



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 09-02

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

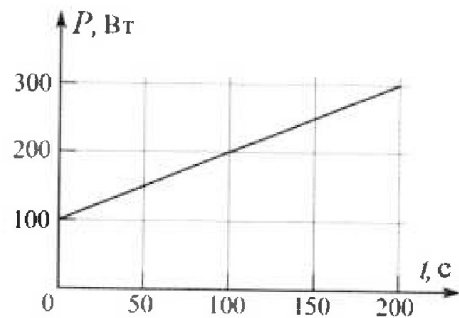


4. Воду объемом $V = 1$ л нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $\tilde{t}_0 = 16^\circ\text{C}$. Сопротивление спирали электроплитки $R = 25$ Ом, напряжение источника $U = 100$ В. Зависимость мощности P тепловых потерь от времени t представлена на графике (см. рис.).

1) Найдите мощность P_H нагревателя.

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

Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, удельная теплоемкость воды $c = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$.

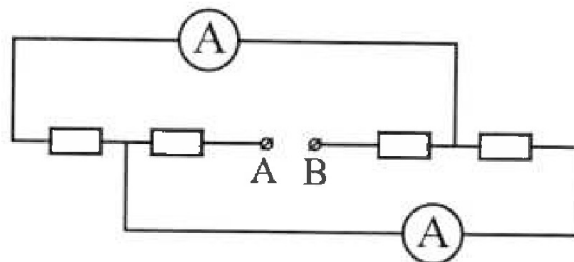


5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 30 Ом, у двух других сопротивление по 60 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

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

1) Найдите показание I_2 второго амперметра.

2) Какую мощность P развивают силы в источнике?

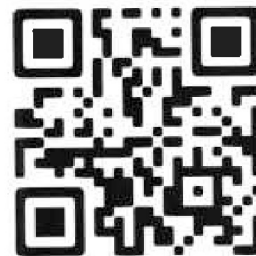




Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

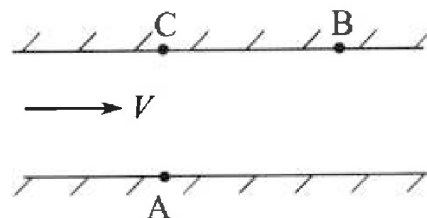
Вариант 09-02

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.

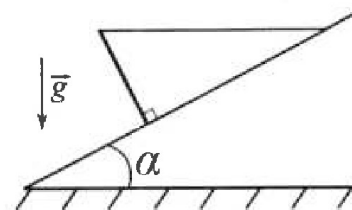
- 1) Найдите наибольшую высоту H , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

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.

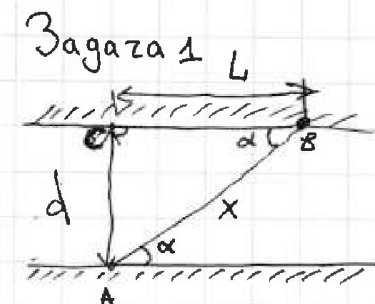
3. Однородный стержень удерживается на шероховатой наклонной плоскости горизонтальной нитью, прикрепленной к стержню в его наивысшей точке. Сила натяжения нити $T = 17,3$ Н. Угол между стержнем и плоскостью прямой. Наклонная плоскость образует с горизонтальной плоскостью угол $\alpha = 30^\circ$.



- 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.

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!



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

По теореме Пифагора:

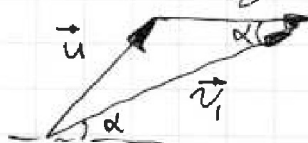
$$x = \sqrt{L^2 + d^2} = \sqrt{50^2 + 120^2} = 130\text{м}$$

Тогда $V_1 = \frac{x}{T_1} = \frac{130\text{м}}{100\text{с}} = 1,3\text{ м/с}$ (т.к. его скорость по лодке
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 случаев



и - ^{собств.} скорость плывца

Запишем теорему косинусов для этих треугольников:

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

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

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

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

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

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

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

Рассмотрим случай с минимальным сносом

Найдем возможные направления скоростей:



Минимальное отклонение мы получим в
случае касательной к 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
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

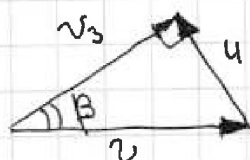
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МОТИ



Продолжение задачи 1

Получим такой $\triangle$ треугольник скоростей
прямоугольный



v_3 — скорость спортсмена в лабораторной СО

Найдём u из предыдущих ур-е

(напр. „1“) $v_1^2 + v^2 = 2vv_1 \cos \alpha = u^2$

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

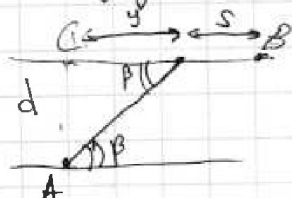
$$= 5,69 - 4,80 = 0,89 \text{ м}^2/\text{с}^2$$

$$u = \sqrt{0,89} \text{ м/с}$$

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

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

Тогда движение выглядит как-то так:



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

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

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

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

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

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
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

Черновик

$$\begin{array}{r} 10000 \overline{) 107} \\ - 9983 \\ \hline 370 \\ - 321 \\ \hline 490 \\ - 428 \\ \hline \end{array}$$

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

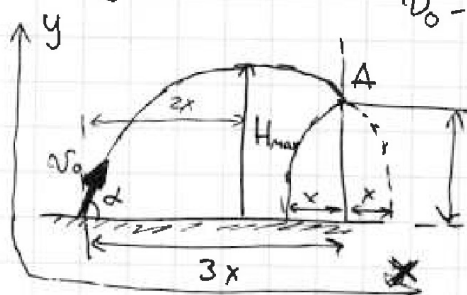
$$\begin{array}{r} 107 \\ \times 3 \\ \hline 321 \end{array}$$

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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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

Задача 2



v_0 - начальная Т.к. траекторией мяча является
скор-ть парабола, то ~~тогда~~ ^{тогда} ~~высшая~~ ^{высшая}
координата
 x - угол, под
которым
брошено
траектория симметрична
(происходит её отражение в
точке удара)

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

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 τ - время, за которое ~~тогда~~ ^{тогда} 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 A:

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

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

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

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

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

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

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

Тогда время всего движения 2τ (в силу симметрии)

После соударения мяч придёт расст. x по оси x :

9) $v_0 \cos \alpha \tau_1 = x$ (2) $\frac{\tau}{\tau_1} = 2 \rightarrow \tau_1 = \frac{\tau}{2} = 0.6 \text{ с}$

Стр. 6

Продолжение задачи на стр. 7

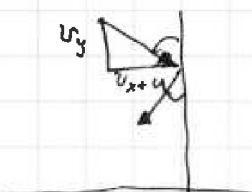


1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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

Продолжение задачи 2

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



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

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

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

Подставим в уравнение выше:

Разделим $\frac{(10)}{(11)} = \frac{d+x}{x} = \frac{v_0 \cos \alpha + u}{v_0 \cos \alpha}$

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

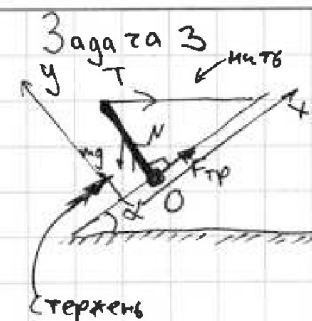
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

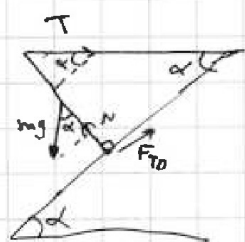
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



ось y напр.на вдоль стержня, ось x ~~есть~~ $\perp$
 $T = 17,3 \text{ Н}$
 $\alpha = 30^\circ$

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 :

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

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

Запишем аналогично $\sum F$ по оси y :

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

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

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

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

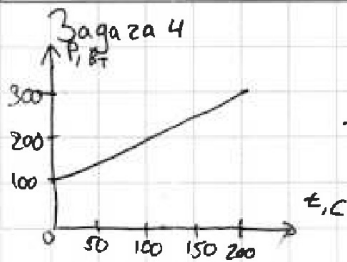
Ответ: 1) $m \approx 6 \text{ кг}$, 2) $F_{тр} = 15 \text{ Н}$, 3) ~~$\mu \geq \frac{3}{7\sqrt{3}}$~~

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

Стр. 3

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!



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

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

(это формула мощности нагревателя)
(если не правится так, то $P \cdot I^2 R = \left(\frac{U}{R}\right)^2 \cdot R = \frac{U^2}{R}$)

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

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

← $Q_{\text{потерь}}$ — к-во тепло с теплопотерь
← $c V \rho \Delta T$ — изм-е температуры воды

$Q_{\text{потерь}}$ 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

из у-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 :

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

$$\frac{U^2}{R} T = c V \rho \Delta T + Q_{\text{потерь}} \rightarrow \Delta T = \frac{\frac{U^2}{R} T - c V \rho \Delta T - Q_{\text{потерь}}}{c V \rho}$$

$$= \frac{400 \cdot 180 - 34200}{4200 \cdot 1} = \frac{72000 - 34200}{4200} = \frac{37800}{4200} = \frac{378}{42} = 9^\circ \text{C}$$

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

← $\tilde{T}_1$ — конечная температура воды

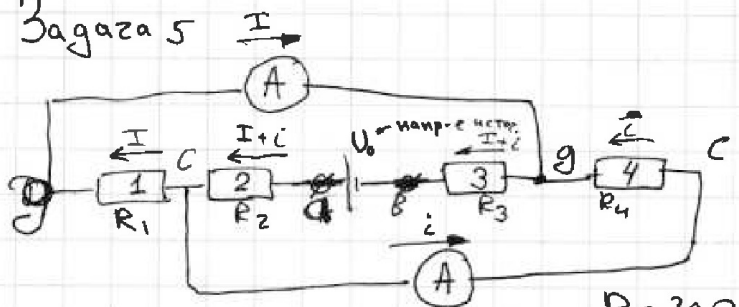
Ответ: 1) $P_H = 400 \text{ Вт}$; 2) $\tilde{T}_1 = 25^\circ \text{C}$.

Стр. 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 5

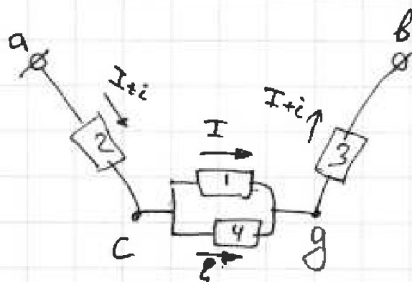


Обозначим равные
потенциалы на схеме
(из-за малого сопр-я
амп-ов)

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“
соед. парал-но, 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, ~~какое~~ какому значению
соотв. сопр-е рез-ра „2“ или „3“ (Главное, что $R_2 \neq R_3$)

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!

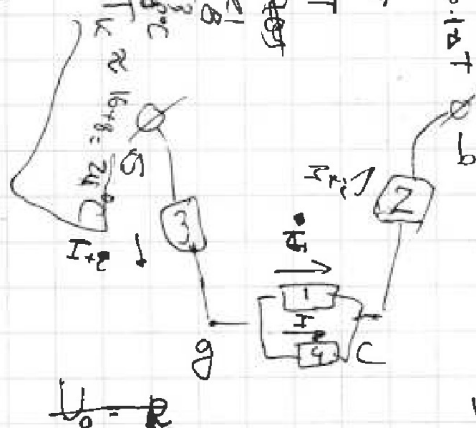
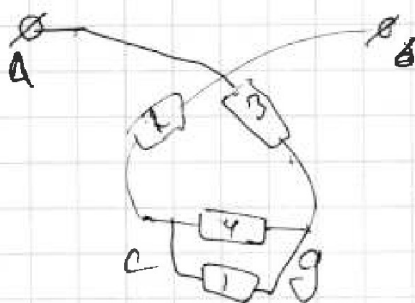
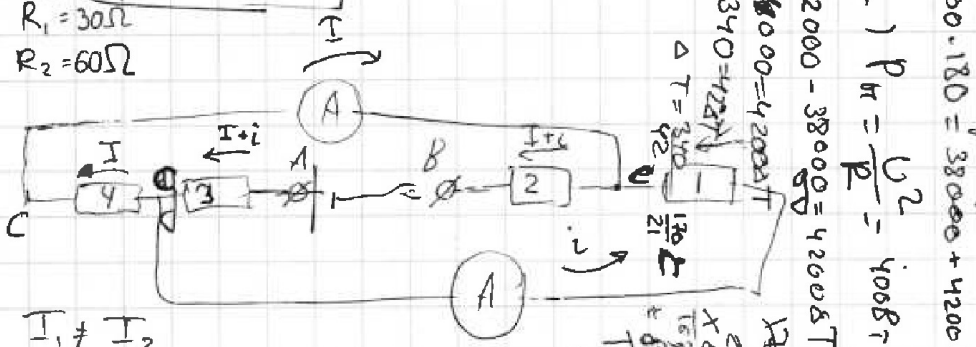
МОТИ



Черновик

$$R_1 = 30 \Omega$$

$$R_2 = 60 \Omega$$



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

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

$$I R_1 = I R_4$$

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

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

$$\frac{U^2}{R} = P_{\text{вотн}} + P_{\text{потерб}}$$

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

$$P_{\text{потерб}} = \alpha (T_{\text{б}} - T_{\text{окр}})$$

Через 100с $P_{\text{вотн}} \uparrow \Rightarrow (T_{\text{б}} - T_{\text{окр}})$

$$\frac{U^2}{R} t = c V \rho \Delta T + P_{\text{пот}} t$$

$$324 + 18 = 342$$

$$720 - 342 = 378$$

$$42 \times 9 = 378$$

$$P = k t + 100$$

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

$$k = \frac{100}{100} = 1 \text{ Вт/с}$$

За это время

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

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

$$72000 - 38000 = 4200 \cdot 12 \text{ Вт}$$

$$38000 = 4200 \cdot 12 \text{ Вт}$$

$$340 = 4200 \cdot 12 \text{ Вт}$$

$$\Delta T = 340 \text{ Вт}$$

$$120 \text{ Вт}$$

$$120 \text{ Вт}$$

$$120 \text{ Вт}$$

$$120 \text{ Вт}$$

$$120 \text{ Вт}$$

$$120 \text{ Вт}$$

$$120 \text{ Вт}$$

$$100 + 280 = 380$$

$$\frac{380 - 100}{2} = 140$$

$$140 \cdot 200 = 28000 \text{ Вт}$$

Кол-во потерь в процессе передачи

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

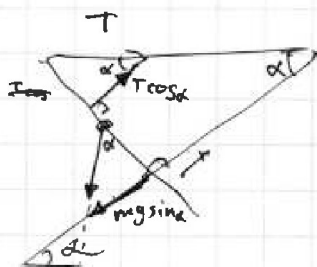
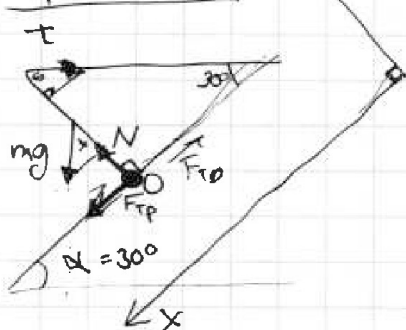
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ



Черновик



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

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

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

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

На ось X:

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

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

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

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

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

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

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

Пр-мо моментов отн. O:

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

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

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

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

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

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

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

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

$$= 1,73 \sqrt{3} \cdot 2 = \approx 6 \text{ к2}$$

$$\tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

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

На ось y:

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

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

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

$$F_{тр} \leq \mu N$$

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

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

$$= 1,73 \cdot 35$$

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

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

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

$$x = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

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

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

$$\begin{array}{r} 89 \overline{) 311} \\ 890 \\ -622 \\ \hline 2680 \\ -2488 \\ \hline 1920 \\ -1866 \\ \hline 54 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 34 \\ \times 3 \\ \hline 933 \\ \times 311 \\ \hline 2488 \\ \times 311 \\ \hline 1866 \end{array}$$

$$t = 0,6$$

$$u \cdot 0,6 = 1,84$$

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

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

$$(0,5)^2 = 0,25$$

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

$$(0,52)^2$$

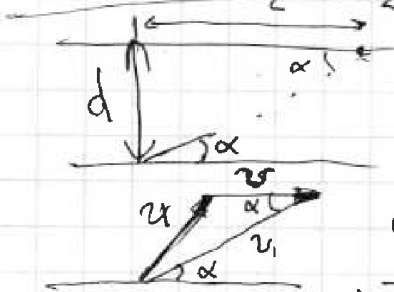
$$\begin{array}{r} 52 \\ \times 52 \\ \hline 104 \\ 260 \\ \hline 2704 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} 54 \\ \times 54 \\ \hline 225 \\ 270 \\ \hline 2916 \end{array}$$

$$324$$

$$\begin{array}{r} 79 \\ \times 18 \\ \hline 152 \\ 190 \\ \hline 342 \end{array}$$



Т. косинусов: (x_2)

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

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

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

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

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

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

Т. к. $v_1 \neq v_2$, то

$$\begin{array}{r} 7 \overline{) 11440} \\ 9800 \\ \hline 1640 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 221 \\ -21 \\ \hline 11 \end{array}$$

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

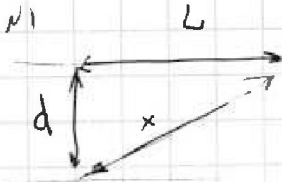
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



Черновик



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

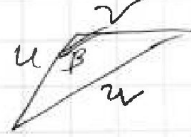
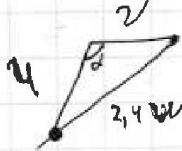
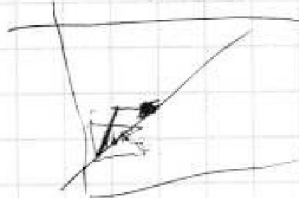
$$x = \sqrt{2500 + (120)^2} = \sqrt{50^2 + 120^2} = \sqrt{(10 \cdot 5)^2 + (12 \cdot 10)^2} =$$

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

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

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

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



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

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

$$4,76 u^2 =$$

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

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

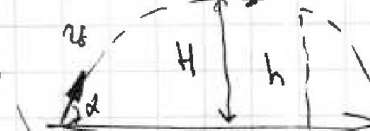
$$\begin{array}{r} 18 \\ \times 8 \\ \hline 144 \end{array}$$

$$\frac{1,24}{10} = 0,12$$

$$\frac{g t^2}{2} = H \quad t^2 = \frac{7,2 \cdot 2}{10} = \frac{3,6 \cdot 2}{10}$$

$$\frac{3}{2} - \frac{9}{2} = T = -0,36 \text{ с}$$

$$= \frac{24-18}{10} = \frac{6}{10} = \frac{3}{5} = 0,6$$



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

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

$$v_0 \sin \alpha = g t$$

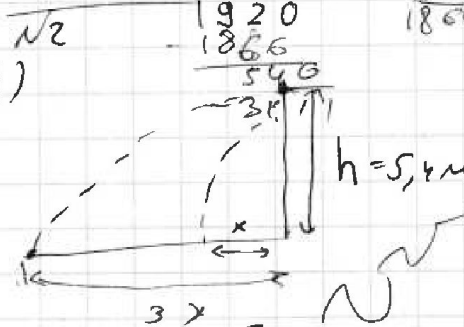
$$v_0 \cos \alpha t = 3x$$

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

$$\frac{g t^2}{2} = H$$

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

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



$$\frac{t}{T} = \frac{3}{2} \quad \frac{5,4}{30} = \frac{27}{15} = \frac{9}{5}$$

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

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

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

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

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

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