



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 09-02

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

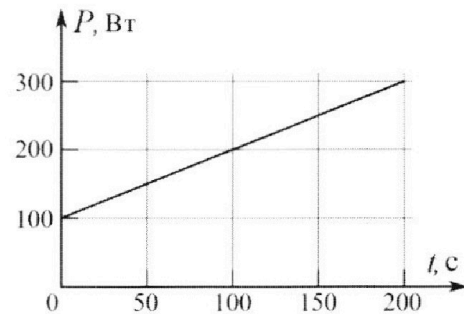


4. Воду объемом $V = 1$ л нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $\tilde{t}_0 = 16$ °С. Сопротивление спирали электроплитки $R = 25$ Ом, напряжение источника $U = 100$ В. Зависимость мощности P тепловых потерь от времени t представлена на графике (см. рис.).

1) Найдите мощность P_H нагревателя.

2) Найдите температуру \tilde{t}_1 воды через $T = 180$ с после начала нагревания.

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

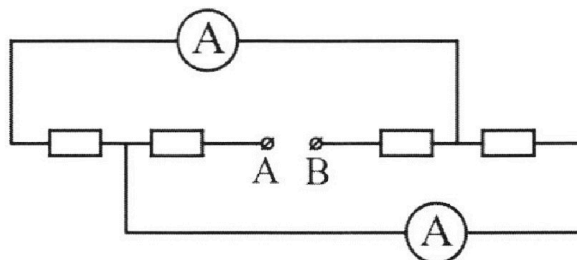


5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 30 Ом, у двух других сопротивление по 60 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

После подключения к клеммам А и В источника постоянного напряжения показания амперметров оказались различными. Большее показание $I_1 = 2$ А.

1) Найдите показание I_2 второго амперметра.

2) Какую мощность P развивают силы в источнике?





Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

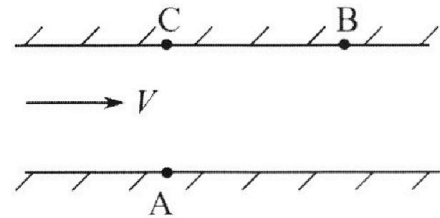
Вариант 09-02

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



1. Пловец трижды переплывает реку. Движение пловца прямолинейное. Скорость пловца в подвижной системе отсчета, связанной с водой, во всех заплывах одинакова по модулю.

В двух первых заплывах А – точка старта, В – точка финиша (см. рис., V - неизвестная скорость течения реки). Ширина реки $AC = d = 50$ м, снос, т.е. расстояние, на которое пловец смещается вдоль реки к моменту достижения противоположного берега, $CB = L = 120$ м.



Продолжительность первого заплыва $T_1 = 100$ с, продолжительность второго заплыва $T_2 = 240$ с.

- 1) Найдите скорости V_1 и V_2 пловца в лабораторной системе отсчета в первом и втором заплывах.
- 2) Найдите скорость V течения реки.

В третьем заплыве пловец стартует из точки А и движется так, что снос наименьший.

- 3) На каком расстоянии S от точки В выше по течению финиширует пловец в третьем заплыве?

2. Футболист на тренировке наносит удары по мячу, лежащему на горизонтальной площадке и направляет мяч к вертикальной стенке. После абсолютно упругого соударения со стенкой на высоте $h = 5,4$ м мяч падает на площадку. Расстояние от точки старта до стенки в 3 раза больше расстояния от стенки до точки падения мяча на площадку.

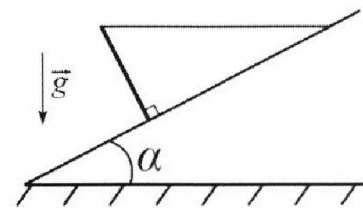
- 1) Найдите наибольшую высоту H , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

Допустим, что в момент соударения мяча со стенкой на высоте h , стенка движется навстречу мячу. Расстояние между точками падения мяча на поле в случаях: стенка покоится, стенка движется, $d = 1,8$ м.

- 3) Найдите скорость U стенки в момент соударения.

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Соударения мяча со стенкой абсолютно упругие. Траектории мяча лежат в вертикальной плоскости перпендикулярной стенке.

3. Однородный стержень удерживается на шероховатой наклонной плоскости горизонтальной нитью, прикрепленной к стержню в его наивысшей точке. Сила натяжения нити $T = 17,3$ Н. Угол между стержнем и плоскостью прямой. Наклонная плоскость образует с горизонтальной плоскостью угол $\alpha = 30^\circ$.



- 1) Найдите массу m стержня.
- 2) Найдите силу $F_{тр}$ трения, действующую на стержень.
- 3) При каких значениях коэффициента μ трения скольжения стержень будет находиться в покое? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

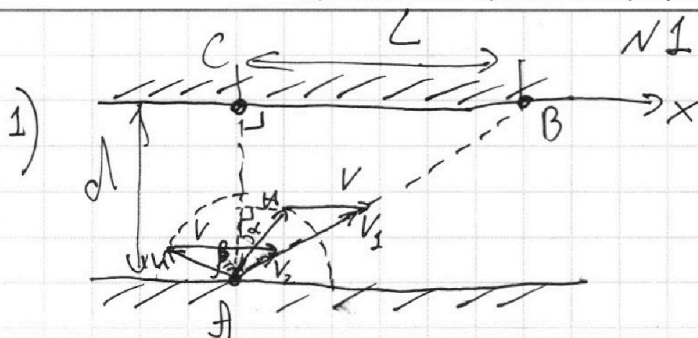
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



u - скорость поезда
отн. рельс.
В 1-ой и 2-ой
замкнутых траекто-
рии движения поезда
это прямая
AB вдоль которой
направлены спо-
рости V_1 и V_2 .

Таким образом:

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

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

$$V_1 = \frac{\sqrt{L^2 + d^2}}{T_1} = \frac{130 \text{ м}}{100 \text{ с}} = 1,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$V_2 = \frac{\sqrt{L^2 + d^2}}{T_2} = \frac{130 \text{ м}}{240 \text{ с}} = \frac{13}{24} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2) По т. косинусов:

$$\begin{cases} u^2 + V^2 - 2uV \cos(90^\circ + \alpha) = V_1^2 = \frac{L^2 + d^2}{T_1^2} \\ u^2 + V^2 - 2uV \cos(90^\circ - \beta) = V_2^2 = \frac{L^2 + d^2}{T_2^2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} u^2 + V^2 + 2uV \sin \alpha = \frac{L^2 + d^2}{T_1^2} \\ u^2 + V^2 - 2uV \sin \beta = \frac{L^2 + d^2}{T_2^2} \end{cases} \ominus$$

Из движения по координате x:

$$(u \sin \alpha + V) T_1 = L \rightarrow u \sin \alpha = \frac{L}{T_1} - V$$

$$(-u \sin \beta + V) T_2 = L \rightarrow u \sin \beta = V - \frac{L}{T_2}$$

$$2uV \sin \alpha + 2uV \sin \beta = (L^2 + d^2) \left(\frac{1}{T_1^2} - \frac{1}{T_2^2} \right)$$

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

$$2LV \cdot \frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} = (L^2 + d^2) \frac{(T_2 - T_1)(T_1 T_2)^2}{(T_2 + T_1)(T_1 T_2)^2}$$

$$V = \frac{(L^2 + d^2)(T_1 + T_2)}{2LT_1 T_2} = \frac{130 \cdot 130 \cdot 340 \cdot (\text{м}^2 \cdot \text{с})}{2 \cdot 120 \cdot 100 \cdot 240 (\text{м} \cdot \text{с}^2)} = \frac{2873}{2880} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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!

3) Пусть l - величина **косога**:

$$l = vt \pm ut \sin \varphi \quad l_{\min} = vt - ut \sin \varphi$$

$$d = ut \cos \varphi$$

$$l_{\min} = \frac{vd}{u \cos \varphi} - \frac{d \sin \varphi}{\cos \varphi} = \frac{d}{\cos \varphi} \left(\frac{v}{u} - \sin \varphi \right)$$

$$\frac{dl}{d\varphi} = l'_{\varphi} = - \frac{d}{\cos^2 \varphi} (-\sin \varphi) \left(\frac{v}{u} - \sin \varphi \right) +$$

$$+ \frac{d}{\cos \varphi} \cdot (-\cos \varphi) = \frac{d \sin \varphi}{\cos^2 \varphi} \left(\frac{v}{u} - \sin \varphi \right) - d = 0$$

$$\frac{v}{u} - \sin \varphi = \frac{\cos^2 \varphi}{\sin \varphi}$$

$$\frac{v}{u} = \frac{\cos^2 \varphi}{\sin \varphi} + \sin \varphi$$

$$\frac{v}{u} = \frac{\cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi}{\sin \varphi} = \frac{1}{\sin \varphi}$$

$$\sin \varphi = \frac{u}{v}$$

$$l_{\min} = \frac{d}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{v^2}}} \left(\frac{v}{u} - \frac{u}{v} \right) = \frac{d(v-u)(v+u) \cdot v}{\sqrt{v-u} \cdot \sqrt{v+u} \cdot uv} = \frac{d}{\sin \varphi}$$

$$= d \frac{\sqrt{(v-u)(v+u)}}{u} = \frac{d}{u} \sqrt{v^2 - u^2}$$

$$S = L - l_{\min}$$

$$uT_1 \cos \alpha = d \quad T_1 u \sin \alpha = \frac{L}{v} - VT_1$$

$$\cos \alpha = \frac{d}{uT_1} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{\sqrt{u^2 T_1^2 - d^2}}{uT_1}$$

$$\sqrt{u^2 T_1^2 - d^2} = L - VT_1 \quad (**2)$$

$$uT_1^2 - d^2 = L^2 + v^2 T_1^2 - 2LVT_1 \rightarrow (u^2 - v^2) T_1^2 = d^2 + L^2 - \frac{(d^2 + L^2)(T_1 T_2)}{T_2}$$

$$(v^2 - u^2) T_1^2 = \frac{(d^2 + L^2) T_1 T_2}{T_2} \rightarrow v^2 - u^2 = \frac{d^2 + L^2}{T_1 T_2}$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

 МФТИ

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

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

$$l_{\min} = d \sqrt{\frac{v^2 - u^2}{u^2}} = 2dL \sqrt{\frac{T_1 T_2}{L^2 (T_1 - T_2)^2 + d^2 (T_1 + T_2)^2}}$$

$$S = L - l_{\min} = L \left(1 - 2d \sqrt{\frac{T_1 T_2}{L^2 (T_1 - T_2)^2 + d^2 (T_1 + T_2)^2}} \right)$$

$$S = 120 \left(1 - 100 \cdot \sqrt{\frac{100 \cdot 240}{14400 \cdot 140 + 50 \cdot 50 \cdot 390340}} \right) =$$

$$= 120 \left(1 - 100 \sqrt{\frac{6}{142810}} \right) = 120 \left(1 - \frac{100\sqrt{3}}{\sqrt{71405}} \right) \text{ (м)}$$

Ответ: 1) $V_1 = 1,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $V_2 = \frac{13}{24} \frac{\text{м}}{\text{с}}$; ~~2)~~

2) $V = \frac{2873}{2880} \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; 3) $S = 120 \left(1 - 100 \sqrt{\frac{3}{71405}} \right) \text{ м}$

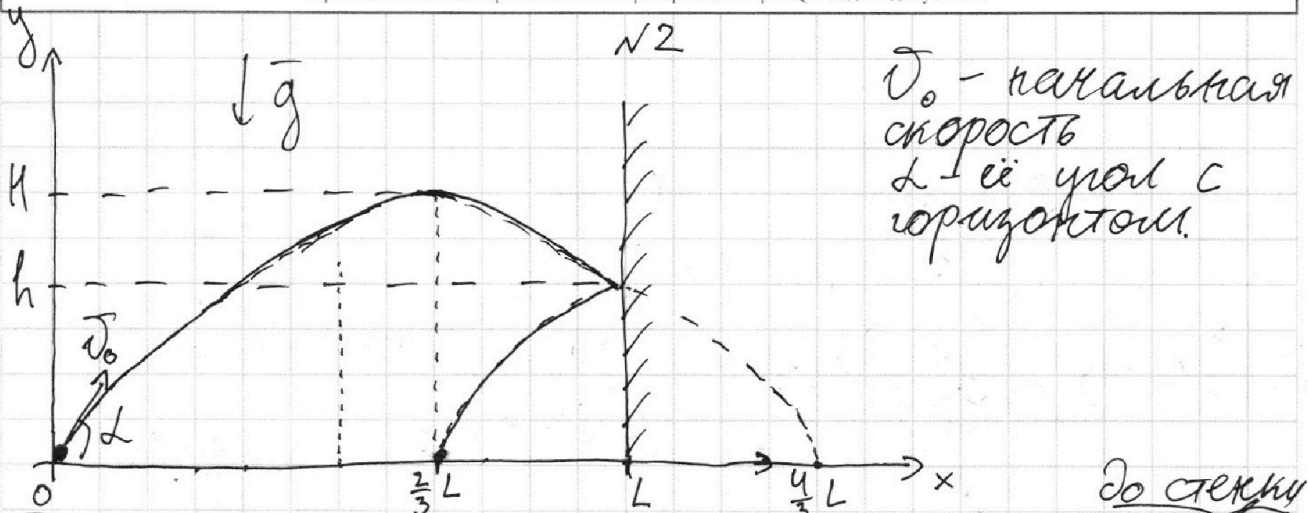
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



v_0 - начальная скорость
 L - её угол с горизонтом.

Так как расстояние от точки старта до точки падения в 3 раза больше расстояния от стенки до точки старта, то соударения со стенкой происходит после прохождения высшей точки полета через время t после старта и на расстоянии L от точки старта. Тогда координата точки приземления $\frac{2}{3} L$.

Удар абсолютно упругий \Rightarrow модуль проекции скорости на ось Ox при соударении сохраняется, а направление меняется на противоположное. Это эквивалентно тому случаю, когда стенки нет и мяч продолжает лететь и приземляется в координате $L + L = \frac{4}{3} L$. Из симметрии параболы точка наивысшей точки будет $\frac{\frac{4}{3} L}{2} = \frac{2}{3} L$, в ней мяч окажется через время τ после старта.

$$\begin{cases}
 v_0 \cos \alpha = L \\
 v_0 \sin \alpha - \frac{g}{2} t^2 = h \\
 v_0 \cos \alpha = \frac{2}{3} L \\
 v_0 \sin \alpha - \frac{g}{2} \tau^2 = H \\
 v_0 \sin \alpha - g\tau = 0
 \end{cases}
 \quad
 \begin{aligned}
 t &= \frac{L}{v_0 \cos \alpha} \\
 \tau &= \frac{v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{2L}{3v_0 \cos \alpha} \\
 v_0 \sin \alpha &= \frac{2gL}{3v_0 \cos \alpha}
 \end{aligned}$$

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!

$$h = \frac{v_0 \sin \alpha \cdot L}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{1}{v_0^2 \cos^2 \alpha} \cdot g L^2$$

$$\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = H = \frac{4g^2 L^2}{9v_0^2 \cos^2 \alpha} \cdot \frac{1}{g} = \frac{2gL^2}{3v_0^2 \cos^2 \alpha} \quad (II)$$

$$h = L \operatorname{tg} \alpha - \frac{1}{2} \cdot \frac{g}{2} H$$

$$\begin{cases} \operatorname{tg} \alpha = \frac{v_0 \sin \alpha}{\frac{2}{3} L} = \frac{3}{2} \cdot \frac{v_0 \sin^2 \alpha}{Lg} = \frac{3}{L} \cdot \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \\ = 3 \frac{H}{L} \end{cases}$$

$$h = 3 \frac{H}{L} \cdot L - \frac{g}{4} H = \frac{12-g}{4} H = \frac{3}{4} H$$

1) $H = \frac{4}{3} h$ $H = \frac{4}{3} \cdot 5,4 \text{ (м)} = 7,2 \text{ (м)}$

2) Согласно (I) и симметрии, из которой следует, что общее время полёта 2τ :

$$t_1 = 2\tau - t = \frac{4L}{3v_0 \cos \alpha} - \frac{L}{v_0 \cos \alpha} = \frac{L}{3v_0 \cos \alpha}$$

Из (2) следует: $\left(\frac{L}{3v_0 \cos \alpha} \right)^2 = \frac{H}{2g} \Rightarrow \frac{L}{3v_0 \cos \alpha} = \sqrt{\frac{H}{2g}}$

$$t_1 = \sqrt{\frac{H}{2g}} = \sqrt{\frac{42h}{3 \cdot 2g}} = \sqrt{\frac{2h}{3g}}$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot 5,4 \text{ (м)}}{3 \cdot 10 \text{ (м/с}^2)}} =$$

$$= \sqrt{0,36 \text{ (с)}} = 0,6 \text{ (с)}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

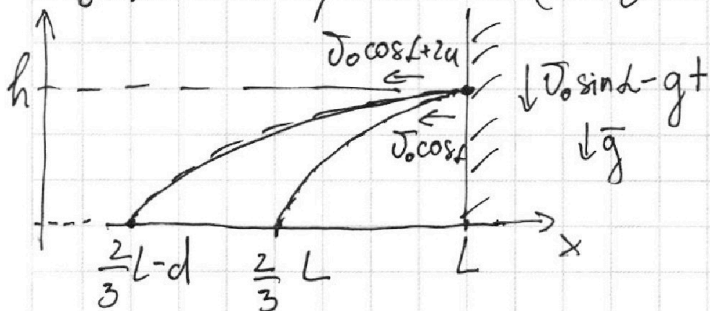
1 2 3 4 5 6 7



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



3) Пусть стенка движется со скоростью u против оси Ox (см.). Тогда в системе отсчёта связанной со стенкой, у мяча проекция скорости $v_x = v_0 \cos \alpha + u$, а скорость стенки никак не будет влиять на вертикальную составляющую скорости мяча. Тогда после соударения со стенкой в этой СО у мяча будет скорость $(-v_0 \cos \alpha - u)$. Если перейти в СО Земли и получить абсолютную проекцию скорости $(-v_0 \cos \alpha - 2u)$.



Время движения до падения в обоих случаях будет t_1 , ведь оно определяется y -параметрами, которые одинаковы!

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{2}{3} L - d &= L - v_0 t_1 \cos \alpha - 2u t_1 \quad \ominus \\ \frac{2}{3} L &= L - v_0 t_1 \cos \alpha \end{aligned} \right.$$

$$\frac{2}{3} L = L - v_0 t_1 \cos \alpha$$

$$-d = v_0 t_1 \cos \alpha - v_0 t_1 \cos \alpha - 2u t_1$$

$$2u t_1 = d \rightarrow \boxed{u = \frac{d}{2t_1}}$$

$$u = \frac{1,8^3 \text{ (м)}}{2 \cdot 0,6 \text{ (с)}} = 1,5 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

Ответ: 1) $H = 7,2 \text{ (м)}$; 2) $t_1 = 0,6 \text{ (с)}$; 3) $u = 1,5 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

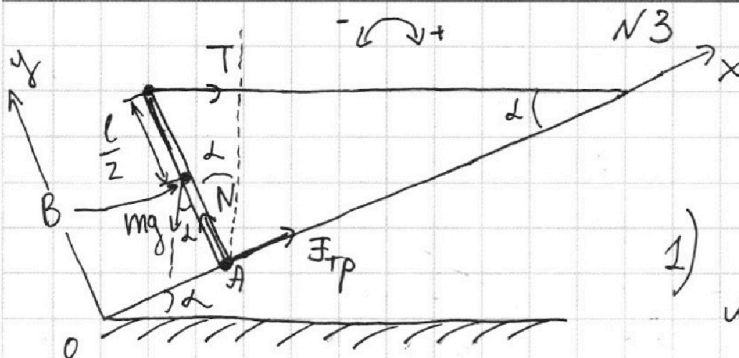
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



l - длина стержня
 N - сила реакции опоры

1) Рассмотрим правило моментов отн. т. А:

$$m = \frac{2T \cos \alpha}{g \sin \alpha} = \frac{2T \operatorname{ctg} \alpha}{g} \leftarrow T \left(\cos \alpha - mg \frac{c}{2} \sin \alpha \right) = 0$$

$$(m) = \frac{H}{m} \cdot \frac{m}{c^2} = \frac{m \cdot \pi \cdot c^2}{c^2 \cdot \pi} = m \quad m = \frac{2 \cdot 17,3 \cdot \sqrt{3}}{10} = 3,46 \sqrt{3} \text{ (кг)}$$

2) Рассмотрим моменты отн. т. В.

$$T \frac{c}{2} \cos \alpha = F_{Tp} \frac{c}{2} = 0 \quad (\text{отсюда следует что } F_{Tp} \text{ направлена вверх по } OX)$$

$$F_{Tp} = T \cos \alpha$$

$$F_{Tp} = 17,3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ (Н)} = 8,65 \sqrt{3} \text{ (Н)}$$

3) $F_{Tp} \leq \mu N$

Стержень покажется \Rightarrow заменим 1-ый з-н Ньютона по оси Ox :

$$\begin{cases} \mu \geq \frac{F_{Tp}}{N} \\ F_{Tp} = T \cos \alpha \\ N = T \frac{\cos^2 \alpha + 1}{\sin \alpha} \\ \mu \geq \frac{T \cos \alpha \cdot \sin \alpha}{T(\cos^2 \alpha + 1)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} N - mg \cos \alpha - T \sin \alpha = 0 \\ mg = 2T \operatorname{ctg} \alpha \end{cases}$$

$$N = T \left(\frac{2 \cos^2 \alpha}{\sin \alpha} + \sin \alpha \right) = T \frac{2 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}{\sin \alpha} = \frac{\cos^2 \alpha + 1}{\sin \alpha} T$$

$$\mu \geq \frac{\sin 2\alpha}{2(1 + \cos^2 \alpha)}$$

$$\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{2 \cdot 2(1 + \frac{3}{4})} = \frac{\sqrt{3} \cdot 4}{4 \cdot 7} = \frac{\sqrt{3}}{7}$$

Ответ: 1) $m = 3,46 \cdot \sqrt{3} \text{ (кг)}$; 2) $F_{Tp} = 8,65 \cdot \sqrt{3} \text{ (Н)}$; 3) $\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{7}$.

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

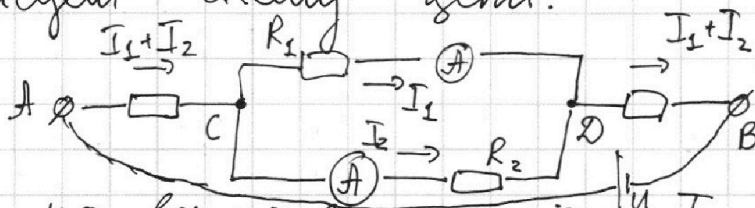
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

Перерисуем схему цепи:



$$I_1 = 2 \text{ A}$$

$$U_{AB} = U$$

Пусть по верхней ветке течет I_1 а по нижней I_2 (это показания идеальных амперметров).
Тогда $U_{CD} = I_1 R_1 = I_2 R_2$.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} ; \text{ по условию } I_1 > I_2 \Rightarrow$$

$\Rightarrow R_2 > R_1$ а для сопротивлений из условия есть только два значения

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

$$I_2 = 2 \text{ A} \cdot \frac{30 \text{ Ом}}{60 \text{ Ом}} = 1 \text{ A}$$

$$R_2 = 60 \text{ Ом} \\ R_1 = 30 \text{ Ом}$$

Одно из сопротивлений R_{AC} и R_{DB} — это R_1 а другое — R_2 , но не принципиально как именно.

Мощность см в источнике:

$$\begin{cases} P = U I, \text{ где } I - \text{ это общий ток в цепи,} \\ \text{т.е. } I = I_1 + I_2 = 3 \text{ A.} \\ U = I(R_1 + R_2) + I_1 R_1 \end{cases}$$

$$P = (I(R_1 + R_2) + I_1 R_1) I = ((I_1 + I_2)(R_1 + R_2) + I_1 R_1)(I_1 + I_2)$$

$$[P] = ((\text{A} + \text{A}) \cdot (\text{Ом} + \text{Ом}) + \text{A} \cdot \text{Ом}) \cdot \text{A} = \text{В} \cdot \text{A} = \text{Вт}$$

$$P = (3 \cdot 90 + 2 \cdot 30) \cdot 3 = (270 + 60) \cdot 3 = 330 \cdot 3 = 990 \text{ (Вт)}$$

Ответ: 1) $I_2 = 1 \text{ A}$; 2) $P = 990 \text{ Вт}$.



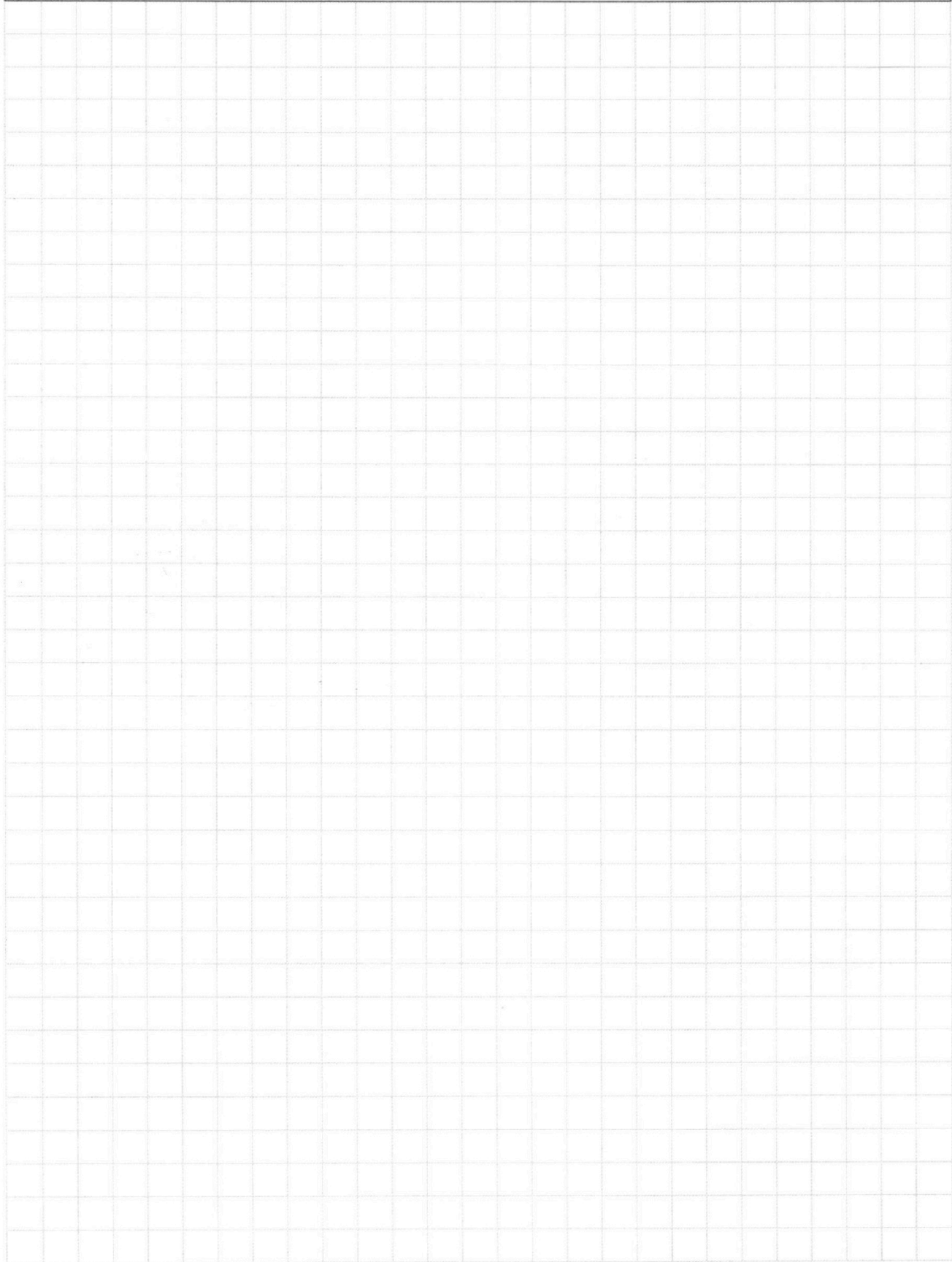
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!



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!

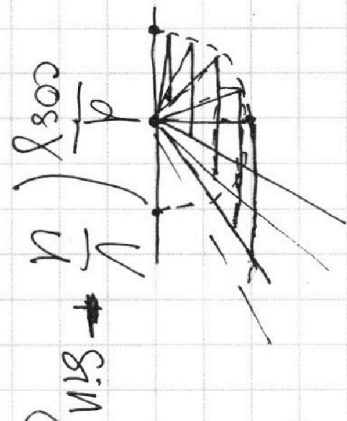


$$u^2 + V^2 - 2uV \cos \varphi_1 = V_1^2$$

$$u^2 + V^2 - 2uV \cos \varphi_2 = V_2^2$$

$$\varphi_1 = 90^\circ + \alpha$$

$$\varphi_2 = 90^\circ - \beta$$



$$\frac{\sin \alpha}{\cos^2 \beta} \left(\frac{V}{u} - \sin \alpha \right) = 1 - \cos \alpha$$

$$\begin{array}{r} 46 \\ \times 169 \\ \hline 1183 \\ + 169 \\ \hline 2843 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 169 \\ \times 113 \\ \hline 1899 \end{array}$$

$$\cos(90^\circ + \alpha) = \cos 90^\circ \cdot \cos \alpha - \sin 90^\circ \cdot \sin \alpha = 0 - \sin \alpha = -\sin \alpha$$

$$\cos(90^\circ - \beta) = \sin \beta$$

$$u^2 + V^2 + 2uV \sin \alpha = V_1^2$$

$$u^2 + V^2 - 2uV \sin \beta = V_2^2$$

$$2uV (\sin \alpha + \sin \beta) = V_1^2 + V_2^2$$

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

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

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

$$2VL \frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} = (L^2 + d^2) \frac{(T_2 - T_1)(T_2 + T_1)}{T_1^2 T_2^2}$$

$$V = \frac{(L^2 + d^2)(T_2 + T_1)}{2LT_1 T_2} = \frac{u^2 d}{u \cdot c^2} = \frac{u}{c} = d$$

$$= \frac{130^2 \cdot 17}{2 \cdot 120 \cdot 100 \cdot 240} = \frac{169 \cdot 17}{12 \cdot 12 \cdot 10 \cdot 2} = 120 \cdot 24 = 12 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 12 = 144 \cdot 2 \cdot 10 = 2880$$

$$120 \cdot 24 = 12 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 12 = 144 \cdot 2 \cdot 10 = 2880$$

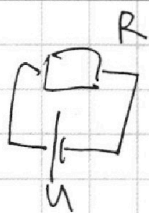
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$P_H = \frac{U^2}{R} = \frac{100^2 \cdot 100}{25} = 400 \text{ Вт.}$$

$$P = \Delta(\tilde{T} - \tilde{T}_0)$$

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

$$P_H \frac{dt}{2} = cm d\tilde{T} + P dt$$

$\int S_{\text{под графиком}}$

$$P_H \frac{dt}{R} \cdot T = cm(\tilde{T}_1 - \tilde{T}_0) + \frac{P_2 + P_0}{2} \cdot T$$

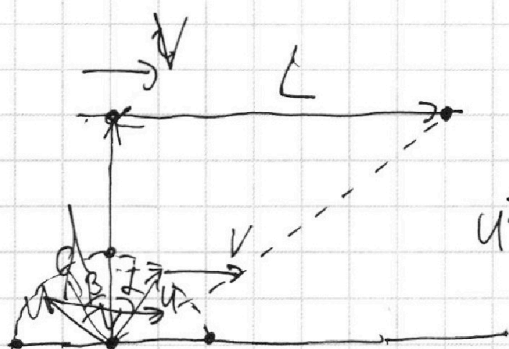
$$P = kt + 100 \text{ (Вт)}$$

$$\tilde{T}_1 = T \frac{2P_H - P_2 - P_0}{2cm} + \tilde{T}_0 =$$

$$\frac{\text{Вт}}{\text{с}} P = t + 100 \text{ (Вт)}$$

$$P_2 = 180 + 100 = 280 \text{ (Вт)}$$

$$= 180 \cdot \frac{800 - 280 - 100}{2 \cdot 4200 \cdot 1} +$$



$$u^2 + v^2 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} =$$

$$= \frac{180 \cdot 420}{2 \cdot 4200} + 16 = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$u T_1 \cos \alpha = d$$

$$u T_2 \cos \beta = d$$

$$(u \sin \alpha + v) T_1 = L$$

$$(-u \sin \beta + v) T_2 = L$$

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

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

$$V_1 = \frac{\sqrt{L^2 + d^2}}{T_1} = \frac{130}{100} = 1,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\frac{T_1 \cos \alpha}{T_2 \cos \beta} = 1$$

$$\frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{T_2}{T_1} = 2,4$$

$$u \sin \alpha T_1 = L - v T_1$$

$$u \sin \beta T_2 = v T_2 - L$$

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!



$$L + gL = \frac{v_0 \sin \alpha}{\frac{2}{3}g} \quad \alpha = \frac{3}{2} \cdot \frac{v_0 \sin^2 \alpha}{g} = \frac{3}{2} \cdot 4H \quad \times \frac{1,3}{3,46}$$

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

$$h + \frac{g}{4} H = 3H \quad \frac{1}{\cos^2 \alpha} = 1 + \frac{g}{4} L$$

$$h = \left(3 - 2 \frac{1}{4}\right) H = \frac{3}{4} H$$

$$H = \frac{4}{3} h = \frac{4 \cdot 5,4}{3} = 7,2 \text{ м}$$

$$\frac{2v_0 \sin \alpha}{g} - \frac{L}{v_0 \cos \alpha} = t_1$$

$$\frac{2}{\sqrt{g}} \sqrt{2gH} - \sqrt{\frac{H}{g} \cdot \frac{g}{2}} = 2\sqrt{\frac{H}{g}} - \sqrt{\frac{H}{2g}} = \sqrt{\frac{H}{g}} \left(2\sqrt{2} - \frac{1}{\sqrt{2}}\right) = \frac{4-1}{\sqrt{2}} = \frac{3}{\sqrt{2}}$$

$$\times \frac{1,8}{7,2}$$

$$\sqrt{\frac{H}{g}} = \sqrt{\frac{H}{2g}} = \sqrt{\frac{3,6}{20}} = \sqrt{0,18} = 0,424$$

$$= \sqrt{0,36} \text{ с} = 0,6 \text{ с}$$

$$v_0 t_1 \cos \alpha + 2u t_1 - v_0 t_1 \cos \alpha = d$$

$$u = \frac{d}{2t_1} = \frac{1,8}{2 \cdot 0,6} = 1,5 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right) \times \frac{3,6}{7,2}$$

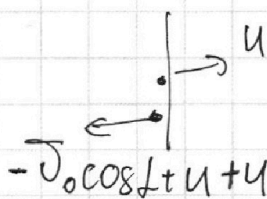
$$= \sqrt{0,36} \text{ с}$$

$$= \sqrt{0,1^2 \cdot 6^2} \text{ с}$$

$$t_1 = 0,6 \text{ с}$$

$$v_0 \cos \alpha - u$$

$$\left(\frac{2}{7}\sqrt{3}\right)$$



$$T \frac{1}{2} \cos \alpha = F_{\text{тр}} \frac{1}{2} = 1,3 \frac{\text{Н}}{2}$$

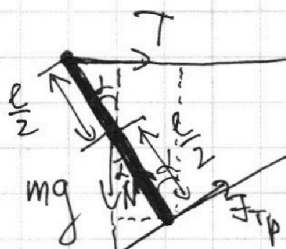
$$v_0 \cos \alpha - (v_0 \cos \alpha - 2u) t_1 = 2u t_1 = d$$

$$8,54035 \cdot 0,6 = 8,65 \sqrt{3}$$

$$F_{\text{тр}} \leq \mu N$$

$$u = \frac{d}{2t_1}$$

$$3,46\sqrt{3}$$



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

$$mg \frac{1}{2} \sin \alpha = T \frac{1}{2} \cos \alpha$$

$$m = \frac{2T}{g + gL} = \frac{2 \cdot 1,3 \cdot \sqrt{3}}{10}$$

$$\mu \geq \frac{T \cos \alpha}{T(\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha)} = \frac{\sqrt{3} \cdot 1,3}{2 \cdot 7} = N = T(2 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) = T(\cos^2 \alpha + 1) = \frac{4}{9} T$$

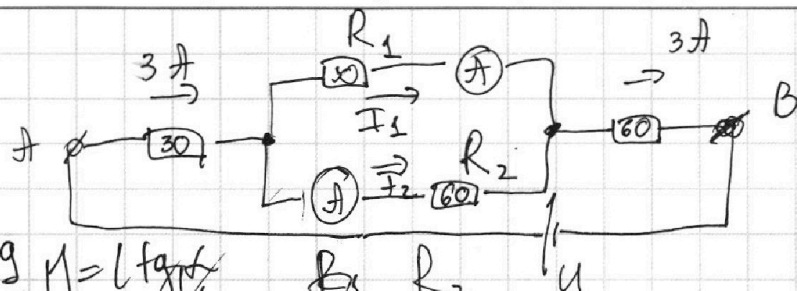
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$R_1 = 30 \Omega$$

$$R_2 = 60 \Omega$$

$$I_1 = 2 \text{ A}$$

$$h + \frac{g}{4} H = L \operatorname{tg} \alpha$$

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

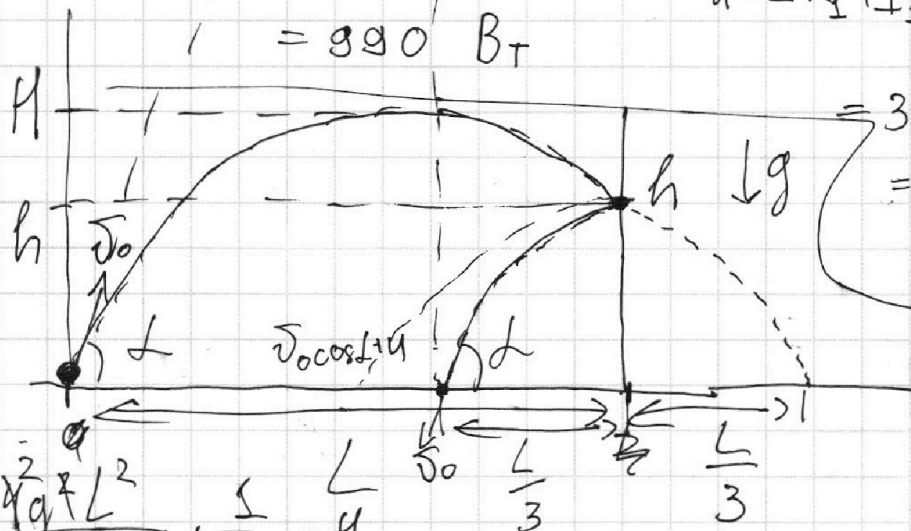
$$P = UI = 330 \text{ B} \cdot 3 \text{ A} = 990 \text{ B}_T$$

$$I = I_1 + I_2 = 3 \text{ A}$$

$$U = IR_1 + I_1 R_1 + I R_2 =$$

$$I_2 R_2 = I_1 R_1$$

$$I_2 = I_1 \frac{R_1}{R_2} = 2 \text{ A} \cdot \frac{30}{60} = 1 \text{ A}$$



$$= 3 \cdot 30 + 2 \cdot 30 + 3 \cdot 60 = 80 + 60 + 180 = 270 + 60 = 330 \text{ B}$$

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

$$v_0 \sin \alpha = \frac{L g L}{3 v_0 \cos \alpha}$$

$$\frac{g L^2}{9 v_0^2 \cos^2 \alpha} = H$$

$$\frac{m v_0^2}{2} - mgH - \frac{m v_0^2 \cos^2 \alpha}{2} = 0$$

$$\frac{v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{2}{3} L$$

$$v_0 \cos \alpha = L$$

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

$$v_0 \cos \alpha = \frac{L + \frac{L}{3}}{2} = \frac{2}{3} L$$

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

$$v_0 \sin \alpha - g r = 0$$

$$r = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$L \operatorname{tg} \alpha = \frac{g}{2} \cdot H \cdot \frac{g}{2} = h$$

$$= h$$

$$v_0 \sin \alpha \cdot \frac{L}{v_0 \cos \alpha} -$$

$$- \frac{g}{2} \cdot \frac{L^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} =$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

$$l = vt + ut \sin \varphi = \frac{vd}{u \cos \varphi} - \frac{u \sin \varphi \cdot d}{u \cos \varphi} =$$

$$ut \cos \varphi = d \rightarrow t = \frac{d}{u \cos \varphi} = \frac{d}{\cos \varphi} \left(\frac{v}{u} - \sin \varphi \right)$$

$$l' = +1 \cdot \frac{d}{\cos^2 \varphi} \cdot (+\sin \varphi) \left(\frac{v}{u} - \sin \varphi \right) +$$

$$+ \frac{d}{\cos \varphi} (-\cos \varphi) \Rightarrow \frac{\sin \varphi d}{\cos^2 \varphi} \left(\frac{v}{u} - \sin \varphi \right) - d = 0$$

$$\frac{v}{u} - \sin \varphi = \frac{\cos^2 \varphi}{\sin \varphi} \quad u^2 T_1^2 - v^2 T_1^2 = L^2 + d^2$$

$$\frac{v}{u} = \frac{\cos^2 \varphi}{\sin \varphi} + \sin \varphi = \frac{1}{\sin \varphi} - \frac{(L^2 + d^2)(T_1 + T_2)}{T_2}$$

$$\sin \varphi = \frac{u}{v}$$

$$l = \frac{d}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{v^2}}} \left(\frac{v}{u} - \frac{u}{v} \right) = \frac{d \sqrt{(v-u)(v+u)}}{\sqrt{(v-u)} \cdot \sqrt{v+u} \cdot u} =$$

$$= d \sqrt{\frac{v^2 - u^2}{u^2}} = d \sqrt{\left(\frac{v}{u} \right)^2 - 1}$$

$$ut \cos L = d$$

~~$$u \cdot \frac{d}{u \cos \varphi} \cdot \cos \varphi = d$$~~

$$\sin L = \sqrt{1 - \frac{d^2}{u^2 T_1^2}}$$

~~$$\frac{d}{T_1} \cdot \frac{1}{\cos L}$$~~

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

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

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

$$u^2 T_1^2 - d^2 = L^2 + v^2 T_1^2 - 2L v T_1 \quad v^2 - u^2 = \frac{L^2 + d^2}{T_1 T_2}$$

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!



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

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

$$4L^2 T_1 T_2$$

$$L^2 T_1^2 + L^2 T_2^2 + 2L^2 T_1 T_2 + d^2 (T_1 + T_2)^2 - 4L^2 T_1 T_2 = L^2 (T_1 - T_2)^2 + d^2 (T_1 + T_2)^2$$

$$2Ld \sqrt{\frac{4L^2 T_1 T_2}{L^2 (T_1 - T_2)^2 + d^2 (T_1 + T_2)^2}} = \frac{4L^2 T_1 T_2}{4L^2 T_1 T_2}$$

✶

$$\frac{246}{12 \cdot 12 \cdot 14 \cdot 14 \cdot 10 + 5 \cdot 5 \cdot 34 \cdot 34 \cdot 10}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ \times 1496 \\ \hline 1296 \\ + 596 \\ \hline 70560 \\ + 72250 \\ \hline 142810 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ \times 239 \\ \hline 125 \\ + 1445 \\ \hline 578 \\ \hline 72250 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 142810 \mid 2 \\ \hline 14 \\ \hline 2 \\ \hline 2 \\ \hline 8 \\ \hline 3 \\ \hline 142810 \end{array}$$