



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

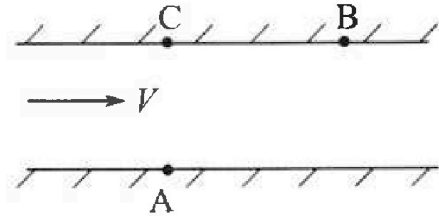
Вариант 09-01

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 А – точка старта, В – 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 А 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.

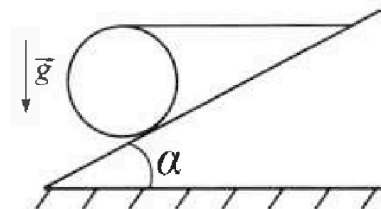
Допустим, что в момент соударения мяча со стенкой на той же высоте h , стенка движется навстречу мячу со скоростью $U = 2$ м/с.

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

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². 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 $F_{тр}$ трения, действующую на шар.
- 3) При каких значениях коэффициента μ трения скольжения шар будет находиться в покое? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².





Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 09-01



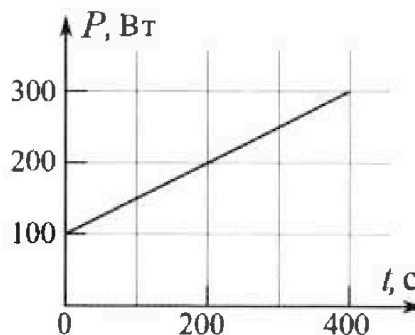
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Воду нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $t_0 = 14^\circ\text{C}$, 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 $t_1 = 25^\circ\text{C}$?

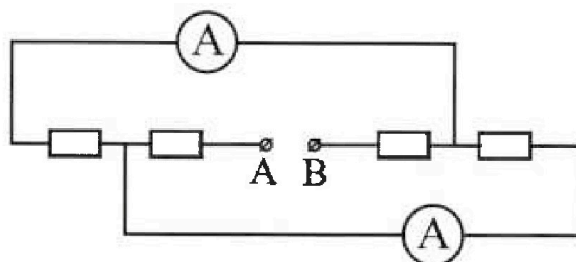
Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·°C).



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.



- 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:

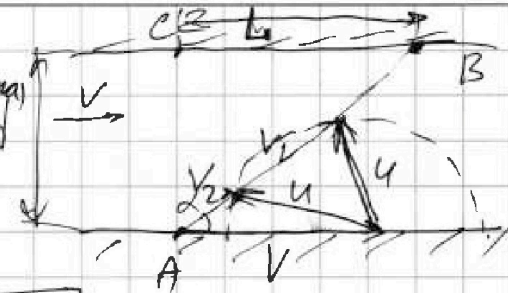
- $d = 40 \text{ м}$
 $b = 240 \text{ м}$
 $T_1 = 192 \text{ с}$
 ~~$T_2 = 240 \text{ с}$~~
 $T_2 = 417 \text{ с}$
 $V_1 = ?$
 $V_2 = ?$
 $u = ?$
 $T = ?$

Решение: (Г. Пирамиды)

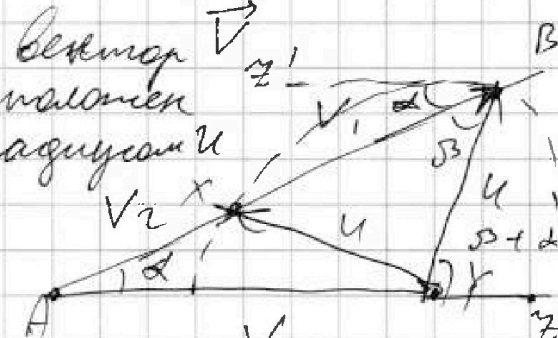
$$AB = \sqrt{AC^2 + BC^2} = \sqrt{L^2 + d^2}$$

$$V_1 = \frac{AB}{T_1} = \frac{\sqrt{L^2 + d^2}}{T_1} = \frac{\sqrt{240^2 + 40^2}}{192} = \frac{250}{96} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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



П.к. и. взаимные измерения не измерялись, то V_1 и V_2 и летят на AB в м. А отложим вектор V_1 и на его конце расположим центр окружности радиусом u проведем AB (секунда и от-пу от-пу)



Получается 2 векторных треугольника. Пусть $\angle BYZ = \beta + \alpha$ тогда $\angle ABY = \beta = \angle BXY \in \text{б. п.о. } \Delta XYB$
 $(\angle YBZ' = \angle BYZ \text{ как напр. лн.} \Rightarrow \angle ABY = \beta)$

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

не Г. косинусов в ΔXYB :

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

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

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

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

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!

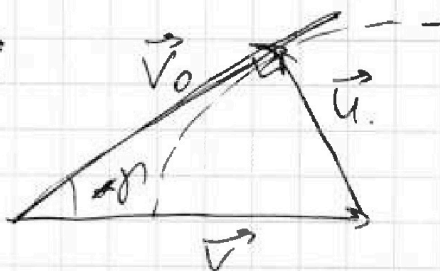
$$\sqrt{4u^2 - (v_1 - v_2)^2} = \frac{v_1 + v_2}{2} \cdot d$$

$$4u^2 - (v_1 - v_2)^2 = \frac{(v_1 + v_2)^2}{4} \cdot d^2$$

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

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

Минимальный угол α
децимальный при $v_0; u$
(кас. к. окружности)



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



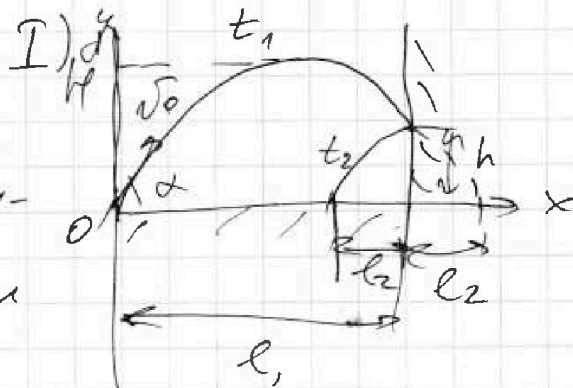
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

- $H = 16,2 \text{ м}$
- $l_1 = 5 l_2$
- $u = 2 \text{ м/с}$
- $h - ?$
- $t_1 - ?$
- $d - ?$

Решение:

Пл. к. ~~составляем~~
удар о д. окру-
жи, скорость
идеина и угол
между ~~вект~~



вектором скорости и горизонталью сокращается. Это также означает, что если мы образуем участок t_2

Относительно стенки, но получим параболическую траекторию, которая для нас при симметричной стенке.

$$\begin{aligned} v_y &= v_0 \sin \alpha - g t \\ v_x &= v_0 \cos \alpha \\ y &= v_0 (\sin \alpha) t - \frac{g t^2}{2} \\ x &= v_0 (\cos \alpha) t \end{aligned}$$

В ~~м~~

В момент ~~$t \approx t_{\text{нар}}$~~ $t = t_0$ (надежно); нараба

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

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

$y = H$ при $t = t_0/2$:

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

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

$$l_1 = v_0 (\cos \alpha) t_1; \quad l_2 = v_0 (\cos \alpha) t_2$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



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

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

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

закон движения по Oy при $y = h$:

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

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

Заметим, что t_1 и t_2 - корни этого уравнения (t_1 - по y, t_2 - из симметрии параболы)

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

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

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

2) При ударе в CD стержня:

$v_{\text{центр}} = v_x + 4$

$v_{\text{адр}} = v_x + 2u$ (по стержню)

$$l_2 = v_x t_2 - b \quad \text{I ст.}$$

$$l_2 + d = (v_x + 2u) t_2 - b \quad \text{II ст.}$$

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

(время падения не зависит из-за отсутствия воздействия стержня на v_y)

Ответ: 1) 9 м; 2) 3 с; 3) 2,4 м

II) В CD стержни:

до: $v_x + 4$

после удара: $v_x + 4$

В CD Земли:

до: v_x

после: $v_x + 2u$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

Дано:

$$m = 3 \text{ кг}$$

$$\sin \alpha = 0,6$$

$$T = ?$$

$$F_{TP} = ?$$

$$N = ?$$

Решение:

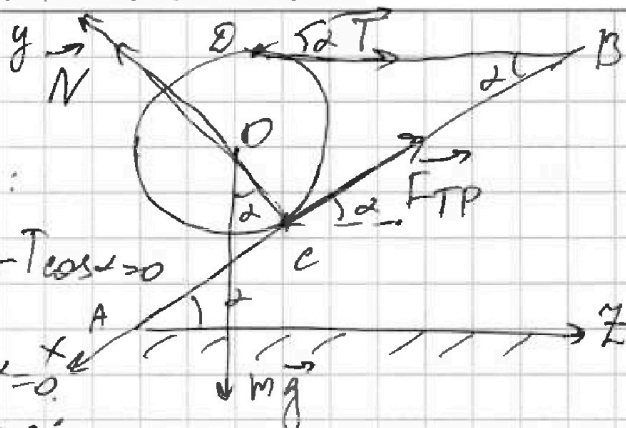
1)

II з. Кинематика:

$$O_x: mg \sin \alpha - F_{TP} - T \cos \alpha = 0$$

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

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



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

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

$$N = mg \cos \alpha + T \sin \alpha \quad (\text{из } O_y)$$

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

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

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

Возьмем сумму моментов относительно м. O:

$$F_{TP} \cdot l_{OC} - T \cdot l_{OO} = 0, \quad l_{OC} = l_{OO} \quad (\text{радиус})$$

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

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

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

$$T = F_{TP} = 90 \text{ Н}$$

2) Если F_{TP} ~~направлен~~ ^{скалярное} $F_{TP} = \mu N$ ($T = \mu N$ из (1)):

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

II 3. Короткая пружина висит:

$$O_x: N - mg \sin \alpha - \mu N - \mu N \cos \alpha = 0 \quad (2.1)$$

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

$$N = \frac{mg \cos \alpha}{1 - \mu \sin \alpha} \quad \text{из 2.2}$$

$$N = \frac{mg \sin \alpha}{\mu + \mu \cos \alpha} \quad \text{из 2.1}$$

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

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

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

$$\mu = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha + 1} = \frac{0,6}{0,8 + 1} = \frac{0,6}{1,8} = \frac{1}{3} \quad \text{— минимальное значение } \mu \text{ при равновесии}$$

Макимальное при $\mu \geq \frac{1}{3}$

Ответ: 1) 30 Н; 2) 30 Н; 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

МФТИ

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

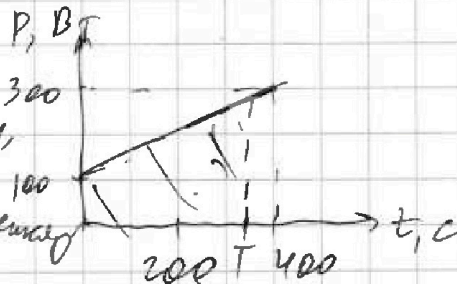
Дано:

$t_0 = 14^\circ\text{C}$
 $V = 2\text{ A}$
 $R = 20\ \Omega$
 $I = 5\text{ A}$
 $\tilde{t}_1 = 25^\circ\text{C}$
 $\rho = 1000\text{ кг/м}^3$
 $c = 4200\text{ Дж/кг}^\circ\text{C}$
 $P(t)$

$P_H - ?$
 $T - ?$

Решение:

Кол-во теплоты,
 сообразующее
 номер, вычисляется
 как площадь
 под графиком
 $P(t)$



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

$$P(0) = 100\text{ Вт} = P_0$$

$$P(400) = 300\text{ Вт} = P_0 + \alpha t$$

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

УТБ при $t = T$:

$$Q_b = A_H + Q_{\text{пот}}$$

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

3-я формула - Лемма: $P_H = I^2 R = 25 \cdot 20 = 500\text{ Вт}$

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

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

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

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

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

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

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!

$$T_1 = 280 \text{ c}; T_2 = 1320 \text{ c}$$

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

Подходит T_1 ,

Ответ: 1) 1500 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

МФТИ

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

Дано:

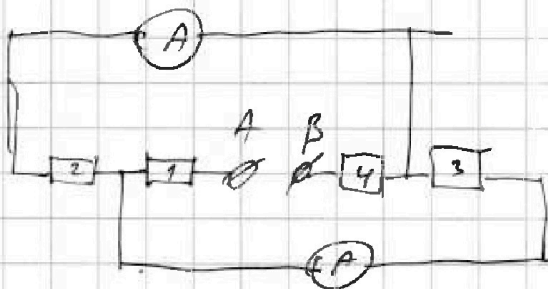
$$I_1 = 1 \text{ A}$$

$$R_2 = 40 \text{ Ом}$$

$$R_3 = 20 \text{ Ом}$$

Искать:

Пуск ток идет из A в B



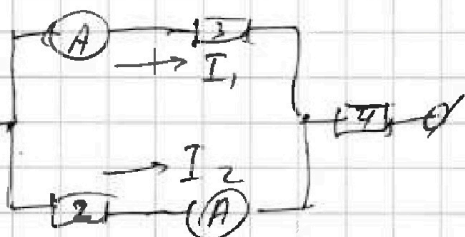
$$I_2 = ?$$

$$U = ?$$

составим эквивалент-эв. схема:

ну и схему:

процедуры измерения I_0



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

$$R_3 I_1 = R_2 I_2 \text{ (из 3. Ана)}$$

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

$$\Rightarrow R_2 = r = 20 \text{ Ом}; \quad R_3 = R = 40 \text{ Ом}$$

$$I_2 = I_1 \cdot \frac{R}{r} = 1 \cdot \frac{40}{20} = 2 \text{ A}; \quad I_0 = I_1 + I_2 \text{ (I направлено вправо)}$$

П.к. $R_2 = r$ и $R_3 = R$, но у R_1 и R_4 разные

мобильные могут быть равны r и R или R и r .

$$R_1 + R_4 = r + R$$

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

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

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

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

$$= 220 \text{ В}$$

Ответ: 1) 2 A; 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

МФТИ

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

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

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

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

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

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

$$\begin{array}{r} 1138 \overline{) 2} \\ 569 \end{array}$$

$$P(t) = P_0 + \alpha t, \quad \alpha = \frac{1}{2} \frac{B \Gamma}{c}, \quad P, B \Gamma$$

$$P_H = I^2 R = 25 \cdot 20 = 500 \text{ Вт.}$$

через T :

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

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

$$\frac{\alpha T^2}{2} + P_0 T \leq T (P_0 - I^2 R) + c p V(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0)_{20}$$

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

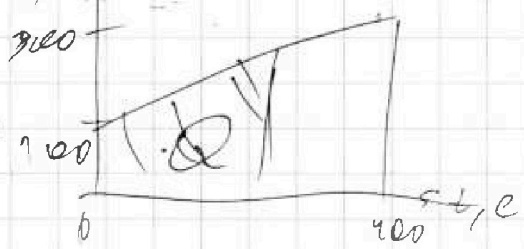
$$T = (I^2 R - P_0) \pm \sqrt{(P_0 - I^2 R)^2 - 2 \alpha c p V(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0)}$$

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

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

$$= 800 \pm$$

$$\begin{array}{r} 160000 \\ - 46200 \\ \hline 113800 \\ \sqrt{113800} = 338 \end{array}$$



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!

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

~~$N - mg \cos \alpha = 0$~~

~~$mg \sin \alpha =$~~

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

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

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

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

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

$N = T + F_{TP} \cos \alpha$

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

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

$F_{TP} = mg + T \tan \alpha = \frac{T}{\cos \alpha}$

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

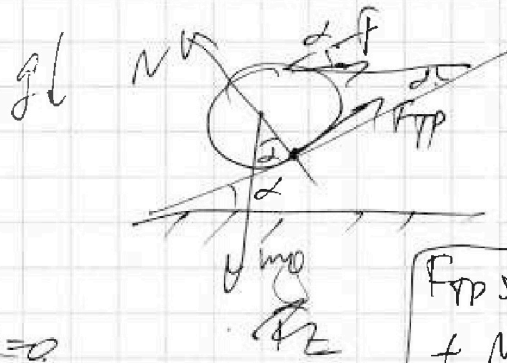
$mg + T \tan \alpha - \frac{T}{\cos \alpha} = mg \sin \alpha - T \cos \alpha$

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

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

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

$= 30 \cdot \frac{40}{120} = 10 \text{ Н.}$



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

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!



$$h = \frac{g t_2^2}{2} = \frac{g t^2}{4} = \frac{g}{4} H = \frac{1}{8} H.$$

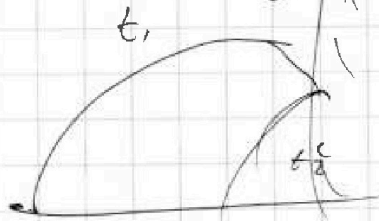
$$v_{0y} \sin \alpha = \frac{g t^2}{8} = H$$

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

$$\frac{t_2}{t_1} = 2.5, \quad t_1 = \frac{5}{6} t$$

$$t_2 = \frac{5}{6} t$$

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



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

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

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

$$1) \quad h = \frac{5}{42} g t^2 = \frac{5 \cdot 8H}{42} = \frac{5}{8} H = 1,8 \cdot 5 = 9 \text{ м.}$$

$$2) \quad t_1 = \sqrt{\frac{8H}{g}}$$

$$g t_2^2 = g t^2 \cdot \frac{25}{36} = \frac{8 \cdot 25}{36} H = \frac{50}{9} H.$$

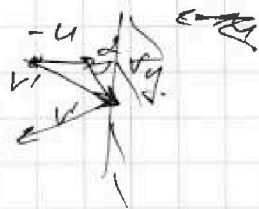
$$t_2 = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{5}{3} \cdot \sqrt{\frac{16,2}{5}} = \frac{\sqrt{76,2}}{3} = \frac{\sqrt{81}}{3} = 3$$

3)

$$v_x' = v_x + 2u$$

$$v_y' = v_y$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{8H}{g}} = 2 \sqrt{\frac{2H}{g}}$$



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

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

$$d = 2u t_2 = \frac{2u}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}} = 2,9 \text{ м.}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

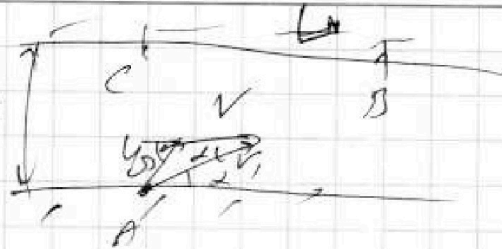
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

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



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

$$v = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2(v_1 - v_2)}$$



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

$$v_1 \sin \alpha = u \cos \beta$$

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

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

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

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

$$gt^2 = 8H$$

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

$$t_1 = t_2 = \frac{1}{6} t$$

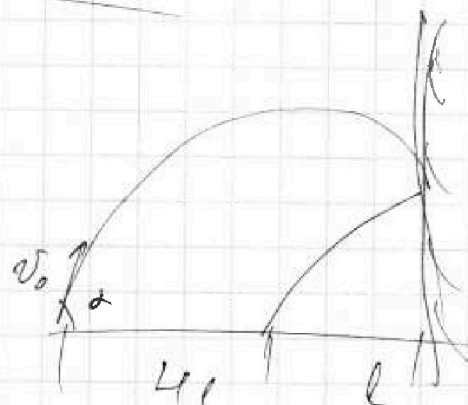
$$h = v_0 t_2 \sin \alpha - \frac{gt_2^2}{2}$$

$$\begin{cases} H = \frac{1}{2} v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{8} \quad | :3 \\ | h = \frac{1}{6} v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{24} \end{cases}$$

$$h - \frac{1}{3}H = \frac{gt^2}{24} + \frac{gt^2}{24} \quad \frac{1}{3}H = \frac{1}{6} v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{24}$$

$$h = \frac{1}{3}H + \frac{gt^2}{36} \quad \left. \begin{aligned} h - \frac{1}{3}H &= \frac{gt^2}{24} \\ h &= \frac{1}{3}H + \frac{gt^2}{36} \end{aligned} \right\} h = \frac{1}{6} v_0 t \sin \alpha + \frac{gt^2}{72}$$

$$2 \cdot \frac{1}{3}H + \frac{2}{3}H = \frac{5}{3}H$$



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!

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

$$\frac{1600}{924} = 26$$

$$\sqrt{6146} = 26$$

$$\begin{array}{r} 84 \\ \times 11 \\ \hline 84 \\ 84 \\ \hline 924 \end{array}$$

$$4(500 - 200) - 4 \sqrt{160000 - 4000 \cdot 2 \cdot 26} =$$

$$= 800 - 2 \sqrt{160000 - 92400} =$$

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

$$\begin{array}{r} 46 \\ \times 6 \\ \hline 276 \end{array}$$

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

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

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

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

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

$$= \frac{L^2 + d^2}{2L} \left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} \right) = \frac{62500}{2 \cdot 248}$$

$$u \cos(\beta - \alpha) = V_1 \sin \alpha$$

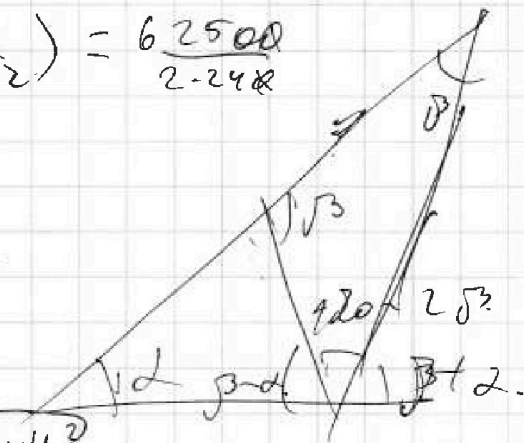
$$V_1 = u \sqrt{2 + 2 \cos 2\beta} =$$

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

$$= 2u \cos \beta$$

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

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



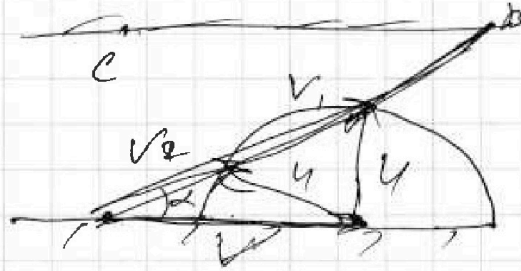
- 1 2 3 4 5 6 7



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

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

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



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

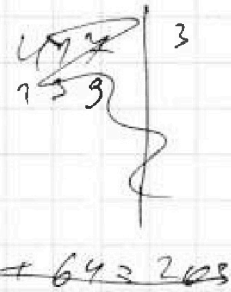
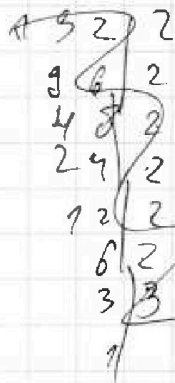
$$u^2 = V^2 + V_1^2 - 2VV_1 \cos \alpha$$

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

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

$$= \frac{L^2 + d^2}{2L} \cdot \left(\frac{1}{T_2} + \frac{1}{T_1} \right) = \frac{250}{480} \cdot \left(\frac{1}{132} + \frac{1}{117} \right) =$$

$$= \frac{25}{48} \cdot \left(\frac{1}{132} + \frac{1}{117} \right)$$



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

$$V_2 \sin \alpha = u \sin \beta$$

$$V_2 \cos \alpha - V = u \cos \beta$$

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

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

~~Handwritten scribble~~

$$L = T_1 \sqrt{u^2 - V_1^2 \sin^2 \alpha} + nT_1$$

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

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

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

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

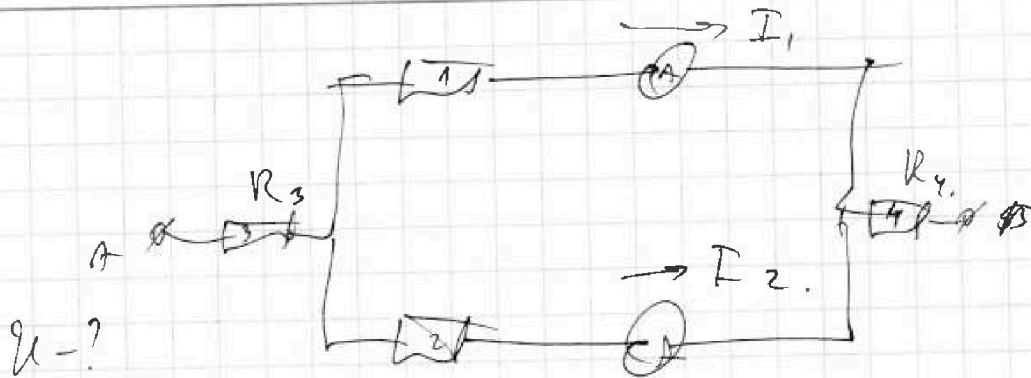
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



$$R_1 I_1 = R_2 I_2$$

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

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

$$R_2 = 20 \text{ Ом}$$

$$R_1 = 40 \text{ Ом}$$

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

$$R_0 = R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

R_3 и R_4 - не
важно.

$$= U = \frac{(R_1 + R_2)^2 + R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{U}{I_1 \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)}$$

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

$$= 180 + 40 = 220 \text{ В}$$

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

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

$$V_1^2 \tan^2 \alpha = 4u^2 - V_1^2$$

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

$$\tan^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$\frac{L^2 + d^2}{2L^2} = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

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

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

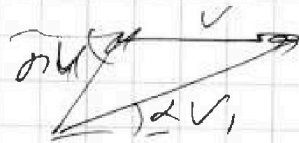
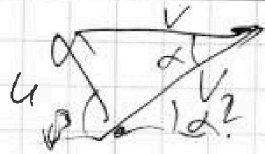
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



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

$$V_2 \sin \alpha = u \sin \beta$$

$$V_1 = \frac{\sqrt{L^2 + d^2}}{T_1} = \frac{250}{192}$$

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

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

$$\frac{u^2}{T_1^2} \sin^2 \beta = \frac{u^2}{T_2^2} \sin^2 \alpha$$

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

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

~~cos alpha~~

$$V_1 \cos \alpha = \frac{L}{T_1}$$

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

$$V_2 \cos \alpha = \frac{L}{T_2}$$

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

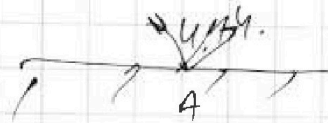
$$\frac{L}{T_1} - \sqrt{u^2 - \frac{d^2}{T_1^2}} = \frac{L}{T_2} - \sqrt{u^2 - \frac{d^2}{T_2^2}}$$



$$L = u \cos \beta T_1$$

$$L = V T_1 + u \cos \beta T_1$$

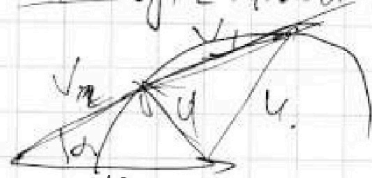
$$L = V T_2 - u \cos \beta T_2$$



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

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

$$u \cos \beta = V \cos \alpha - V_1$$



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

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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

