Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

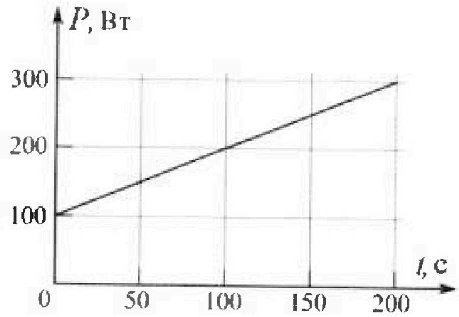
Вариант 09-02

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

4. Воду объемом $V = 1$л нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $\tilde{t}_0 = 16\,^0$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.

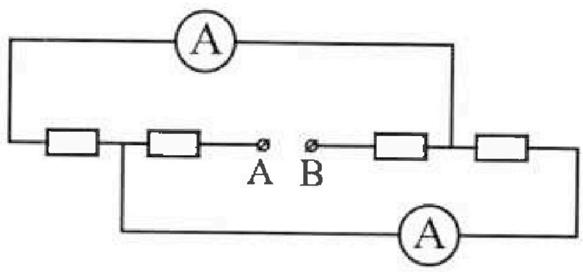
Плотность воды $\rho = 1000$кг/м^3, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг$\cdot^0$С).



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 A и B 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?

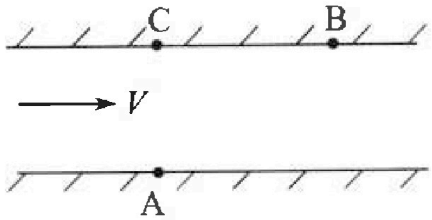


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.

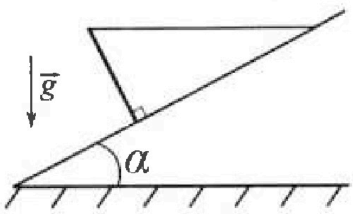
1) Найдите наибольшую высоту H, на которой мяч находится в полете.
2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

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^2. 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 $\alpha = 30^0$.



1) Найдите массу m стержня.
2) Найдите силу F_{TP} трения, действующую на стержень.
3) При каких значениях коэффициента μ трения скольжения стержень будет находиться в покое? Ускорение свободного падения g = 10 м/с^2.

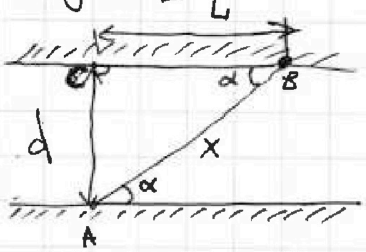
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 [X] 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

Задача 1



$d = 50$ м
$L = 120$ м

В первом и втором заплыве спортсмен перемещался вдоль прямой AB, проходя расстояние $AB = x$

По теореме Пифагора:

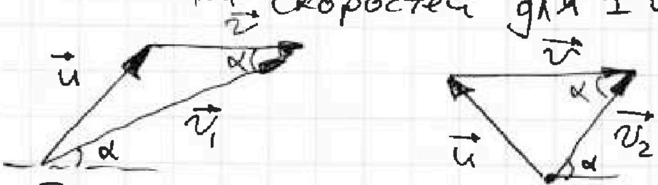
$x = \sqrt{L^2 + d^2} = \sqrt{50^2 + 120^2} = 130$ м

Тогда $V_1 = \frac{x}{T_1} = \frac{130\text{ м}}{100\text{ с}} = 1{,}3$ м/с (т.к. его скорость по модулю относ. воды не меняется)

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

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

Треугольники скоростей для I и II случая



u – собств. скорость пловца

Запишем теорему косинусов для этих треугольников:

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

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

$\Rightarrow (1) = (2)$:

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

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

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

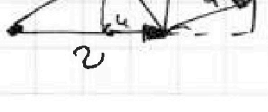
(т.к. $v_1 \neq v_2$ можем сократить:

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

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

Рассмотрим случай с минимальным сносом

Найдём возможные направления скоростей:

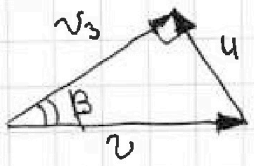


Минимальное отклонение мы получим в случае касательной к полуокружности

Продолжение на стр. 5

Продолжение задачи 1

Получим такой прямоугольный треугольник скоростей



v_3 – скорость спортсмена в лабораторной СО

Найдём u из предыдущих ур-е

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

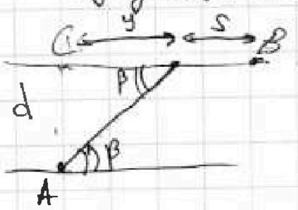
$u^2=(1,3)^2+(2)^2-2\cdot 1,3\cdot 2\cdot\frac{12}{13}=1,69+4-4\cdot\frac{12}{10}=$

$=5,69-4,80=\cancel{0,89}\ 0,89$ м²/с²

$u=\sqrt{0,89}$ м/с

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

Тогда движение выглядит как-то так:



$L=S+y$ (y – расст. от точки С до тр. финиша)

~~sin~~ $tg\beta=\frac{d}{y}\to y=\frac{d}{tg\beta}$

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

$y=\cancel{\frac{50}{0,595}\approx 93м}\ \frac{50}{0,535}=93$

$S=\cancel{tz}\ L-y=120-93=27м$

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

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

МФТИ

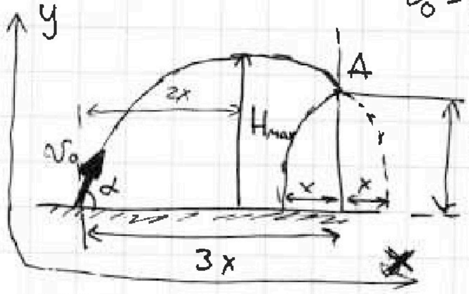
Черновик

$$\begin{array}{r|l} 10000 & 107 \\ -963 & 93,4 \\ 370 & \\ -321 & \\ 490 & \\ -428 & \end{array}$$

$$\times\begin{array}{r} 107 \\ 9 \\ \hline 963 \end{array} \qquad \times\begin{array}{r} 107 \\ 3 \\ \hline 321 \end{array}$$

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

Задача 2



v_0 – начальная скор-ть мяча
α – угол, под кот. его бросили

$h = 5{,}4$ м

Т.к. траекторией мяча является парабола, то ~~точка~~ высшей коорди ~~оно~~ 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)

$g = 10$ м/с²

Ур-я движения:

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

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

3) $v_0 \sin\alpha\, \tau - \frac{g\tau^2}{2} = H_{max} \to 7)\ \frac{g\tau^2}{2} = H_{max}$

для точки A:

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

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

Ур-я $\frac{(4)}{(2)}$: $\frac{3}{2} = \frac{t}{\tau} \to t = 1{,}5\tau$

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

$1{,}5 g\tau^2 - \frac{9}{8} g\tau^2 = h \to 6)\ h = \frac{3}{8} g\tau^2$

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

$= \frac{4}{3} \cdot \frac{27}{5} = \frac{4 \cdot 9}{5} = \frac{36}{5} = 7{,}2$ м

Найдём время τ: 6) $h = \frac{3}{8} g\tau^2 \to \tau^2 = \frac{8h}{3g} \to \tau = \sqrt{\frac{8 \cdot 5{,}4}{3 \cdot 10}} =$

$= \sqrt{\frac{8 \cdot 1{,}8}{10}} = \sqrt{\frac{18 \cdot 8}{100}} = \sqrt{\frac{144}{100}} = 1{,}2$ с

Тогда время всего движения 2τ (в силу симметрии)

После соударения мяч пройдёт расст. x по оси x:

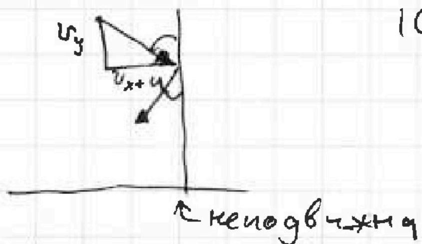
9) $v_0 \cos\alpha\, t_1 = x$ $\frac{(2)}{(9)}$: $\frac{\tau}{t_1} = 2 \to \boxed{t_1 = \frac{\tau}{2} = 0{,}6 \text{ с}}$

Продолжение задачи на стр. 7

Продолжение задачи 2

Заметим, что время движения ~~от~~ от соударения до падения на площадку не изм-ся, т.к. не меняется вертикальная составляющая скорости

Перейдём В СО доски в момент соударения!



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

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

~~11)~~ $v_0\cos\alpha = \frac{x}{t_1}$

~~Подставим в уравнение выше:~~

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

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

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

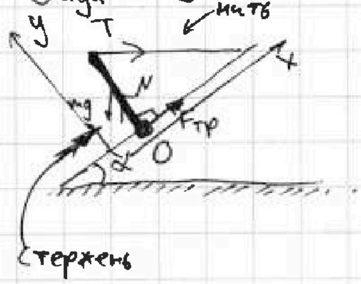
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

МФТИ

Задача 3

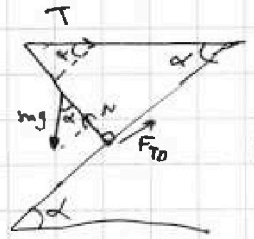


ось y напр-на вдоль стержня, ось X ей $\perp$

$T = 17{,}3\,H$
$\alpha = 30°$

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

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



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

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

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

Т.к. стержень покоится, можем записать для него ΣF по оси x:

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

$$\approx 30 - 10\cdot\frac{3}{2} = 30 - 15 = \underline{15\,H}$$

Запишем аналогично ΣF по оси y:

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

сила реакции опоры

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

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

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

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

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

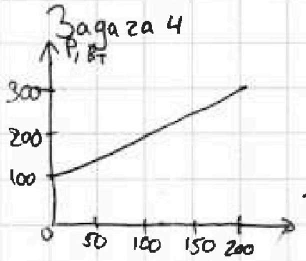
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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

МФТИ

Задача 4



1) $P_н = \frac{U^2}{R} = \frac{100^2}{25} = 400$ Вт (это формула мощности нагревателя)

(если вдруг не нравится так, то $P = I^2R = \left(\frac{U}{R}\right)^2 \cdot R = \frac{U^2}{R}$)

$\rho = 1000\ кг/м^3 = 1\ кг/л$

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

$$P_н T = c \underbrace{V\rho}_{масса\ воды} \Delta T + Q_{потерь}$$

~~кол-в~~ тепло с теплопотерь

изм-е температуры воды

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

это получим из ур-я прямой;

момент времени

Возьмём точки (0; 100) и (200; 300)

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

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

Подставим T:

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

$\frac{U^2}{R} T = cV\rho\Delta T + Q_{потерь} \rightarrow \Delta T = \frac{\frac{U^2}{R}T - \cancel{cV\rho\Delta} - Q_{потерь}}{cV\rho} =$

$= \frac{400 \cdot 180 - 34200}{4200 \cdot 1 \cdot 1} = \frac{72000 - 34200}{4200} = \frac{720 - 342}{42} = \frac{378}{42} = 9°C$

$t_1 = t_0 + \Delta T = 16 + 9 = 25°C$

t_1 — конечная температура воды

Ответ: 1) $P_н = 400$ Вт; 2) $t_1 = 25°C$.

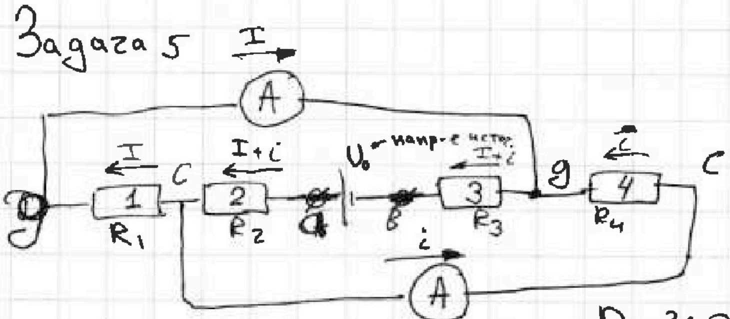
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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

МФТИ

Задача 5

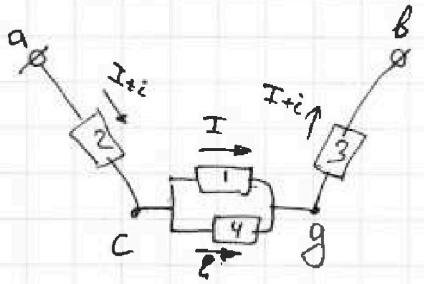


Обозначим равные потенциалы на схеме (из-за малого сопр-я амп-ов)

Начертим 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), ~~а~~ $I \neq i$, 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 $I = I_1 = 2A$

$i = I \cdot \frac{R_1}{R_4} = 2 \cdot \frac{30}{60} = 1A = I_2$ (показания второго амперметра, $\frac{R_1}{R_4} < 1$, т.к. $i < I$, $R_1 = 30\Omega$, $R_4 = 60\Omega$)

В силу симметрии схемы нам не важно, ~~как~~ какому значению соотв. сопр-е рез-ра „2" или „3" (главное, что $R_2 \neq R_3$)

Формула мощности в схеме:

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

Ответ: 1) $I_2 = 1A$, 2) $P = 990$ Вт.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

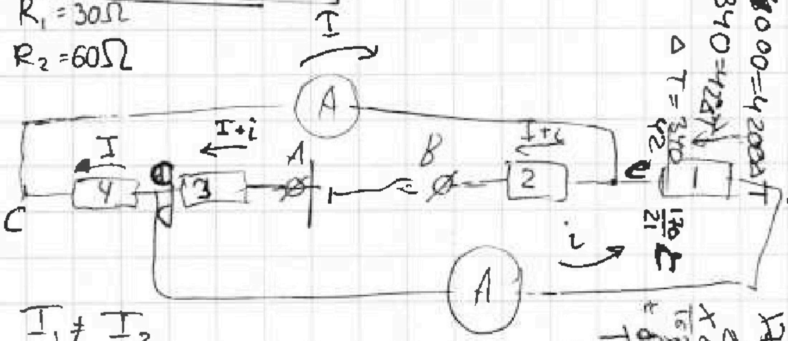
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

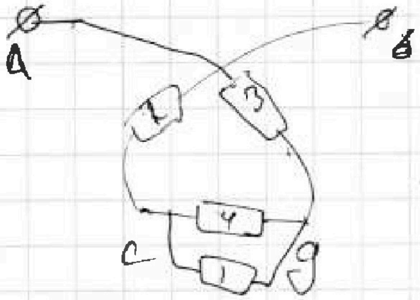
Черновик

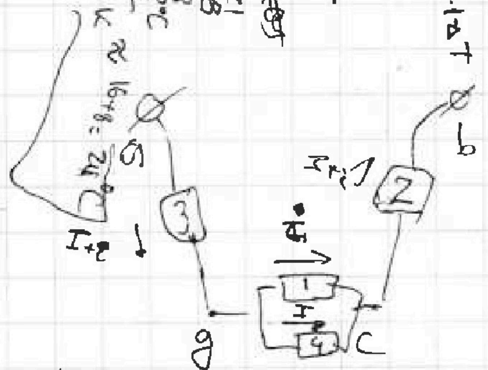
$R_1 = 30\Omega$

$R_2 = 60\Omega$



$I_1 \neq I_2$





$U_0 - R$

$I \neq i \to R_1 \neq R_4$

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

$iR_1 = IR_4$

$i = I\frac{R_4}{R_1} = \frac{I_1}{2} = 1A$

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

$(I+i) = 9A$, $(R_1+R_2) = 90\Omega$

$= 930 + 60 = 990$ Вт

$P = kt + 100$

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

За это время

$400\cdot 180 = 38000 + 4200\cdot 1\cdot \Delta T$

1) $P_н = \frac{U^2}{R} = 400$ Вт

$72000 - 38000 = 4200\Delta T$

$38000 = 4200\Delta T$

$340 = 42\Delta T$

$\Delta T = \frac{340}{42}$

$P_T = 180\cdot 1 + 100 = 280$ Вт

Кол-во потерь площадь трапеции

$\frac{100+280}{2}\cdot 200 = 380\cdot 100 = 38000$ Вт

№4

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

$\frac{100\cdot 100}{25} = 400$ Вт

$P_{потерь} = \alpha(T_в - T_{окр})$

Через 100с P в г.р. $\uparrow \Rightarrow \uparrow (T_в - T_0)$

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

$18 \times 4 = 72$

$324 + 18 = 342$

$19 \times 18 = 152,\ 19,\ 342$

$720 - 342 = 378$

$42 \times 9 = 378$

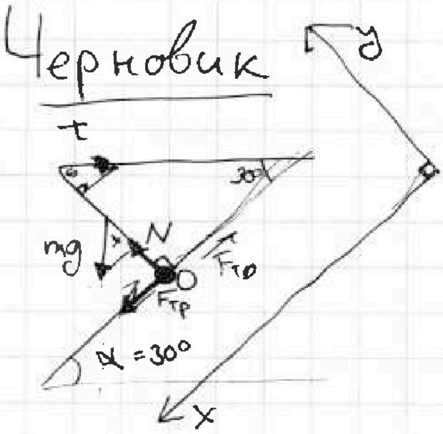
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

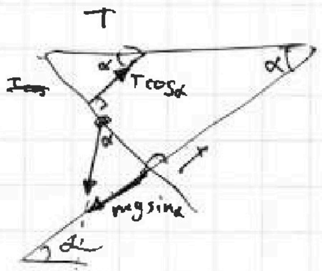


$N - T\cos 60° - mg\cos 30° = 0$

Пр-ло моментов отн. O:

~~$mg\cos 30° = T\sin 60°$~~

~~$mg\sin 30 =$~~



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

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

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

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

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

$1{,}73 \times 1{,}73 = 5\,1\,9;\ 1211;\ 173;\ 2{,}9929$

$1{,}74 \times 1{,}74 = 696;\ 1218;\ 174;\ 3{,}0276$

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

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

≈ 6 кг

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

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

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

На ось X:

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

~~$F_{тр} + mg\sin\alpha = T\sin 60°$~~

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

$T\sin 60 + F_{тр} = mg\sin 30°$

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

На ось y:

$N = mg\cos 30° + T\cos 60° =$

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

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

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

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

$F_{тр} \leq \mu N$

$30 \cdot 1{,}73 + 10 \cdot \frac{1{,}73}{2} =$

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

$= 1{,}73 \cdot 35$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

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

МФТИ

Черновик

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

В СО стенку $\quad \frac{u}{v_0\cos\alpha}=\frac{d}{x}$

V_y $\quad V_y = \frac{gt}{2}$

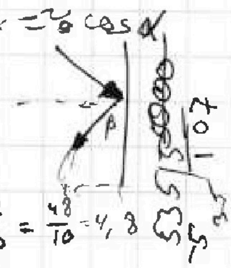
$x = v_0\cos\alpha \quad x = v\tau$

$v = \frac{x}{\tau}$

$(v_0\cos\alpha+u)t_2 = d+x \quad \frac{u}{v}=\frac{d}{x}$

$\frac{gt_2^2}{2}=h$

$\frac{u}{x}t_2 = d$



$v_k = v_0\cos\alpha$

$5000 \mid 54$, $92{,}6$; -486, 140, -108, 320

$54 \times 6 = 324$; $54\times 9 = 486$

$2\cdot 2{,}6\cdot\frac{12}{13}=\frac{48}{10}=4{,}8$

$89 \mid 311$, $0{,}285$; 890, -622, 2680, -2488, 1920, -1866, 54

$t_3 = 0{,}6c$

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

$\sqrt{0{,}29}\approx 0{,}54 \rightarrow u=34\frac{м}{с}$

$89\times 3 = 267$; $89\times 4 = 356$; $311\times 8 = 2488$; $311\times 6=1866$

~~$(0{,}16)^2 = 0{,}256$~~

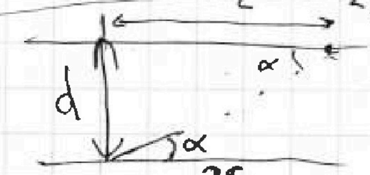
$(0{,}5)^2=\frac{25}{100}$ $\quad (0{,}52)^2$ $\quad (0{,}6)^2=\frac{36}{100}$

55×55: 275, 275, 3325; 54×54: 216, 270, 2916; $0{,}2916$

53×53: 159, 265, 2809; 52×52: 104, 250, 2604

324, $+18$, $=342$; 19×18: 152, 190, 342

$2873 \mid 1440$; -2880



$x = 130$ м

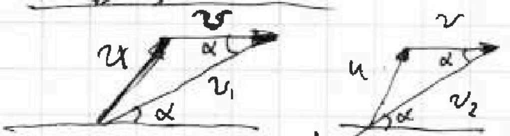
$v_1 = 1{,}3$

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

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

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

$13\times 12 = 156$; $13\times 5 = 65$; 221



Т. косинусов: (x2)

$v_1^2+v^2-2v_1v\cos\alpha = u^2$

$v_2^2+v_2^2-2v_2v\cos\alpha=u^2$

$v_1^2-2v_1v\cos\alpha = v_2^2-2v_2v\cos\alpha$

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

т.к. $v_1\neq v_2$, то

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

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

$7 \mid 1440$; 9000, 7000

$221 \mid 13$, -13, 91, -91 $\quad 17$

17×13: 51, 17, 221

221×13: 663, 221, 2873

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

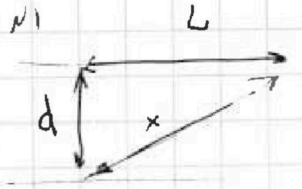
1 2 3 4 5 6 7

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

МФТИ

Черновик

№1



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

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

$= 10\sqrt{25+144} = 130\,м$

$v_1 = \frac{130}{100} = 1{,}3\,м/с$

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

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

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

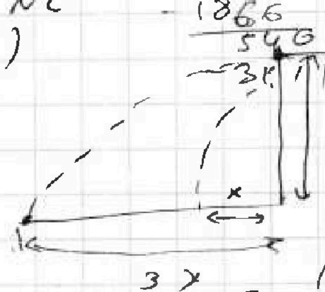
$w^2 = u^2 + v^2 - 2uv\cos\beta$

$\cancel{4{,}76w^2} =$

$0{,}286$

№2

1)



$h = 5{,}4\,м$

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

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

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

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

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

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

$\frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$

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

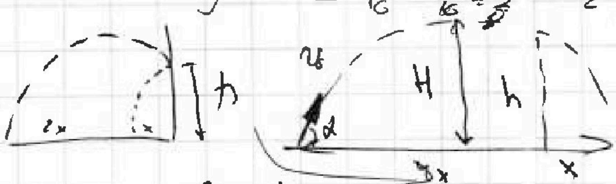
$\frac{3}{2} - \frac{9}{8} =$

$= \frac{24-18}{16} = \frac{6}{16} = \frac{3}{8}$

$\tau^2 = \frac{7{,}2\cdot 2}{10} = \frac{3{,}6\cdot 4}{10}$

$\tau = \sqrt{0{,}36\cdot 4}$ с

$t_2 = \frac{\tau}{2} = 0{,}6\,с$



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

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

$v_0 \sin\alpha = g\tau$ (в наив. точке)

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

$H = \frac{36}{5} = 7{,}2\,м$

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

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

$\frac{H}{h} = \frac{1}{2}\cdot\frac{8}{3} = \frac{4}{3}$ $\quad = 5{,}4\cdot\frac{4}{3} = \frac{9}{5}\cdot 4 = \frac{36}{5}$