрим случай с минимальным сносом

Найдем возможные направления скоростей:



Минимальное отклонение мы получим в случае касательной к <sup>полу</sup>окружности стр. 4

Продолжение на стр. 5

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"/>

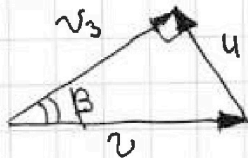


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



## Продолжение задачи 1

Получим такой  $\triangle$  треугольник скоростей  
прямоугольный



$v_3$  - скорость спортсмена в лабораторной СО

Найдём  $u$  из предыдущих ур-е

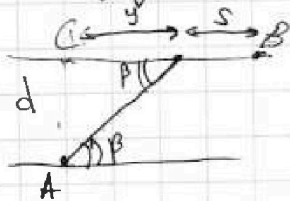
$$(\text{напр. „1“}) \quad v_1^2 + v^2 = 2v v_1 \cos \alpha = u^2$$

$$u^2 = (1,3)^2 + (2)^2 - 2 \cdot 1,3 \cdot 2 \cdot \frac{12}{13} = 1,69 + 4 - 4 \cdot \frac{12}{10} =$$
$$= 5,69 - 4,80 = 0,89 \text{ м}^2/\text{с}^2$$

$$u = \sqrt{0,89} \text{ м/с}$$

$$\sin \beta = \frac{u}{v} = \frac{\sqrt{0,89}}{2} \quad \cos^2 \beta = 1 - \frac{0,89}{4} = \frac{3,11}{4} \rightarrow \cos \beta = \frac{\sqrt{3,11}}{2}$$

Тогда движение выглядит как-то так:



$$L = S + y \quad (y - \text{расст. от точки C до тр. финиша})$$

$$\tan \beta = \frac{d}{y} \rightarrow y = \frac{d}{\tan \beta}$$

$$\tan \beta = \frac{\sin \beta}{\cos \beta} = \frac{\sqrt{0,89}}{\frac{\sqrt{3,11}}{2}} = \sqrt{\frac{0,89}{3,11}} \approx 0,535$$

$$y = \frac{50}{0,535} \approx 93 \text{ м}$$

$$S = L - y = 120 - 93 = 27 \text{ м}$$

Ответ: 1)  $V_1 = 1,3 \text{ м/с}$ ,  $V_2 = \frac{13}{24} \text{ м/с}$ ; 2)  $V = 2 \text{ м/с}$ ; 3)  $S = 27 \text{ м}$ .

Стр. 5



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!



Черновик

$$\begin{array}{r} 10000 \\ - 8853 \\ \hline 370 \end{array} \quad \begin{array}{r} 107 \\ 934 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 107 \\ \times 9 \\ \hline 963 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 107 \\ \times 3 \\ \hline 321 \end{array}$$

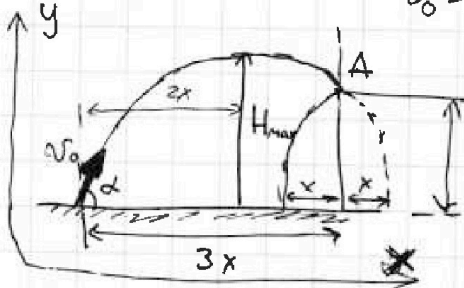
$$\begin{array}{r} 370 \\ - 321 \\ \hline 490 \\ - 428 \\ \hline \end{array}$$

$$\frac{95^2}{2} = 7,2 \rightarrow \frac{14,4}{10} = \frac{144}{100} = 1,2$$

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!)

### Задача 2



$v_0$  - начальная Т.к. траекторией мяча является скор-ть парабола, то ~~тогда~~ ~~высшей~~ координат мяча  $x$  - угол, ~~когда~~ ~~это~~ траектория симметрична (происходит её отражение в точке удара)

$H_{max}$  - максимальная высота, достиг-ся, когда  $v_y = 0$ ,  $y$  - координата верхней

$g = 10 \text{ м/с}^2$

точки по оси  $x$  -  $2x$  (если  $0$  - нач. положение мяча,  $x$  - расстояние от стенки до точки падения мяча)

Ур-я движения:

1)  $v_0 \sin \alpha = g\tau$  (где  $\tau$  - время, за которое ~~тогда~~ ~~у~~ мяча скорость по оси  $y$  станет  $0$ )

2)  $v_0 \cos \alpha \tau = 2x$

3)  $v_0 \sin \alpha \tau - \frac{g\tau^2}{2} = H_{max} \rightarrow \frac{g\tau^2}{2} = H_{max}$

для точки А:

4)  $v_0 \cos \alpha t = 3x$

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

Ур-я (4) (2)  $\frac{3}{2} = \frac{t}{\tau} \rightarrow t = 1.5\tau$

Подставим в ур-е (5):  $g\tau t - \frac{g t^2}{2} = h$

$1.5g\tau^2 - \frac{g}{8}g\tau^2 = h \rightarrow 6) h = \frac{3}{8}g\tau^2$

(7)  $\frac{H_{max}}{h} = \frac{g\tau^2}{2} \cdot \frac{8}{3}g\tau^2 = \frac{4}{3} \rightarrow H_{max} = \frac{4}{3}h = \frac{4}{3} \cdot \frac{54}{10} =$

$= \frac{4}{3} \cdot \frac{27}{5} = \frac{4 \cdot 9}{5} = \frac{36}{5} = 7.2 \text{ м}$

Найдём время  $\tau$ :  $6) h = \frac{3}{8}g\tau^2 \rightarrow \tau^2 = \frac{8h}{3g} \rightarrow \tau = \sqrt{\frac{8 \cdot 5.4}{3 \cdot 10}} =$

$= \sqrt{\frac{8 \cdot 1.8}{10}} = \sqrt{\frac{18 \cdot 8}{100}} = \sqrt{\frac{144}{100}} = 1.2 \text{ с}$

Тогда время всего движения  $2\tau$  (в силу симметрии)

После соударения мяч придёт расст.  $x$  по оси  $x$ :

9)  $v_0 \cos \alpha t_1 = x$  (2)  $\frac{t_1}{\tau} = \frac{x}{2x} = 0.5 \rightarrow t_1 = \frac{\tau}{2} = 0.6 \text{ с}$

Стр. 6

Продолжение задачи на стр. 7

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

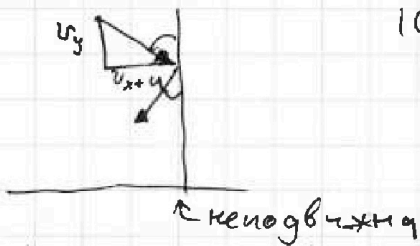
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



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

Продолжение задачи 2

Заметим, что время движения до соударения до падения на площадку не изм-ся, т.к. не меняется вертикальная составляющая скорости  $v_y$  доски в момент соударения!



$$(10) d+x = (v_0 \cos \alpha t_1 + u t_1)$$

При этом (11)  $x = v_0 \cos \alpha t_1$

$$u + v_0 \cos \alpha = \frac{x}{t_1}$$

Подставим в уравнение выше:

$$\frac{d}{x} + 1 = 1 + \frac{u}{v_0 \cos \alpha} \rightarrow \frac{d}{x} = \frac{u t_1}{x} \rightarrow u = \frac{d}{t_1} = \frac{1,8 \text{ м}}{0,6 \text{ с}} = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: 1)  $H = 7,2 \text{ м}$ , 2)  $t_1 = 0,6 \text{ с}$ , 3)  $u = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

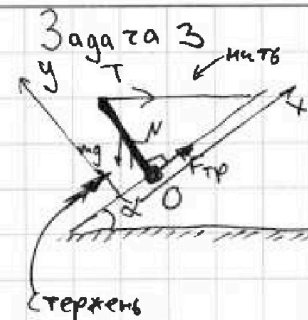
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



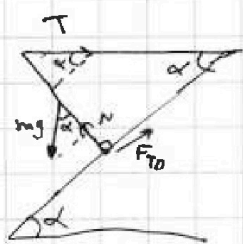
ось  $y$  напр. на вдоль стержня, ось  $x$  ей ~~перпендикулярна~~  $\perp$

$$T = 17,3 \text{ Н}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

Пусть длина стержня  $l$ , т.к. он однородный можем записать правило моментов отн. т.о

$$mg \sin \alpha \frac{l}{2} = T \cos \alpha l$$



$$m = \frac{2T \cos \alpha}{g \sin \alpha} = \frac{2T \cot \alpha}{g} = \frac{2 \cdot 17,3 \cdot \sqrt{3}}{10} =$$

$$= 2 \cdot 1,73 \cdot \sqrt{3} \approx 3 \cdot 2 = 6 \text{ кг (масса стержня)}$$

(примем в этой задаче  $\sqrt{3} = 1,73$ )

Т.к. стержень покоится, можем записать для него  $\sum F$  по оси  $x$ :

$$\underline{F_{\text{тр}}} + T \cos \alpha = mg \sin \alpha \rightarrow \underline{F_{\text{тр}}} = mg \sin \alpha - T \cos \alpha = 6 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} - 17,3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \approx$$

$$\approx 30 - 10 \cdot \frac{3}{2} = 30 - 15 = \underline{15 \text{ Н}}$$

Запишем аналогично  $\sum F$  по оси  $y$ :

$$N = T \sin \alpha + mg \cos \alpha = 17,3 \cdot \frac{1}{2} + 6 \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{17,3}{2} + \underbrace{2 \cdot 1,73 \cdot \sqrt{3} \cdot 5 \sqrt{3}}_{\substack{\text{си} \\ \text{в (ка. берем)}}$$

$$= 1,73 \cdot 5 + 10 \cdot 1,73 \cdot 3 = 35 \cdot 1,73 = 35\sqrt{3}$$

$$F_{\text{тр}} \leq \mu N \rightarrow \mu \geq \frac{F_{\text{тр}}}{N} = \frac{15}{35\sqrt{3}} = \frac{3}{7\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{7}$$

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

Ответ: 1)  $m \approx 6 \text{ кг}$ , 2)  $F_{\text{тр}} = 15 \text{ Н}$ , 3)  ~~$\mu \geq \frac{3}{7\sqrt{3}}$~~

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

Стр. 3



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

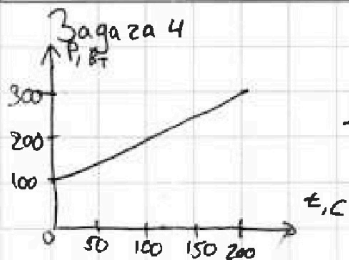
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



$$1) P_H = \frac{U^2}{R} = \frac{100^2}{25} = 400 \text{ Вт}$$

(это формула мощности нагревателя)

(если  $\rho$  не пишется так, то

$$P \cdot I^2 R = \left(\frac{U}{R}\right)^2 \cdot R = \frac{U^2}{R}$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3 = 1 \text{ кг/л}$$

Мощность ~~э~~ нагревателя идёт на нагрев воды и тратится на тепловые потери

$$P_H T = c V \rho \Delta T + Q_{\text{потерь}}$$

← масса воды

← изм-е температуры воды

← к-во тепло с теплоотверь

$Q_{\text{потерь}}$  можем найти из графика  $P(t)$ . Площадь под графиком до момента времени  $T$  пропорционально кол-ву  $Q_{\text{потерь}}$ . Площадь находим, как из трапеции с основаниями 100 и 280, высотой 180 )

это получим

← момент времени

из ур-я прямой: Возьмём точки  $(0, 100)$  и  $(200, 300)$

$$P = kt + b \rightarrow 100 = 0 + b \rightarrow b = 100 \text{ (Вт)}$$

$$300 = 200k + 100 \rightarrow k = 1 \text{ Вт/с}$$

Подставим  $T$ :

$$P = 1 \cdot 180 + 100 = 280. \text{ Тогда } Q_{\text{потерь}} = \frac{100+280}{2} \cdot 180 = 190 \cdot 180 = 34200 \text{ Дж}$$

$$\frac{U^2}{R} T = c V \rho \Delta T + Q_{\text{потерь}} \rightarrow \Delta T = \frac{\frac{U^2}{R} T - c V \rho \Delta T}{c V \rho} = \frac{400 \cdot 180 - 34200}{4200 \cdot 1 \cdot 1} = \frac{72000 - 34200}{4200} = \frac{37800}{4200} = \frac{378}{42} = 9^\circ \text{C}$$

$$\tilde{T}_1 = \tilde{T}_0 + \Delta T = 16 + 9 = 25^\circ \text{C}$$

← конечная температура воды

Ответ: 1)  $P_H = 400 \text{ Вт}$ ; 2)  $\tilde{T}_1 = 25^\circ \text{C}$ .

Стр. 2

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

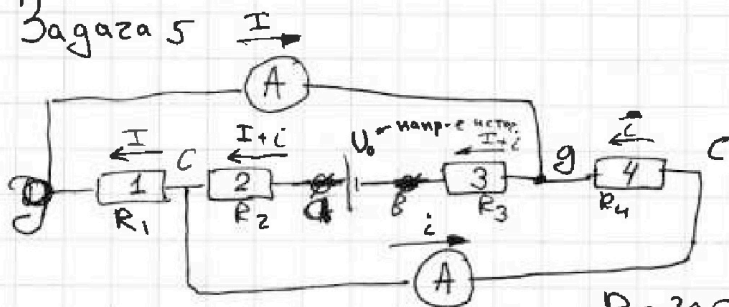
решение которой представлено на странице:

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"/>



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

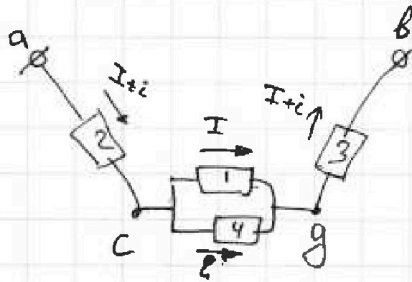
Задача 5



Обозначим равные потенциалы на схеме (из-за малого сопр-я ампер-ов)

Нарисуем экв. схему

$$R_{01} = 30 \Omega$$
$$R_{02} = 60 \Omega$$



Пусть через резистор „1“ течёт ток  $I$ , а через резистор „4“ ток  $i$ , расставим другие токи по I правилу Кирхгофа и перенесём на исходную схему

Пусть  $I > i$  (для нас это не имеет значения),  $I \neq i$ , т.к.

показания амперметров различны. Т.к. резисторы „1“ и „4“ соединены параллельно, то  $R_1 I = R_4 i$ , т.к.  $I > i$ , то  $I = I_1 = 2A$

$$i = I \cdot \frac{R_1}{R_4} = 2 \cdot \frac{30}{60} = 1A = I_2 \text{ (показания второго амперметра)}$$

$$\frac{R_1}{R_4} < 1, \text{ т.к. } i < I, R_1 = 30 \Omega, R_4 = 60 \Omega$$

В силу симметрии схемы нам не важно, какой какой ток течёт по соотв. сопр-е рез-ра „2“ или „3“ (главное, что  $R_2 = R_3$ )

Формула мощности в схеме:

$$P = R_{01} ((I+i)^2 + I^2) + R_{02} ((I+i)^2 + i^2) = 30 \cdot ((2+1)^2 + 2^2) + 60 \cdot ((2+1)^2 + 1^2) = 30 \cdot 13 + 60 \cdot 10 = 390 + 600 = 990 \text{ Вт}$$

Ответ: 1)  $I_2 = 1A$ , 2)  $P = 990 \text{ Вт}$ .

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

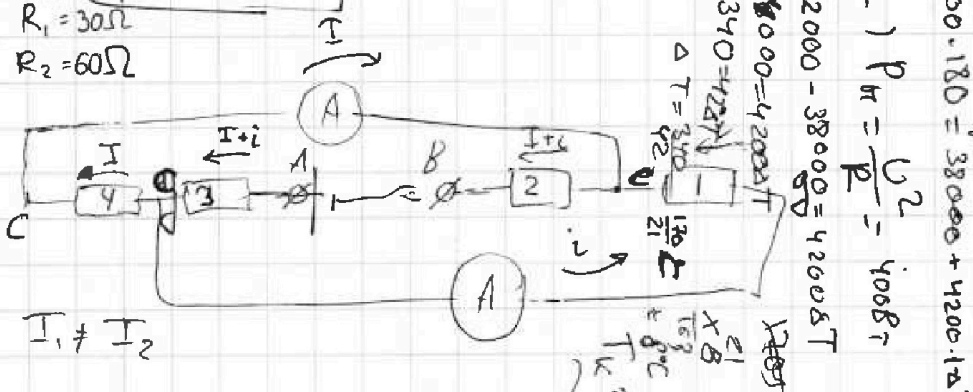
- 1  2  3  4  5  6  7



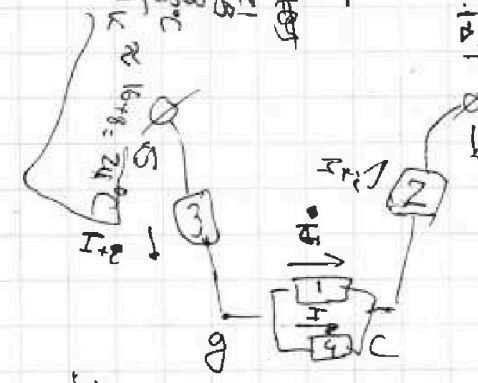
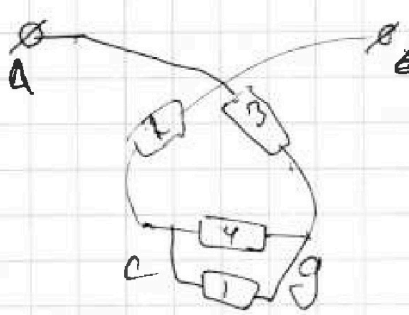
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Черновик  
 $R_1 = 30 \Omega$   
 $R_2 = 60 \Omega$



$I_1 \neq I_2$



$P = kI + 100$

$k = \frac{100}{100} = 1 \text{ ВТ}$

За это время  
 $400 \cdot 180 = 38000 + 4200 \cdot 12 \text{ Т}$

1)  $P = \frac{U^2}{R} = 400 \text{ Вт}$

$72000 - 38000 = 4200 \text{ Вт}$

$340 = 120 \text{ Вт}$

$\Delta T = 340 \text{ Вт}$

$P_T = 180 \cdot 1 + 100 = 280 \text{ Вт}$

Кол-во потерь и мощность трансформатора

$\frac{100 + 280}{2} \cdot 200 = 38000 \text{ Вт}$

$= 38000 - 100 = 37900 \text{ Вт}$

$I \neq i \rightarrow R_1 \neq R_2$

Пусть  $I > i \rightarrow R_1 = 60 \Omega, R_2 = 30 \Omega$

$I R_1 = I R_2$

$i = I \frac{R_2}{R_1} = \frac{I}{2} = 1 \text{ А}$

$P = (I+i)^2 (R_1+R_2) + 4 \cdot 30 + 1 \cdot 60 = 810 + 120 + 60 = 990 \text{ Вт}$

$\frac{U^2}{R} = P_{\text{вход}} + P_{\text{потери}}$   
 $\frac{100 \cdot 100}{25} = 400 \text{ Вт}$

$P_{\text{потери}} = \alpha (T_{\text{ф}} - T_{\text{окр}})$   
 Через 100с  $P_{\text{взр}} \uparrow \rightarrow (T_{\text{ф}} - T_{\text{ок}})$

$\frac{U^2}{R} t = cV\rho \Delta T + P_{\text{ф}} t$   
 $400 \cdot 100 = 324 + 18 = 342$   
 $\frac{4 \cdot 18}{9} = 72$   
 $\frac{42}{9} = 4 \frac{2}{3}$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

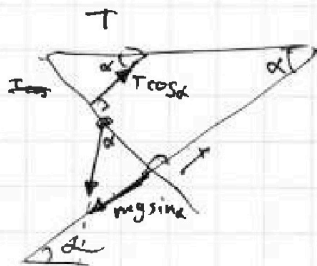
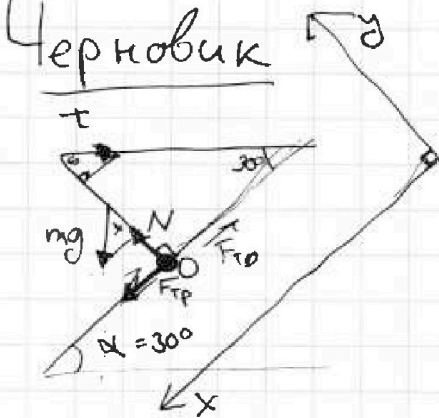
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



Черновик



$$N - T \cos 60^\circ - mg \cos 30^\circ = 0$$

Проломоментов отн. O:

~~$$mg \cos 30^\circ = T \sin 60^\circ$$

$$mg \sin 30^\circ =$$~~

~~$$T \cos \alpha = mg \sin \alpha \rightarrow m = \frac{T \operatorname{ctg} \alpha}{g}$$~~

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

$$m = \frac{T \operatorname{ctg} \alpha}{g}$$~~

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

$$m = \frac{2T \cos \alpha}{g \sin \alpha} = \frac{17,3 \cdot 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{10 \cdot \frac{1}{2}} =$$

~~$$= 1,73 \sqrt{3} \cdot 2$$~~

(если взять  
это  $\sqrt{3} = 1,73$ ,  
то  $m = 3 \text{ кг}$ )

$$= 1,73 \sqrt{3} \cdot 2 = \underline{\underline{\approx 6 \text{ кг}}}$$

$$\operatorname{ctg} 30^\circ = \sqrt{3}$$

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

$$m = 2T \operatorname{ctg} \alpha$$~~

$$\begin{array}{r} 1,73 \\ \times 1,73 \\ \hline 519 \\ 1211 \\ \hline 173 \\ \hline 29929 \end{array}$$

~~$$\begin{array}{r} 1,73 \\ \times 1,73 \\ \hline 519 \\ 1211 \\ \hline 173 \\ \hline 29929 \end{array}$$~~

На ось X:

~~$$F_{\text{тр}} + mg \sin \alpha = T \sin 60^\circ$$~~

~~$$F_{\text{тр}} = 17,3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 60 \cdot \frac{1}{2} = 15,30 = 15 \text{ Н}$$~~

~~$$T \sin 60^\circ + F_{\text{тр}} = mg \sin 30^\circ$$~~

~~$$F_{\text{тр}} = 30 - \frac{17,3 \cdot \sqrt{3}}{2} = 15 \text{ Н}$$~~

$$\mu \geq \frac{15}{1,73 \cdot 35}$$

$$\mu \geq \frac{3}{1,73 \cdot 7} = \frac{3}{\sqrt{3} \cdot 7} = \frac{\sqrt{3}}{7}$$

$$17,3 \sqrt{3} = 30$$

На ось y:

$$N = mg \cos 30^\circ + T \cos 60^\circ =$$

$$= 60 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + 17,3 \cdot \frac{1}{2} = 30\sqrt{3} + 17,3$$

$$F_{\text{тр}} \leq \mu N$$

$$30 \cdot 1,73 + 0,173 \cdot \frac{17,3}{2} =$$

$$= 1,73 \cdot (30 + 5) = 1,73 \cdot 35$$



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**

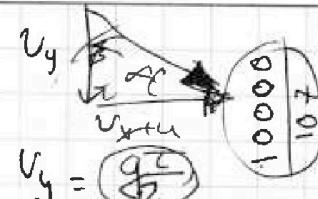
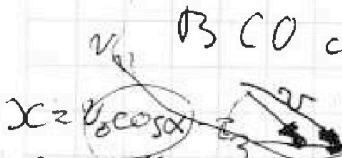
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Черновик

$$\frac{v_0 \cos \alpha + u}{v_0 \cos \alpha} = \frac{d+x}{x}$$

$$\frac{u}{v_0 \cos \alpha} = \frac{d}{x}$$



$x = v_0 \cos \alpha$

$(v_0 \cos \alpha + u) t_2 = d + x$

$\frac{g t_2^2}{2} = h$

5000 57  
440 93,6  
-108  
320

54  
x 6  
324 2 · 2,6 · 12 = 48  
10 = 4,8

89  
x 3  
267

89  
x 4  
356

54  
x 54  
216

55  
x 55  
275

275  
x 0,29  
332,5

79  
x 18  
152

190

324  
+ 18  
= 342

89 | 311  
- 890  
- 622  
2680  
- 2488  
1920  
- 1866  
54

34  
x 3  
93

311  
x 8  
2488

311  
x 6  
1866

$t_2 = 0,6c$

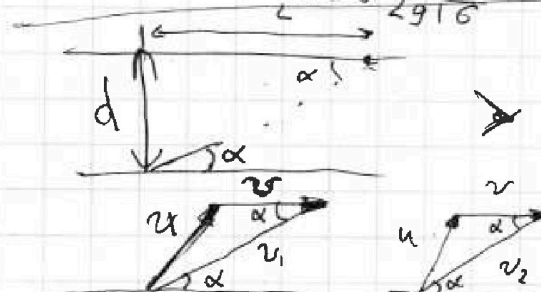
$u \cdot 0,6c = 1,8454$

$\sqrt{0,29} \approx 0,54$

$(0,6)^2 = 0,36$

$(0,5)^2 = \frac{25}{100}$

$(0,6)^2 = \frac{36}{100}$



$x = 130m$

$v_1 = 1,3$

$v_2 = \frac{13}{24}$

$\cos \alpha = \frac{12}{13}$

$\frac{13}{10} + \frac{13}{24} = \frac{156 + 65}{120} = \frac{221}{120}$

$\frac{13}{26}$

$\frac{13}{156}$

$\times \frac{65}{721}$

Т. косинусов:  $(x^2)$

$v_1^2 + v_2^2 - 2v_1 v_2 \cos \alpha = u^2$

$v_2^2 + v_3^2 - 2v_2 v_3 \cos \alpha = u^2$

$v_1^2 - 2v_1 v_2 \cos \alpha = v_2^2 - 2v_2 v_3 \cos \alpha$

$v_1^2 - v_2^2 = 2v_2 \cos \alpha (v_1 - v_2)$

$v_1 + v_2 = 2v_2 \cos \alpha$

$v = \frac{v_1 + v_2}{2 \cos \alpha} = \frac{\frac{13}{10} + \frac{13}{24}}{2 \cdot \frac{12}{13}} = \left(\frac{13}{10} + \frac{13}{24}\right) \cdot \frac{13}{24} = \frac{221}{17}$

17  
x 13  
51  
17  
221

221  
x 13  
663  
221  
2873

221  
x 13  
663  
221  
2873

221 | 13  
- 21  
- 13  
91  
- 91  
19  
17



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

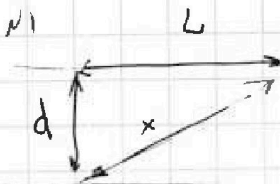
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



Черновик



$$x^2 = d^2 + L^2$$

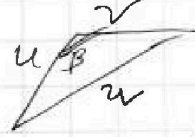
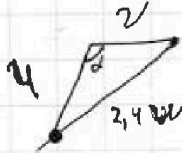
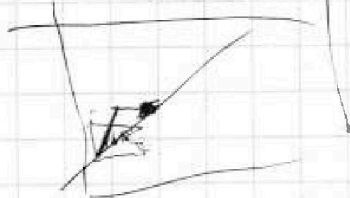
$$x = \sqrt{2500 + (120)^2} = \sqrt{50^2 + 120^2} = \sqrt{(10 \cdot 5)^2 + (12 \cdot 10)^2} =$$

$$= 10 \sqrt{25 + 144} = 130 \text{ м}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{18}{10} = \frac{24}{13} = 2,4$$

$$v_1 = \frac{130}{100} = 1,3 \text{ м/с}$$

$$v_2 = \frac{130}{240} = \frac{13}{24} \text{ м/с}$$



$$5,76w^2 = u^2 + v^2 - 2uv \cos \alpha$$

$$w^2 = u^2 + v^2 - 2uv \cos \beta$$

$$4,76w^2 =$$

$$\begin{array}{r} 5000 \overline{) 53} \\ - 477 \\ \hline 230 \\ - 212 \\ \hline 18 \\ \times 18 \\ \hline 144 \end{array}$$

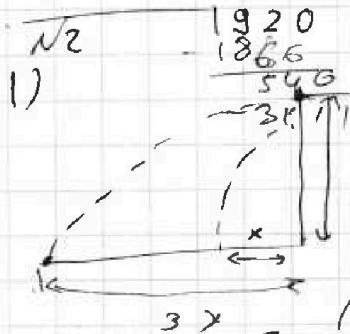
$$\begin{array}{r} 2,4 \\ \times 2,4 \\ \hline 96 \\ 48 \\ \hline 5,76 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,8 \overline{) 29} \overline{) 311} \\ - 890 \\ \hline 2600 \\ - 2488 \\ \hline 1120 \\ - 1066 \\ \hline 540 \end{array}$$

$$\frac{gt^2}{2} = H \quad \tau^2 = \frac{7,2 \cdot 2}{9,8} = 3,6 \cdot 9$$

$$\frac{2}{2} - \frac{9}{2} = \tau = \sqrt{0,36} = 0,6 \text{ с}$$

$$= \frac{24 \cdot 18}{10} = \frac{432}{10} = 43,2$$



$$\frac{t}{\tau} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{5,4}{30} = \frac{27}{15} = \frac{9}{5}$$

$$gt\tau - \frac{g\tau^2}{2} = h$$

$$\frac{12 \cdot 9}{8} = \frac{3}{8}$$

$$1,5g\tau^2 - g \cdot \frac{9}{8}\tau^2 = h$$

$$\left(\frac{3}{2} - \frac{9}{8}\right)g\tau^2 = \frac{3}{8}g\tau^2$$

$$v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = h$$

$$v_0 \sin \alpha \cos \alpha t = 3x$$

$$v_0 \sin \alpha = g\tau \quad (\text{в наиб. точке})$$

$$v_0 \cos \alpha \tau = 2x$$

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

$$\frac{g\tau^2}{2} = H \quad H = \frac{4}{5}h =$$

$$\frac{H}{h} = \frac{1}{2} \cdot \frac{8}{3} = \frac{4}{3} = 5,4 \cdot \frac{4}{3} = \frac{9}{5} \cdot \frac{8}{5}$$