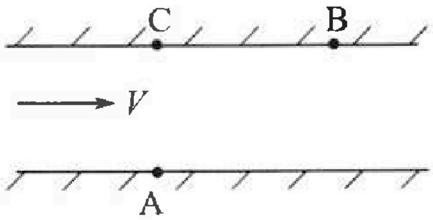
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.

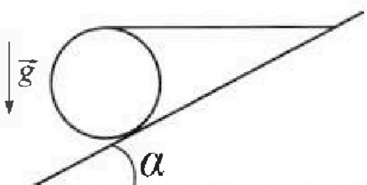
1) На какой высоте h происходит соударение мяча со стенкой?

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.

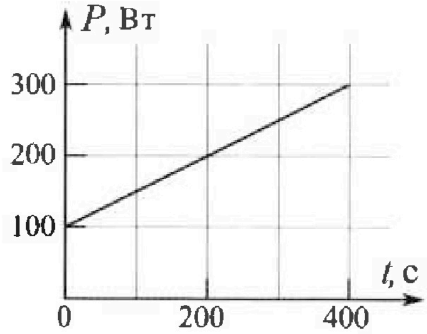
3) При каких значениях коэффициента μ трения скольжения шар будет находиться в покое? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

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 $\tilde{t}_0 = 14\ ^0\text{C}$, 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 $\tilde{t}_1 = 25\ ^0\text{C}$?

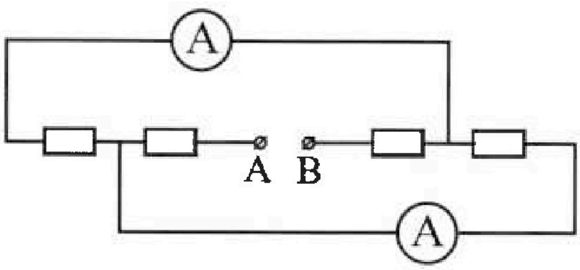
Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м^3, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг$\cdot^0$С).

5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 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.



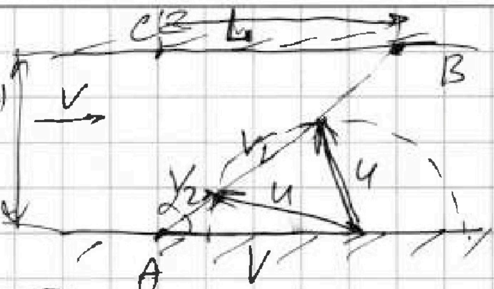
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

Дано:
$d = 70$ м
$L = 240$ м
$T_1 = 192$ с
~~$T_2 = 240$~~
$T_2 = 417$ с
V_1 - ?
V_2 - ?
u - ?
T - ?

Решение: (Т. Пифагора)



$$AB = \sqrt{AC^2 + BC^2} = \sqrt{L^2 + d^2}$$

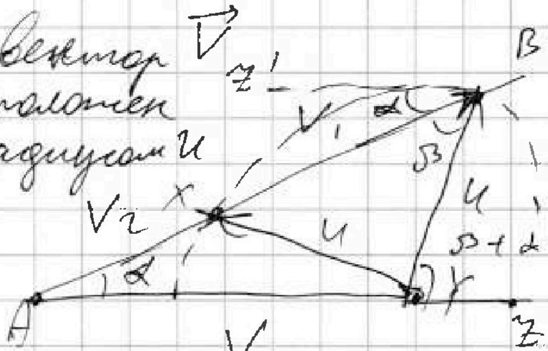
$$V_1 = \frac{AB}{T_1} = \frac{\sqrt{L^2+d^2}}{T_1} = \frac{\sqrt{240^2+70^2}}{192} = \frac{125}{96}\ \frac{м}{с}$$

$$V_2 = \frac{AB}{T_2} = \frac{\sqrt{L^2+d^2}}{T_2} = \frac{250}{417}\ \frac{м}{с}$$

Т.к. траектория движения не изменилась, то $\vec{V_1} \uparrow\uparrow \vec{V_2}$ и лежат на AB

в т. A отложим вектор $\vec{V}$ и на его конце расположен центр окружности радиусом u

проведём AB (секущая к ~~ок-ти~~ окр-ти)



Получается 2 векторных треугольника.
Пусть $\angle BYZ = \beta + \alpha$ тогда $\angle ABY = \beta = \angle BXY$ (в р/б ΔXYB)

$\angle BAZ = \angle ABZ'$

($\angle YBZ' = \angle BYZ$ как накр. леж. $\Rightarrow \angle ABY = \beta$)

$$V_1 \sin\alpha = u \sin(\beta + \alpha)$$

по Т. косинусов в ΔXYB:

$$u^2 = u^2 + (V_1 - V_2)^2 - 2u(V_1 - V_2)\cos\beta$$

$$\cos\beta = \frac{V_1 - V_2}{2u} \qquad \sin\beta = \frac{\sqrt{4u^2 - (V_1 - V_2)^2}}{2u}$$

$$V_1 \sin\alpha = u \sin\alpha \cdot \frac{V_1 - V_2}{2u} + u\cos\alpha \cdot \frac{\sqrt{4u^2 - (V_1 - V_2)^2}}{2u} =$$

$$= \frac{V_1 - V_2}{2}\sin\alpha + \sqrt{4u^2 - (V_1 - V_2)^2}\cos\alpha$$

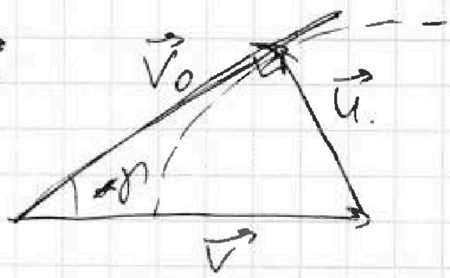
$$\sqrt{4u^2-(v_1-v_2)^2} = \frac{v_1+v_2}{2}\,tg\,\alpha$$

$$4u^2-(v_1-v_2)^2 = \frac{(v_1+v_2)^2}{4}\,tg^2\alpha$$

$$u = \frac{(L^2+d^2)\left(\frac{1}{T_1}+\frac{1}{T_2}\right)^2}{16}\cdot\frac{d^2}{L^2} + \frac{(L^2+d^2)\left(\frac{1}{T_1}-\frac{1}{T_2}\right)^2}{4} =$$

$$= \frac{L^2+d^2}{4}\left(\left(\frac{1}{2T_1}+\frac{1}{2T_2}\right)^2\cdot\left(\frac{d}{L}\right)^2+\left(\frac{1}{T_1}-\frac{1}{T_2}\right)^2\right) =$$

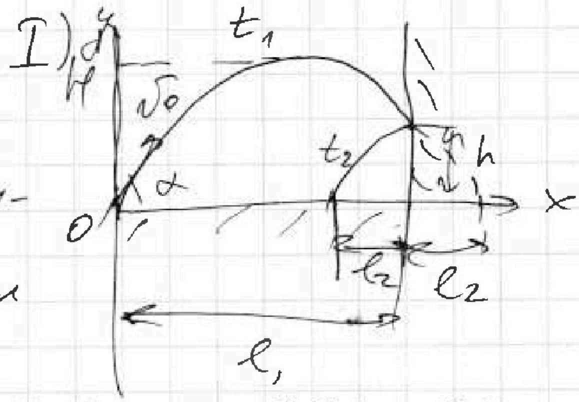
минимальный снос достигается при $\vec{v_0} \perp \vec{u}$
(кас. к окружности)



Дано:
$H = 16,2$ м
$l_1 = 5\,l_2$
~~$u = 2$ м/с~~
h — ?
t_1 — ?
α — ?

Решение:

Т.к. ~~соударение~~ удар абс. упругий, скорость полёта и угол между ~~векто~~



вектором скорости и горизонтом сохраняются. Это также означает, что если мы отразим участок t_2

относительно стенки, то получится параболическая траектория, которая была бы при отсутствии стены.

$$v_y = v_0 \sin\alpha - gt$$
$$v_x = v_0 \cos\alpha$$
$$y = v_0(\sin\alpha)t - \frac{gt^2}{2}$$
$$x = v_0(\cos\alpha)t$$

~~В мо~~

В момент ~~$t = t_{пад}$~~ $t = t_0$ (падение):

$$v_y = v_0 \sin\alpha - g t_0 = -v_0 \sin\alpha \text{ (из. симм. параболы)}$$

$$t_0 = \frac{2 v_0 \sin\alpha}{g}$$

$y = H$ при $t = t_0/2$:

$$y = \frac{1}{2} v_0 t_0 \sin\alpha - \frac{g t_0^2}{2} = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} = \frac{g t_0^2}{8} = H$$

$$t_0 = 2\sqrt{\frac{2H}{g}} \quad (1) \qquad t_0 = t_1 + t_2 \quad (2)$$

$$l_1 = v_0(\cos\alpha)t_1 ; \qquad \cancel{l_1} \; l_2 = v_0(\cos\alpha)t_2$$

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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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

$\frac{l_1}{l_2} = \frac{t_1}{t_2} = \frac{5}{1} \quad t_2 = \frac{1}{5} t_1$

$t_0 = t_1 + \frac{1}{5} t_1 = \frac{6}{5} t_1 = 2\sqrt{\frac{2H}{g}}$

$t_1 = \frac{5}{3}\sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{5}{3} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 16,2}{10}} = 3\ c\ (*)$; $t_2 = \frac{3}{5}\ c$

закон движения по Oy при $y = h$:

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

$t^2 - \frac{2v_0 \sin\alpha}{g} t + \frac{2h}{g} = 0.$

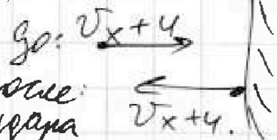
Заметим, что t_1 и t_2 – корни этого уравнения (t_1 – по усл, t_2 – из симметрии параболы)

По т. Виета: $t_1 \cdot t_2 = \frac{2h}{g}$

$\frac{1}{5} t_1^2 = \frac{2h}{g}$

$\frac{5}{9} \cdot \frac{2H}{g} = \frac{2h}{g}$; $h = \frac{5}{9} H = \frac{5}{9} \cdot 16,2 = 9\ м\ (**)$

II) В СО стенки:

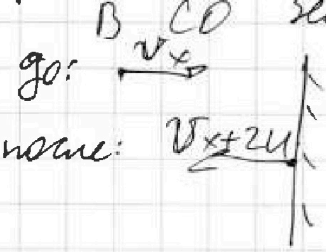


2) При движении. После удара $v_{отн} = v_x + u$ в СО стенки;

$v_{пер} = u$

$v_{абс} = v_x + 2u$ (сложение скоростей)

В СО Земли:



$l_2 = v_x t_2$ – в I сл.

$l_2 + d = (v_x + 2u) t_2$ – во II сл.

$d = 2u t_2 = 2 \cdot 2 \cdot 0,6 = 2,4\ м$

(время падения не изменилось из-за отсутствия воздействия стенки на v_y)

Ответ: 1) 9 м; 2) 3 с; 3) 2,4 м

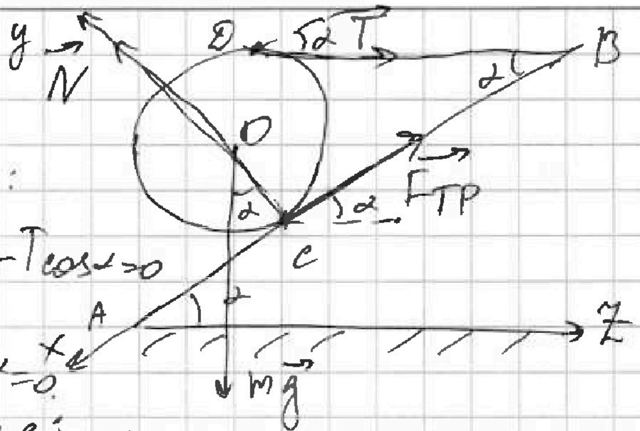
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

Дано:
$m = 3$ кг
$\sin\alpha = 0{,}6$
$T - ?$
$F_{TP} - ?$
$\mu - ?$

Решение:
1)
II з. Ньютона:
$O_x: mg\sin\alpha - F_{TP} - T\cos\alpha = 0$



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

$O_z: T + F_{TP}\cos\alpha - N\sin\alpha = 0$

(0) $F_{TP} = mg\sin\alpha - T\cos\alpha$ (из O_x)

~~$T + mg\sin\alpha\cos\alpha - T\cos^2\alpha -$~~

$N = mg\cos\alpha + T\sin\alpha$ (из O_y)

$T + F_{TP}\cos\alpha - mg\cos\alpha\sin\alpha - T\sin^2\alpha \cancel{\cos\alpha} = 0$

$\cancel{F_{TP} =}\ T\cos^2\alpha + F_{TP}\cos\alpha - mg\cos\alpha\sin\alpha = 0$

~~$F_{TP} = mg\sin\alpha - T\cos\alpha$~~

Запишем сумму моментов для т. O:

$F_{TP} \cdot l_{OC} - T \cdot l_{OD} = 0$; $l_{OC} = l_{OD}$ (радиусы)

$T = F_{TP}$ (1) из ОТТ: $\cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = 0{,}8$

$T = mg\sin\alpha - T\cos\alpha$; $T = mg\frac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha} =$

$= 3 \cdot 10 \cdot \frac{0{,}6}{1-0{,}8} = 3 \cdot 10 \cdot \frac{0{,}6}{0{,}2} = 90\ H = F_{TP}$

$T = F_{TP} = 90\ H$

2) При $\cancel{F_{TP}}$ скольжении ~~[illegible]~~ $F_{TP} = \mu N$ ($T = \mu N$ из (1)):

II з. Ньютона примет вид:

~~Ox: N~~ Ox: $mg\sin\alpha - \mu N - \mu N\cos\alpha = 0$ (2.1)

Oy: $N - mg\cos\alpha - \mu N\sin\alpha = 0$ (2.2)

$N = \dfrac{mg\cos\alpha}{1-\mu\sin\alpha}$ из 2.2

$N = \dfrac{mg\sin\alpha}{\mu+\mu\cos\alpha}$ из 2.1

$$\frac{\sin\alpha}{\mu+\mu\cos\alpha} = \frac{\cos\alpha}{1-\mu\sin\alpha}$$

$$\sin\alpha - \mu\sin^2\alpha = \mu\cos\alpha + \mu\cos^2\alpha$$

$$\mu(\cos\alpha+1) = \sin\alpha$$

$$\mu = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha+1} = \frac{0,6}{0,8+1} = \frac{0,6}{1,8} = \frac{1}{3}$$ – минимальное значение μ для равновесия

Шар покоится при $\mu \geq \frac{1}{3}$

Ответ: 1) 30Н; 2) 30Н; 3) $\mu \geq \frac{1}{3}$

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!

МФТИ

Дано:

$\tilde{t}_0 = 14^\circ C$

$V = 2$ л

$R = 20$ Ом

$I = 5$ А

$\tilde{t}_1 = 25^\circ C$

$\rho = 1000$ кг/м^3

$c = 4200$ Дж/(кг·°С)

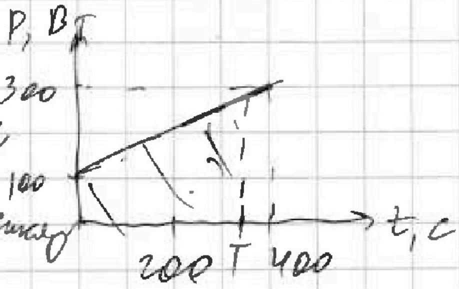
$P(t)$

$P_н$ - ?

T - ?

Решение:

Кол-во теплоты, составляющее потери, вычисляется как площадь под графиком $P(t)$!



$$P(t) = P_0 + \alpha t$$

$$P(0) = 100\,Вт = P_0$$

$$P(400) = 300\,Вт = P_0 + \alpha t$$

$$\alpha = \frac{200}{400} = \frac{1}{2}\,\frac{Вт}{с}$$

УТБ при $t = T$:

$$Q_в = A_н + Q_{пот}$$

$$c\rho V(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0) = P_н T - \frac{P(0) + P(T)}{2} \cdot T$$

З-н Джоуля-Ленца: $P_н = I^2 R = 25 \cdot 20 = 500$ Вт

$$c\rho V(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0) = I^2 R T - \frac{P_0 + P_0 + \alpha T}{2} \cdot T$$

$$c\rho V(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0) = T(I^2 R - P_0) - \frac{\alpha}{2} T^2$$

$$T^2 - \frac{2}{\alpha}(I^2 R - P_0) T + \frac{2}{\alpha} c\rho V(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0) = 0$$

$$D = \frac{4}{\alpha^2}(I^2 R - P_0)^2 - \frac{8}{\alpha} c\rho V(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0);$$

$$T = \frac{\frac{2}{\alpha}(I^2 R - P_0) \pm \frac{2}{\alpha}\sqrt{(I^2 R - P_0)^2 - 2\alpha c\rho V(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0)}}{2} =$$

$$= \frac{1}{\alpha}(I^2 R - P_0) \pm \frac{1}{\alpha}\sqrt{(I^2 R - P_0)^2 - 2\alpha c\rho V(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0)}$$

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!

$T_1 = 280$ с; $T_2 = 1320$ с

T_2 невозможно, т.к. тепловые потери в данном случае не могут стать больше мощности нагревателя.

Подходит T_1

Ответ: 1) 500 Вт; 2) 280 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 ☐

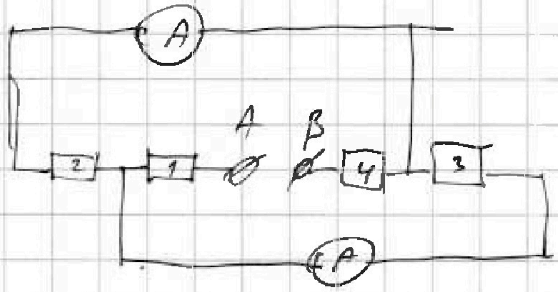
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

Дано:
$I_1 = 1 A$
$R = 40$ Ом
$r = 20$ Ом

I_2 - ?
U - ?

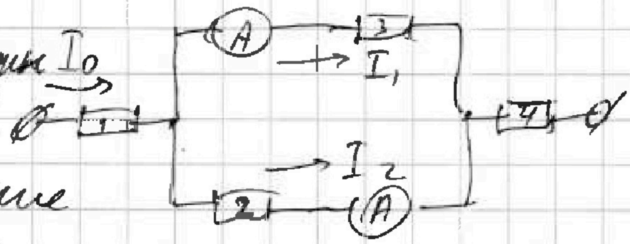
Решение:



Пусть ток идёт из A в B

составим ~~эквивалент-~~ эквивалентную схему:

экв. схема:



пронумеруем ~~резистор~~ резисторы

параллельное соединение рез. 2 и 3: $U_3 = U_2$

$R_3 I_1 = R_2 I_2$ (из з. Ома)

$\frac{R_2}{R_3} = \frac{I_1}{I_2}$; $I_1 < I_2 \Rightarrow R_2 < R_3 \Rightarrow$

$\Rightarrow R_2 = r = 20$ Ом; $R_3 = R = 40$ Ом.

$I_2 = I_1 \cdot \frac{R}{r} = 1 \cdot \frac{40}{20} = 2 A$; $I_0 = I_1 + I_2$ (I правило Кирхгофа)

Т.к. $R_2 = r$ и $R_3 = R$, то у R_1 и R_4 сопро~~тивление~~тивление могут быть равны r и R или R и r.

$R_1 + R_4 = r + R$

экв. сопр.: $R_0 = R_1 + R_4 + R_{23} = R + r + \frac{Rr}{R+r} =$

$\frac{1}{R_{23}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ $\quad = \frac{(R+r)^2 + Rr}{R+r} = \frac{U}{I_0}$

$R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{rR}{r+R}$

$U = I_1 \left(1 + \frac{R}{r}\right) \cdot \frac{(R+r)^2 + Rr}{R+r} = I_1 \cdot \frac{(R+r)^2 + Rr}{r} =$

$= 220$ В

Ответ: 1) 2 А; 2) 220 В

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

$F_{тр} = 30 \cdot 0,6 - 10 \cdot 0,8 = 18 - 8 = 10\,H.$

$mg\sin\alpha - \mu N - T\cos\alpha \geq 0$

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

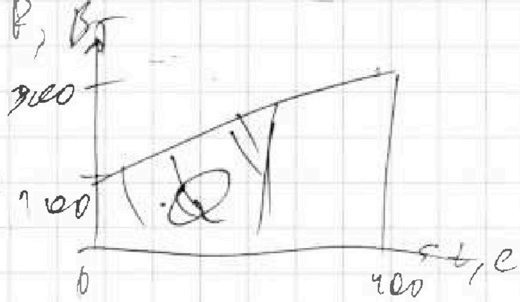
$\mu(mg\cos\alpha - T\sin\alpha) \leq mg\sin\alpha - T\cos\alpha$

$$\mu \leq \frac{mg\sin\alpha - T\cos\alpha}{mg\cos\alpha - T\sin\alpha} = \frac{10}{18} = \frac{5}{9}.$$

1138 | 2
569

$P(t) = P_0 + \alpha t.$ $\alpha = \frac{1}{2}\,\frac{Вт}{с}.$

$P_H = I^2R = 25 \cdot 20 = 500\,Вт.$



через T:

$c\rho V(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0) = P_H T - Q$

$c\rho V(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0) = T\left(I^2R - P_0 - \frac{\alpha T}{2}\right)$

$\frac{\alpha T^2}{2} + \cancel{P_0 T} - T(P_0 - I^2R) + c\rho V(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0) = 0.$

$D = (P_0 - I^2R)^2 - 2\alpha c\rho V(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0)$

$$T = \frac{(I^2R - P_0) \pm \sqrt{(P_0 - I^2R)^2 - 2\alpha c\rho V(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0)}}{\alpha} =$$

$$= \frac{400 \pm \sqrt{400^2 - 4200 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 11}}{\frac{1}{2}} =$$

$$= \frac{800 \pm \sqrt{160000 - 46200}}{1} =$$

$= 800 \pm$

160000
46200
$\sqrt{113800} \approx 3$
9
238

$\sqrt{1138} \approx 3$
9
6 | 238

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

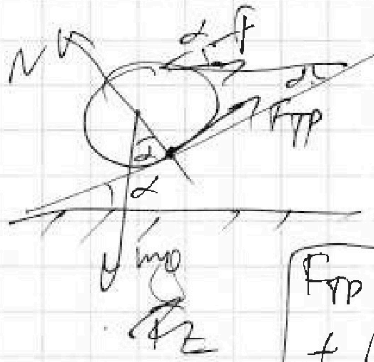
1 2 3 4 5 6 7

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

МФТИ

3. $\sin\alpha = 0{,}6$.

gl



$\cancel{N - mg\cos\alpha = 0}$

$\cancel{mg\sin\alpha -}$

$\cancel{N - mg\cos\alpha - T\sin\alpha = 0}$

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

$\cancel{mg - N}$

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

$F_{тр} =$

$N - mg\cos\alpha - T\sin\alpha = 0.$

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

$N\sin\alpha - F_{тр}\cos\alpha - T = 0$

$N = T + F_{тр}\cos\alpha.$

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

$mg\sin\alpha - F_{тр} - T\cos\alpha = 0.$ $\quad T = F_{тр}.$

$F_{тр} = mg + T\,tg\,\alpha - \frac{T}{\cos\alpha}$

$F_{тр} = mg\sin\alpha - T\cos\alpha.$

$mg + T\,tg\,\alpha - \frac{T}{\cos\alpha} = mg\sin\alpha - T\cos\alpha$

$\cancel{T = \frac{mg(1-\sin\alpha)}{\frac{1+\sin\alpha-\cos^2\alpha}{\cos\alpha}}} = mg\,\frac{(1-\sin\alpha)\cos\alpha}{\sin^2\alpha + \sin\alpha} =$ (0,4; 0,8; 0,56)

$\cancel{mg+}$ $= mg\,\frac{1-\sin\alpha}{tg\,\alpha\sin\alpha + tg\,\alpha} =$

$= 30\cdot\frac{0{,}4}{0{,}75\cdot 0{,}6 + 0{,}75} = 30\cdot\frac{\frac{2}{5}}{\frac{3}{20}+\frac{3}{4}} = 30\cdot\frac{\frac{2}{5}}{\frac{24}{20}} =$

$= 30\cdot\frac{40}{120} = \cancel{7{,}5}\ 10$ Н.

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

1 2 3 4 5 6 7

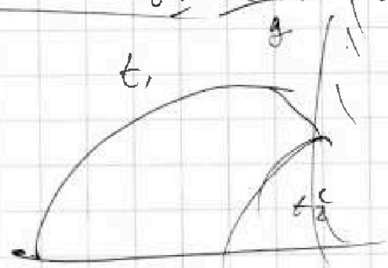
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

$$h = \frac{g t_2^2}{2} = \frac{g t^2}{72} = \frac{8}{72} H = \frac{1}{9} H.$$

$$\frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} = \frac{g t^2}{8} = H$$

$$t = \frac{2 v_0 \sin\alpha}{g} \qquad t = \sqrt{\frac{8H}{g}}$$



$$\frac{t_1}{t_2} = 5; \quad t_1 = \frac{5}{6} t$$

$$t_2 = \frac{1}{6} t.$$

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

$$t^2 - \frac{2 v_0 \sin\alpha}{g} t + \frac{2h}{g} = 0$$

$$t_1 \cdot t_2 = \frac{2h}{g}$$

$$\frac{5}{36} t^2 = \frac{2h}{g}.$$

1) $h = \frac{5}{72} g t^2 = \frac{5 \cdot 8H}{72} = \frac{5}{9} H. = 1{,}8 \cdot 5 = 9\text{ м}.$

2) $\cancel{t_1 =}$ $g t^2 = 8H$

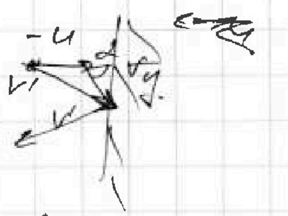
$$g t_1^2 = g t^2 \cdot \frac{25}{36} = \frac{8 \cdot 25}{36} H = \frac{50}{9} H.$$

$$t_1 = \frac{5}{3}\sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{5}{3} \cdot \sqrt{\frac{16{,}2}{5}} = \frac{\sqrt{16{,}2 \cdot 5}}{3} = \frac{\sqrt{81}}{3} = 3$$

3)

$$v_x' = v_x + 2u$$

$$v_y' = v_y$$



$\cancel{t_2 =}$

$$t = \sqrt{\frac{8H}{g}} = 2\sqrt{\frac{2H}{g}}.$$

$\cancel{t_2 =}$

$$t_2 = \frac{1}{3}\sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{1}{5} t_1 = 0{,}6\text{ с}.$$

$$\begin{cases} l = v_x t_2 \\ l + d = (v_x + 2u) t_2 \end{cases}$$

$$d = 2u t_2 = $$

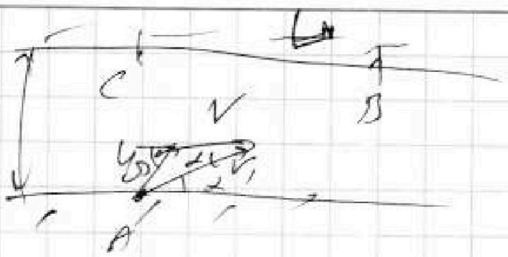
$$= \frac{2}{3} u \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} = 2{,}4\text{ м}.$$

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

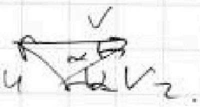
1 2 3 4 5 6 7

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

$$\begin{cases} u^2 = v^2 + v_1^2 - 2vv_1\cos\alpha \\ u^2 = v^2 + v_2^2 - 2vv_2\cos\alpha \end{cases}$$



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



$$v = \underline{v_1^2 - v_2^2}$$

$$\cos\alpha = \frac{L}{\sqrt{L^2+d^2}}$$

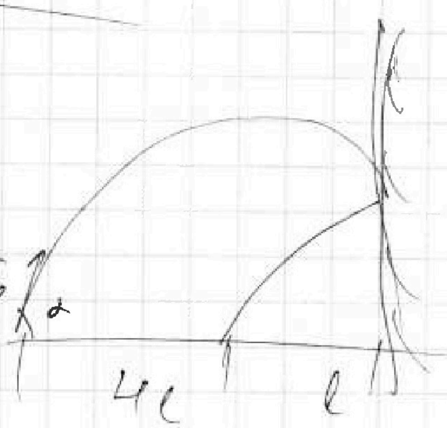
$$v_1\sin\alpha = u\,\cancel{\cos}\sin\beta$$

$$v_1\cos\alpha = v + u\cos\beta$$

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

$$6l = \frac{v_0^2}{g}\sin 2\alpha$$

$t = \frac{6l}{v_0\cos\alpha}$ $H = \frac{gt^2}{8}$ $gt^2 = 8H$



$$t_1 = \frac{5l}{v_0\cos\alpha}$$

$$\cancel{t_1} = t_2 = \frac16 t$$

$$t_2 = \frac{l}{v_0\cos\alpha}$$

$$h = v_0 t_2\sin\alpha - \frac{g t_2^2}{2}$$

$\cancel{\frac{v_0^2}{2g}}$

$$\begin{cases} H = \frac12 v_0 t\sin\alpha - \frac{gt^2}{8} \quad |:3 \\ h = \frac16 v_0 t\sin\alpha - \frac{gt^2}{72} \end{cases}$$

$$h - \frac13 H = \frac{gt^2}{24} + \frac{gt^2}{72}$$

$$\begin{cases} \frac13 H = \frac16 v_0 t\sin\alpha - \frac{gt^2}{24} \\ h = \frac16 v_0 t\sin\alpha + \frac{gt^2}{72} \end{cases}$$

$$h = \frac13 H + \frac{gt^2}{36} = \frac13 H + \frac29 H = \frac59 H$$

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!

$= \sqrt{V_1^2 + V^2 - 2VV_1\cos\alpha}$

$1600 - 924 = 676$, $\sqrt{676} = 26$

$84 \times 11 = 924$

$4(500-100) - 4\sqrt{400^2 - 4\cdot 400 \cdot 2 \cdot 77} =$

$= \cancel{1600}\,800 - 2\sqrt{160000 - 92400} =$

$46 \times 6 = 276$

$= 800 - 2\cdot 260 = 800 - 520 = 280$

$26 \times 26 = 676$

$u^2 = V^2 + V_1^2 - 2VV_1\cos\alpha$

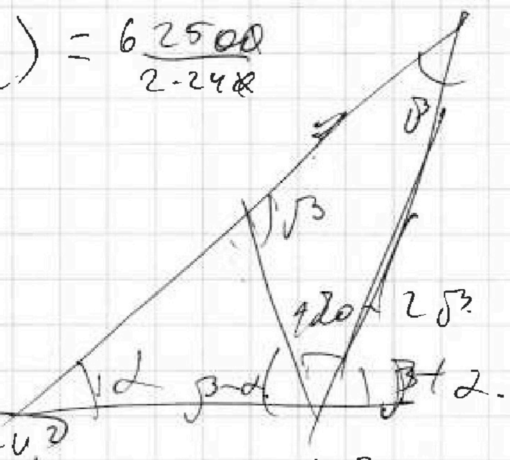
$2VV_1\cos\alpha - V_1^2 = V^2 - u^2 = V_0^2$

$V_0 = \sqrt{2VV_1\cos\alpha - V_1^2}$

$T = \dfrac{\sqrt{L^2+d^2}}{V_0} = \sqrt{\dfrac{L^2+d^2}{\quad}}$

$V = \dfrac{V_2^2 - V_1^2}{2(V_2 - V_1)\cos\alpha} = \dfrac{V_1+V_2}{2\cos\alpha} = \dfrac{\sqrt{L^2+d^2}\left(\frac{1}{T_1}+\frac{1}{T_2}\right)}{2\frac{L}{\sqrt{L^2+d^2}}} =$

$= \dfrac{L^2+d^2}{2L}\left(\dfrac{1}{T_1}+\dfrac{1}{T_2}\right) = \dfrac{62500}{2\cdot 240}$



$u\,\sin(\beta+\alpha) = V_1\sin\alpha$

$V_1 = u\sqrt{2+2\cos2\beta} =$

$= u\sqrt{2+4\cos^2\beta-2} =$

$= 2u\cos\beta$

$\cos\beta = \dfrac{V_1}{2u}$ $\quad \sin\beta = \dfrac{\sqrt{4u^2-V_1^2}}{2u}$ $\quad \cos^2\beta - \sin^2\beta =$

$u\cdot\left(\dfrac{V_1}{2u}\sin\alpha + \dfrac{\sqrt{4u^2-V_1^2}}{2u}\cos\alpha\right) = V_1\sin\alpha$ $\quad \cos^2\beta - 2$

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

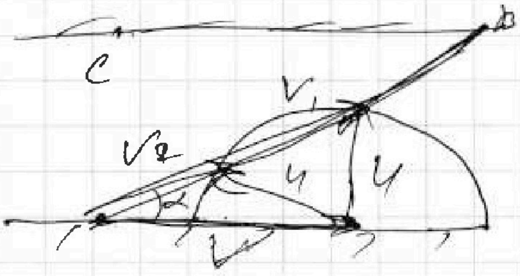
1 2 3 4 5 6 7

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

МФТИ

$$V_1 = \frac{\sqrt{L^2+d^2}}{T_1} =$$

$$V_2 = \frac{\sqrt{L^2+d^2}}{T_2} =$$



$$u^2 = V^2 + V_2^2 - 2VV_2\cos\alpha$$

$$u^2 = V^2 + V_1^2 - 2VV_1\cos\alpha$$

$$V_2^2 - 2VV_2\cos\alpha = V_1^2 - 2VV_1\cos\alpha$$

$$V = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2(V_2\cos\alpha - V_1\cos\alpha)} = \frac{(L^2+d^2)\left(\frac{1}{T_2^2} - \frac{1}{T_1^2}\right)}{2\left(\frac{L}{T_2} - \frac{L}{T_1}\right)} =$$

$$= \frac{L^2+d^2}{2L}\cdot\left(\frac{1}{T_2}+\frac{1}{T_1}\right) = \frac{250}{480}\cdot\left(\frac{1}{192}+\frac{1}{417}\right) =$$

$$= \frac{25}{48}\cdot\left(\frac{1}{192}+\frac{1}{417}\right)$$

192 | 2
96 | 2
48 | 2
24 | 2
12 | 2
6 | 2
3 | 3
1

~~417~~ | 3
139

~~139 + 64 = 203~~

$$u = \sqrt{V^2 +}$$

$$V_2\sin\alpha = u_{y2}$$

$$V_2\cos\alpha - V = u_{x2}.$$

$$\cancel{u = \sqrt{V_2^2\sin^2\alpha + V_2^2\cos^2\alpha -}}$$

$$\cancel{u = \sqrt{V}}$$

$$u\sin\beta = V_1\sin\alpha$$

$$\sin\beta = \frac{V_1}{u}\sin\alpha$$

$$\cos\beta = \frac{\sqrt{u^2 - V_1^2\sin^2\alpha}}{u}$$

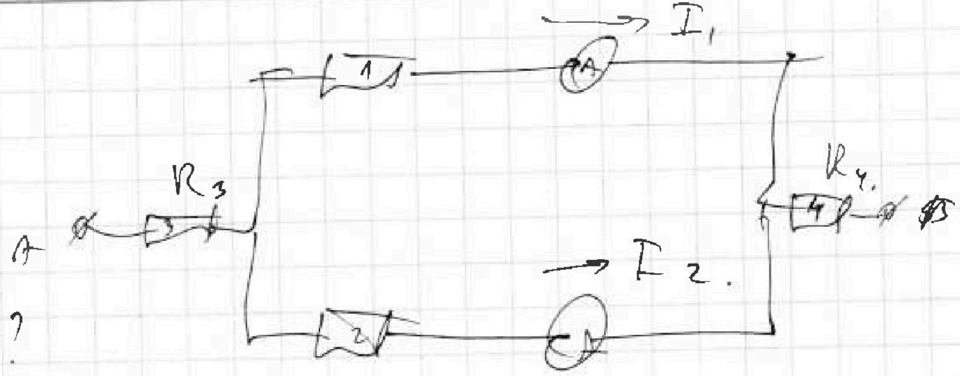
$$L = T_1\sqrt{u^2 - V_1^2\sin^2\alpha} + VT_1$$

$$u^2 - V_1^2\sin^2\alpha = \left(\frac{L}{T_1} - V\right)^2 \quad u = \sqrt{\left(\frac{L}{T_1} - V\right)^2 + V_1^2\sin^2\alpha} =$$

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!



U — ?

$R_1 I_1 = R_2 I_2$ $\qquad I_1 < I_2 \Rightarrow R_2 < R_1$

$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$ $\qquad R_2 = 20$ Ом

$R_1 = 40$ Ом

$I_2 = I_1 \cdot \frac{R_1}{R_2} = 1 \cdot 2 = 2A$

$R_0 = R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} =$ $\qquad R_3$ и R_4 — не важно.

$= \cancel{R_0} = \frac{(R_1+R_2)^2 + R_1R_2}{R_1+R_2} = \frac{U}{I_1\left(1+\frac{R_1}{R_2}\right)} =$ $\qquad$ Один — R_1, второй — R_2.

$= U = I_1 \cdot \frac{(R_1+R_2)^2 + R_1 R_2}{R_2} = \frac{3600+800}{20} =$

$= 180 + 40 = 220$ В.

$\frac{1}{2} V_1 \sin\alpha + \frac{1}{2}\cos\alpha \sqrt{4u^2 - V_1^2} = V_1 \sin\alpha.$

$V_1 \sin\alpha = \cos\alpha \sqrt{4u^2 - V_1^2}$

$V_1^2 tg^2\alpha = 4u^2 - V_1^2$ $\qquad tg^2\alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2\alpha}$

$u = \frac{V_1}{2\cos\alpha} = \frac{\frac{\sqrt{L^2+d^2}}{T_1}}{2\frac{L}{\sqrt{L^2+d^2}}} =$ $\qquad \frac{L^2+d^2}{2LT_1} =$

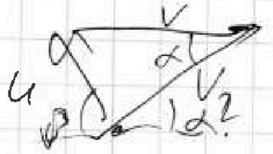
$u^2 = u^2 + (V_1 - V_2)^2 - 2u(V_1 - V_2)\cos\beta$

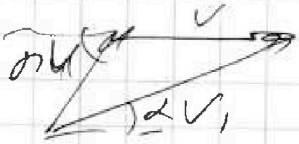
$\cos\beta = \frac{V_1 - V_2}{2u}.$

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!





$$V = V_1\cos\alpha - u\cos\beta = V_2\cos\alpha + u\cos\beta.$$

$V_2\sin\alpha = u\sin\beta \qquad V_1 = \frac{\sqrt{L^2+d^2}}{T_1} = \frac{250}{192} =$

$V_1\sin\alpha = u\sin\beta \qquad V_2 = \frac{\sqrt{L^2+d^2}}{T_2} = \frac{250}{417} =$

$\cancel{u^2 = V^2} \quad \sin\beta = \frac{V_1}{u}\sin\alpha$

$\sin\beta = \frac{V_2}{u}\sin\alpha.$

$\cancel{\cos\alpha}$

$\cos\beta = \frac{\sqrt{u^2 - V_1^2\sin^2\alpha}}{u} \qquad V_1\cos\alpha = \frac{L}{T_1}$

$\cos\beta = \frac{\sqrt{u^2 - V_2^2\sin^2\alpha}}{u} \qquad V_2\cos\alpha = \frac{L}{T_2}$

$V_1\sin\alpha = \frac{d}{T_1}$

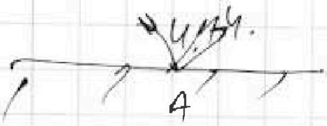
$\cancel{V_1}\ \frac{L}{T_1} - \sqrt{u^2 - \frac{d^2}{T_1^2}} = \frac{L}{T_2} - \sqrt{u^2 - \frac{d^2}{T_2^2}}$

$\cancel{u}$

$\cancel{VT_1 = u\cos\beta\, T_1}$

$L = VT_1 + u\cos\beta\, T_1 \mp$

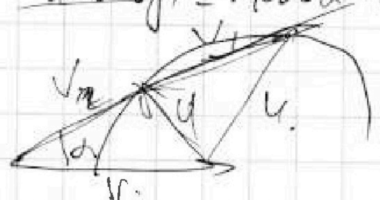
$\mp VT_2 - u\cos\beta\, T_2.$



$\cancel{u\cos\beta = V_1\cos\alpha - V}.$

$\cancel{L=}\ u^2 = V^2 + V_2^2 \mp 2VV_2\cos\alpha$

$u^2 = V^2 + V_1^2 - 2VV_1\cos\alpha.$



$V_2^2 - V_1^2 = 2V(V_1\cos\alpha - V_2\cos\alpha)$

$$V = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2L\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)} = (L^2+d^2)\left(\frac{1}{T_2^2} + \frac{1}{T_2^2}\right)$$

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!