



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 09-02

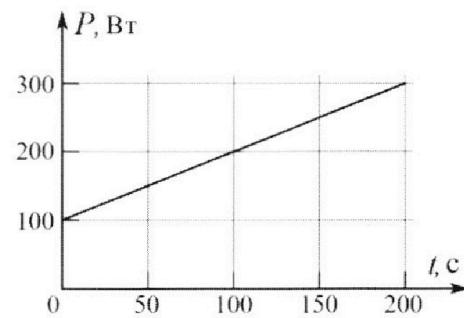


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Воду объемом $V = 1\text{л}$ нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $t_0 = 16^{\circ}\text{C}$. Сопротивление спирали электроплитки $R = 25\text{ Ом}$, напряжение источника $U = 100\text{ В}$. Зависимость мощности P тепловых потерь от времени t представлена на графике (см. рис.).

- 1) Найдите мощность P_H нагревателя.
- 2) Найдите температуру t_1 воды через $T = 180\text{ с}$ после начала нагревания.

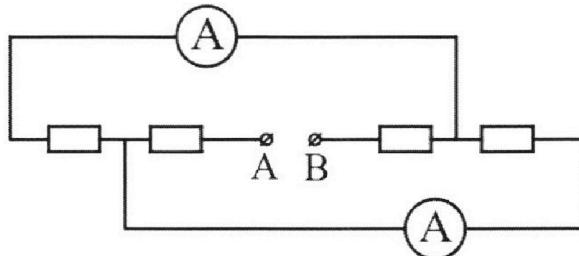
Плотность воды $\rho = 1000\text{ кг}/\text{м}^3$, удельная теплоемкость воды $c = 4200\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$.



5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 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 $I_1 = 2\text{ А}$.

- 1) Найдите показание I_2 второго амперметра.
- 2) Какую мощность P развивают силы в источнике?





Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

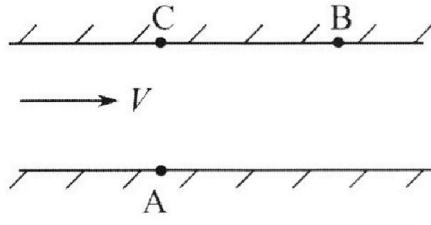
Вариант 09-02



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.

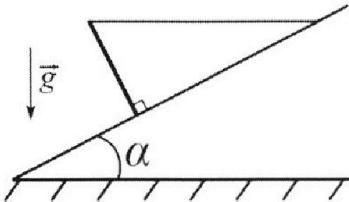
- 1) Найдите наибольшую высоту H , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

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 покоятся, стенка движется, $d = 1,8$ м.

- 3) Найдите скорость U стенки в момент соударения.

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. 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 $\alpha = 30^\circ$.



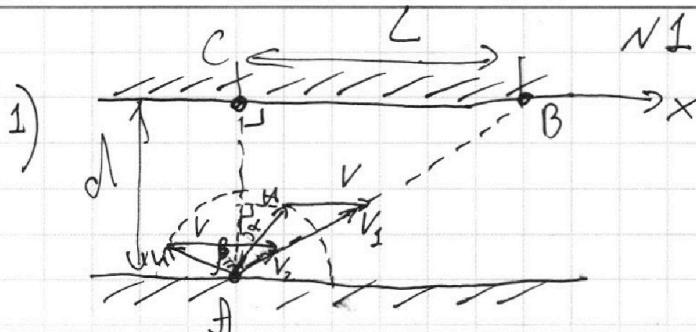
- 1) Найдите массу m стержня.
- 2) Найдите силу F_{Tr} трения, действующую на стержень.
- 3) При каких значениях коэффициента μ трения скольжения стержень будет находиться в покое? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.



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



N1

u - скорость шарика
отн. земли.

В 1-ой и 2-ой
записях траекто-
рия движущегося шар-
ика это прямая
AB вдоль которой
направлена со-
рость V_1 и V_2 .

Таким образом:

$$\begin{aligned} AB = V_1 T_1 &= \sqrt{L^2 + d^2} \rightarrow V_1 = \frac{\sqrt{L^2 + d^2}}{T_1} = \frac{130 \text{ м}}{100 \text{ с}} = 1,3 \frac{\text{м}}{\text{с}} \\ AB = V_2 T_2 &= \sqrt{L^2 + d^2} \rightarrow V_2 = \frac{\sqrt{L^2 + d^2}}{T_2} = \frac{130 \text{ м}}{240 \text{ с}} = \frac{13}{24} \frac{\text{м}}{\text{с}} \end{aligned}$$

2) По т. косинусов:

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

из движения по координате x:

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

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

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

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

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

$$V = \frac{(L^2 + d^2)(T_1 + T_2)}{2LT_1 T_2} = \frac{130 \cdot 130 \cdot 340 \cdot (1.3 \cdot 0.5)}{2 \cdot 120 \cdot 100 \cdot 240 (\text{м} \cdot \text{с}^2)} = \frac{2873}{2880} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



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

3) Пусть ℓ - величина строки:

$$\ell = Vt \pm ut \sin \varphi$$

$$d = ut \cos \varphi$$

$$\ell_{\min} = Vt - ut \sin \varphi$$

$$\ell_{\min} = \frac{Vd}{ucos\varphi} - \frac{d \sin \varphi}{\cos \varphi} = \frac{d}{\cos \varphi} \left(\frac{V}{u} - \sin \varphi \right)$$

$$\frac{d\ell}{d\varphi} = \ell' = - \frac{d}{\cos^2 \varphi} (-\sin \varphi) \left(\frac{V}{u} - \sin \varphi \right) +$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$u^2 = \frac{L^2 + d^2}{T_1 + T_2} \left(\frac{(L^2 + d^2)(T_1 + T_2)^2}{9L^2 T_1 T_2} - 1 \right)$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!

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

$$l_{\min} = d \sqrt{\frac{V^2 - U^2}{U^2}} = 2d L \sqrt{\frac{T_1 T_2}{L^2 (T_1 - T_2)^2 + d^2 (T_1 + T_2)^2}}$$

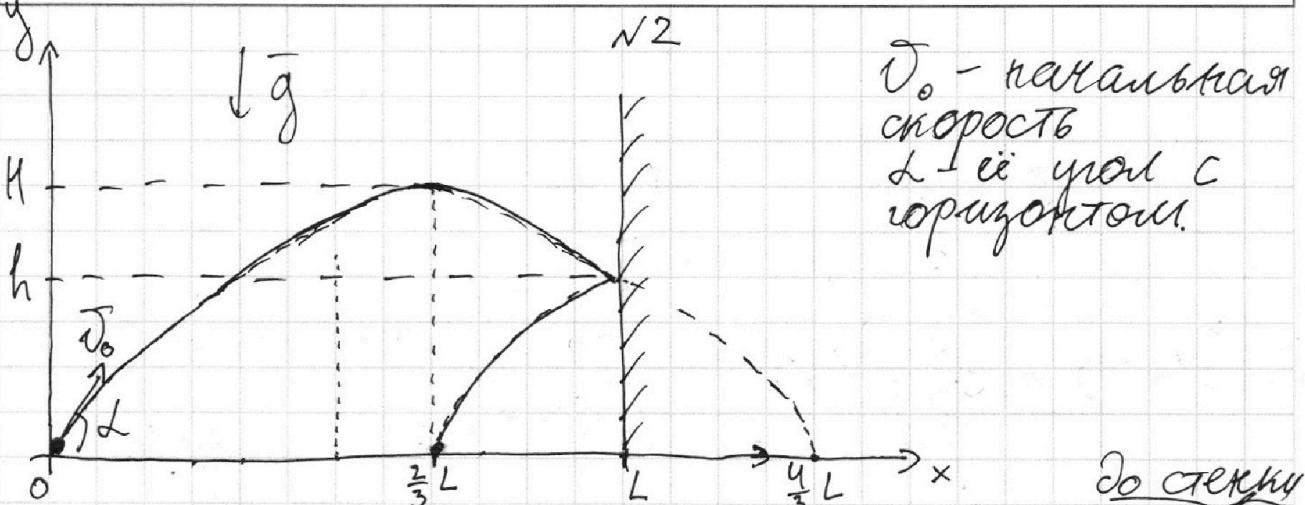
$$S = L - l_{\min} = \left[L \left(1 - 2d \sqrt{\frac{T_1 T_2}{L^2 (T_1 - T_2)^2 + d^2 (T_1 + T_2)^2}} \right) \right]$$

$$S = 120 \left(1 - 100 \cdot \sqrt{\frac{100 \cdot 240}{14400 \cdot 140 \cdot 140 + 50 \cdot 50 \cdot 390 \cdot 390}} \right) = \\ = 120 \left(1 - 100 \sqrt{\frac{6}{192810}} \right) = \boxed{120 \left(1 - \frac{100\sqrt{3}}{\sqrt{1405}} \right) \text{m}}$$

Ответ: 1) $V_1 = 1,3 \frac{M}{c}$; $V_2 = \frac{13}{24} \frac{M}{c}$; 2)
2) $V = \frac{2843}{2880} \frac{M}{c} \approx 1 \frac{M}{c}$; 3) $S = 120 \left(1 - 100 \sqrt{\frac{3}{1405}} \right) \text{m}$

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

до стеки

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

(I) Удар абсолютно упругий \Rightarrow модуль проекции скорости на ось Ox при соударении сохраняется, а направление меняется на противоположное. Это эквивалентно тому случаю, когда стеки нет и мяч продолжает лететь и приземляется в координате $L + \frac{L}{3} = \frac{4}{3}L$. Из симметрии параболы точка падения $\frac{2}{3}$ координата x точки самой высшей подъёма будет $\frac{4}{3}L = \frac{2}{3}L$, в ней мяч ожидается через время τ после старта.

$$\begin{cases} V_0 + \cos L = \frac{L}{t} \\ V_0 + \sin L - \frac{gt^2}{2} = h \\ V_0 \cos L = \frac{2}{3}L \\ V_0 \sin L - \frac{gt^2}{2} = H \\ V_0 \sin L - gt = 0 \end{cases}$$

$$t = \frac{L}{V_0 \cos L}$$

$$\tau = \frac{V_0 \sin L}{g} = \frac{2L}{3V_0 \cos L}$$

$$V_0 \sin L = \frac{2gL}{3V_0 \cos L}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

$$h = \frac{\omega_0^2 \sin^2 L}{\omega_0^2 \cos^2 L} - \frac{\frac{g}{2} \frac{1}{2} \cdot \frac{g L^2}{\omega_0^2 \cos^2 L}}{\omega_0^2 \sin^2 L} = \cancel{\text{здесь}}$$

$$\frac{\omega_0^2 \sin^2 L}{2g} = H = \frac{\frac{4}{9} g + L^2}{9 \omega_0^2 \cos^2 L} \cdot \frac{1}{2g} = \frac{2g/L^2}{9 \omega_0^2 \cos^2 L} \quad (\text{II})$$

$$\left\{ \begin{array}{l} h = L + gL - \frac{1}{2} \cdot \frac{g}{2} H \\ \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} tg L = \frac{\omega_0^2 \sin^2 L}{\frac{2}{3} L} = \frac{3}{2} \cdot \frac{\omega_0^2 \sin^2 L}{Lg} = \frac{3}{L} \cdot \frac{\omega_0^2 \sin^2 L}{2g} \\ = 3 \frac{H}{L} \end{array} \right.$$

$$h = 3 \frac{H}{L} \cdot \Delta - \frac{9}{4} H = \frac{12 - 9}{4} H = \frac{3}{4} H$$

$$1) \boxed{H = \frac{4}{3} h} \quad \cancel{\text{здесь}} \quad H = \frac{4}{3} \cdot 5,4^{1,8} \text{ (м)} = 7,2 \text{ (м)}$$

2) Согласно (I), H снимет разницу между координатой следут, что общей средней получится $2g$:

$$t_1 = 2\pi - t = \frac{4L}{3\omega_0 \cos L} - \frac{L}{\omega_0 \cos L} = \frac{L}{3\omega_0 \cos L}$$

$$\text{Из (2) следует: } \left(\frac{L}{3\omega_0 \cos L} \right)^2 = \frac{H}{2g} \Rightarrow \frac{L}{3\omega_0 \cos L} = \sqrt{\frac{H}{2g}}$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{H}{2g}} = \sqrt{\frac{92h}{3 \cdot 2g}} = \boxed{\sqrt{\frac{2h}{3g}}} \quad t_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot 5,4^{1,8} \text{ (м)}}{3 \cdot 50 \text{ (рад)}} \cdot (C^2)} =$$

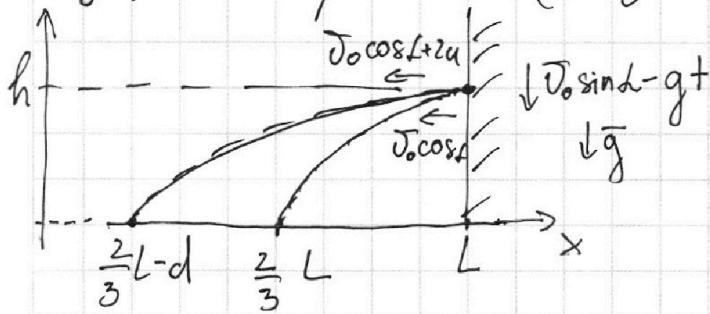
$$= \sqrt{0,36} \text{ (с)} = \boxed{0,6 \text{ (с)}}$$



- 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 стекла движется со скоростью u против оси Ox . Тогда в системе отсчета связанный со стеклом, у мяча проекция скорости $v_x = v_0 \cos L + u$, а скорость стекла никак не будет влиять на вертикальную составляющую скорости мяча. Тогда после соударения со стеклом в этой СО у мяча будет скорость $(-v_0 \cos L - u)$. Слова передней в СО земли и поглощении абсолютного проекции скорости $(-v_0 \cos L - 2u)$.



Время движения мяча падения в обоих случаях будет t_1 , ведь это определяется u - параметрами потока.

$$\begin{cases} \frac{2}{3}L - d = L - v_0 t_1 \cos L - 2ut_1 \\ \frac{2}{3}L = L - v_0 t_1 \cos L \end{cases}$$

$$-d = \cancel{v_0 t_1 \cos L} - \cancel{v_0 t_1 \cos L} - 2ut_1$$

$$2ut_1 = d \rightarrow \boxed{u = \frac{d}{2t_1}}$$

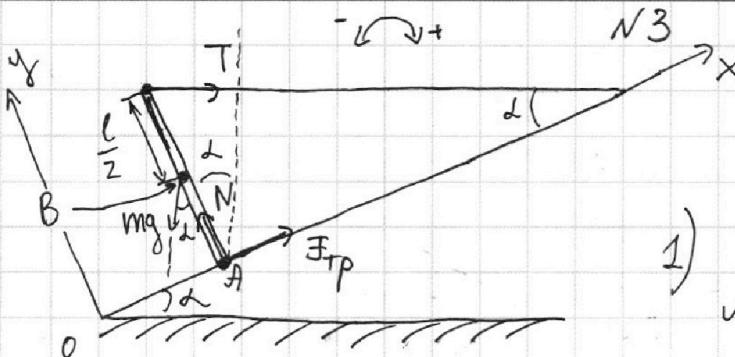
$$u = \frac{1,8^3 \text{ (m)}}{2 \cdot 9,6 \text{ (c)}} = 1,5 \text{ (m/c)}$$

Ответ: 1) $h = 7,2 \text{ (m)}$; 2) $t_1 = 0,6 \text{ (c)}$; 3) $u = 1,5 \text{ (m/c)}$.

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



ℓ - длина стержня
N - сила реакции
стороны

1) Рассмотрим правило
моментов относительно Т. А.:

$$m = \frac{2T \cos \alpha}{g \sin \alpha} = \frac{2T \operatorname{ctg} \alpha}{g}$$

$$(m) = \frac{M}{m} \cdot C^2 = \frac{m \cdot m \cdot c^2}{c^2 \cdot m} = m$$

$$m = \frac{2 \cdot 17,3 \cdot \sqrt{3}}{10} = 3,46\sqrt{3} \text{ (м)}$$

2) Рассмотрим моменты относительно Т. В.

$$T \frac{\ell}{2} \cos \alpha = F_{Tp} \frac{\ell}{2} = 0 \quad (\text{отсюда следует что } F_{Tp} \text{ направлена вдоль оси } Ox \text{ вверх}).$$

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

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

$$\mu \geq \frac{F_{Tp}}{N}$$

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

$$N = T \frac{\cos^2 \alpha + 1}{\sin \alpha}$$

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

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

Сержень покачивается \Rightarrow замедленный 1-ый з-н Ньютона
по оси OY: $\ddot{y} = 0$

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

$$mg = 2T \operatorname{ctg} \alpha$$

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

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

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

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

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

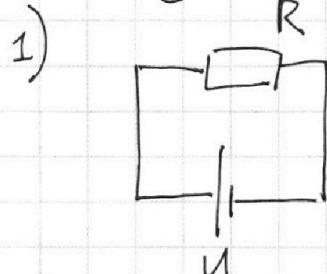
МФТИ

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

$$V = 1 \text{ л} = 10^{-3} \text{ м}^3 \quad N \ 4$$

$$m = g V = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 1 \text{ кг} - \text{ масса}$$

нагреваемой воды.



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

2) Уравнение теплового баланса:

$$cm dt + P dt - P_H dt = 0$$

Здесь dt - малое изменение температуры за малое время dt .

Тогда $P dt$ - это мощность под графиком $P(t)$ для этого dt .

$$P_0 = P(0) = 100 \text{ Вт}$$

$$P_1 = P(180) = P_0 + kt$$

кэ 30 к - часовой

коэффициент
на графике $P(t)$

$$P_1 = 100 + 1 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{с}} \cdot 180 =$$

$$= 280 \text{ Вт.}$$

$$k = \frac{300 - 100}{200} \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{с}} = 1 \frac{\text{Вт}}{\text{с}}$$

$$cm (\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0) + \frac{P_0 + P_1}{2} \cdot T = P_H \cdot T$$

$$\boxed{\tilde{t}_1 = T \cdot \frac{2P_H - P_0 - P_1}{2cm} + \tilde{t}_0}$$

$$\boxed{[\tilde{t}_1] = c \cdot \frac{\text{Вт} \cdot \text{м} \cdot {}^\circ\text{C}}{\text{Дж} \cdot \text{м}} + {}^\circ\text{C}}$$

$$= \frac{\cancel{\text{Вт}} \cdot \cancel{\text{Дж}} \cdot \cancel{\text{м}} \cdot {}^\circ\text{C}}{\cancel{\text{Дж}} \cdot \cancel{\text{Дж}}} + {}^\circ\text{C} =$$

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

$$\tilde{t}_1 = 180 \cdot \frac{800 - 100 - 280}{2 \cdot 420 \cdot 1} + 16 =$$

$$= \frac{9 \cdot 420}{420} + 16 = 25 \text{ } {}^\circ\text{C}$$

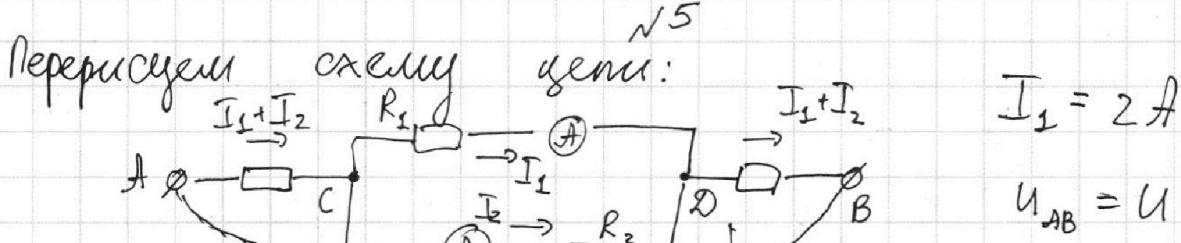
Ответ: $P_H = 400 \text{ Вт}$; $\tilde{t}_1 = 25 \text{ } {}^\circ\text{C}$.



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



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

$$\boxed{I_2 = I_1 \frac{R_2}{R_1}} \quad \Leftarrow$$

$$I_2 = 2A \cdot \frac{\frac{30 \Omega}{2}}{\frac{60 \Omega}{2}} = \textcircled{1A}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}; \text{ но условие } I_1 > I_2 \Rightarrow$$

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

Одно из сопротивлений R_{AC} и R_{DB} — это R_1 , а другое — R_2 , но конкретизировано каждое конкретно.

Мощность силы 6 источника:

$$\begin{cases} P = U I, \text{ где } I - \text{это общая ток 6 цепи,} \\ U = I(R_1 + R_2) + I_1 R_1 \end{cases} \text{ т.е. } I = I_1 + I_2 = 3A.$$

$$P = (I(R_1 + R_2) + I_1 R_1) I = \boxed{(I_1 + I_2)(R_1 + R_2) + I_1 R_1 (I_1 + I_2)}$$

$$[P] = ((A + A) \cdot (0\Omega + 0\Omega) + A \cdot 0\Omega) \cdot A = B \cdot A = Bt$$

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

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



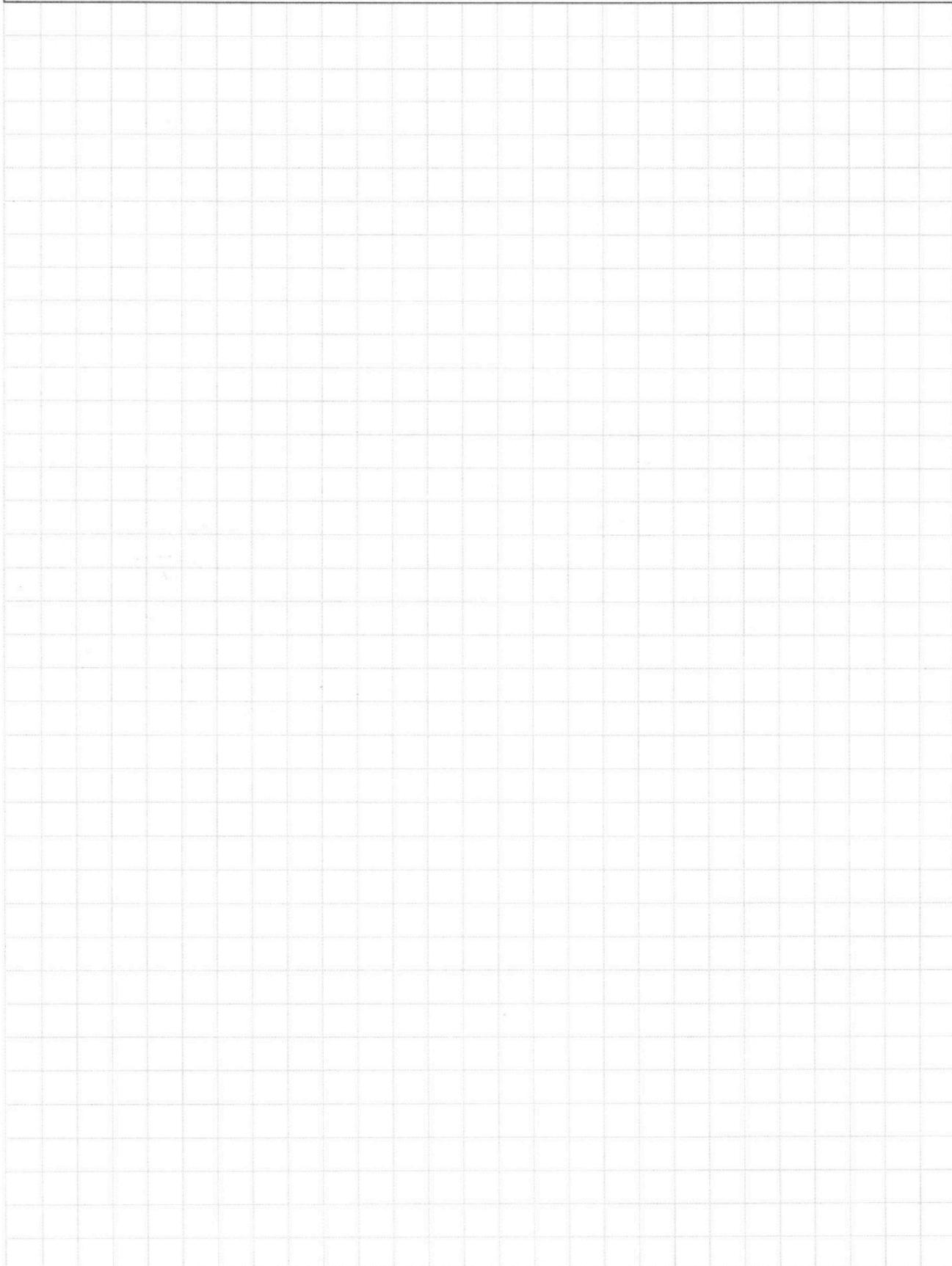
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

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

 МФТИ



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!

$$\begin{aligned}
 & + u^2 + V^2 - 2uV \cos \varphi_1 = V_1^2 \\
 & + u^2 + V^2 - 2uV \cos \varphi_2 = V_2^2 \\
 & \times \frac{169}{144} \quad \varphi_1 = 90 + \angle \\
 & + \frac{169}{144} \quad \varphi_2 = 90 - \beta \\
 & \sin \varphi_1 = \frac{169}{144} = \frac{\sin(90 + \angle)}{\cos(90 + \angle)} = \frac{\sin 90^\circ \sin \angle - \cos 90^\circ \cos \angle}{\cos 90^\circ \sin \angle + \sin 90^\circ \cos \angle} = \frac{-\sin \angle}{\cos \angle} = -\tan \angle \\
 & \cos(\varphi_1) = \cos(90 + \angle) = -\sin \angle \\
 & \cos(\varphi_2) = \sin \beta \\
 & (u^2 + V^2 + 2uV \sin \angle) = V_1^2 \\
 & + (u^2 + V^2 - 2uV \sin \beta) = V_2^2 \\
 & 2uV (\sin \angle + \sin \beta) = V_1^2 - V_2^2 \\
 & 2V \left(\frac{L}{T_1} - V \right) + 2V \left(V - \frac{L}{T_2} \right) = \frac{L^2 + d^2}{T_1^2} - \frac{L^2 + d^2}{T_2^2} \\
 & 2V \left(\frac{L}{T_1} - V + V - \frac{L}{T_2} \right) = (L^2 + d^2) \left(\frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2} \right) \\
 & 2V L \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) = (L^2 + d^2) \left(\frac{1}{T_1^2} - \frac{1}{T_2^2} \right) \\
 & 2VL \frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} = (L^2 + d^2) \frac{(T_2 - T_1)(T_2 + T_1)}{T_1^2 T_2^2} \\
 & V = \frac{(L^2 + d^2)(T_2 + T_1)}{2L T_1 T_2} = \frac{M^2 \cdot \alpha}{M \cdot C^2} = \frac{M}{C} \\
 & = \frac{130^2 \cdot 390 \cdot 130}{2 \cdot 120 \cdot 100 \cdot 240} = \frac{569 \cdot 17}{12 \cdot 12 \cdot 10 \cdot 2} =
 \end{aligned}$$

$$120 \cdot 24 = 12 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 12 = 194 \cdot 2 \cdot 10 = 2880$$

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

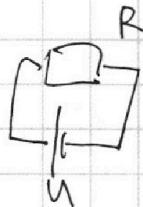
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



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

$$P = L(\tilde{f} - f_0)$$

$$V_2 = \frac{13\Phi}{24\Phi} = \frac{13}{24} \frac{U}{C}$$

$$\frac{P_H}{2} dt = CM d\tilde{f} + P dt$$

под графиком

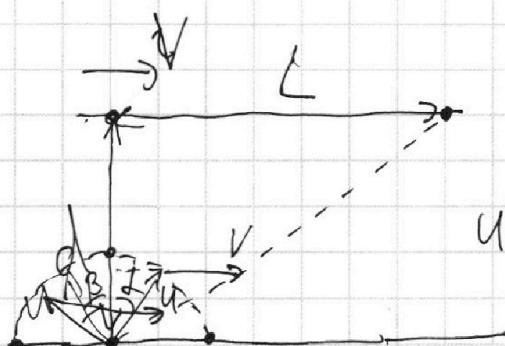
$$P_H = \frac{U^2}{R} \cdot T = CM(\tilde{f}_1 - f_0) + \frac{P_A + P_S}{2} \cdot T$$

$$P = kT + 100 \text{ (BT)}$$

$$\tilde{f}_1 = T - \frac{2P_H - P_2 - P_0}{2CM} + f_0 =$$

$$\frac{BT}{C} \quad P = t + 100 \text{ (BT)}$$

$$P_2 = 180 + 100 = 280 \text{ (BT)} \quad = 180 \cdot \frac{800 - 280 - 100}{2 \cdot 4200 \cdot 1} +$$



$$+ 16 =$$

$$\frac{400 - 280}{200 \cdot 420} = \frac{120 \cdot 120}{4 \cdot 4200} + 16 =$$

$$= 25^\circ C$$

$$UT_1 \cos \alpha = d \quad (U \sin \alpha + V) T_1 = L$$

$$UT_2 \cos \beta = d \quad (-U \sin \beta + V) T_2 = L$$

$$\frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{T_2}{T_1} = 24$$

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

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

$$U \sin \alpha T_1 = L - V T_1$$

$$V_1 = \frac{\sqrt{L^2 + d^2}}{T_1} = \frac{130}{400} = \frac{13}{40} \frac{U}{C}$$

$$U \sin \beta T_2 = V T_2 - L$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

$$L + g \angle = \frac{D_0 \sin \angle}{\frac{2}{3} \cdot \frac{g}{4}}. \quad \chi = \frac{3}{2}. \quad \frac{D_0 \sin \angle}{g} = \frac{3}{2} \cdot 4H \quad \text{17,3}$$

$$T = \frac{D_0 \sin \angle}{g}$$

$$2\alpha - \chi = f_1 \cos \angle \neq 1$$

$$\frac{2 D_0 \sin \angle}{g} - \frac{L}{D_0 \cos \angle} = f_1$$

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

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

$$H = \frac{4}{3} h = \frac{4}{3} \cdot \frac{1}{4} H = \frac{1}{3} H \quad \text{1,8}$$

$$\frac{2}{g} \sqrt{2gH} - \sqrt{\frac{H}{g} \cdot \frac{g}{2}} = 2 \sqrt{2 \frac{H}{g}} - \frac{1}{3} \sqrt{\frac{1}{2} \frac{H}{g}} =$$

$$= \sqrt{\frac{H}{g}} \left(2\sqrt{2} - \frac{1}{3}\sqrt{2}\right) = \frac{4}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{\frac{H}{g}} = \sqrt{\frac{H}{2g}} = \sqrt{\frac{3,6}{20}} =$$

$$D_0 t_1 \cos \angle + 2ut_1 - D_0 t_2 \cos \angle = d$$

$$U = \frac{d}{2t_2} = \frac{4,8 \cdot 3}{1,2} = 1,5 \left(\frac{m}{s}\right) \times \frac{36}{2} =$$

$$t_1 = 0,6 s$$

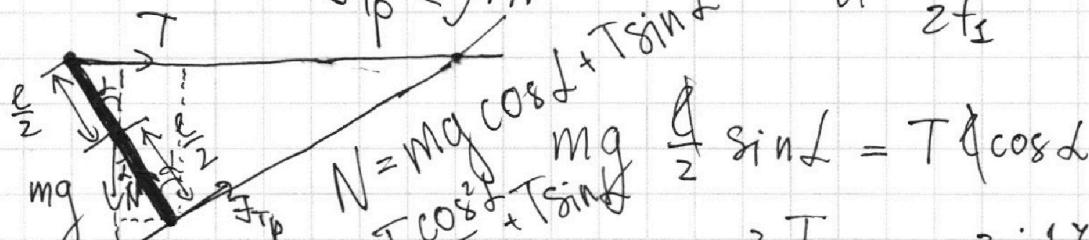
$$D_0 \cos \angle - U \rightarrow U$$

$$\frac{\sqrt{3}}{4} \sqrt{3}$$

$$T \frac{\ell}{2} \cos \angle = T_p \frac{\ell}{2} = 1,3 \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$D_0 \cos \angle - (D_0 \cos \angle - 2U) t_1 - 2D_0 = 2ut_1 = d \quad \text{8,54015}$$

$$T_p \leq M N \quad U = \frac{d}{2t_1} \quad \text{3,463}$$



$$M = \frac{2T}{g + g \angle} = \frac{2 \cdot 17,3 \cdot \sqrt{3}}{10} = 10$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,

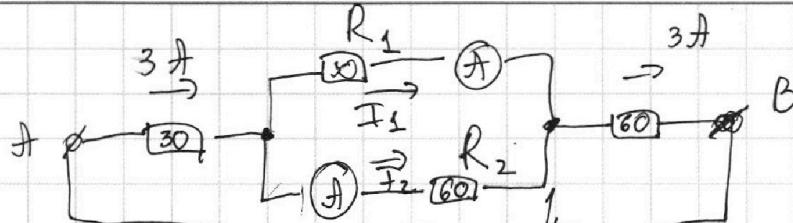
решение которой представлено на странице:



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



$$R_1 = 30 \Omega$$

$$R_2 = 60 \Omega$$

$$I_1 = 2A$$

$$I_2 R_2 = I_1 R_1$$

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

$$U = I R_1 + I_1 R_1 + I R_2 = 330V$$

$$h + \frac{g}{4} H = l \tan \theta$$

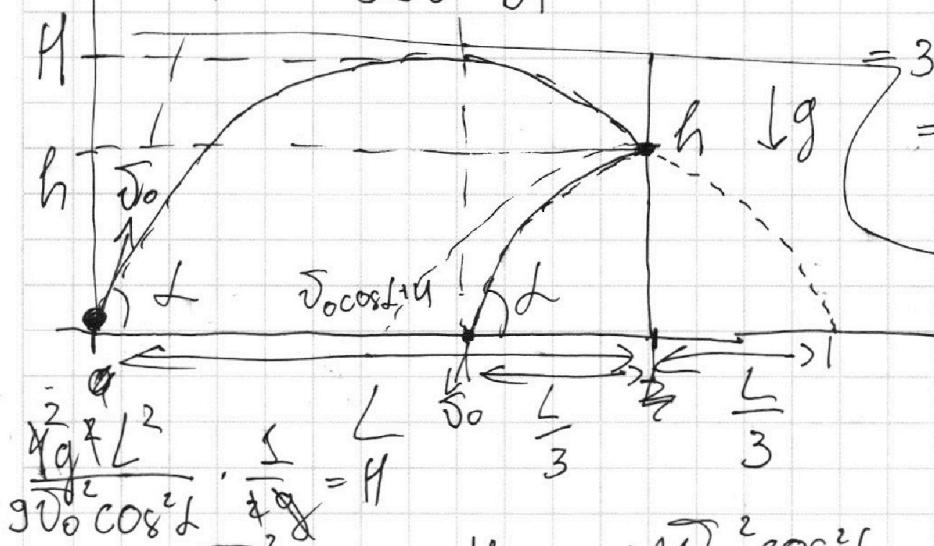
$$\frac{l}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

$$P = U I = 330 \cdot B_1 \cdot 3A = 990 \cdot B_T$$

$$I = I_1 + I_2 = 3A$$

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

$$= 3 \cdot 30 + 2 \cdot 30 + 3 \cdot 60 = 90 + 60 + 180 = 240 + 60 = 300V$$



$$\frac{V_0^2 \sin^2 \theta}{2g} = H$$

$$V_0^2 \sin \theta = \frac{L g}{3 \cos \theta}$$

$$\frac{m V_0^2}{2} - m g H - \frac{m V_0^2 \cos^2 \theta}{2} = 0$$

$$\frac{q L^2}{2 V_0^2 \cos^2 \theta} = \frac{H g}{2} \frac{L}{g} \frac{\sin \theta \cos \theta}{\cos^2 \theta} = \frac{2}{3} L$$

$$\frac{V_0^2 \sin^2 \theta}{2g} = H$$

$$V_0 \cos \theta = L$$

$$V_0 \sin \theta - \frac{g L^2}{2} = H$$

$$V_0 \cos \theta = \frac{L + \frac{L}{3}}{2} = \frac{2}{3} L$$

$$V_0 \sin \theta - \frac{g L^2}{2} = H$$

$$V_0 \sin \theta - g r = 0$$

$$L \tan \theta - \frac{g}{2} \cdot H \cdot \frac{g}{2} = h$$

$$r = \frac{V_0 \sin \theta}{g}$$

$$= h$$

$$V_0 \sin \theta \cdot \frac{L}{V_0 \cos \theta} -$$

$$-\frac{g}{2} \cdot \frac{L^2}{V_0^2 \cos^2 \theta} =$$

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!

$$l = Vt + ut \sin \varphi = \frac{Vd}{ucos\varphi} - \frac{usin\varphi \cdot d}{ucos\varphi} =$$

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

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

$$+ \frac{d}{cos\varphi} (-\cos \varphi) \Rightarrow \frac{\sin \varphi d}{cos^2 \varphi} \left(\frac{V}{u} - \sin \varphi \right) = 1$$

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

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

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

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

$$= d \sqrt{\frac{V^2 - u^2}{u^2}} = d \sqrt{\frac{V^2}{u^2} - 1}$$

$$ut \cos \varphi = d$$

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

~~$$\frac{d}{T_1} f g h l$$~~

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

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

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

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

$$u^2 T_1^2 - d^2 = l^2 + V^2 T_1^2 - 2 l V T_1$$

$$V^2 - u^2 = \frac{l^2 + d^2}{T_2 T_1}$$

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!

$$\begin{aligned} V^2 - u^2 &= \frac{L^2 + d^2}{T_1 T_2} = \frac{(L^2 + d^2)^2 (T_1 + T_2)^2}{9 L^2 T_1^2 T_2^2} - u^2 \\ u^2 &= \frac{L^2 + d^2}{T_1 T_2} \left(\frac{(L^2 + d^2)(T_1 + T_2)^2}{9 L^2 T_1 T_2} - 1 \right) = \\ &\quad \cancel{u^2 T_1 T_2} \quad L^2 T_1^2 + L^2 T_2^2 + 2 L^2 T_1 T_2 + \\ &\quad + d^2 (T_1 + T_2)^2 - 4 L^2 T_1 T_2 = \\ &2 L d \sqrt{\frac{4 L^2 T_1 T_2}{L^2 (T_1 + T_2)^2 + d^2 (T_1 + T_2)^2}} = \frac{L^2 (T_1 - T_2)^2 + d^2 (T_1 + T_2)^2}{4 L^2 T_1 + T_2} \end{aligned}$$

4

$$\frac{24}{7} \cdot \frac{6}{7} = 12 \cdot 12 \cdot \frac{14 \cdot 39 \cdot 10}{7 \cdot 7} + 5 \cdot 5 \cdot \frac{39 \cdot 39 \cdot 10}{14 \cdot 14}$$

$$\begin{array}{r} \begin{array}{r} 3 \\ \times 1496 \\ \hline 149 \\ + 1296 \\ \hline 546 \\ + 70560 \\ \hline 142830 \end{array} \\ + 72250 \\ \hline \begin{array}{r} 14 \\ - 2 \\ \hline 8 \end{array} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \begin{array}{r} 1 \\ \times 239 \\ \hline 239 \\ + 25 \\ \hline 548 \end{array} \\ + 1495 \\ \hline 42250 \end{array}$$