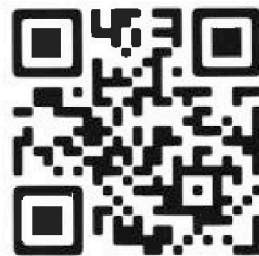




Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

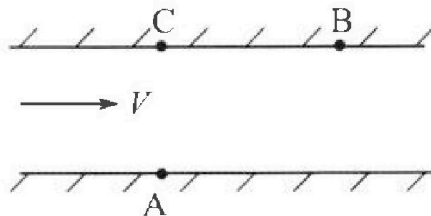
Вариант 09-01

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



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

В двух первых заплывах А – точка старта, В – точка финиша (см. рис., V - неизвестная скорость течения реки). Ширина реки $AC = d = 70$ м, снос, т.е. расстояние, на которое пловец смещается вдоль реки к моменту достижения противоположного берега, $CB = L = 240$ м.



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

- 1) Найдите скорости V_1 и V_2 пловца в лабораторной системе отчета в первом и втором заплывах.
- 2) Найдите скорость U пловца в подвижной системе отсчета, связанной с водой.

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

- 3) Найдите продолжительность T третьего заплыва.

2. Футболист на тренировке наносит удары по мячу, лежащему на горизонтальной площадке и направляет мяч к вертикальной стенке. После абсолютно упругого соударения со стенкой мяч падает на площадку. Наибольшая высота, на которой находится мяч в полете, $H = 16,2$ м.

Расстояние от точки старта до стенки в 5 раз больше расстояния от стенки до точки падения мяча на площадку.

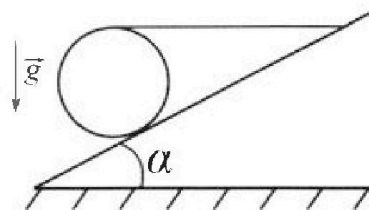
- 1) На какой высоте h происходит соударение мяча со стенкой?
- 2) Найдите продолжительность t_1 полета мяча от старта до соударения со стенкой.

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

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

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

3. Однородный шар массой $m = 3$ кг удерживается на шероховатой наклонной плоскости горизонтальной нитью, прикрепленной к шару в его наивысшей точке. Наклонная плоскость образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,6$.



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



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 09-01



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

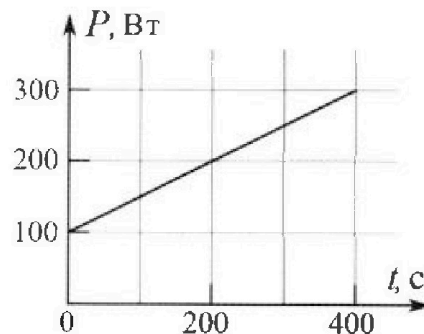
4. Воду нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $t_0 = 14^\circ\text{C}$, объем воды $V = 2$ л. Сопротивление спирали электроплитки $R = 20$ Ом, сила тока в спирали $I = 5$ А.

Зависимость мощности P тепловых потерь от времени t представлена на графике (см. рис.).

1) Найдите мощность P_H нагревателя.

2) Через какое время T после начала нагревания температура воды станет равной $t_1 = 25^\circ\text{C}$?

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

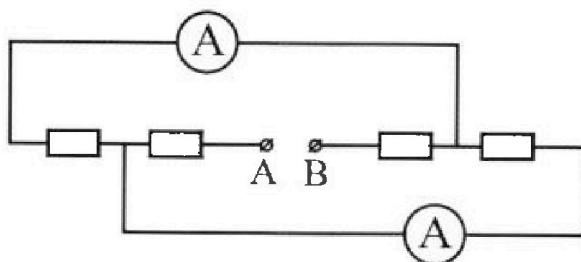


5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 20 Ом, у двух других сопротивление по 40 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

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

1) Найдите показание I_2 второго амперметра.

2) Найдите напряжение U источника.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

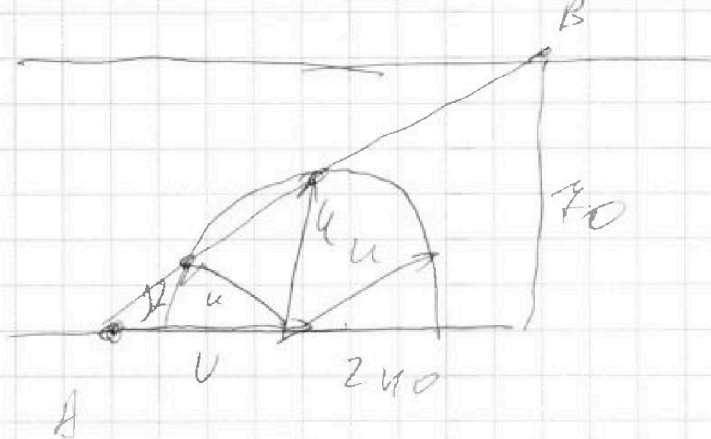
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 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!

Опишем вектор скорости вагона V



Вектора скорости u лежит как поперекрестно,
комму симметрично вектора определяется
поправлением (А-В). Тут видно 2 случая

$$AB = \sqrt{240^2 + 70^2} = 250 \text{ м}$$

$$V_1 = \frac{L}{T_1} = \frac{250}{1.72} L = \boxed{1.4 \frac{\text{м}}{\text{с}}}$$

$$V_2 = \frac{L}{T_2} = \frac{250}{1.74} L = \boxed{0.8 \frac{\text{м}}{\text{с}}}$$

$$\cos \alpha = \frac{240}{250} = \frac{24}{25} = 0.96$$

Писать для двух направлений

$$V a^2 = V_1^2 + V^2 - 2V_1 V \cos \alpha \quad a^2 = V_2^2 + V^2 - 2V_2 V \cos \alpha$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

Приравняем по a^2

Косинусы

$$V_1^2 + V^2 - 2V_1V \cos \alpha = V_2^2 + V^2 - 2V_2V \cos \alpha$$

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

$$V_1 + V_2 = 2 \cos \alpha V$$

$$V = \frac{V_1 + V_2}{2 \cos \alpha} = \frac{1,3}{2 \cdot 0,96} \approx 0,67 \text{ м/с}$$

$$u^2 = V_1^2 + V^2 - 2V_1V \cos \alpha =$$

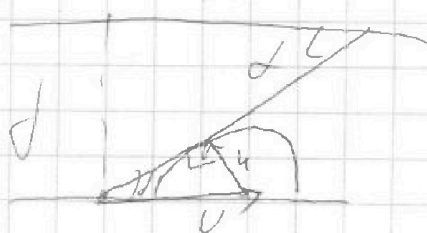
$$= 1,3^2 + 0,67^2 - 2 \cdot 1,3 \cdot 0,67 \cdot 0,96 =$$

$$= 1,69 - 1,64 \approx 0,05$$

$$u = \sqrt{0,05} = 0,22 \text{ м/с}$$

Скорость минимальной когда скорость

направлена по касательной



$$\cos \alpha = \frac{r}{V} = \frac{u}{V}$$

$$r = \frac{V}{u} \approx 165 \text{ м}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

$$f_{\text{доп}} = \frac{0,84}{2} \approx \frac{1}{2,4} \approx \frac{5}{12} - \text{полюса на}$$

широкополосную полосу 5:12:13

$$z_{\text{доп}} = \sqrt{2 + z^2} = \frac{d}{5} = 13 = 182 \text{ м.}$$

$$V' = \sqrt{V^2 - u^2} = \frac{V}{13} \cdot 12 = \frac{12}{13} \cdot \frac{27}{13} = 1,84 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$T = \frac{L'}{V'} \approx 100 \text{ секунд.}$$

Ответ: $V_1 = 1,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $V_2 = 0,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $u = 0,84 \frac{\text{м}}{\text{с}}$;

$T = 100 \text{ сек.}$

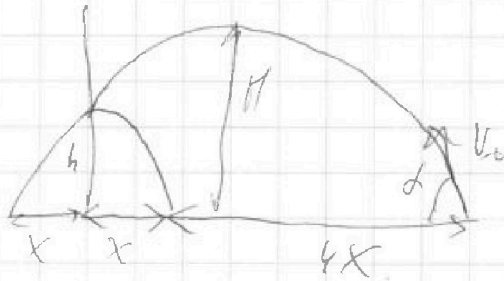
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



Пронзил участок параболы x за время t .

Отсюда видно, что дальность полета $= 6x$

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

$$x = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{6g} = \frac{v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{3g}$$

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

$$v_0 \sin \alpha = \sqrt{2gH}$$

Уравнение параболы. Высшая точка $y = h$, $x = 5x$

$$y = x \tan \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} \quad (\text{здесь } x \text{ — переменная, а } \alpha \text{ — введенный параметр})$$

$$h = 5 \frac{v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{3g} \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{g \cdot 25 \cdot v_0^4 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha}{2v_0^2 \cos^2 \alpha \cdot 9g^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

$$h = \frac{5}{3} \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} - \frac{25}{18} \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} =$$

$$= \frac{5}{18} \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} = \frac{5}{18} \cdot \frac{2gH}{g} =$$

$$= \frac{5}{9} H = \frac{5 \cdot 16,2}{9} = \boxed{9 \text{ м}}$$

$$t_1 = \frac{5x}{v_0 \cos \alpha} = 5 \cdot \frac{v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{2g v_0 \cos \alpha} = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}} =$$

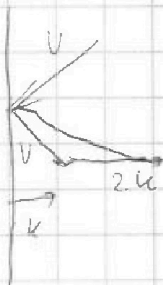
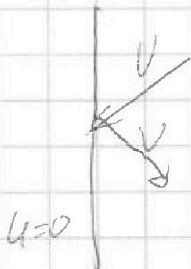
$$= \frac{5}{3} \sqrt{\frac{16,2}{5}} = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{81}{25}} =$$

$$= \frac{5}{3} \cdot \frac{9}{5} = \boxed{3 \text{ с}}$$

При увеличении скорости сечения

вектор скорости после удара $\vec{v}' = \vec{v} + 2\vec{u}$.

\vec{v} - вектор скорости тела до столкновения



Удар в обоих случаях происходит ~~в~~ на
одинаковой высоте, проекция скорости на вертикаль

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!

Эддингская = время полета эддингское
в проекции на горизонталь v_0
в первом случае v_0 скорость
на $2u$ больше \Rightarrow разность радиусов
 $d = 2u \cdot t'$; t' - время полета от
эддингского горизонта

по горизонтально он пролетает x ,
причем проекция скорости на
горизонталь $= v_0 \cos \alpha \Rightarrow$

$$t_1 = \frac{x}{v_0 \cos \alpha} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}{2g v_0 \cos \alpha} = \frac{v_0 \sin \alpha}{2g} =$$
$$= \frac{1}{3} \sqrt{\frac{24}{g}}$$

$$d = 2u \cdot t_1 = \frac{2u}{3} \sqrt{\frac{24}{g}} = \frac{2}{3} \cdot 2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 162}{5}} = \frac{2}{3} \cdot 2 \cdot \frac{3}{5} =$$
$$= 4 \cdot 0,6 = \boxed{2,4 \text{ м}}$$

Ответ: $h = 9 \text{ м}$; $t = 3 \text{ с}$; $d = 2,4 \text{ м}$.

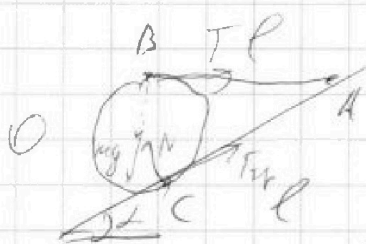
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



Запишем 2 уравнения моментов относительно точки A и O.

$$T \cdot R = F_{\text{тр}} \cdot R \quad (\text{мoment относительно } A = 0)$$

$$T = F_{\text{тр}} \quad (1)$$

Уравнение моментов относительно A:

$mg \cdot l = N \cdot l$ (плечи одинаковые, т.к. AB и AC — касательные из одной точки)

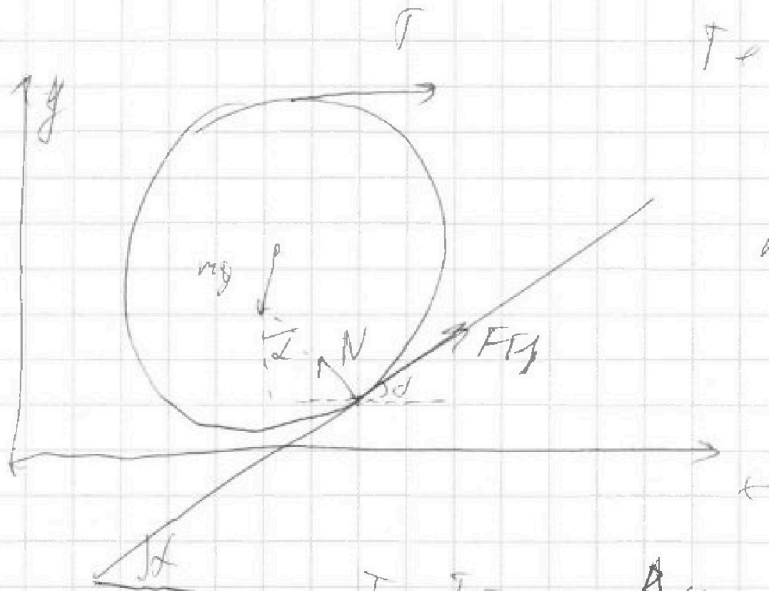
$$\Rightarrow mg = N \quad (2)$$

Уравнение сил по O_x:

$$T + F_{\text{тр}} \cos \alpha = N \sin \alpha \quad (3)$$

по O_y:

$$mg = N \cos \alpha + F_{\text{тр}} \sin \alpha \quad (4)$$



подставим (1) и (2) в (3)

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

$$\text{получаем } T = mg \frac{\sin \alpha}{1 + \cos \alpha} = mg \frac{0,6}{1 + \sqrt{1 - 0,36}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

 МФТИ

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

$$= 3 \cdot 10 \frac{0,6}{1,8} = 10 \text{ Н}$$

$$T = F_{\text{тр}} = 10 \text{ Н}$$

П.к. эта сила трения колей, поэтому больше
чем сила трения шасси

$$F_{\text{сх}} = \mu N = \mu mg$$

$$F_{\text{тр}} \leq \mu mg$$

$$\frac{F_{\text{тр}}}{mg} \leq \mu$$

$$\frac{5,4 \text{ Н}}{10 \text{ Н}} \leq \mu$$

$$0,54 \leq \mu$$

$$\text{Ответ: } T = F_{\text{тр}} = 10 \text{ Н}; \mu \geq 0,54$$

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!

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

Для нагрева 2 л воды на 17°C

надо получить энергию

$$Q = VPC(t_1 - t_0) = Q_{\text{н}} - P_0 Q_{\text{от}}$$

$Q_{\text{от}}$ можно считать как площадь под

графиком $P(t)$

$$P(t) = P_0 e^{-\lambda t} \quad ; \quad P_0 = 500 \text{ Вт}$$

$$\int_0^T P(t) dt =$$

$$= P_0 T + \frac{\lambda T^2}{2}$$

$$Q = P_H T - P_0 T - \frac{\lambda T^2}{2} = (P_H - P_0) T - \frac{\lambda T^2}{2}$$

$$VPC(t_1 - t_0) = (P_H - P_0) T - \frac{\lambda T^2}{2} \quad | \cdot 2$$

$$2VPC(t_1 - t_0) = 2(P_H - P_0) T - \lambda T^2 = 0$$

$$\lambda T^2 - 2(P_H - P_0) T + 2VPC(t_1 - t_0) = 0$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

$$D = 4(P_H - P_0)^2 - 8 \alpha V P C (t_1 - t_0) =$$

$$= 4 \cdot 400^2 - 8 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot 4200 \cdot 11 =$$

$$= 4 \cdot 400 (400 - \frac{1}{2} 21 \cdot 11) = 4 \cdot 400 \cdot 169 =$$

$$= (2 \cdot 20 \cdot 13)^2 \text{ Вт}^2 = (520)^2 \text{ Вт}^2$$

$$T_1 = \frac{2(P_H - P_0) + \sqrt{D}}{2 \alpha} = \frac{800 + 520}{1} = 1320 \text{ сек}$$

$$T_2 = \frac{800 - 520}{1} = 280 \text{ сек}$$

Хочется отметить первый корень, но он имеет физический смысл $P_{\text{возд}} \neq P_{\text{возд}} - T_0$ нагреется до всей максимальной температуры и начнет остывать, означать он будет в течение какого-то времени и температура дойдет до 25°C . Смысл первого корня очевиден.

Ответ: $P_H = 500 \text{ Вт}$; $T_1 = 280 \text{ сек}$; $T_2 = 1320 \text{ сек}$.

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!

Так как показания амперметров различны,
то схема звячки не симметрична
варианты, ~~ка~~ возможные комбинации
резисторов слева направо

- 1) 20 40 40 20
2) 40 20 20 40

Отказывают (иногда показывается одинаково)

Отказала звячка

20 40 20 40

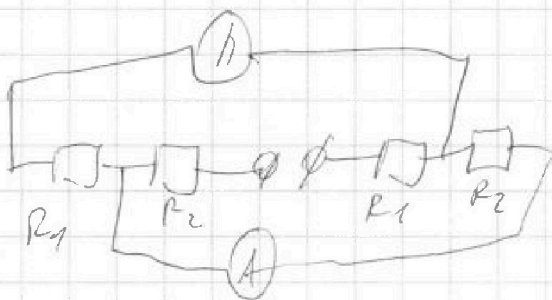
40 20 40 20, но они симметричны

относительно поворота схемы (если в первом

случае через верхний резистор идет

I_1 I_2 I_1 I_2 через нижний I_2 , I_1 I_2

второй схеме через верхний I_2 , через
нижний I_1)



Перепишем эту схему
размещая вводы в
право и лево

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

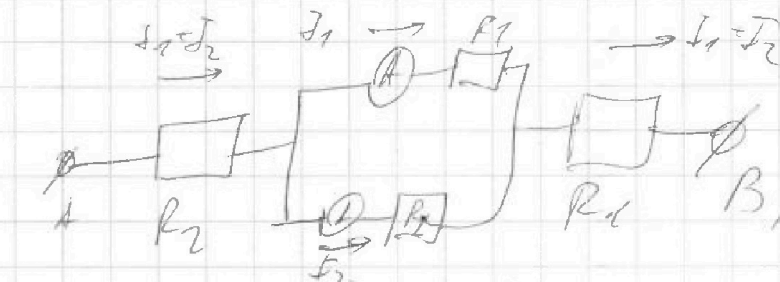
Отметьте крестиком номер задачи,

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 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 $R_1 > R_2$ ($R_1 = 40 \text{ Ом}$; $R_2 = 20 \text{ Ом}$).

тогда максимальный ток через
резистор ~~состоит~~ и амперметр через

резистор R_1

$$I_1 R_1 = I_2 R_2$$

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

$$U = (I_1 + I_2)(R_1 + R_2) + I_1 R_1 =$$

$$= 3 \text{ А} \cdot 60 \text{ Ом} + 1 \text{ А} \cdot 40 \text{ Ом} = 220 \text{ В}$$

$$\text{Ответ: } I_2 = 2 \text{ А}; U = 220 \text{ В}$$

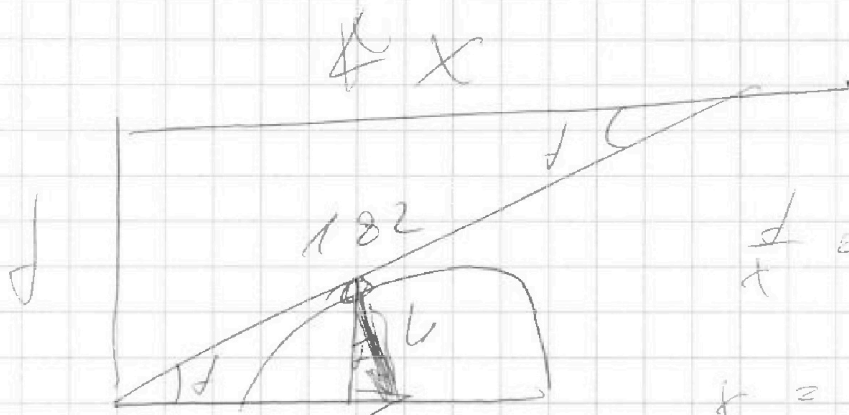
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$\frac{d}{x} = \frac{u}{V}$$

$$x = \frac{dV}{u} = \frac{2}{0,84} \cdot 140$$

$$t = \frac{V}{\sqrt{d^2 + u^2}} = \frac{V}{\sqrt{140^2 - u^2}}$$

$$t = \frac{d}{u \cos \alpha}$$

$$\frac{140}{0,84} = 168,0$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 168,0 \\ \hline 336,0 \\ + 1680,0 \\ \hline 336,0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 2,3 \\ \hline 4,6 \\ + 46,0 \\ \hline 50,6 \end{array}$$

≠

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 0,84} \\ \underline{168} \\ 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 182 \overline{) 184} \\ \underline{182} \\ 2 \end{array} = 100L$$

$$\lg d = 2,4 = \frac{5}{12}$$

$$\begin{array}{r} \overline{200} \overline{) 184} \\ \underline{168} \\ 320 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 13 \\ \hline 13 \\ + 140 \\ \hline 153 \end{array}$$

$$\frac{2}{13} \cdot 182 = 28$$

$$= \frac{28}{13}$$

$$\begin{array}{r} 24 \overline{) 13} \\ \underline{13} \\ 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 24 \overline{) 184} \\ \underline{110} \\ 74 \\ \underline{60} \\ 14 \end{array}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

$$V = \frac{V_1 + V_2}{2 \cos \alpha} = \frac{V_1 + V_2}{2}$$

$$\frac{250}{400} = \frac{5}{8} = 0,625$$

$$V_1 = \frac{250}{192} \approx 1,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$V_2 = \frac{250}{414} \approx 0,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$V = \frac{1,3 + 0,6}{2 \cdot 0,96} = \frac{1,9}{2 \cdot 0,96} \approx 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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

$$U^2 = 4 + 1,69 - 2 \cdot 2 \cdot 1,3 \cdot 0,96 =$$
$$= 5,69 - 5,2 \cdot 0,96 \approx 0,4$$

$$U = \sqrt{0,4} \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 0,63 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,83 \\ 0,83 \\ \hline 249 \\ \hline 0,6889 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,84 \\ \times 0,84 \\ \hline 336 \\ 642 \\ \hline 0,7056 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,96 \\ 5,2 \\ \hline 192 \\ 480 \\ \hline 4,992 \end{array}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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



$$\frac{\sin(2\alpha)}{\sin \alpha} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{1500 \text{ м}^3}{36 \text{ ч} / 0,8}$$

$$\frac{\sin 2\alpha \cos \alpha + \sin \alpha \cos 2\alpha}{\sin \alpha} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\sin 2\alpha \cos \alpha + \cos 2\alpha \sin \alpha = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 2\cos^2 \alpha - 1 =$$

$$= 2 \cdot \left(\frac{24}{25}\right)^2 - 1 = 0,8432 = \frac{2 \cdot 24^2 - 25^2}{25}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,26 \\ 0,96 \\ + 526 \\ \hline 864 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,9216 \\ \times 2 \\ \hline 1,8432 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 24 \\ 48 \\ + 96 \\ \hline 24 \\ \hline 336 \end{array}$$

$$0,9216$$

$$\sin 2\alpha = 2 \cdot \frac{24}{25} \cdot \frac{24}{25} =$$

$$= \frac{24^2 \cdot 2 \cdot 24}{25^2} =$$

$$= \frac{24^2 \cdot 49}{25^2} = \frac{529}{25}$$

$$\begin{array}{r} \times 24 \\ 48 \\ + 96 \\ \hline 24 \\ \hline 336 \end{array}$$

$$\frac{336}{252} \cos \alpha +$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

МФТИ

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

$$u^2 = \frac{(v_1 + v_2)^2}{4 \cos^2 \beta} - v_1 v_2 = \frac{L^2 \left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} \right)^2}{4 \cdot \frac{3}{L^2}} - \left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} \right)^2 L^2 =$$

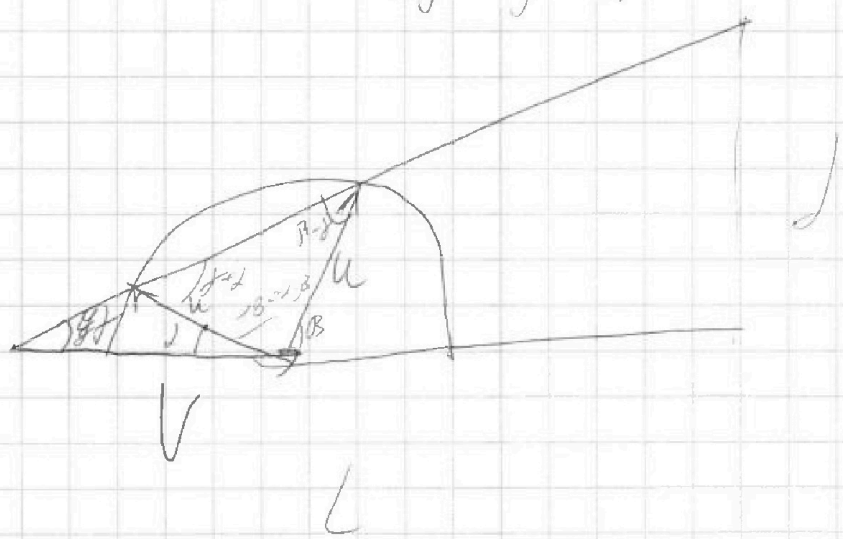
$$u = L^2 \left(\frac{L^2 \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)^2}{9 L^2} - \left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} \right)^2 \right) =$$

$$= L^2$$

$$\beta - \alpha = \tau - \beta$$

$$\beta - \alpha = \beta$$

$$\beta - \alpha = \beta$$



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

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

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{T_1}{T_2}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

$$= 4 \cdot 400^2 - 8 \cdot 4200 \cdot 11 =$$

$$= 400 (4 \cdot 400 - 2 \cdot 4200 \cdot 11) =$$

$$= 4 \cdot 400 (400 - 21 \cdot 11) = 4 \cdot 400 \cdot 169 =$$

$$= (2 \cdot 20 \cdot 13)^2$$

$$\begin{array}{r} \times 21 \\ \times 11 \\ \hline 231 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 400 \\ - 231 \\ \hline 169 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 13 \\ \times 40 \\ \hline 520 \end{array}$$

$$f_1 = \frac{2 \cdot 400 + \sqrt{D}}{2} = 2 \cdot 400 + 2 \cdot 20 \cdot 13 =$$

$$= 2 \cdot 400 + 520 = 800 + 520 = 1320 \text{ кг}$$

$$800 - 520 = \boxed{280 \text{ кг}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

$$400 < 631$$

$$= (20 + x)^2 = 631$$

~~631~~

$$\begin{array}{r} 21 \\ 821 \\ \hline + 21 \\ 42 \\ \hline 441 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8 \\ 20 \\ \hline 29 \\ 261 \\ \hline 58 \\ 841 \end{array}$$

$$D = 4 \cdot 400^2 + 8 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 4200 \cdot 11 =$$

$$= 400(4 \cdot 400 + 2 \cdot 42 \cdot 11) =$$

$$= 4 \cdot 400(400 + 21 \cdot 11) = 4 \cdot 400 \cdot 631$$

$$(P_H - P_0) t - \frac{d}{2} t^2 = V P_C (t_r - t_0)$$

$$\frac{d}{2} t - [(P_H - P_0) t + V P_C (t_r - t_0)] = 0$$

$$D = 4 \cdot 400^2 - 4 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 11 \cdot 4200$$

$$= 4 \cdot 400^2 - 8 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 4200 \cdot 11 =$$

$$= 4 \cdot 400^2 - 8 \cdot 4200 \cdot 11 = 400(4 \cdot 400)$$



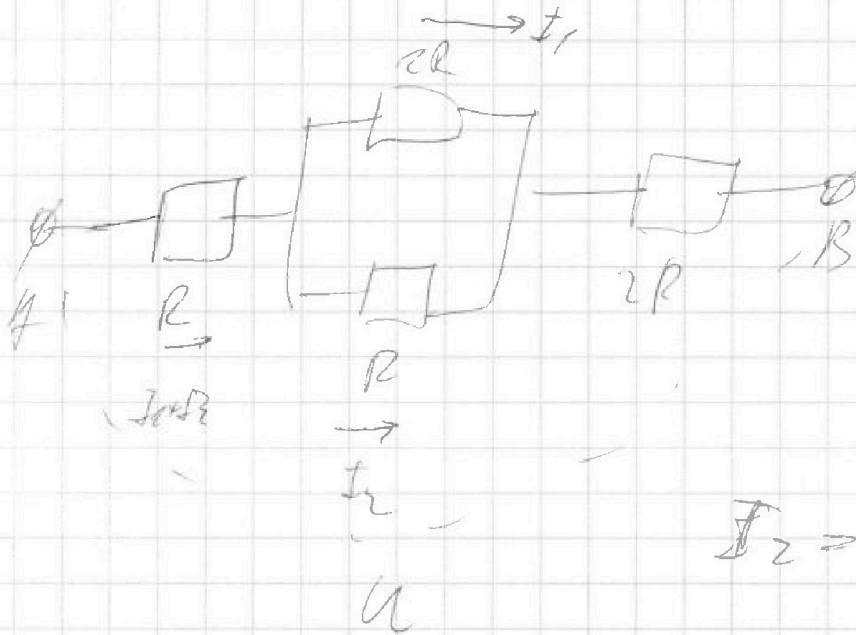
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



$$I_2 = 2A \quad U = 2A \cdot R$$

$$U_0 = R(I_1 + I_2) = 2I_1 R = R(3I_1 + I_2) =$$

$$= R(5 \cdot I_1) = 20 \text{ ohm} \cdot 5 \cdot 1A = 100 \text{ V}$$

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

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

$$= \frac{V_1^2 + 2V_1 V_2 + V_2^2 - 4V_1 V_2 \cos^2 \alpha}{4 \cos^2 \alpha}$$



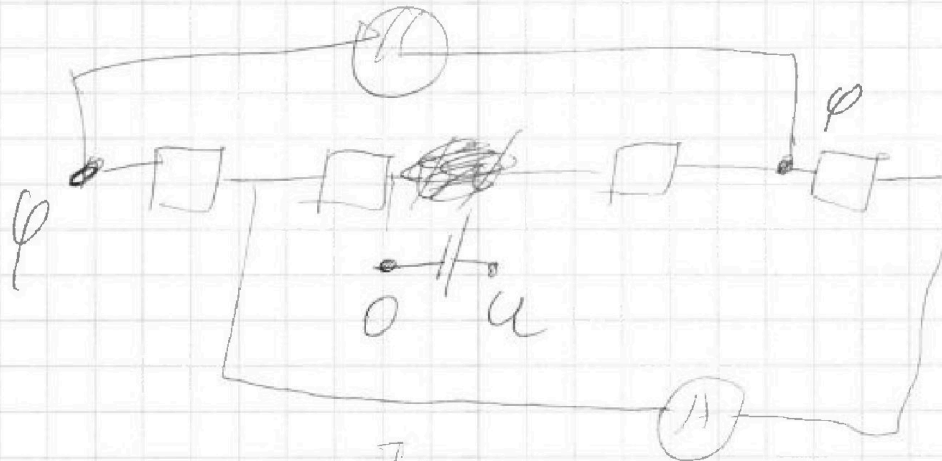
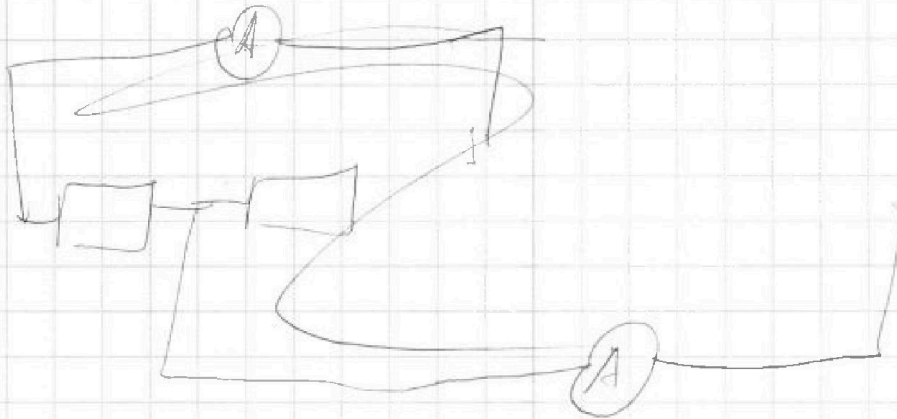
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

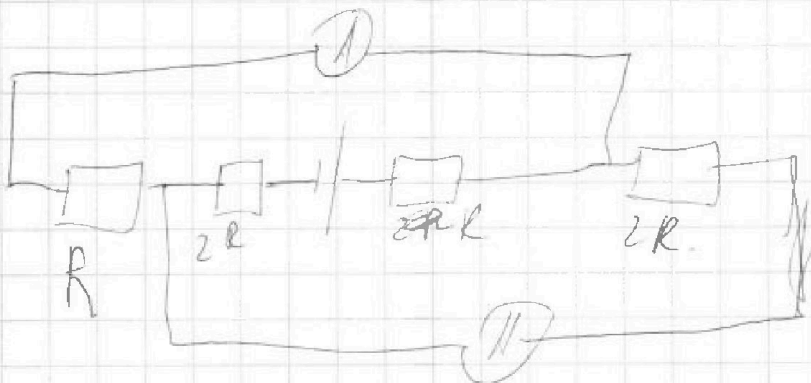
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input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



I_1



I_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!

$$Q = VPC(t_1 - t_0) = P_H t - Q_{\text{пер}}$$

$$Q_{\text{пер}} = \frac{P_0 + P_0 + \cancel{P_0} + t}{2} t =$$

$$P_0 = 4000 \text{ руб} \\ d = \frac{1}{2} \frac{13\%}{C}$$

$$P_H t = \frac{1}{2} (P_0 + \frac{d}{C} t) t = VPC(t_1 - t_0)$$

$$~~P_0 t + \frac{d}{2} t^2 = VPC(t_1 - t_0) \cdot 2~~$$

$$~~2P_0 t + d t^2 = 2VPC(t_1 - t_0)~~$$

$$~~d t^2~~$$

$$(P_H - P_0) t = \frac{d}{2} t^2 = VPC(t_1 - t_0)$$

$$2(P_H - P_0) t = d t^2 = 2VPC(t_1 - t_0)$$

$$d t^2 - 2(P_H - P_0) t + 2VPC(t_1 - t_0) = 0$$

$$D = 4(P_H - P_0)^2 + 8 \cdot VPC(t_1 - t_0) =$$

$$= 4 \cdot 400^2 + 8 \cdot \frac{1}{2} \cdot 4200 \cdot 11 =$$

$$= 4 \cdot 100 (4 \cdot 400 + 4 \cdot 42 \cdot 11) = 16 \cdot 100 (400 + 42 \cdot 11) =$$

$$= 16 \cdot 100 \cdot \cancel{400} \cdot \cancel{42} \cdot \cancel{11}$$

$$\begin{array}{r} 42 \\ \times 11 \\ \hline 42 \\ 420 \\ \hline 462 \end{array}$$

631

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

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

$$m = V P$$

$$Q = (t_1 - t_0) m C = V P C (t_1 - t_0) =$$

$$= P_H t - \int_0^t P_{\text{пот}}(t) dt$$

$$P_{\text{пот}}(t) = 100 \text{ Вт} + \frac{1}{2} \frac{600 \text{ Вт}}{C} \cdot t$$

$$P_H t -$$

$$\int P_{\text{пот}}(t) dt = 100 \text{ Вт} \cdot t + \frac{1}{2} \frac{600 \text{ Вт}}{C} \frac{t^2}{2}$$

$$= 100 t + \frac{1}{4} t^2$$

$$V P C (t_1 - t_0) = 500 t - 100 t - \frac{1}{4} t^2 =$$

$$= 400 t - \frac{1}{4} t^2 = V P C (t_1 - t_0) = 2 \cdot 4200 \cdot \frac{90}{1000}$$

$$= 2 \cdot 4200 \cdot 11 \cdot 0.1 \text{ Дж}$$

$$400 t - \frac{1}{4} t^2 = 8 \cdot 4200 \cdot 11$$

$$t^2 - 1600 t + 8 \cdot 4200 \cdot 11 = 0$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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

$$5x = V_0 \cos \alpha t_1 \quad t_1 = \frac{5x}{V_0 \cos \alpha}$$

$$h = V_0 \sin \alpha t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$$

$$h = V_0 \sin \alpha \cdot \frac{5x}{V_0 \cos \alpha} - \frac{g \frac{25x^2}{V_0^2 \cos^2 \alpha}}{2} = \frac{25x^2}{2} =$$

$$= 5x \tan \alpha - \frac{25x^2 g}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$= 5x \tan \alpha - \frac{25g \cdot 5^2 V_0^2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha \cdot 18g} =$$

$$= 5x \tan \alpha - \frac{25 V_0^2 \sin^2 \alpha}{18g} =$$

$$= 5 \frac{V_0^2 2g \sin \alpha \cos \alpha \cdot \sin \alpha}{6g} - \frac{25 V_0^2 \sin^2 \alpha}{18g} =$$

$$= \frac{5 \times 0 V_0^2 \sin^2 \alpha}{3g} - \frac{25 V_0^2 \sin^2 \alpha}{18g} =$$

$$= \frac{5}{18} \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{g} = \frac{5}{18} \cdot 2H = \boxed{\frac{5}{9} H}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

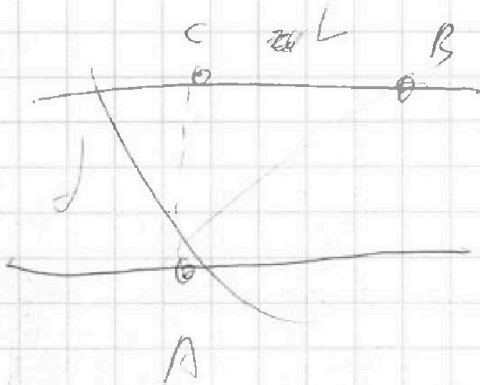
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

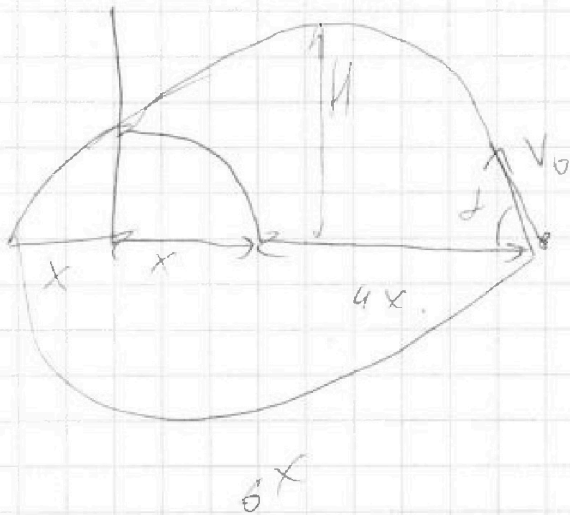
МФТИ

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



$$L = V_0 \cos \alpha t = 6x$$

$$H = V_0 \sin \alpha \frac{t}{2} - \frac{g t^2}{8}$$



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

$$= \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{g} - \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

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

$$V_0 \cos \alpha \frac{2 V_0 \sin \alpha}{g} = 6x$$

$$V_0 \cos \alpha t = 6x$$

$$0 = V_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

$$\frac{g t^2}{2} = V_0 \sin \alpha t$$

$$g t = 2 V_0 \sin \alpha$$

$$t = \frac{2 V_0 \sin \alpha}{g}$$

$$\frac{t}{2} = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$$

$$\frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{g} = 6x$$

$$x = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{6g}$$

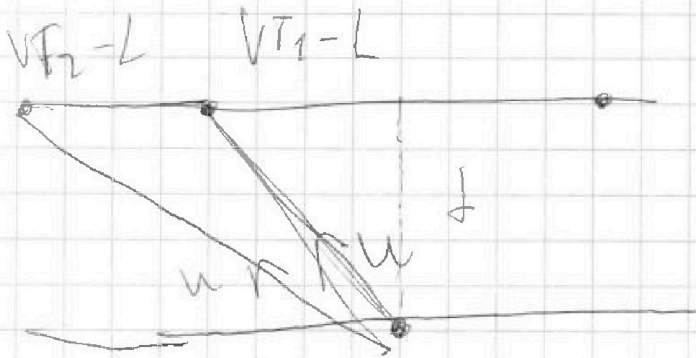
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\cos \alpha = \frac{240}{250}$$

$$= \frac{24}{25}$$

$$(V_2 - L)^2 + d^2 = u^2 T_2^2$$

$$1920 = 8 \cdot 60 \cdot \frac{12}{60} \cdot 60$$

$$= 3,2 \text{ мекс.}$$

$$(V_1 - L)^2 + d^2 = u^2 T_1^2$$

$$4176 = 6 \cdot \text{мин} \cdot 5^{\text{с}}$$

$$u^2 = V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2 \cos \alpha$$

$$u^2 = V_2^2 + V^2 - 2V_2V \cos \alpha$$

$$= 6 \frac{10}{20} =$$

$$= 6,95 \text{ мкс}$$

$$V_1^2 - 2V_1V \cos \alpha = V_2^2 - 2V_2V \cos \alpha$$

$$V_1^2 - V_2^2 = 2V_1V \cos \alpha - 2V_2V \cos \alpha$$

$$= 6,95$$

$$\cdot 3,2$$

$$= 22,24$$

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

$$V_1 - V_2 = V \cdot 2 \cos \alpha$$

$$V = \frac{V_1 + V_2}{2 \cos \alpha} = \frac{250 \left(\frac{1}{4,97} + \frac{1}{7,92} \right)}{2 \cdot \frac{24}{25}} =$$

$$250 \cdot 4,7192$$

$$29 \cdot 250 \left(\frac{1}{6,95} + \frac{1}{3,2} \right)$$

$$25 \cdot 250 \cdot 27,24$$

48

48.

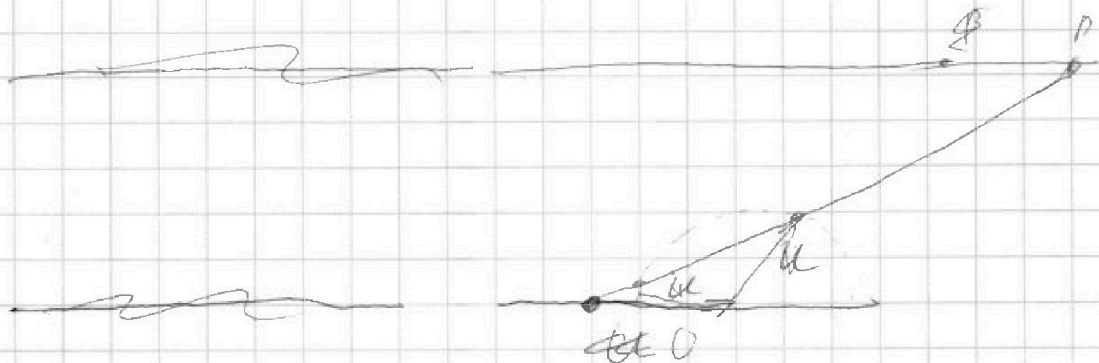
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



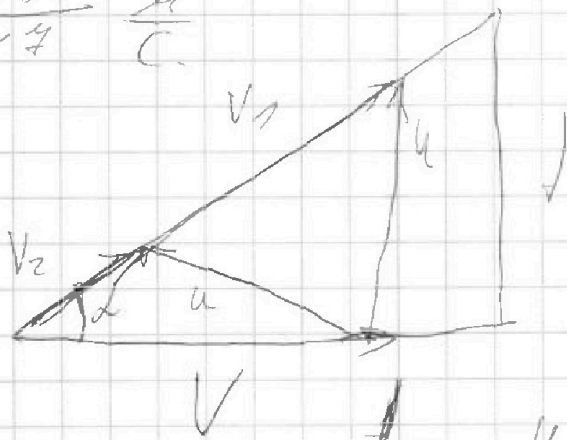
$$AB = \sqrt{40^2 + 2250} = \sqrt{4^2 + 22^2} \cdot 10 = 25 \cdot 10 = 250 \text{ м.}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 24 \\ \hline 48 \\ + 96 \\ \hline 576 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 576 \\ \hline 42 \\ \hline 625 \end{array}$$

$$V_1 = \frac{AB}{T_1} = \frac{250}{192} = \frac{125}{96} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$V_2 = \frac{AB}{T_2} = \frac{250}{417} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$u^2 = V_1^2 + V^2 - 2V_1V \cos \alpha$$

$$u^2 = V_2^2 - V^2 - 2V_2V \cos \alpha$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

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

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

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

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,8$$

$$T = 3 \cdot 10 \frac{0,6}{1 \cdot 0,8} = 7,5 \cdot 10 \frac{0,6}{0,8} = 10 \text{ Н}$$

$$F_{\text{тр}} = 10 \text{ Н}$$

$$N = mg = T \frac{T \cos \alpha}{T \sin \alpha} = 20 \cdot 1,5 = 30 \text{ Н}$$

$$\Rightarrow F_{\text{тр}} \leq \mu N$$

$$10 \text{ Н} \leq \mu \cdot 30 \text{ Н}$$

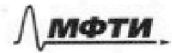
$$\frac{1}{3} \leq \mu$$

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

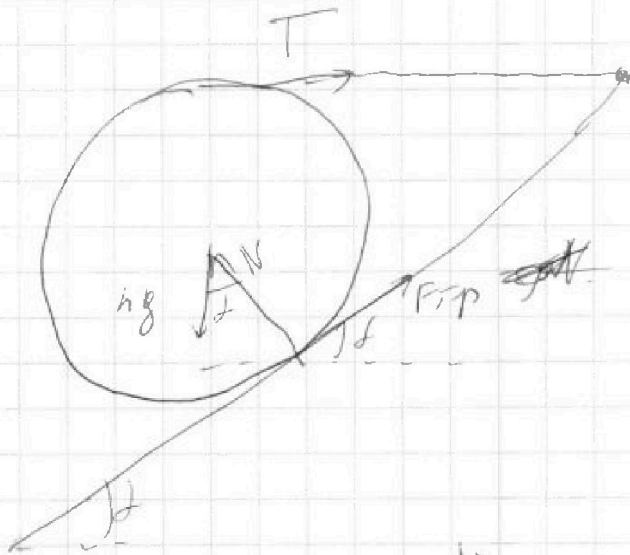
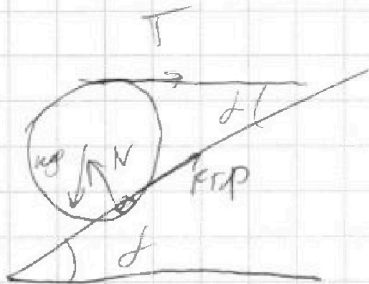
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



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



$T = F_{\text{тр}} \cdot \frac{1}{\mu} \cdot \frac{1}{\cos \alpha}$
или $T = \frac{F_{\text{тр}}}{\mu \cos \alpha}$

~~$F_{\text{тр}} = \mu N \cos \alpha = N \mu \cos \alpha$~~

~~$T = N(\mu \sin \alpha - \mu \cos \alpha)$~~

~~$m g = N \cos \alpha + F_{\text{тр}} \sin \alpha$~~

~~$m g = N(\cos \alpha + \mu \sin \alpha)$~~

~~$m g = N \cos \alpha + F_{\text{тр}} \sin \alpha$~~

$m g = N \cos \alpha + T \sin \alpha$

$T + F_{\text{тр}} \cos \alpha = N \sin \alpha$

$N = \frac{m g \cos \alpha}{\sin \alpha}$

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

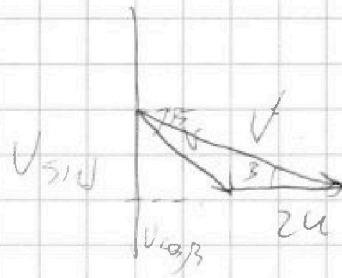
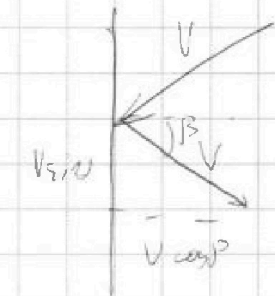
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



Проекция на вертикаль постоянна \Rightarrow время одинаково \Rightarrow разность между горизонтальными проекциями $= 2u \cdot \Delta t$.

$$\text{Время падения} = \frac{h}{V \cos \beta} = \frac{x}{V_0 \cos \alpha} = \frac{V_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{V_0 \cos \alpha} =$$

$$= \frac{V_0 \sin \alpha}{g} = \frac{\sqrt{2gh}}{g} = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}} =$$

$$= \frac{1}{3} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 16,1}{9,8}} = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{81}{25}} = \frac{1}{3} \cdot \frac{9}{5} = 0,6 \text{ с.}$$

$$\Rightarrow J = 2u \Delta t = 2 \cdot 2 \cdot 0,6 = 2,4 \text{ м.}$$

$$J = 2u \cdot \frac{1}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{2}{3} u \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

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!



$$\frac{5}{9} \times 16,2 =$$

$$1,8 \times 5 =$$

$$= \frac{9}{5} \cdot 5 = \boxed{9 \text{ м.}}$$

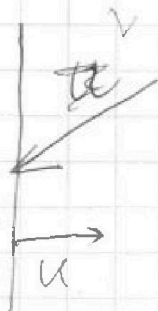
$$\begin{array}{r} 16,2 \\ - 9 \\ \hline 7,2 \\ - 4,2 \\ \hline 3,0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16,2 \\ \times 5 \\ \hline 81,0 \end{array}$$

$$t_{12} = \frac{5x}{V_0 \cos \alpha} = \frac{5 \cdot 2 \cdot V_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{6 V_0 \cos \alpha}$$

$$= \frac{5}{3} \frac{V_0 \sin \alpha}{g} = \frac{5}{3} \frac{\sqrt{2gH}}{g} = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$= \frac{5}{3} \sqrt{\frac{2 \cdot 16,2}{9,8}} = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{81}{25}} = \frac{5 \cdot 9}{3 \cdot 5} = \boxed{3 \text{ с}}$$



формула g и $V_0 \sin \alpha$
 точка падения $x = \frac{8V_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{3 \cdot g}$

BCO — время

