



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

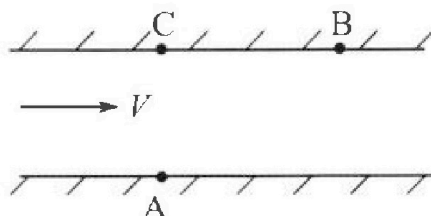
Вариант 09-01

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.

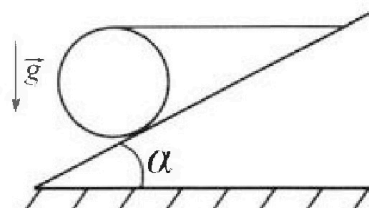
- 1) На какой высоте h происходит соударение мяча со стенкой?
- 2) Найдите продолжительность t_1 полета мяча от старта до соударения со стенкой.

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 $\sin \alpha = 0,6$.



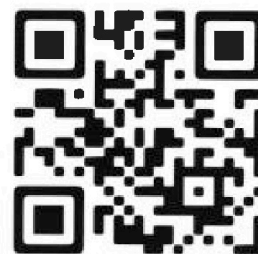
- 1) Найдите силу T натяжения нити.
- 2) Найдите силу $F_{тр}$ трения, действующую на шар.
- 3) При каких значениях коэффициента μ трения скольжения шар будет находиться в покое? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 09-01

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



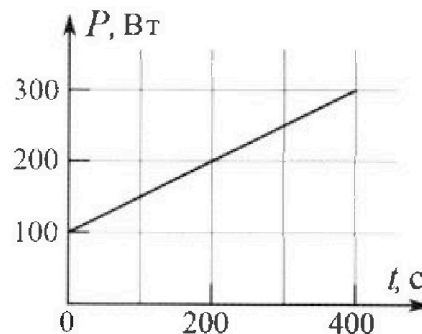
4. Воду нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $t_0 = 14^\circ\text{C}$, объем воды $V = 2$ л. Сопротивление спирали электроплитки $R = 20$ Ом, сила тока в спирали $I = 5$ А.

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).

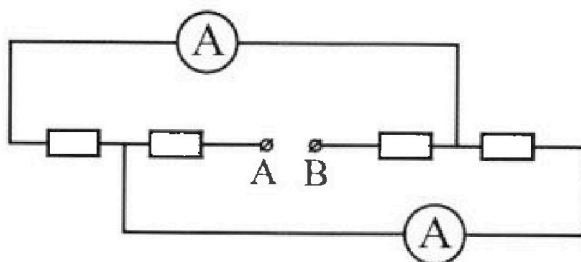


5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 20 Ом, у двух других сопротивление по 40 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

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.

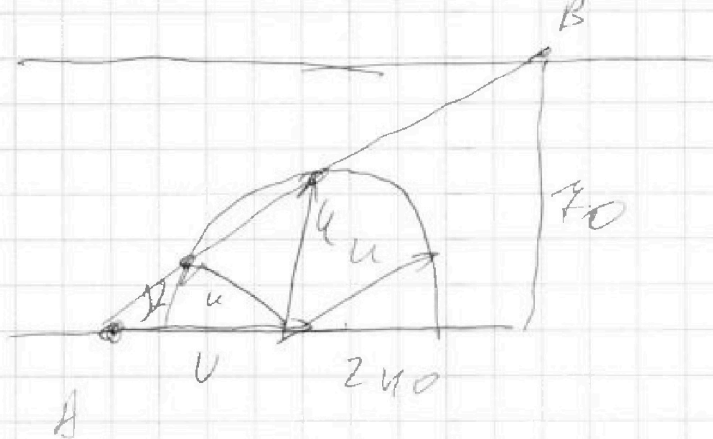
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

Опишем вектор скорости вагона V



Вектора скорости u лежит как поперекрестно,
комму с направлением вектора определяется
направлением (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

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

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

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

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

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

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

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

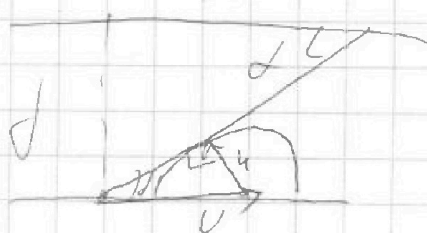
$$= 1,3^2 + 0,67^2 - 2 \cdot 1,3 \cdot 0,67 \cdot 0,96 =$$

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

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

Скорость минимальной когда скорость

направлена по касательной



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

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

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!

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

широкопервой трапеции $5:12:13$

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

$$V' = \sqrt{V^2 - u^2} = \frac{V}{13} \cdot 12 = \frac{13}{13} \cdot \frac{24}{13} = 1,84 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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

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

$$T = 100 \text{ сек.}$$

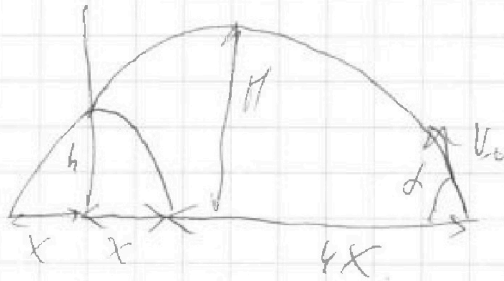
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



Прозвешу 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 $y = H, x = 5x$

$$y = x \sin 2\alpha - \frac{gx^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} \quad (\text{здесь } x \text{ — переменная, а не введенный параметр})$$

$$H = 5 \frac{V_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{3g} \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{g \cdot 25 \cdot V_0^4 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha}{2V_0^2 \cos^2 \alpha \cdot 9g^2}$$

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!

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

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

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

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

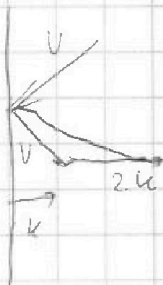
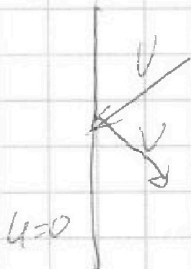
$$= \frac{5}{3} \sqrt{\frac{16,2}{5}} = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{81}{25}} =$$

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

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 направлении на горизонтальную v_0
в первом случае v_0 скорость
на $2u$ больше \Rightarrow разность расстояний
 $d = 2u \cdot t'$; t' - время полета от
эддингской до горизонта

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

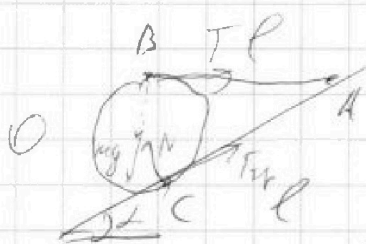
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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.

Отн O.

$$T \cdot R = F_{\text{тр}} \cdot R \quad (\text{масса сферы не нужна} = 0)$$

$$\boxed{T = F_{\text{тр}}} \quad (1)$$

Уравнение моментов отн A:

$$mg \cdot l = N \cdot l \quad (\text{плечи одинаковые, т.к.}$$

AB и AC - касательные из одной точки)

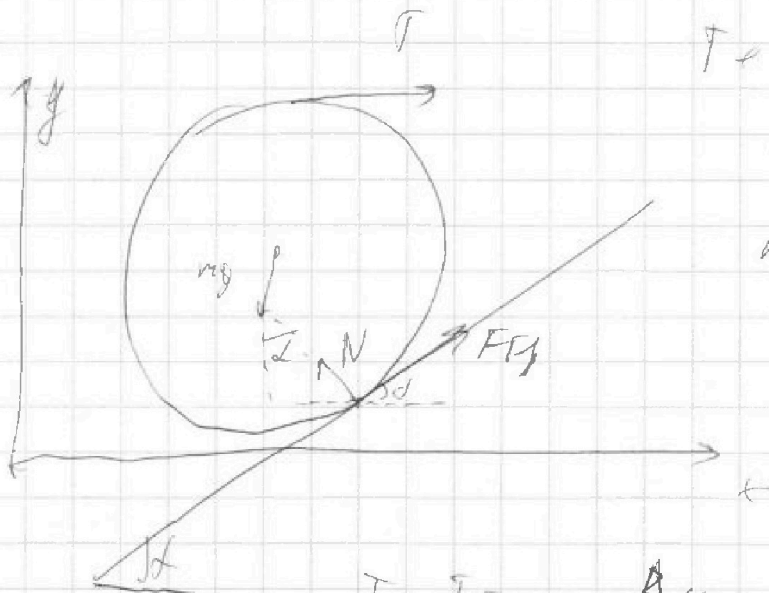
$$\Rightarrow \boxed{mg = N} \quad (2)$$

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)

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

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

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"/>

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

МФТИ

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

$$T = F_{\text{тр}} = 10 \text{ Н}$$

П.к. это сила трения колей, то она не больше
чем сила трения шасси

$$F_{\text{ск}} = \mu N = \mu mg$$

$$F_{\text{тр}} \leq \mu mg$$

$$\frac{F_{\text{тр}}}{mg} \leq \mu$$

$$\frac{5,4 \text{ Н}}{1 \cdot 10 \text{ Н}} \leq \mu$$

$$0,54 \leq \mu$$

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

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

можно 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 $P(t)$

$$P(t) = P_0 + \lambda t \quad ; \quad P_0 = 100 \text{ Вт}$$

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

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

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

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

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 $P_{\text{возд}} \neq P_{\text{возд} - \text{то}}$ нагреета 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, ~~какие~~ возможные комбинации
результатов слева направо

1) 20 40 40 20

2) 40 20 20 40

Отпадают (иногда показывается одинаково)

Остается вариант

20 40 20 40

40 20 40 20, но они симметричны

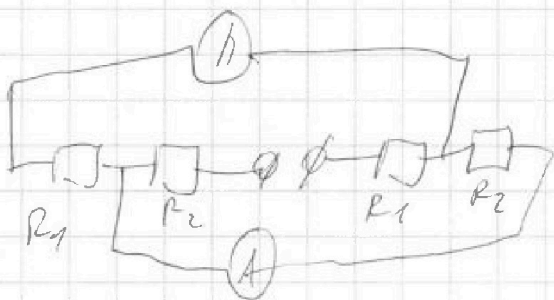
относительно поворота схемы (если в первом

случае через верхний резистор идет

I_1 ~~из~~ а через нижний I_2 , то во

второй схеме через верхний I_2 , через
нижний I_1)

Перерисуем эту схему
размещая вводы в
право и лево



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

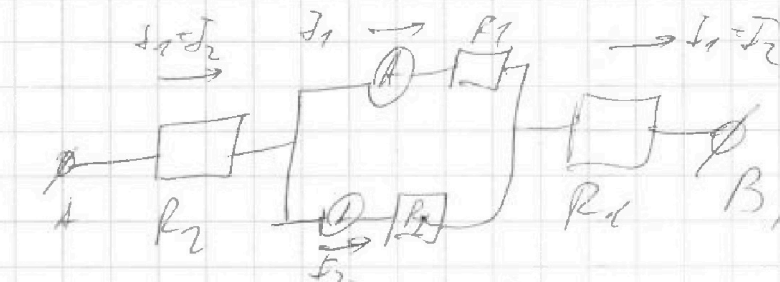
Отметьте крестиком номер задачи,

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 ~~состоит~~ через

резистор R_1

$$I_1 R_1 = I_2 R_2$$

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

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

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

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

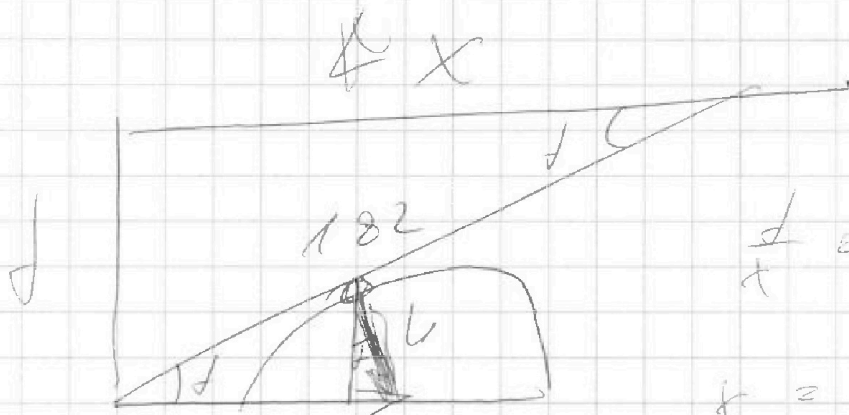
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



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

$$x = \frac{dV}{u} = \frac{2}{0,84} = 2,38$$

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

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

$$\frac{140}{0,84} = 166,7$$

$$\begin{array}{r} 2,38 \\ \times 2,4 \\ \hline 168,0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2,3 \\ \times 2,4 \\ \hline 168,0 \end{array}$$

≠

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

$$t_{\text{г}} = \frac{1}{2,4} = \frac{5}{12}$$

$$\begin{array}{r} 200 \overline{) 184} \\ \underline{168} \\ 16 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 13 \\ \hline 14 \\ \hline 130 \\ \hline 162 \end{array}$$

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

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

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

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!

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

$$\frac{250}{1000} = \frac{5}{8} = 0,625$$

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

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

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

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

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

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

$$\begin{array}{r} 0,83 \\ \times 0,83 \\ \hline 249 \\ 688 \\ \hline 0,6889 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} 5,69 \\ \times 0,96 \\ \hline 3414 \\ + 5122 \\ \hline 5,4608 \end{array}$$

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!



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

$$\frac{1500 \text{ м}^3}{36 \cdot 0,6}$$

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

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

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

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

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

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

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

$$0,9216$$

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

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

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

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

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

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!

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

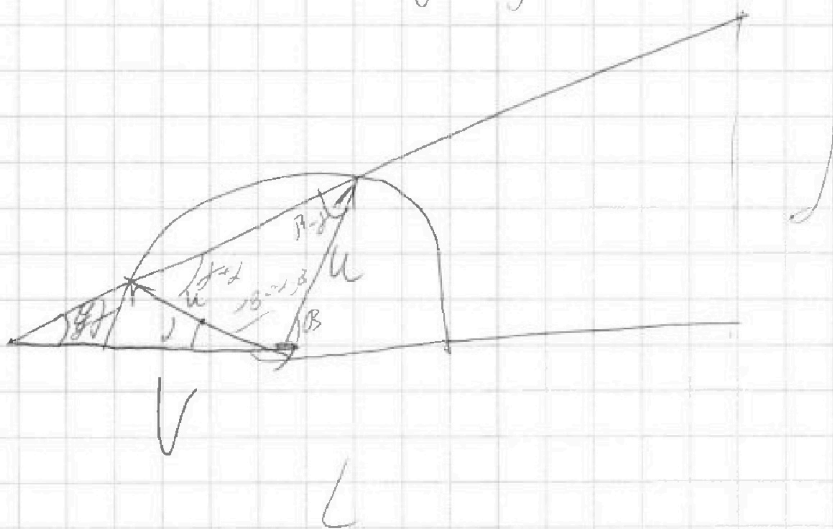
$$u = L^2 \left(\frac{L^2 \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)^2}{9 L^2} - \left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} \right)^2 \right) =$$

$$= L^2$$

$$f \cdot L = \beta - \beta$$

$$f \cdot L = \beta - \beta$$

$$f \cdot L = \beta - \beta$$



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

$$\frac{L}{u \sin \beta} = T_2$$

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



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!

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

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

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

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

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

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

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

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

$$= 2 \cdot 400 \pm 520 = 800 \pm 520 = 1320 \text{ руб}$$

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

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~~

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

$$\begin{array}{r} 8 \\ 20 \\ \hline 29 \\ 261 \\ \hline 38 \\ 841 \end{array}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

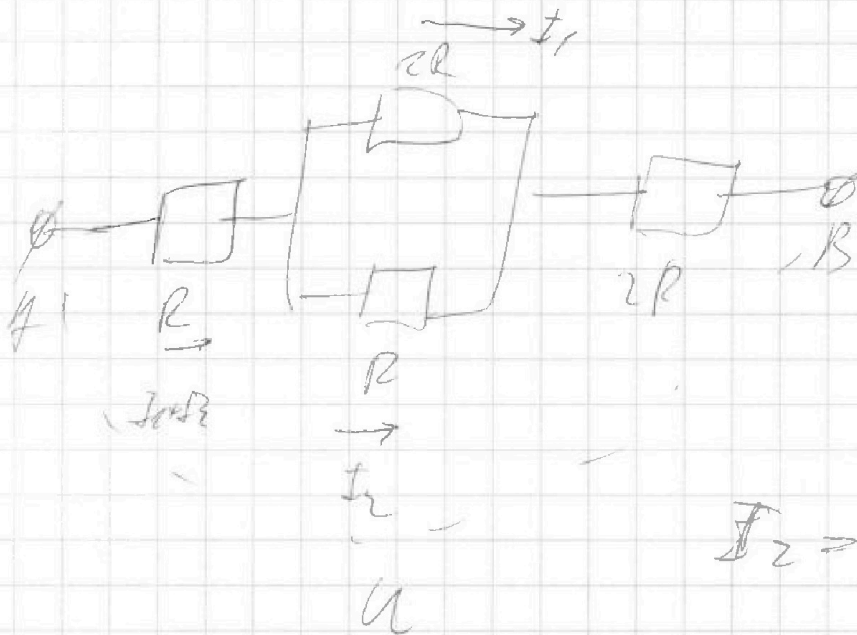
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



$$I_2 = 2A \quad U_0 = 2A$$

$$U_0 = R(I_1 + I_2) = 2I_1 R = R(3I_1 + I_2) = \\ = R(5 \cdot I_1) = 20 \text{ k} 5 \cdot 1A = 100 \text{ B.}$$

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

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

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

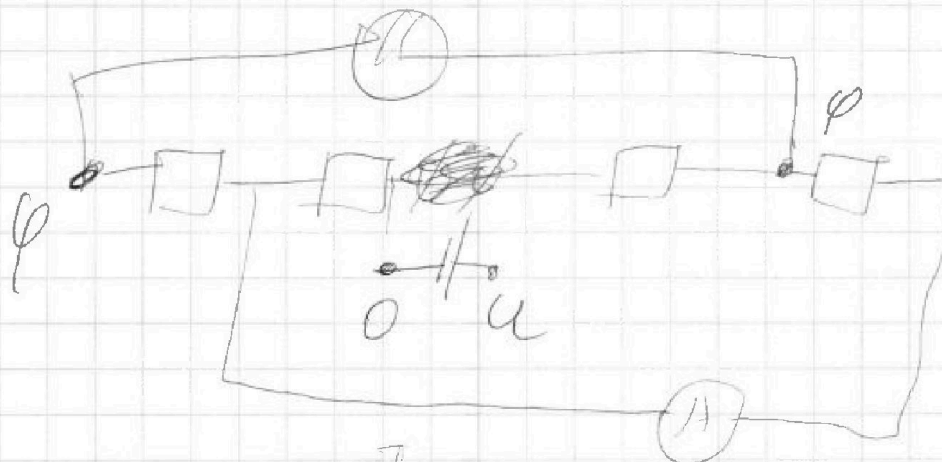
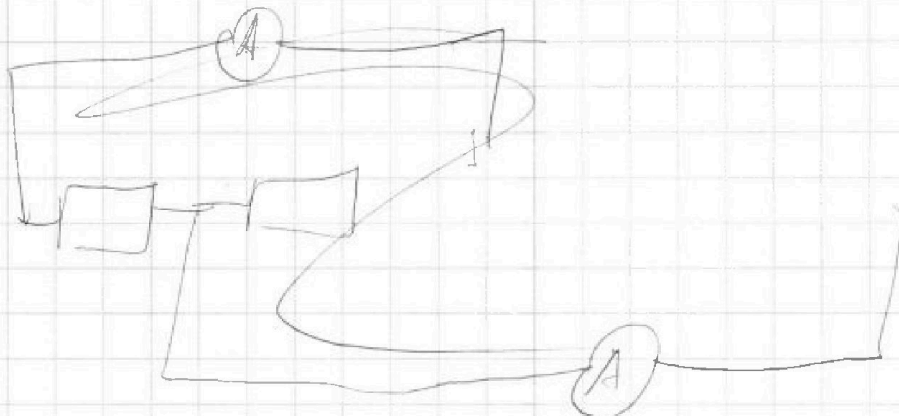
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

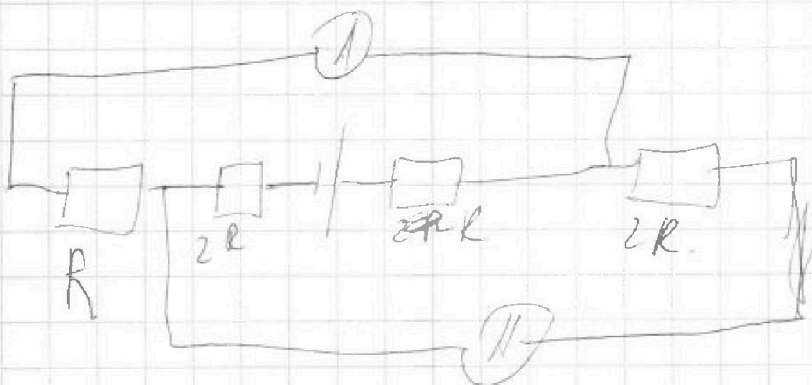
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



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!

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

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

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

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

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

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

$$d t^2$$

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

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

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

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

$$= 4 \cdot 400^2 + 8 \cdot 13\% \cdot 4200 \cdot 11 =$$

$$= 4 \cdot 100 \left(4 \cdot 400 + \frac{2}{1} \cdot 42 \cdot 11 \right) = 16 \cdot 100 \left(400 + 11 \cdot 13\% \right) =$$

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

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

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!

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

$$m = V P$$

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

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

$$P_{\text{пот}}(t) = 100 \text{ Вт} + \frac{1}{2} \frac{60 \text{ Вт}}{C} \cdot t$$

$$P_H t -$$

$$\int P_{\text{пот}}(t) dt = 100 \text{ Вт} \cdot t + \frac{1}{2} \frac{60 \text{ Вт}}{C} \frac{t^2}{2}$$

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

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

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

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

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

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



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!

$$5x = v_0 \cos \alpha t_1 \quad t_1 = \frac{5x}{v_0 \cos \alpha}$$

$$h = v_0 \sin \alpha t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$$

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

$$= 5x \cdot \frac{5x}{v_0 \cos \alpha} - \frac{25x^2 g}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$= 5x \cdot \frac{5x}{v_0 \cos \alpha} - \frac{25g \cdot 5x \cdot \frac{5x}{v_0 \cos \alpha} \sin^2 \alpha}{2 v_0 \cos \alpha} =$$

$$= 5x \cdot \frac{5x}{v_0 \cos \alpha} - \frac{25 v_0^2 \sin^2 \alpha}{18 g} =$$

$$= \frac{5 v_0^2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha}{6 g} - \frac{25 v_0^2 \sin^2 \alpha}{18 g} =$$

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

$$= \frac{5 v_0^2 \sin^2 \alpha}{18 g} = \frac{5}{18} \cdot 2H = \frac{5}{9} H$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

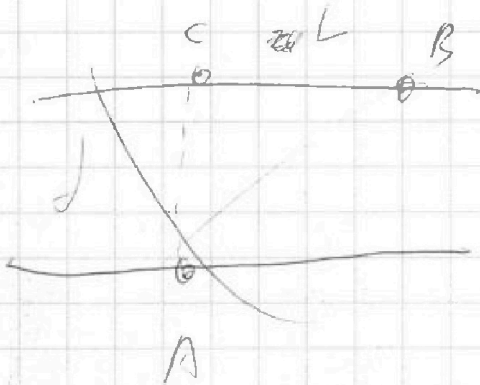
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

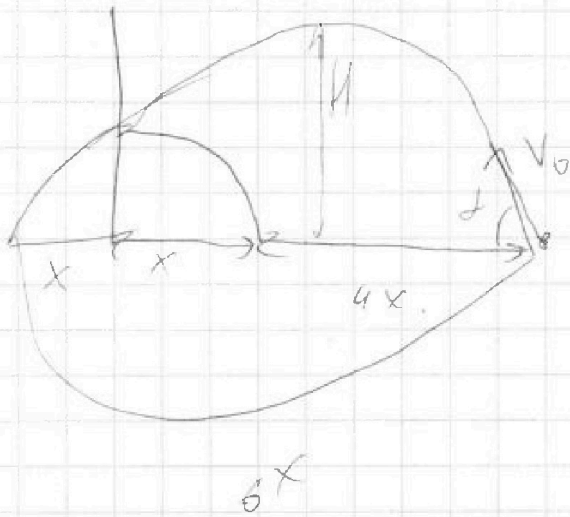
МФТИ

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



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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

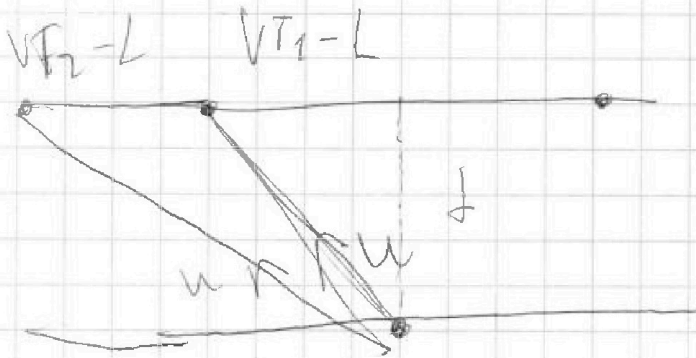
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



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

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

$$(VT_2 - L)^2 + d^2 = u^2 T_2^2$$

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

$$= 3,2 \text{ сек.}$$

$$(VT_1 - L)^2 + d^2 = u^2 T_1^2$$

$$4176 = 6 \text{ мин } 58 \text{ сек.}$$

$$u^2 = V_1^2 - V_0^2 - 2V_0V \cos \alpha$$

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

$$= 6,95 \text{ м/с}$$

$$V_1^2 - 2V_0V \cos \alpha = V_2^2 - 2V_2V \cos \alpha$$

$$V_1^2 - V_2^2 = 2V_0V \cos \alpha - 2V_2V \cos \alpha$$

$$V_1^2 - V_2^2 = V \cdot 2 \cos \alpha (V_0 - V_2)$$

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

$$V = \frac{V_1 + V_2}{2 \cos \alpha} = \frac{250 \left(\frac{1}{4,97} + \frac{1}{7,92} \right)}{2 \cdot \frac{24}{25}} = 250 \cdot \frac{14,792}{4,792}$$

$$\begin{array}{r} 6,95 \\ \times 3,2 \\ \hline 13,90 \\ 2085 \\ \hline 22,240 \end{array}$$

$$\frac{250 \cdot 22,24}{4,792}$$

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

$$\frac{25 \cdot 250 \cdot 10,15}{22,24}$$

48

48.

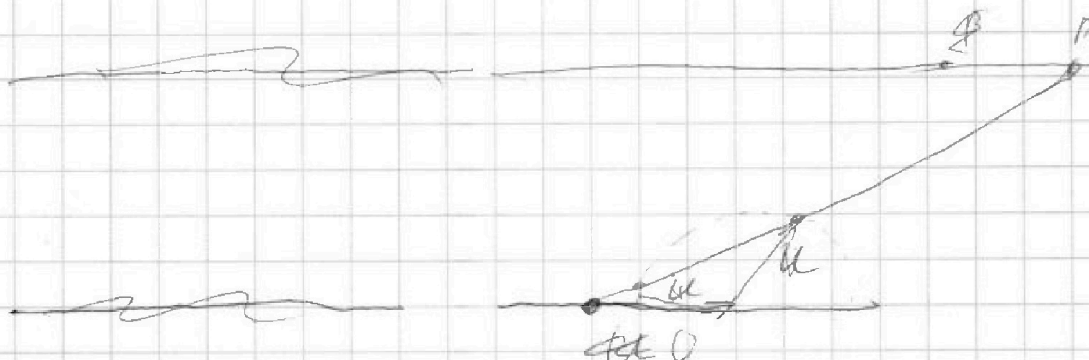
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



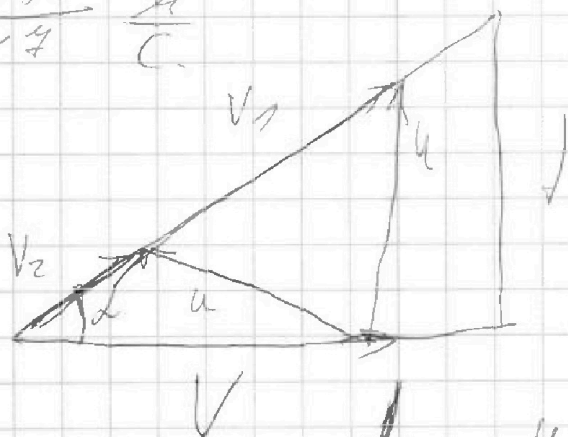
$$AB = \sqrt{40^2 + 2250} = \sqrt{4^2 + 22^2} \cdot 10 = 25 \cdot 10 = 250 \text{ м.}$$

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

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

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

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



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

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

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!

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

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

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

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

$$T = 3 \cdot 10 \frac{0,6}{1 \cdot 0,8} = 7,5 \cdot 10 \frac{3}{4} = 22,5 \text{ Н}$$

$$F_{\text{тр}} = 10 \text{ Н}$$

$$N = mg = T \frac{T \cos \alpha}{\sin \alpha} = 22,5 \cdot 1,5 = 33,75 \text{ Н}$$

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

$$10 \leq \mu \cdot 33,75$$

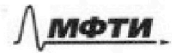
$$\frac{1}{3} \leq \mu$$

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

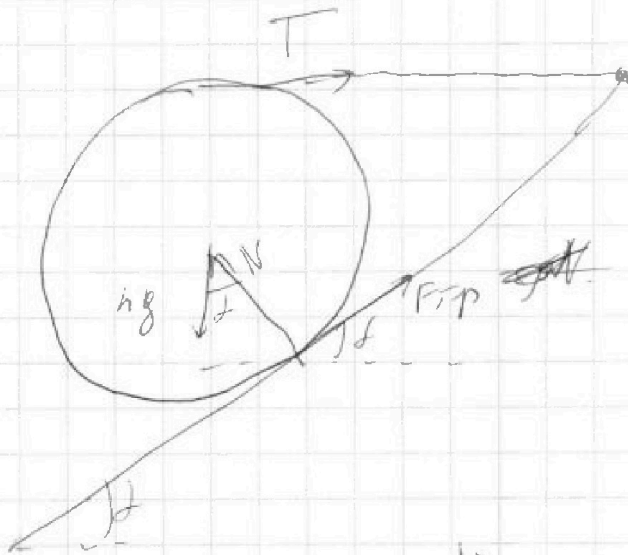
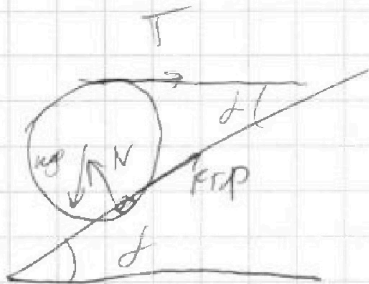
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

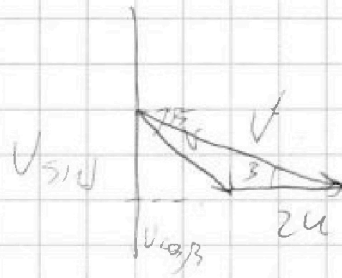
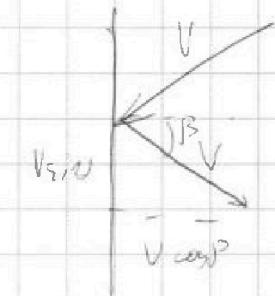
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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 падениями $= 2u \cdot \Delta t$.

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

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

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

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

$$\Delta x = 2u \cdot \frac{1}{3} \sqrt{\frac{2h}{g}} = \frac{2}{3} u \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

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!



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

$$21,8 \times 5 =$$

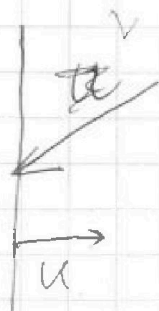
$$= \frac{9}{5} \cdot 5 = \boxed{9 \text{ м.}}$$

$$\begin{array}{r} 16,2 \\ - 9 \\ \hline 42 \\ - 42 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 16,2 \\ \times 5 \\ \hline 81,0 \end{array}$$

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

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

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



решение задачи от МФТИ 80
 точка падения = $x = \frac{8V_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{3 \cdot g}$

BCO скрещив

