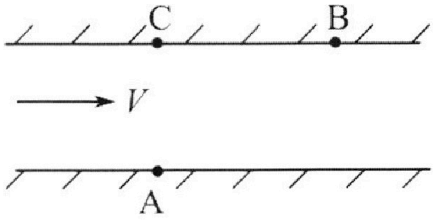
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 09-01

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 A – точка старта, B – точка финиша (см. рис., V - неизвестная скорость течения реки). Ширина реки $AC = d = 70$ м, снос, т.е. расстояние, на которое пловец смещается вдоль реки к моменту достижения противоположного берега, $CB = L = 240$ м.

Продолжительность первого заплыва $T_1 = 192$ с, продолжительность второго заплыва $T_2 = 417$ с.

1) Найдите скорости V_1 и V_2 пловца в лабораторной системе отчета в первом и втором заплывах.

2) Найдите скорость U пловца в подвижной системе отсчета, связанной с водой.

В третьем заплыве пловец стартует из точки A и движется так, что снос минимальный.

3) Найдите продолжительность T третьего заплыва.

2. Футболист на тренировке наносит удары по мячу, лежащему на горизонтальной площадке и направляет мяч к вертикальной стенке. После абсолютно упругого соударения со стенкой мяч падает на площадку. Наибольшая высота, на которой находится мяч в полете, $H = 16{,}2$ м.

Расстояние от точки старта до стенки в 5 раз больше расстояния от стенки до точки падения мяча на площадку.

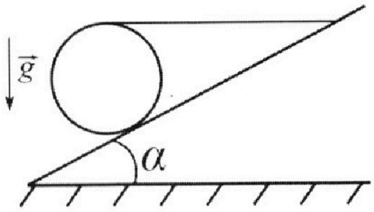
1) На какой высоте h происходит соударение мяча со стенкой?

2) Найдите продолжительность t_1 полета мяча от старта до соударения со стенкой.

Допустим, что в момент соударения мяча со стенкой на той же высоте h, стенка движется навстречу мячу со скоростью $U = 2$ м/с.

3) Найдите расстояние d между точками падения мяча на площадку в случаях: стенка покоится, стенка движется.

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 шар массой $m = 3$ кг удерживается на шероховатой наклонной плоскости горизонтальной нитью, прикрепленной к шару в его наивысшей точке. Наклонная плоскость образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin\alpha = 0{,}6$.

1) Найдите силу T натяжения нити.

2) Найдите силу F_{TP} трения, действующую на шар.

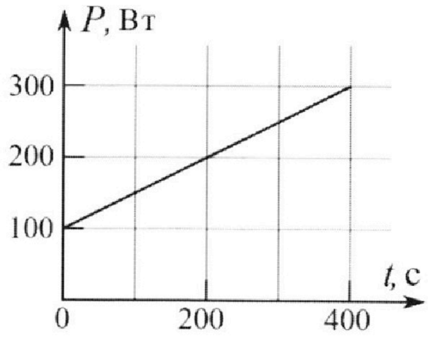
3) При каких значениях коэффициента μ трения скольжения шар будет находиться в покое? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 09-01

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

4. Воду нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $\tilde{t}_0 = 14\ ^0$C, объем воды $V = 2$ л. Сопротивление спирали электроплитки $R = 20$ Ом, сила тока в спирали $I = 5$ А.



Зависимость мощности P тепловых потерь от времени t представлена на графике (см. рис.).

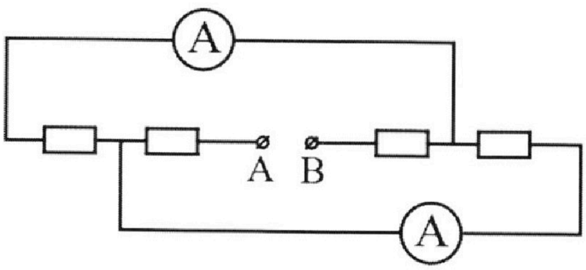
1) Найдите мощность P_H нагревателя.
2) Через какое время T после начала нагревания температура воды станет равной $\tilde{t}_1 = 25\ ^0$C?

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

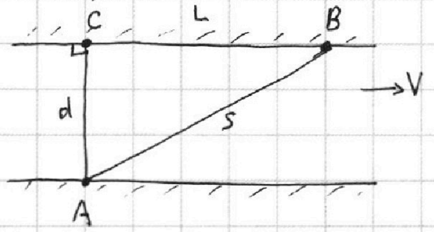
5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 20 Ом, у двух других сопротивление по 40 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

После подключения к клеммам А и В источника постоянного напряжения показания амперметров оказались различными. Меньшее показание $I_1 = 1$ А.

1) Найдите показание I_2 второго амперметра.
2) Найдите напряжение U источника.



Решение:



Пусть длина отрезка AB равна S.

1) Так как, по условию, движение пловца прямолинейное и в обоих случаях A – точка старта, B – точка финиша, значит, в обоих заплывах пловец двигался по отрезку AB в лаб. СО

Тогда $V_1 = \frac{S}{T_1}$, $V_2 = \frac{S}{T_2}$

По Т. Пифагора для прямоугольного ΔABC:

$S^2 = d^2 + L^2$

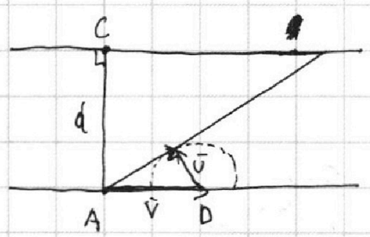
$S^2 = 4900 + 57600 \Rightarrow S^2 = 100(576 + 49) \Rightarrow S^2 = 62500 \Rightarrow$

$\Rightarrow S = 250$ м

$V_1 = \frac{250}{192}$ м/с $= \frac{125}{96}$ м/с $= 1\frac{29}{96}$ м/с

$V_2 = \frac{250}{417}$ м/с

3)



Отложим от точки A вектор скорости течения реки $\bar{V}$. $\bar{AD} = \bar{V}$

Отложим вектор относительной скорости пловца $\bar{U}$ от конца вектора $\bar{V}$.

Тогда конец вектора $\bar{U}$ ~~лежит~~ находится на полуокружности с центром в т. D и радиусом U.

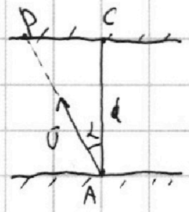
Заметим, что снос будет минимальным, если скорость пловца в лабораторной СО будет направлена по касательной к этой окружности.

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!

2) Заметим, что время второго заплыва намного больше, чем первого. Значит, вектор скорости пловца $\bar{U}$ отклонён от линии AC против часовой стрелки во втором случае



Пусть угол между AC и вектором $\bar{U}$ равен α.
По теореме косинусов для треугольника скоростей,
$V_2^2 = U^2 + V^2 - 2UV\cos(90^\circ - \alpha)$

Проекция скорости $\bar{U}$ на AC равна $U\cos\alpha$. Значит

$$T_2 = \frac{d}{U\cos\alpha} \Rightarrow \cos\alpha = \frac{d}{T_2 U}$$

По теореме Пифагора для ΔACD:

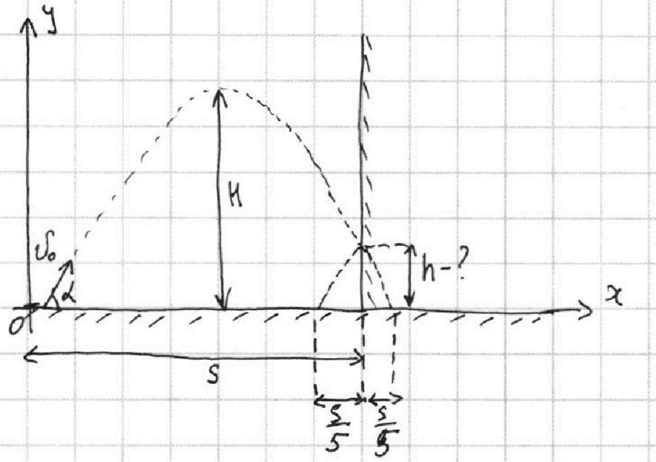
$$U^2 T_2^2 = d^2 + (V T_2 - S)^2$$

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!

Решение:



Пусть футболист сообщил мячу начальную скорость v_0, направленную под углом α к линии горизонта.
Пусть S – расстояние от точки старта до стены. Тогда расстояние от точки падения до стены равно $\frac{1}{5}S$ по условию.

При абсолютно упругом соударении вектор скорости мяча, которую он имел в момент удара, отражается относительно перпендикуляра, восстановленного к стене в точке соприкосновения, а модуль скорости остаётся прежним.
Значит, траектория мяча после удара симметрична относительно стены той траектории, которую мяч имел бы после этого момента времени, если бы стены не было.

Направим координатную ось Ox по линии поверхности земли, ось Oy перпендикулярно ей и поместим начало координат в точку старта.
Закон изменения скорости мяча в проекции на ось
Ox: $v_x(t) = v_0\cos\alpha$
Oy: $v_y(t) = v_0\sin\alpha - gt$
Закон движения мяча в общем виде в проекции на ось
Ox: $x(t) = v_0\cos\alpha\, t$
Oy: $y(t) = v_0\sin\alpha\, t - \frac{gt^2}{2}$

Пусть удар произошёл спустя время t_1 после старта.
Тогда (1) $S = x(t_1) = v_0\cos\alpha\, t_1$; $h = y(t_1) = v_0\sin\alpha\, t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$
Из рассуждений, приведённых выше, можно сделать вывод, что время падения мяча после удара равно времени падения мяча при отсутствии стены. Во втором случае мяч упал бы на расстоянии $S + \frac{1}{5}S$ от точки старта.

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!

Пусть T – полное время полёта.

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

$x(T) = \frac{6}{5}S \Rightarrow \frac{6}{5}S = \frac{2v_0^2 \cos\alpha \sin\alpha}{g}$ (2)

Т.к. расстояние от точки старта до стены больше расстояния от точки падения до стены, то наивысшая точка траектории совпадает с наиб. высотой, на которой находился мяч. Из соображений симметрии, это был момент времени $\frac{T}{2}$

$v_y(\frac{T}{2}) = 0 \Rightarrow v_0 \sin\alpha - g\frac{T}{2} = 0 \Rightarrow \frac{T}{2} = \frac{2v_0 \sin\alpha}{2g} \Rightarrow \frac{T}{2} = \frac{v_0 \sin\alpha}{g}$

$H = y(\frac{T}{2}) = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} \Rightarrow v_0^2 \sin^2\alpha = 2gH \Rightarrow v_0 \sin\alpha = \sqrt{2gH}$ (3)

Разделим равенство (2) на (1):

$\frac{6}{5} = \frac{2v_0^2 \cos\alpha \sin\alpha}{g} \cdot \frac{1}{v_0 \cos\alpha\, t_1}$

$\frac{6}{5} = \frac{2v_0 \sin\alpha}{t_1 g} \Rightarrow \cancel{t_1 = \frac{10 v_0 \sin\alpha}{7g}}$ $t_1 = \frac{5v_0 \sin\alpha}{3g}$

Подставим (3):

$t_1 = 3c$

2) $t_1 = \frac{5\sqrt{2gH}}{g \cdot 3}$ Подставляя значения, ~~$t_1 = \frac{10\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 16{,}2}}{7 \cdot 10} = \frac{10\sqrt{10} \cdot \sqrt{32{,}4}}{7 \cdot 10} = \frac{\sqrt{10} \cdot 2 \cdot \sqrt{0{,}81 \cdot 10}}{7} = \frac{\sqrt{10} \cdot 2 \cdot \sqrt{0{,}81} \cdot \sqrt{10}}{7} = \frac{10 \cdot 2 \cdot 0{,}9}{7} = \frac{18}{7} = 2\frac{4}{7}(c)$~~

~~1) $h = v_0 \sin\alpha\, t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = \frac{v_0 \sin\alpha \cdot 10 v_0 \sin\alpha}{7g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{100 v_0^2 \sin^2\alpha}{49 g^2} = \frac{10}{7} \cdot \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{g} - \frac{100}{2 \cdot 49} \cdot \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{g} \cdot \frac{20}{49}$~~

~~Подставляя (3): $h = \frac{2gH}{g} \cdot \frac{20}{49} = \frac{40}{49} \cdot H$~~

~~$h = \frac{40}{49} \cdot 16{,}2\,м = 15\frac{13}{49}\,м$~~

1) $h = v_0 \sin\alpha \cdot t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = \frac{5 v_0^2 \sin^2\alpha}{3g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{25 v_0^2 \sin^2\alpha}{9g^2} = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{g} \cdot \frac{5}{18}$

$(3) \Rightarrow h = 2H \cdot \frac{5}{18} = \frac{5H}{9}$

$h = \frac{5 \cdot 16{,}2}{9} = \frac{5 \cdot 2 \cdot 8{,}1}{9} = \frac{81}{9} = 9\,м$

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

3) При абсолютно упругом ударе модуль относительной скорости мяча не поменяется.

До удара проекция относительно скорости на оси

$Ox: \ v_x(t_1) + U$

$Oy: \ v_y(t_1)$

После удара:

$Ox: \ -v_x(t_1) - U$

$Oy: \ v_y(t_1)$

Абсолютная скорость мяча после удара в проекции на оси

$Ox: \ -v_x(t_1) - 2U$

$Oy: \ v_y(t_1)$

Значит, разность расстояний от стены до двух точек падения равна $d = 2U(T - t_1)$, т.е. про ~~разностью~~ произведению разности скоростей на время полёта после удара, т.к. скорость мяча после удара меняется только по оси Ox.

$$\cancel{d = 2U\left(\frac{2v_0 \sin\alpha}{g} - \frac{10 v_0 \sin\alpha}{7g}\right) = \frac{2v_0\sin\alpha}{g} \cdot U \cdot \left(2 - \frac{10}{7}\right) =}$$

$$\cancel{= U \cdot \frac{2 \cdot v_0 \sin\alpha}{g} \cdot \frac{4}{7}}$$

~~Подставляя~~ $\cancel{(3), \ d = U \cdot \frac{2\sqrt{2gH}}{g} \cdot \frac{4}{7} = \frac{8}{7} U \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}}}$

$$\cancel{d = \frac{8}{7} \cdot 2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 16{,}2}{10}} = \frac{16}{7}}$$

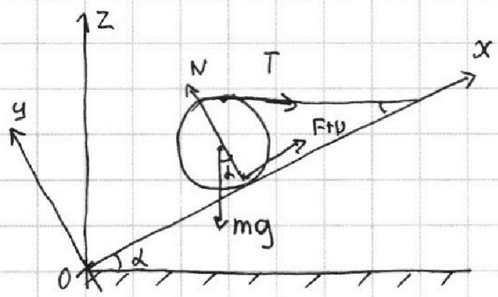
$$d = 2U\left(\frac{2v_0 \sin\alpha}{g} - \frac{5 v_0 \sin\alpha}{3g}\right) = \frac{2 v_0 \sin\alpha}{3g} \cdot U.$$

$$(3) \Rightarrow d = \frac{2}{3} U \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} \Rightarrow d = \frac{2}{3} \cdot 2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 16{,}2}{10}} = \frac{4}{3}\sqrt{4 \cdot 0{,}81} = \frac{4 \cdot 2 \cdot 0{,}9}{3} =$$

$$= 8 \cdot 0{,}3 = 2{,}4 \text{ м}$$

Ответ: $h = 9$м, $t_1 = 3$с, $d = 2{,}4$м

Решение:



1) Расставим силы, действующие на шар.

~~Пра~~

Направим ось Ox параллельно наклонной плоскости, а ось Oy перпендикулярно ей.

Если бы силы трения не было, то точка шара касающаяся плоскости, когда сила трения есть, стало бы двигаться против оси Ox.

Значит, сила трения приложена в точке касания и направлена ~~против~~ по оси Ox.

Пусть N – нормальная сила реакции опоры. Она направлена перпендикулярно плоскости.

Запишем условие равновесия шара в проекции на ось Ox:

$-mg\sin\alpha + F_{тр} + T\cos\alpha = 0$ (1)

на ось Oy:

$N - mg\cos\alpha - T\sin\alpha = 0$ (2)

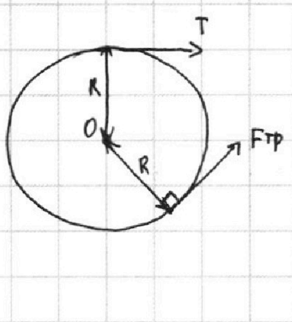
~~Направим ось Oz перпендикулярно линии горизонта.~~

~~Ур. равновесия в проекции на ось Oz:~~

$\cancel{-mg + F_{тр}\sin\alpha + N\cos\alpha = 0}$

~~Получаем систему из трёх уравнений:~~

$\cancel{\begin{cases} -mg\sin\alpha + F_{тр} + T\cos\alpha = 0 \\ N - mg\cos\alpha - T\sin\alpha = 0 \\ -mg + F_{тр}\sin\alpha + N\cos\alpha = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{array}{l} F_{тр} = mg\sin\alpha - T\cos\alpha \\ N = mg\cos\alpha + T\sin\alpha \\ -mg + mg\sin^2\alpha - T\cos\alpha\sin\alpha + mg\cos^2\alpha + T\sin\alpha \end{array}}$



Пусть радиус шара равен R.
Запишем правило моментов относительно центра шара O.
Линии действия сил тяжести и нормальной реакции опоры проходят через центр. Значит, моменты этих сил равны 0.

$T\cdot R - F_{тр}\cdot R = 0 \Rightarrow F_{тр} = T$ (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 ☐

МФТИ

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

Подставим (3) -> (1)

$$-mg\sin\alpha + T + T\cos\alpha = 0$$

$$T = \frac{mg\sin\alpha}{1+\cos\alpha} = \frac{mg\sin\alpha}{1+\sqrt{1-\sin^2\alpha}}$$

$$T = \frac{3\cdot 10\cdot 0{,}6}{1+\sqrt{1-0{,}36}}\ Н = \frac{18}{1+0{,}8}\ Н = 10\ Н$$

2) $F_{тр} = T = 10\ Н$

3) (1) $\Rightarrow$ $F_{тр} = mg\sin\alpha - T\cos\alpha$

(3) $\Rightarrow$ $F_{тр} = mg\sin\alpha - F_{тр}\cos\alpha \Rightarrow F_{тр} = mg\sin\alpha\cdot\frac{1}{1+\cos\alpha}$

Шар находится в покое, если

$F_{тр} \leq \mu N$ - максимальное значение

$\cancel{(3),(2) \Rightarrow N = mg\cos\alpha + F_{тр}\sin\alpha}$

~~Значит,~~ $\cancel{mg\sin\alpha\cdot\frac{1}{1+\cos\alpha} < \mu(mg\cos\alpha + F_{тр}\sin\alpha)}$

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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

МФТИ

Решение:

1) По закону Джоуля-Ленца, $P_н = I^2 R$
$P_н = (25 \cdot 20)$ Вт $= 500$ Вт

2) Кол-во теплоты, необходимое для нагрева воды до температуры $\tilde{t}_1$: $Q = cV\rho(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0) = 4200 \cdot 0{,}002 \cdot 1000 \cdot (25-14) = 92400$ Дж

За время T нагреватель отдаст количество теплоты $Q_1 = P_н T$.

Заметим, что количество теплоты, которое было потеряно численно равно площади под графиком в определённый промежуток времени.

Пусть P_0 – мощность тепловых потерь в момент $t = 0$ с, P_T – мощность тепловых потерь в момент $t = T$.

Тогда кол-во потерянной теплоты $Q_2 = \frac{(P_0 + P_T)}{2} \cdot T$

Получаем, что $Q = Q_1 - Q_2$

$cV\rho(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0) = P_н T - T\left(\frac{P_0 + P_T}{2}\right)$ (1)

$\cancel{T = \frac{cV\rho(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0)}{P_н - \frac{P_0 + P_T}{2}}}$

Зависимость $P(t)$ является линейной и может быть описана, как $P(t) = P_0 + kt$, где k – коэффициент

На графике видно, что $P_0 = 100$ Вт, $P(200) = 200$

Значит, $200 = 100 + k \cdot 200 \Rightarrow k = \frac{1}{2}$.

Тогда $P_T = P_0 + \frac{1}{2} T$

Значит, уравнение (1) имеет вид: $cV\rho(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0) = P_н T - \frac{1}{4} T^2 - TP_0$

$\frac{1}{4} T^2 + T(P_0 - P_н) + cV\rho(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0) = 0 \,|\cdot 4 \Rightarrow T^2 + 4T(P_0 - P_н) + 4Q = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow T = -2(P_0 - P_н) \pm \sqrt{4(P_0 - P_н)^2 - 4Q}$

Подставим значения:

$T = 800 \pm 2\sqrt{67600} = 800 \pm 20\sqrt{4 \cdot 13^2} = 800 \pm 20 \cdot 2 \cdot 13 =$

$= 800 \pm 520.$

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!

Значит, $\begin{cases} T = 1320\,с \\ T = 280\,с \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T = 22\text{ мин} \\ T = 4\frac{2}{3}\text{ мин} \end{cases}$

Два ответа говорят о том, что в какой-то момент мощность тепловых станет настолько большой, что вода начнет остывать.

Ответ: $P_н = 500$ Вт,

$T = 22$ мин или $T = 4\frac{2}{3}$ мин.

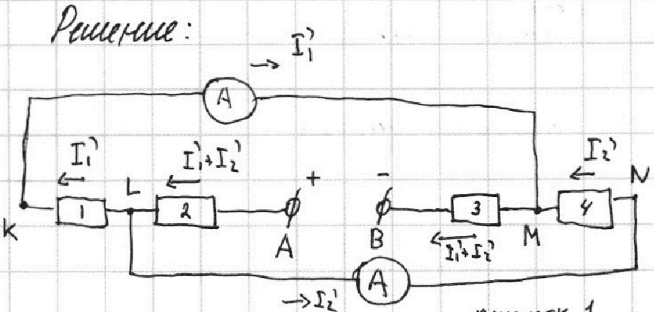
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

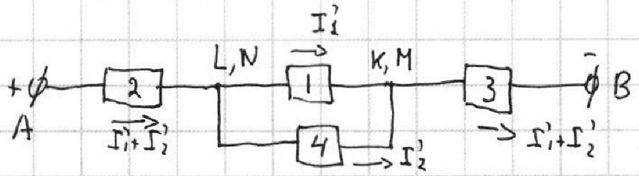
Решение:



Обозначим узлы буквами K, L, M, N. и пронумеруем резисторы. (см. рисунок 1)

рисунок 1

1) Т.к. амперметры идеальные, то данная цепь эквивалентна следующей:



Расставим токи в обеих цепях, текущие при подключении источника. Пусть через резистор 1 течёт ток I_1', а через резистор 4 течёт ток I_2'

Показания амперметров равны значениям токов через резисторы 1 и 4, напряжения на которых равны. Так как показания различны, то сопротивления резисторов R_1 и R_4, на 1-м и 4-м соответственно, различны. ~~относятся, как~~

Сопротивление одного в два раза больше сопротивления другого. Значит, ток на первом в два раза меньше, чем на втором.

Т.к. I_1 – меньшее показание, то $I_2 = 2I_1 = 2A$

2) Пусть R_1, R_2, R_3, R_4 – сопротивления резисторов 1, 2, 3, 4 соответственно. БОО пусть $R_4 > R_1$. Тогда $R_4 = 40$ Ом, $R_1 = 20$ Ом. $I_2' = 1A$, $I_1' = 2A$.

По закону Ома, $U = I_{общее} \cdot R_{общее} = (I_1'+I_2') \cdot R_2 + I_1'R_1 + (I_1'+I_2') \cdot R_3 = (I_1'+I_2')(R_1+R_3) + I_1'R_1$

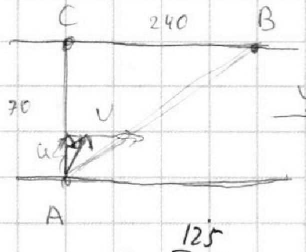
$U = (1A + 2A)(40 Ом + 20 Ом) + 2A \cdot 20 Ом = 3A \cdot 60 Ом + 40 B = 220 B$

Ответ: $I_2 = 2A$. $U = 220 B$.

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

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

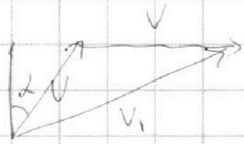
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$AB = 490+$

$\begin{array}{r}240\\ \times 240\\ \hline 9600\\ 48\\ \hline 57600\end{array}$

$V_1 = \dfrac{AB}{T_1}$ $T =$



$V_1^2 = U^2 + V^2 - 2UV\cos(90°+\alpha) =$

$= U^2 + V^2 + 2UV\cos(90°-\alpha)$

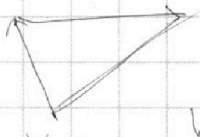
$V_1^2 = U^2 + V^2 + 2UV \sin\alpha$

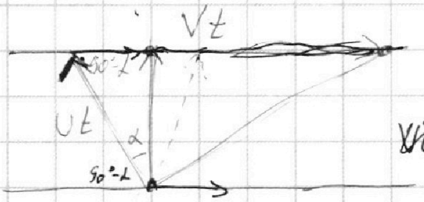
$T_1 = \dfrac{d}{U\cos\alpha}$ $\begin{array}{r}125\\ -96\\ \hline 29\end{array}$

$T_2 = \dfrac{d}{U\cos\beta}$ $\dfrac{T_2}{T_1} = \dfrac{\cos\alpha}{\cos\beta} =$ $\begin{array}{r|l}417 & 192\\ 384 & 2\\ \hline 33\end{array}$

$\dfrac{417}{192} = \dfrac{139}{64}$

$\dfrac{d}{U}$ $\begin{array}{r}576\\ +49\\ \hline 625\end{array}$





$\dfrac{d}{U}$

$V^2 + U$

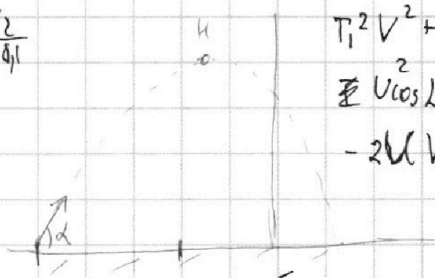
$T_1 = \dfrac{d}{U\cos\alpha}$ $V_0 =$

$Vt = L$

$V_0 t = d$

$\begin{array}{r|l}16{,}2 & 2\\ 16 & 8{,}1\\ \hline 2\end{array}$

В СО воды



$T_1^2V^2 +$

$U^2\cos^2\alpha -$

$- 2UV\cos\beta$

$VT = L$

$\dfrac{d}{U} = d$

$\begin{array}{r}240\\ \times 240\\ \hline 9600\\ 48\\ \hline 57600\end{array}$

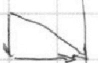
$25 \cdot 25$

$V_x(t) = V_0\cos\alpha$

$V_y(t) = V_0\sin\alpha - gt$

$H = \dfrac{V_0^2\sin^2\alpha}{2g}$

$\begin{array}{r|l}192 & 2\\ 18 & 96\\ \hline 12\end{array}$



$V_0\sin\alpha = g\dfrac{T}{2}$

$T =$

$T_1 = \dfrac{d}{U\cos\alpha}$

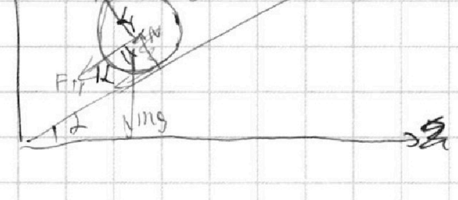
$x(t) = V_0\cos\alpha\, t$

$y(t) = V_0\sin\alpha\, t - \dfrac{gt^2}{2}$

$\dfrac{10}{7} - \dfrac{100}{2\cdot 49} = \dfrac{10\cdot 14 - 100}{2\cdot 49} =$

$= \dfrac{40}{2\cdot 49} = \dfrac{20}{49}$

d



250

$\begin{array}{r}16{,}2\\ \times 40\\ \hline 6480\\ -49\\ \hline 158\\ 127\\ \hline 310\end{array}$ $\begin{array}{|l}49\\ \hline 13\end{array}$

$\begin{array}{r|l}162 & 2\\ & 2\end{array}$

$U^2T_1^2 + V^2T_1^2 - 2UVT_1^2\sin\alpha =$

$= U^2T_2^2 + V^2T_2^2 - 2UVT_2^2\sin\beta$

$U^2T_2^2 = d^2 + T_2^2V^2 - S^2$

Ox: $F_{тр} - mg\sin\alpha + T\cos\alpha = 0$

Oy: $N - mg\cos\alpha - T\sin\alpha = 0$

Oz: $N\cos\alpha - F_{тр}\sin\alpha - mg = 0$

$\cancel{F_{тр}}$ $\dfrac{1}{\sin\alpha} = \dfrac{mg\sin\alpha - T\cos\alpha}{N\cos\alpha + mg}$

$N\cos\alpha + mg = mg\sin^2\alpha - T\cos\alpha\sin\alpha$

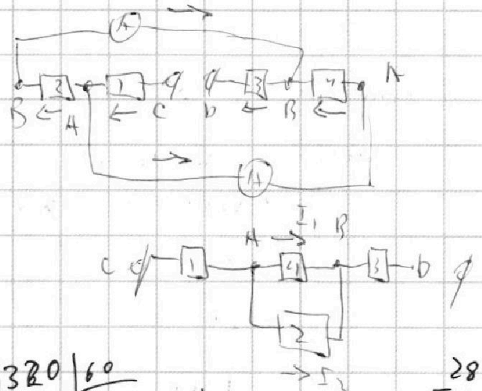
$U^2 + V^2 + 2UV\sin\alpha = V_2^2$

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!

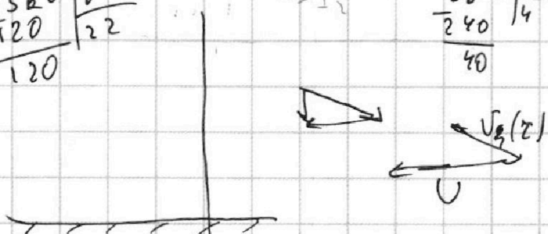
МФТИ



$\frac{10}{7} - \frac{50}{49} = \frac{20}{49}$ $\quad 2 - \frac{10}{7} = \frac{14-10}{7}$

$162 \cdot 4 = 648$, $\quad 648 : 49$, $\quad \frac{5}{3} - \frac{25}{18}$

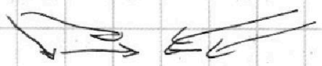
$1320 : 60 = 22$ $\quad 280 : 60$



$t_1 = \frac{2 v_0 \sin\alpha \cdot 5}{3 g}$

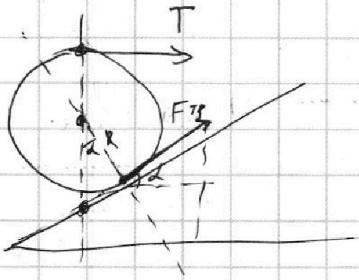
$t_1 = \frac{5\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 16{,}2}}{10 \cdot 3} =$

$= \frac{5 \cdot \sqrt{4 \cdot 81}}{10 \cdot 3} = \frac{5 \cdot 2 \cdot 9}{10 \cdot 3}$



$2 \cdot 10 \cdot 16{,}2 = 2 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 8{,}1$

$2 - \frac{5}{3} = \frac{1}{3}$



$T \cdot R = F_{тр} \cdot \cos\alpha \cdot \frac{R}{\cos\alpha}$

$-mg\sin\alpha + T + T\cos\alpha = 0$

$T = \frac{mg\sin\alpha}{1+\cos\alpha} = \frac{3 \cdot 10 \cdot 0{,}6}{1+0{,}8} =$

$-mg\sin\alpha + F_{тр} + T\cos\alpha = 0$ $\quad 1 - 0{,}36 = 0{,}64 \quad 0{,}8$

$\frac{P_0 + P_0 + \frac{1}{2}T}{2} \cdot T$ $\quad 640000 - 92400 = 547600$

$P = \alpha(t_{окр} - t)$

$4200 \cdot 2 \cdot 11 =$

$UI =$

$TP_0 + \frac{1}{4}T^2$

$IR^2 t$ $\quad \frac{13 \cdot 40}{2}$

$4200 \cdot 11 = 46200$, $\quad 46200 \cdot 2 = 92400$

$T\left(\frac{2P_0 + \frac{1}{2}T}{2}\right) = T\left(P_0 + \frac{1}{4}T\right)$ $\quad 4 \cdot$

$-\frac{1}{4}T^2 - TP_0$ $\quad -2(100 - 500) \quad 40$

26 $\quad 400$
520 $\quad 460000 - 92400 = 67600$ $\quad 4 \cdot 160000$

$676 = 4 \cdot 16 \cdot 9$ $\quad 640000 - 92400$