



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 09-02



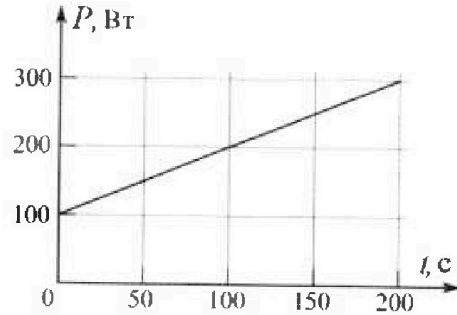
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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/м³, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·°С).

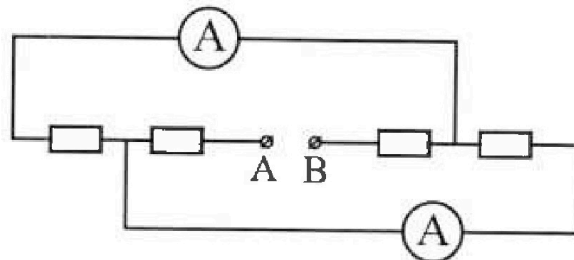


5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 30 Ом, у двух других сопротивление по 60 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

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?





Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

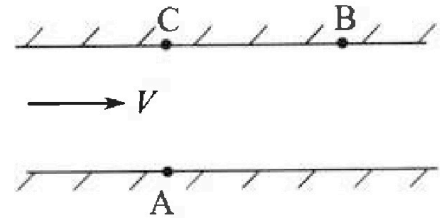
Вариант 09-02

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.

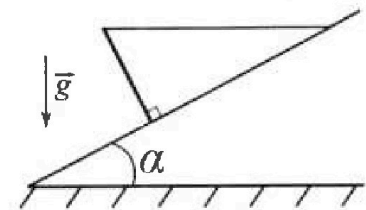
- 1) Найдите наибольшую высоту H , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

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/с². 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 μ трения скольжения стержень будет находиться в покое? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

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

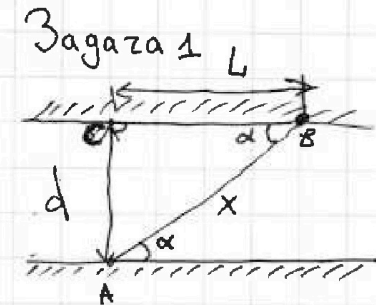
Отметьте крестиком номер задачи,

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:

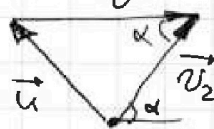
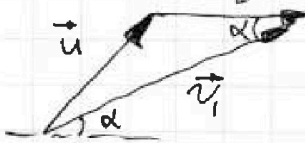
$$x = \sqrt{L^2 + d^2} = \sqrt{50^2 + 120^2} = 130\text{м}$$

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)

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

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

Треугольники скоростей для I и II случая



u - ^{собств.} скорость течения
и - скорость пловца

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):

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

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

Рассмотрим случай с минимальным сносом

Найдем возможные направления скоростей:



Минимальное отклонение мы получим в случае касательной к ^{полу}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"/>

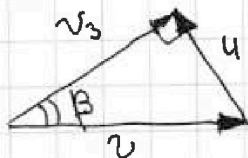
МОТИ

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

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

$$u^2 = (1,3)^2 + (2)^2 - 2 \cdot 1,3 \cdot 2 \cdot \frac{12}{13} = 1,69 + 4 - 4 \cdot \frac{12}{10} =$$

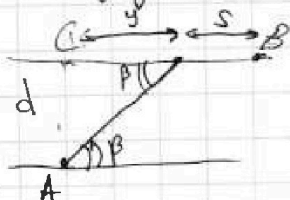
$$= 5,69 - 4,80 = 0,89 \text{ м}^2/\text{с}^2$$

$$u = \sqrt{0,89} \text{ м/с}$$

$$\sin \beta = \frac{u}{v} = \frac{\sqrt{0,89}}{2}$$

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

Тогда движение выглядит как-то так:



$L = S + y$ (y - 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

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

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

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

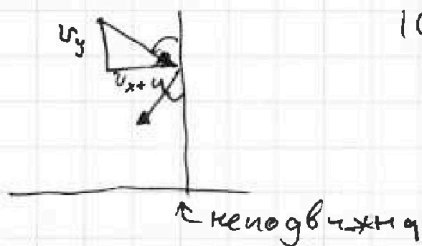
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



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!



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

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.

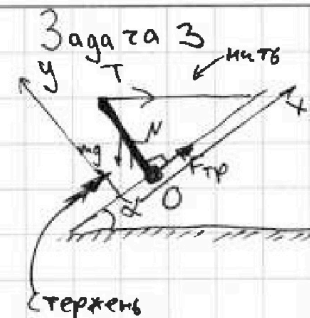
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



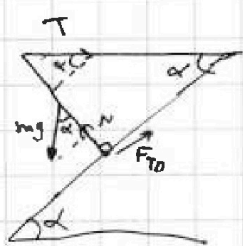
ось y напр. на вдоль стержня, ось x ей ~~перпендикулярна~~

$$T = 17,3 \text{ Н}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

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

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



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

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

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

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 :

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

$$\stackrel{\text{сила реакции опоры}}{=} 1,73 \cdot 5 + 10 \cdot 1,73 \cdot 3 = 35 \cdot 1,73 = 35 \sqrt{3}$$

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

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

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.

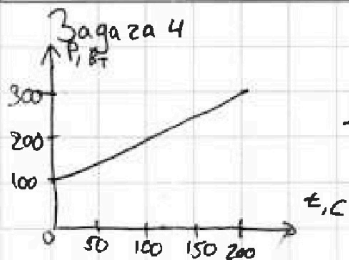
Отметьте крестиком номер задачи,

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 ρ 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 к-во $Q_{\text{потерь}}$. 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 :

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

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

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

← 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.

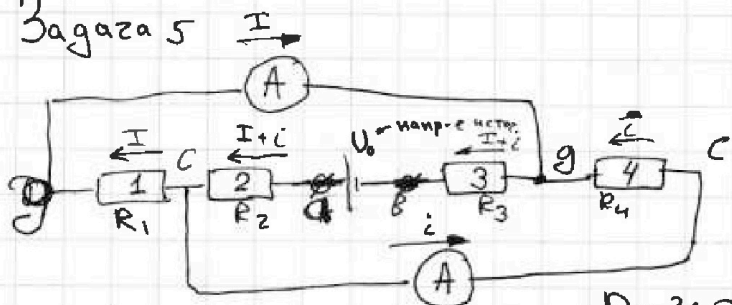
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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

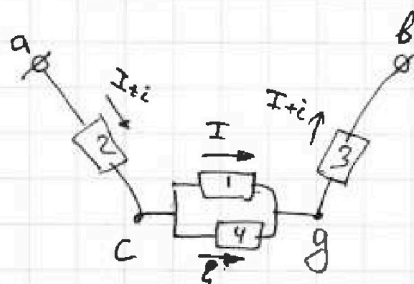
Задача 5



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 разные. 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~~ какому значению i 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:

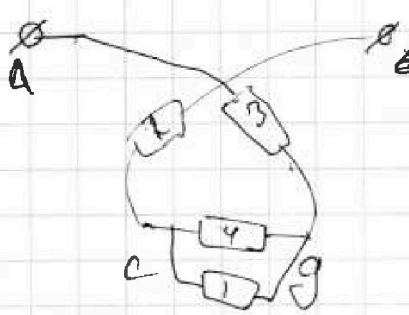
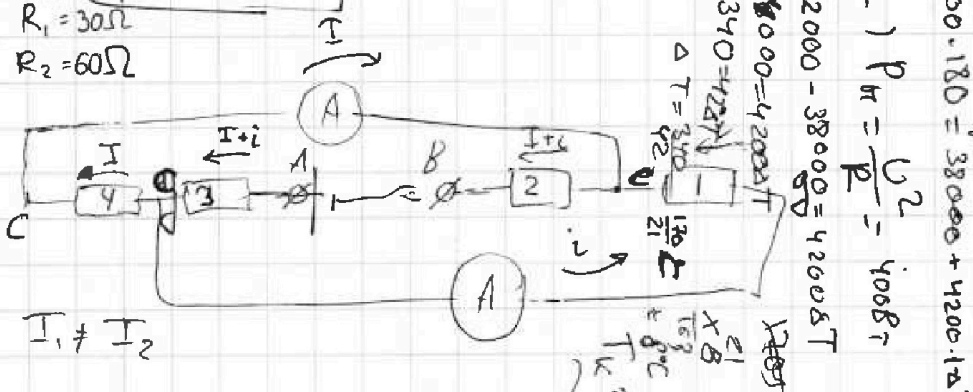
- 1 2 3 4 5 6 7



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



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



$I \neq i \rightarrow R_1 \neq R_4$

Пусть $I > i \rightarrow R_1 = 60 \Omega, R_4 = 30 \Omega$

$$IR_1 = IR_4$$

$$i = I \frac{R_4}{R_1} = \frac{I}{2} = 1 \text{ A}$$

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

$$P = kT + 100$$

$$k = \frac{100}{100} = 1 \text{ Вт/}^\circ\text{C}$$

За это время

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

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

$$72000 - 38000 = 4200 \text{ Т}$$

$$38000 = 4200 \text{ Т}$$

$$340 = 420 \text{ Т}$$

$$\Delta T = 340 - 420 = -80 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$120 \text{ Т}$$

$$120 \text{ Т}$$

$$120 \text{ Т}$$

$$120 \text{ Т}$$

$$120 \text{ Т}$$

$$120 \text{ Т}$$

$$120 \text{ Т}$$

$$120 \text{ Т}$$

$$120 \text{ Т}$$

$$120 \text{ Т}$$

$$120 \text{ Т}$$

$$120 \text{ Т}$$

$$120 \text{ Т}$$

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

Кол-во потерь и мощность трансформатора

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

$$= 38000 - 100 = 37900 \text{ Вт}$$

$$\times \frac{18}{12}$$

$$P_{\text{потерь}} = \alpha (T_{\text{ф}} - T_{\text{окр}})$$

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

$$\frac{U^2}{R} t = cV\rho \Delta T + P_{\text{ф}} t$$

$$\begin{array}{r} 180 \\ \times 186 \\ \hline 3252 \\ 18 \\ \hline 342 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 324 + 18 = 342 \\ 720 \\ - 342 \\ \hline 378 \end{array}$$

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

$$\frac{U^2}{R} = P_{\text{вогр}} + P_{\text{потерь}}$$

$$\frac{100 \cdot 100}{25} = 400 \text{ Вт}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

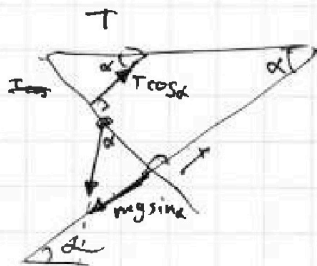
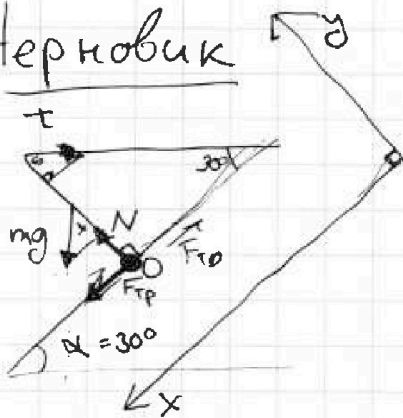
1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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



Черновик



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

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

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

Проломоментов отн. O:

$$\begin{aligned}
 mg \cos 30^\circ &= T \sin 60^\circ \\
 mg \sin 30^\circ &= T \cos 60^\circ
 \end{aligned}$$

$$T \cos \alpha = mg \sin \alpha \rightarrow m = \frac{T \tan \alpha}{g}$$

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

$$m = \frac{T \tan \alpha}{g}$$

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

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

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

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

(если взять
это $\sqrt{3} = 1,73$,
то $m = 3 \cdot 2$)

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

$$m = 2 T \tan \alpha$$

$$\cot 30^\circ = \sqrt{3}$$

На ось X:

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

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

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

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

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

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

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

На ось y:

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

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

$$F_{тр} \leq \mu N$$

$$30 \cdot 1,73 + 60 \cdot \frac{1,73}{2} =$$

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

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

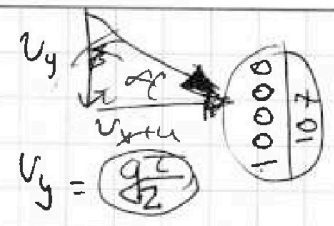
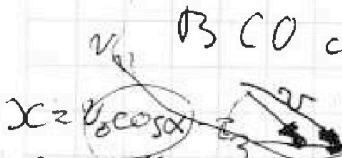
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Черновик

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

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



$x = v_0 \cos \alpha$

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

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

$\frac{u}{v} = \frac{d}{x}$

$$\begin{array}{r} 89 \overline{) 311} \\ - 890 \\ \hline 2680 \\ - 2488 \\ \hline 1920 \\ - 1866 \\ \hline 54 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 34 \\ \times 8 \\ \hline 272 \\ \times 311 \\ \hline 2488 \\ \times 6 \\ \hline 1866 \end{array}$$

$t_2 = 0,6c$

$u \cdot 0,6c = 1,84 \frac{5000}{54}$

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

$(0,6)^2 = 0,256$

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

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

$(0,52)^2$

$\frac{52}{104}$

$\frac{250}{2604}$

$$\begin{array}{r} 89 \\ \times 3 \\ \hline 267 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 89 \\ \times 4 \\ \hline 356 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 55 \\ \times 55 \\ \hline 275 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 275 \\ \times 0,2916 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ \times 12 \\ \hline 156 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ \times 65 \\ \hline 721 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ \times 13 \\ \hline 169 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ \times 24 \\ \hline 312 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 156 + 65 \\ \hline 221 \end{array}$$

$$\frac{221}{120}$$

$$\frac{13}{10} + \frac{13}{24} = \frac{156 + 65}{240} = \frac{221}{120}$$

$$\frac{13}{26}$$

$$\frac{13}{156}$$

$$\times 65$$

$$721$$

$$1440$$

$$2880$$

$$1140$$

$$2873$$

$$221$$

$$221$$

$$221$$

$$221$$

$$221$$

$$221$$

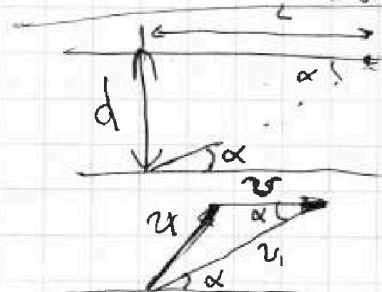
$$221$$

$$221$$

$$221$$

$$221$$

$$221$$



$x = 130 \text{ m}$

$v_1 = 1,3$

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

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

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

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

т.к. $v_1 \neq v_2$, то

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

$v = \frac{v_1 + v_2}{2 \cos \alpha} = \frac{\frac{13}{10} + \frac{13}{24}}{2 \cdot \frac{12}{13}} = \left(\frac{13}{10} + \frac{13}{24} \right) \cdot \frac{13}{24} = \frac{221}{120}$

$$\begin{array}{r} 7 \overline{) 11440} \\ - 7000 \\ \hline 4440 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 221 \overline{) 13} \\ - 13 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 13 \\ \hline 51 \\ \times 17 \\ \hline 287 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 221 \\ \times 13 \\ \hline 663 \\ \times 221 \\ \hline 2873 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 221 \\ \times 13 \\ \hline 663 \\ \times 221 \\ \hline 2873 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 221 \\ \times 13 \\ \hline 663 \\ \times 221 \\ \hline 2873 \end{array}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

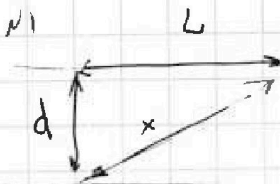
- 1 2 3 4 5 6 7



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



Черновик



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

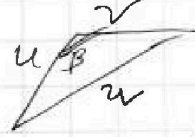
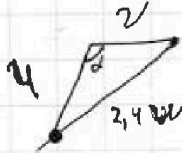
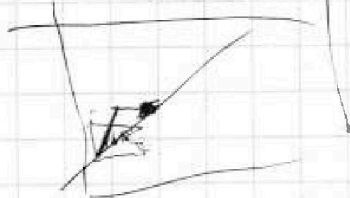
$$x = \sqrt{2500 + (120)^2} = \sqrt{50^2 + 120^2} = \sqrt{(10 \cdot 5)^2 + (12 \cdot 10)^2} =$$

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

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

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

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



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

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

$$4,76w^2 =$$

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

$$\begin{array}{r} 53 \\ \times 98 \\ \hline 477 \\ 477 \\ \hline 212 \end{array}$$

$$\frac{18}{144}$$

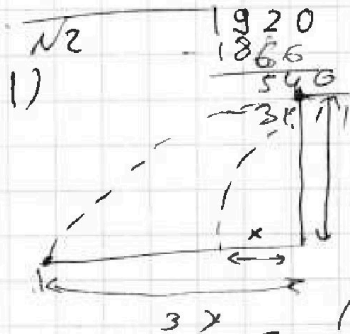
$$\frac{2,4}{2,4} = \frac{96}{96}$$

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

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

$$\frac{2}{2} - \frac{9}{2} = T = -0,36 \text{ с}$$

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



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

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

$$g t^2 - \frac{g t^2}{2} = h$$

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

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

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



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

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

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

$$v_0 \cos \alpha T = 2x \quad (H = \frac{26}{3} = 7,2 \text{ м})$$

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

$$\frac{g T^2}{2} = H \quad H = \frac{4}{3} h$$

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