



**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.

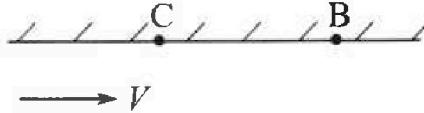
Продолжительность первого заплыва $T_1 = 192$ с, продолжительность второго заплыва $T_2 = 417$ с.

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?

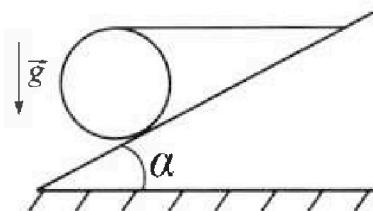
2) Найдите продолжительность t полета мяча от старта до соударения со стенкой.

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 покоятся, 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_{tr} 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



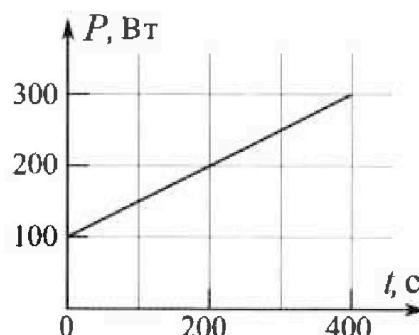
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

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

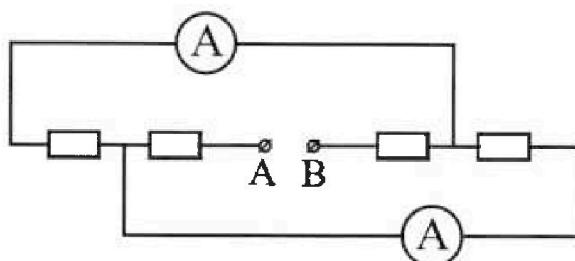
Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$, удельная теплоемкость воды $c = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$.



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

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

- 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 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" 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!

Дано:

$$d = 70 \text{ м}$$

$$L = 240 \text{ м}$$

$$T_1 = 19.2 \text{ с}$$

$$T_2 = 4.17 \text{ с}$$

$$V_1 - ?$$

$$V_2 - ?$$

$$U - ?$$

$$T - ?$$

Решение: (Г. Пиоранди)

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

$$= \sqrt{L^2 + d^2}$$

$$V_1 = \frac{AB}{T_1} =$$

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

$$= \frac{\sqrt{240^2 + 70^2}}{19.2} =$$

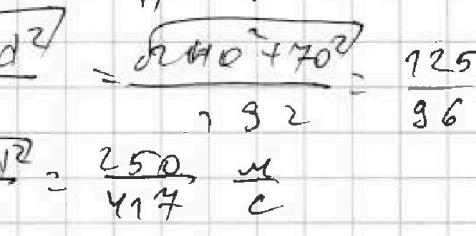
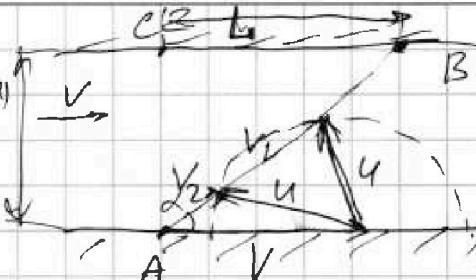
$$= \frac{250}{19.2} =$$

$$= \frac{250}{19.2} = \frac{125}{9.6} \text{ м/с}$$

$$V_2 = \frac{AB}{T_2} =$$

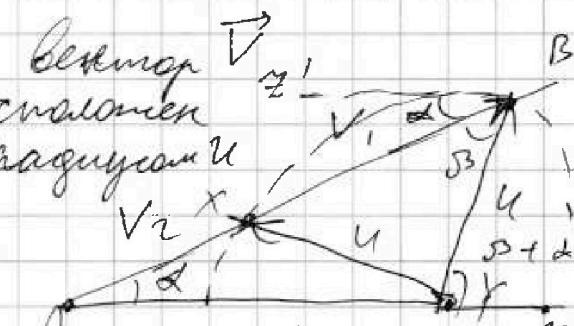
$$= \frac{\sqrt{L^2 + d^2}}{T_2} =$$

$$= \frac{250}{4.17} = \frac{250}{4.17} \text{ м/с}$$



П.к. модульные векторы V_1 и V_2 не изменились, то $V_1 + V_2$ и лежат на AB

в т. А они одинаковы. Вектор V_1 и V_2 его концы расположены α между окружностями радиусами U проведён AB (скользят к V_2 и V_1 от рис. окр-ни)



Получаем 2 векторных треугольника.
Сумма $\angle BYZ = \beta + \alpha$ тогда $\angle ABY = \beta =$
 $= \angle BXZ$ и $\angle XZY = \angle YBZ$
 $(\angle YBZ' = \angle BYZ)$ так как напр. слн. $\Rightarrow \angle ABY = \beta$)

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

и т.к. скользят $\angle XZY$:

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

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

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

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" 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!

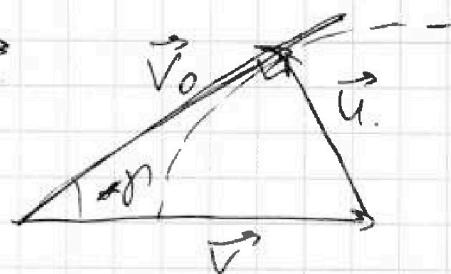
$$4u^2 - (V_{\perp} - V_2)^2 = \frac{V_1 + V_2}{2} \operatorname{tg} \alpha$$

$$4u^2 - (V_{\perp} - V_2)^2 = \frac{(V_1 + V_2)^2}{4} \operatorname{tg}^2 \alpha$$

$$u = \frac{(L^2 + d^2) \left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} \right)^2}{48} \cdot \frac{d^2}{L^2} + \frac{(L^2 + d^2) \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)^2}{4}$$

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

Минимальный угол
достижаемый при $\vec{v}_0; \vec{u}$
(нас. к. отсутствии)





- 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:

$$H = 16,2 \text{ м}$$

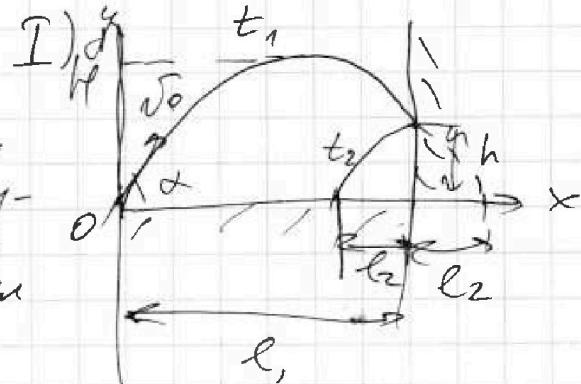
$$l_1 = 5 \text{ м}$$

$$H = 2 \text{ м/с}$$

$$h = ?$$

$$t_1 = ?$$

$$d = ?$$

Помехи:~~М.к. соударение~~~~удар об с.чирку-~~~~ли, скорость~~~~направл и угол~~~~между боков~~**I)**

боковыми стенами и горизонталью соприкашается. Это также означает, что если мы отразим участок t_2

относительно стены, то получим параболическое траектории, касающиеся ее при отсутствии стен.

$$v_y = v_0 \sin \alpha - gt$$

$$v_x = v_0 \cos \alpha$$

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

$$x = v_0 (\cos \alpha) t$$

Время

В момент $t = t_{\text{надж}} = t_0$ (падение):

$$v_y = v_0 \sin \alpha - gt_0 = -v_0 \sin \alpha \quad (\text{из. сим.})$$

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

$y = H$ при $t = t_0/2$:

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

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{v_0 t_1}{v_0 t_2} = \frac{1}{5} \quad t_2 = 5 t_1$$

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

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

закон движения по Оy при $y = h$:

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

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

Замечание, что t_1 и t_2 - корни этого уравнения (t_1 - по час., t_2 - из симметрии параболы)

$$\text{II т. Вместа: } t_1 \cdot t_2 = \frac{2h}{g}$$

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

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

II) B CO способы:

2) При движении, после

удара $v_{x\text{отн}} = v_x + u$ в CO стекло:

$$v_{\text{пер}} = u$$

$$v_{x\text{отн}} = v_x + 2u \text{ (изменение}$$

скорости)}

$$l_2 = v_x t_2 - b \text{ I сн.}$$

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

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

(время нахождения ИС момента исчезновения из-за
стекла вспомогательное соединение стекла на v_y)

Ответ: 1) 9 м; 2) 3 с; 3) 2,4 м



- 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} - ?

$$\mu - ?$$

Решение:

1)

II 3. Колесо:

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

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

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

$$(1) F_{TP} = mg \sin \alpha - T \cos \alpha \quad (\text{из } Ox)$$

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

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

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

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

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

Зарисуем схему колеса вокруг центра О:

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

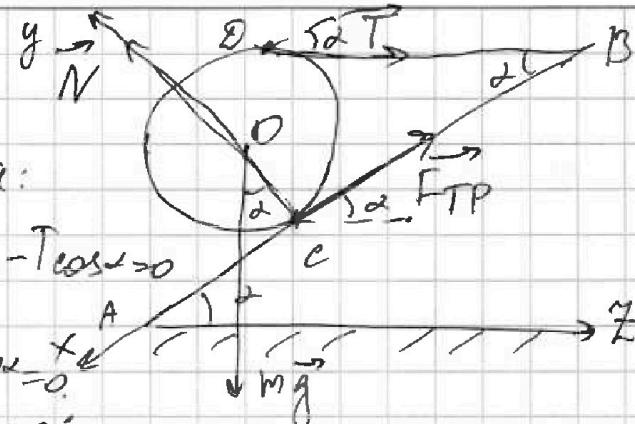
$$T = F_{TP} \quad (1) \quad \text{из QTT: } \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,8$$

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

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

$$T = F_{TP} = 90 \text{ Н}$$

$$2) T \text{ при } F_{TP} \text{ склонение } F_{TP} = \mu N \quad (1) \quad T = \mu N \text{ из (1):}$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ.

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

II з. Колесо катится вдог:

$$\text{Рж: } N - mg \sin \alpha - \mu N - \mu N \cos \alpha = 0 \quad (2.1)$$

$$\text{Рж: } N - mg \cos \alpha - \mu N \sin \alpha = 0 \quad (2.2)$$

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

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

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

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

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

$$\mu = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha + 1} = \frac{0,6}{0,8 + 1} = \frac{0,6}{1,8} = \frac{1}{3}$$

- числовые
значения и
запись и
запись

Максимальное 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:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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!

Дано:

$$t_0 = 14^\circ\text{C}$$

$$V = 2 \text{ л}$$

$$R = 20 \text{ Ом}$$

$$I = 5 \text{ А}$$

$$T_1 = 25^\circ\text{C}$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$c = 4200 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$$

$$P(t)$$

$$P_H - ?$$

$$T - ?$$

УТБ при $t = T$:

$$Q_b = A_H + Q_{наг}$$

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

З-и Двойне- Менделеев: $P_H = I^2 R = 25 \cdot 20 = 600 \text{ Бт}$

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

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

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

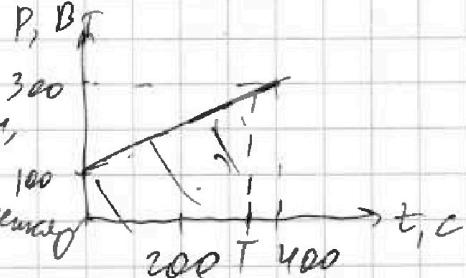
$$\Delta = \frac{4}{\alpha^2} (I^2 R - P_0)^2 - \frac{8}{\alpha} c_p V(\tilde{t}_1, -\tilde{t}_0) =$$

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

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

Решение:

Кон - бар изотермы, составленную из
шагов, вспомогательную
или иначе называемую
шаг уравнением
 $P(t)$.



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

$$P(0) = 100 \text{ Бт} = P_0$$

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

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

$$P_H = ?$$

$$T = ?$$



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 checked="" 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!

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

T_2 невозможно, т.к. температура
в данной школе не может стать
бесконечно большой из-заревапции.

Приходит T ,

он будет: 1) 1500 Вт; 2) 280 с.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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!Задача:

$I_1 = 4 A$

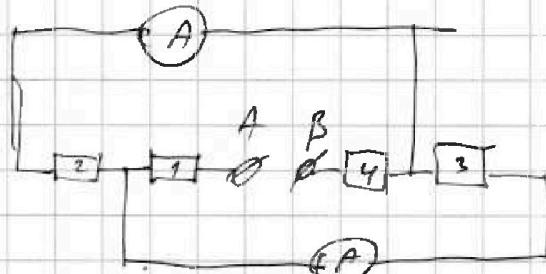
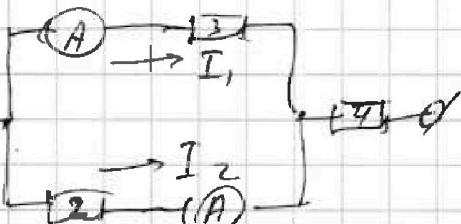
$R = 40 \Omega$

$r = 20 \Omega$

Схема:Пуск ток
идёт из А в В

$I_2 = ?$

$U = ?$

составим
эквивалентную схему:
нужно сделать:протекающий по резистору I_0 параллельное соединение
рэз. 2 и 3: $U_3 = U_2$ 

$R_3 I_1 = R_2 I_2$ (из 3. Ома)

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

$\Rightarrow R_2 = r = 20 \Omega; \quad R_3 = R = 40 \Omega$

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

П.к. $R_2 = r$ и $R_3 = R$, но y R_1 и R_4 ~~сопро-~~
тильные могут быть разные r и R или R_1 и r .

$R_1 + R_4 = r + R$

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

$$\frac{1}{R_{23}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

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

$$= \frac{(R+r)^2 + Rr}{R+r} = \frac{U}{I_0}$$

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

$$= 220 V$$

Ответ: 1) 2A; 2) 220 V

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"/> |

МФТИ.

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

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

1138
569

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

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

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

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

$$P(t) = P_0 + \alpha t. \quad \alpha = \frac{1}{2} \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{1}{2} \frac{P_f - P_0}{t_f - t_0} =$$

$$P_{H2} I^2 R = 25 \cdot 20 = 500 \text{ лм.}$$

через T :

$$c_p V(t, -t_0) = P_H T - Q$$

$$c_p V(t, -t_0) = T(I^2 R - P_0 - \frac{\alpha T}{2})$$

$$\frac{\alpha T^2}{2} + P_0 T \leq T(P_0 - I^2 R) + c_p V(t, -t_0) \Rightarrow$$

$$D = (P_0 - I^2 R)^2 - 2\alpha c_p V(t, -t_0) \Rightarrow$$

$$T = \frac{(I^2 R - P_0) \pm \sqrt{(P_0 - I^2 R)^2 - 2\alpha c_p V(t, -t_0)}}{\alpha}$$

$$\frac{\sqrt{160000 - 46200}}{\frac{1}{2}} = 400 \pm \sqrt{400^2 - 400 \cdot 10^2 \cdot 0,44} =$$

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

$$= 800 \pm$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

МФТИ

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

$$3. \sin \alpha = 0.6$$

No more cases

~~top 5 in 2~~

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

$$mgs \sin \alpha = F_{\text{tp}} - T \cos \alpha = 0$$

[Signature]

$$N - mg \cos \alpha - Ts \sin \alpha = 0$$

$$mg \sin \alpha - F_p - F \cos \alpha = 0$$

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

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

$$T + E_{\text{op}} \cos \alpha - h_{\text{op}} \cos \alpha - P \sin \alpha$$

$$mg \sin \alpha = F_T - T \cos \alpha = 0 \quad T = F_T$$

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

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

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

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

WPS+

$$= 30 \cdot \frac{0,4}{0,75 \cdot 0,6 + 0,75} = 30 \cdot \frac{\frac{2}{5}}{\frac{3}{20} + \frac{3}{4}} = 30 \cdot \frac{\frac{2}{5}}{\frac{21}{20}} =$$

$$= 30 \cdot \frac{40}{720} = \frac{10}{48} H.$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

$$h = \frac{g t^2}{2} = \frac{g t_2^2}{2} = \frac{g}{2} \cdot \frac{25}{36} = \frac{5}{36} H = \frac{5}{36} H.$$

$$v_0 \cos \alpha = g t^2 / 2$$

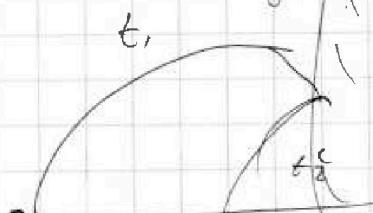
$$t_2 = v_0 \sin \alpha / g$$

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

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

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

$$h = v_0 t_1 \sin \alpha - \frac{g t_1^2}{2}$$



$$t^2 - 2v_0 \sin \alpha t + \frac{2h}{g} = 0 \quad t_1 \cdot t_2 = \frac{2h}{g}$$

$$\frac{5}{36} t_1^2 = \frac{2h}{g}$$

$$7) \quad h = \frac{5}{36} g t_1^2 = \frac{5 \cdot 8H}{36} = \frac{5}{36} H = 1,8 \cdot 5 = 9 \text{ m.}$$

$$? \quad t_2 = g t^2 = 8H$$

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

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

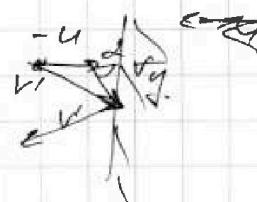
8. 3)

$$V'_x = V_x + 2U$$

$$V'_y = V_y$$

$$t_2 =$$

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



~~t2 =~~

$$t_2 = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{1}{3} t = 0,6 \text{ c.}$$

$$P_l = V'_x t_2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_l = V'_x t_2 \\ l + d = (V_x + 2U) t_2 \end{array} \right.$$

$$d = 2U t_2 =$$

$$= 2U \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} = 3,9 \text{ m.}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

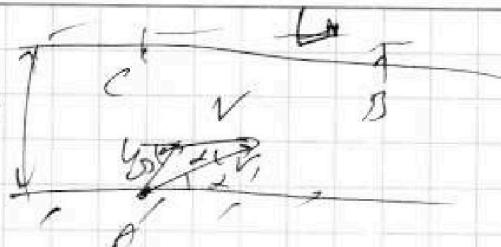
МФТИ

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

$$\begin{aligned} u^2 &= v_1^2 + v_2^2 - 2vv_1 \cos \alpha \\ u^2 &= v_1^2 + v_2^2 - 2vv_2 \cos \beta \end{aligned}$$

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

$$v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$



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

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

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

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

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

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

$$t_1 = \frac{5l}{v_0 \cos \alpha} \quad g t^2 = 8H$$

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

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

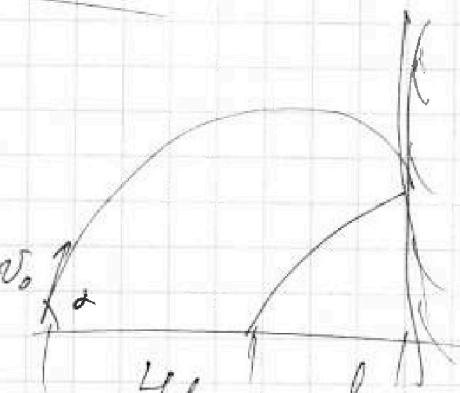
$$h = v_0 t_2 \sin \alpha - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} H = \frac{1}{2} v_0 t \sin \alpha - \frac{g t^2}{8} \\ h = \frac{1}{6} v_0 t \sin \alpha - \frac{g t^2}{24} \end{array} \right.$$

$$h - \frac{1}{3} H = \frac{g t^2}{24} + \frac{g t^2}{72} \quad \frac{1}{3} H = \frac{1}{6} v_0 t \sin \alpha - \frac{g t^2}{24}$$

$$h = \frac{1}{3} H + \frac{g t^2}{36} = \frac{1}{6} v_0 t \sin \alpha + \frac{g t^2}{72}$$

$$h = \frac{1}{3} H + \frac{g t^2}{36} + \frac{5}{3} H$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

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

$$\frac{-1600}{\sqrt{6400}} = 26$$

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

$$4(500-100) - 4 \sqrt{u_{00}^2 - 400 \cdot 2 \cdot 11} =$$

$$= \cancel{400} - 2 \sqrt{160000 - 92400} =$$

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

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

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

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

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

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

$$= \frac{L^2 + d^2}{2L} \left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} \right) = \frac{62500}{2 \cdot 2400}$$

$$U \sin(\beta - \alpha) = V_1 \sin \alpha.$$

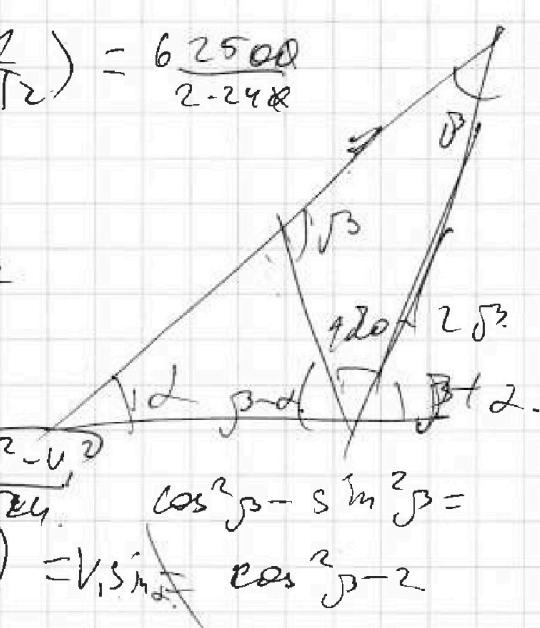
$$V_1 = U \sqrt{2 + 2 \cos 2\beta} =$$

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

$$= 2u \cos \beta$$

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

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

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

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

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

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

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

$$= \frac{L^2 + d^2}{2L} \cdot \left(\frac{1}{T_2^2} + \frac{1}{T_1^2} \right) = \frac{250}{480} \cdot \left(\frac{1}{132} + \frac{1}{477} \right) =$$

$$= \frac{25}{48} \cdot \left(\frac{1}{132} + \frac{1}{477} \right)$$

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

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

$$V_2 \cos\alpha - V = U_{x2}$$

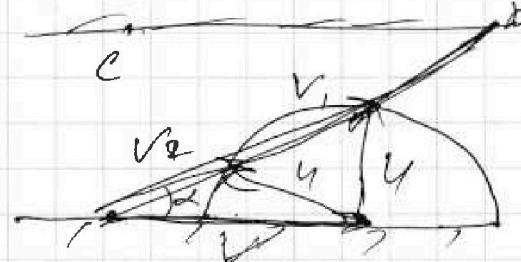
$$U = \sqrt{V_2^2 \sin^2\alpha + V_2^2 \cos^2\alpha}$$

$$U = \sqrt{V}$$

~~Лекция~~

$$\omega = T_1 \sqrt{U^2 - V_1^2 \sin^2\alpha} + NT_1$$

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



$$\begin{array}{r} 4 \\ 3 \\ 6 \\ 2 \\ 4 \\ 8 \\ 3 \\ 2 \\ 2 \\ 1 \\ 2 \\ 2 \\ 6 \\ 2 \\ 3 \\ 3 \\ 1 \end{array}$$

$$439 + 64 = 203$$

$$U \sin\beta = V_1 \sin\alpha$$

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

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



На данной странице можно оформлять только одну задачу.

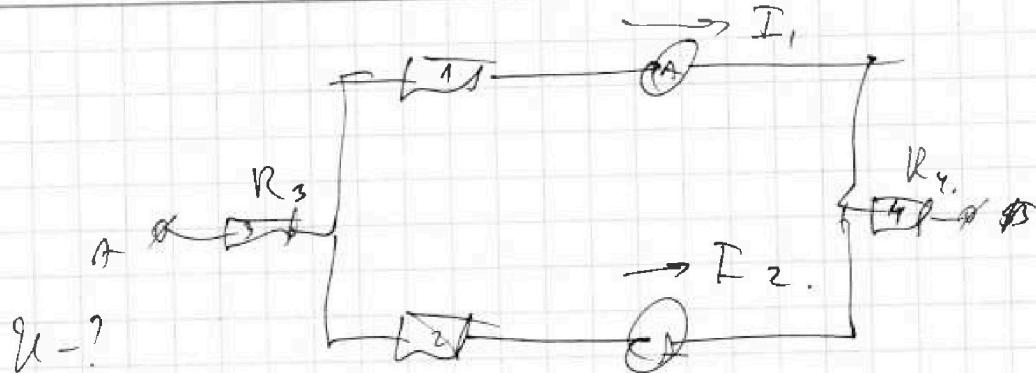
Отметьте крестиком номер задачи.

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!



$$R_1 I_1 = R_2 I_2 \quad \Rightarrow \quad I_1 < I_2 \Rightarrow R_2 < R_1.$$

$$R_2 = 20 \text{ ohm}$$

$$R_1 = 40 \text{ cm}$$

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

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

R₃ u R₄-ve
banjro.

$$\therefore U = I_1 \cdot \frac{(R_1 + R_2)^2 + R_1 R_2}{R_2} = \frac{3600 + 800}{28} =$$

$$= 180 + 40 = 220 \text{ B.}$$

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

$$V_1 \sin \alpha = V_0 \cos \alpha \sqrt{4u^2 - V_1^2}$$

$$V_1^2 \operatorname{tg}^2 \alpha = 4 u^2 - V_1^2 \quad \boxed{13-12} \quad \operatorname{tg}^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 u}$$

$$U = \frac{V_1}{2 \cos \alpha} = \frac{\frac{U L^2 + d^2}{T_1}}{2L} = \frac{L^2 + d^2}{2 T_1} = \frac{6000}{2 \times 10} = 300$$

$$U^2 = U_1^2 + (V_1 - V_2)^2 + 2U(V_1 - V_2) \cos \theta$$

$$\cos \beta = \frac{v_1 - v_2}{2 u_1}$$



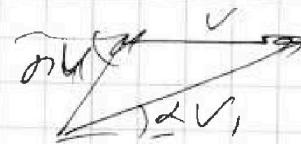
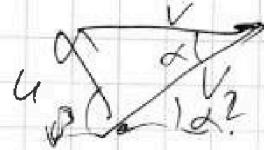
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



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

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

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

~~$$u^2 = V^2 - V_2^2 \sin^2 \alpha$$~~

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

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

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

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

~~cos~~

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

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

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

$$V_2 \sin \alpha = \frac{d}{T_2}$$

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

$$V_2 = \sqrt{u^2 - \frac{d^2}{T_2^2}}$$

~~$$u = \sqrt{V^2 - V_2^2 \cos^2 \alpha}$$~~

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

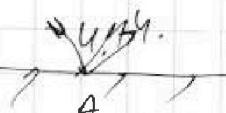
$$= V T_2 - u \cos \alpha T_2$$

~~$$L = \sqrt{u^2 + V^2} = \sqrt{V^2 + V_2^2 - 2 V V_2 \cos \alpha}$$~~

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

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

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



~~$$u \cos \alpha = V \cos \alpha - V$$~~





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!