



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

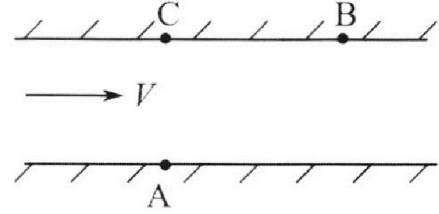
Вариант 09-01

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.

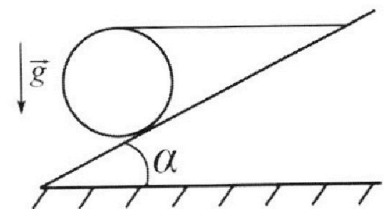
- 1) На какой высоте h происходит соударение мяча со стенкой?
- 2) Найдите продолжительность t_1 полета мяча от старта до соударения со стенкой.

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



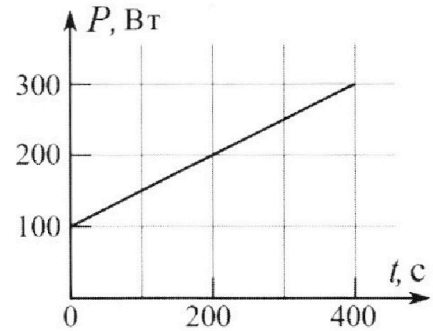
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Воду нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $\bar{t}_0 = 14^\circ\text{C}$, 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 $\bar{t}_1 = 25^\circ\text{C}$?

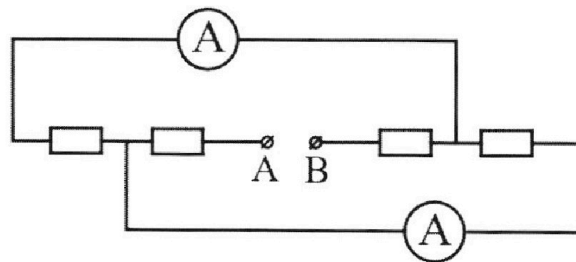
Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·°C).



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!



~~$$\frac{10}{1920} + \frac{10}{\sqrt{192^2 - 70^2}} = \frac{1}{24}$$~~

Поделим (2) на (4)

~~$$\frac{\frac{70}{417}}{2} + \frac{\frac{70}{417}}{\sqrt{417^2 - 70^2}} = \frac{1}{24}$$~~

~~$$\frac{10}{417 \cdot 2} + \frac{70}{\sqrt{417^2 - 70^2}} = \frac{1}{24}$$~~

~~$$\frac{1}{1920} + \frac{1}{\sqrt{192^2 - 70^2}} = \frac{1}{417 \cdot 2} + \frac{1}{\sqrt{417^2 - 70^2}}$$~~

~~$$\frac{1}{1920} - \frac{1}{417 \cdot 2} = \frac{1}{\sqrt{417^2 - 70^2}} - \frac{1}{\sqrt{192^2 - 70^2}}$$~~

~~$$20 = \frac{1}{192} - \frac{1}{417}$$~~

~~$$\frac{1}{\sqrt{417^2 - 70^2}} - \frac{1}{\sqrt{192^2 - 70^2}}$$~~

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

$$v_1 = \frac{AB}{T_1} ; v_2 = \frac{AB}{T_2}$$

$$AB = \sqrt{AC^2 + BC^2} = \sqrt{4900 + 57600} = \sqrt{62500} = 250$$

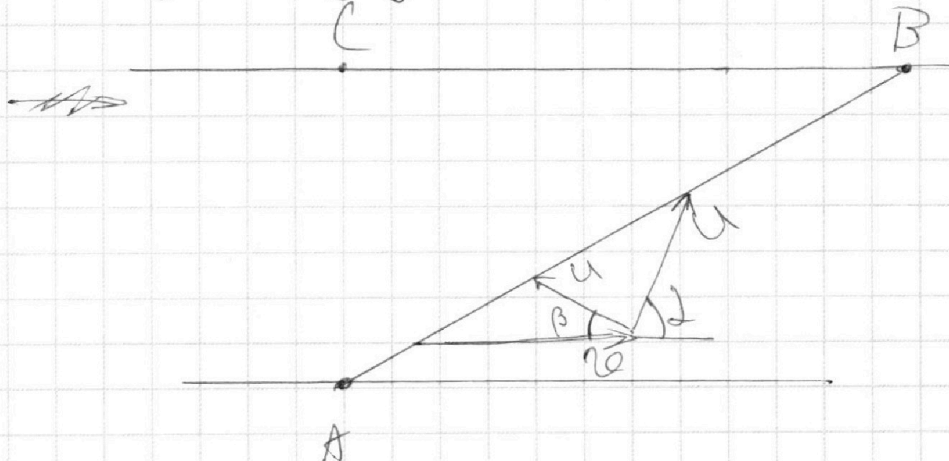
$$v_1 = \frac{250}{192} = \frac{125}{96}$$

$$v_2 = \frac{250}{417}$$

~~Направим ось координат по \vec{AC} и по~~

Направим ось x параллельно \vec{CB} , а ось y
направим по \vec{AC} .

Пусть в первом замыке в системе отсчета воды под углом α , а во втором β :



Запишем уравнения координат для этих звездочек:

$$\begin{cases} u \sin \alpha T_1 = d & \textcircled{1} \\ u \sin \beta T_2 = d & \textcircled{2} \\ v T_1 + u \cos \alpha T_1 = L & \textcircled{3} \\ v T_2 + u \cos \beta T_2 = L & \textcircled{4} \end{cases}$$

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

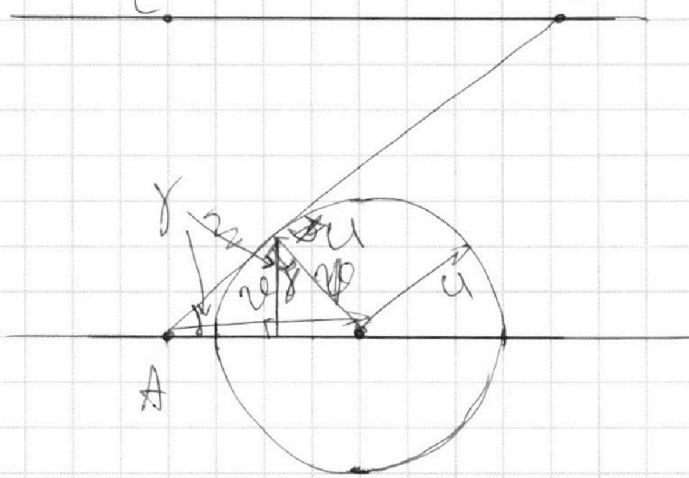
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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!

Отсюда узнаем $\sin \alpha$; $\sin \beta$; v и u .



Из этого рисунка можно сделать вывод, что CD — минимальный спуск, так как AD — касательная

к окружности радиусом u .

$$T = \frac{d}{u \cos \alpha} = \frac{d}{u \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = \frac{d}{u \sqrt{1 - \frac{v^2}{u^2}}} = \frac{d u}{u \sqrt{u^2 - v^2}}$$

Ответ: $v_1 = \frac{125}{96}$, $v_2 = \frac{250}{417}$.

Из ① и ②

$$\sin \alpha = \frac{35}{96u}$$

$$\sin \beta = \frac{70}{417u}$$

Теперь наведем ① на ③

$$\frac{u \sin \alpha}{v} + \tan \alpha = \frac{7}{24}$$

$$\frac{70}{192} + \frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = \frac{7}{24}$$

$$\frac{70}{192u} + \frac{70}{\sqrt{192^2 - 70^2}} = \frac{7}{24}$$

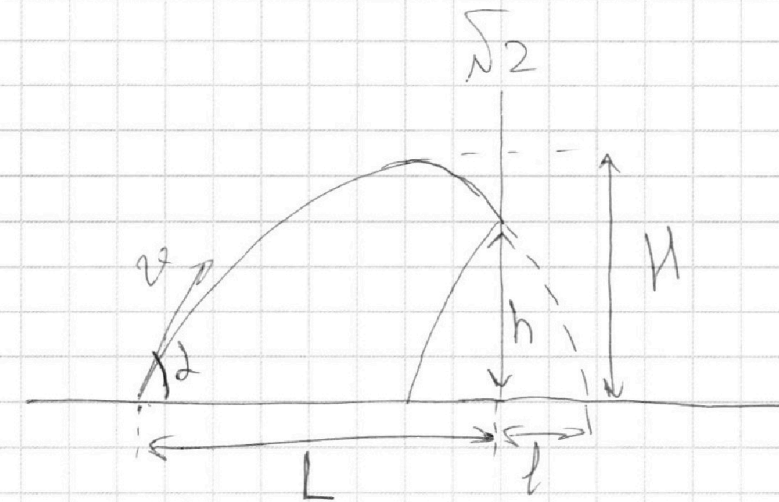
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$L = 5l.$$

Сначала запишем уравнения координат для максимальной высоты:

$$\begin{cases} v \cos \alpha t_0 = 3l \\ v \sin \alpha t_0 - \frac{gt_0^2}{2} = 16,2 \text{ м} \end{cases}$$

$$t_0 = \frac{3l}{v \cos \alpha}$$

$$3l \tan \alpha - \frac{3gl^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} = 16,2 \text{ м} \quad (1)$$

И запишем для момента падения мяча на землю:

$$\begin{cases} v \cos \alpha t_2 = 6l \\ v \sin \alpha t_2 - \frac{gt_2^2}{2} = 0 \end{cases}$$

$$t_2 = \frac{6l}{v \cos \alpha}$$

$$6l \tan \alpha - \frac{36gl^2}{2v^2 \cos^2 \alpha} = 0$$

$$l \tan \alpha = \frac{6gl^2}{2v^2 \cos^2 \alpha}; \quad v^2 = \frac{3gl}{\cos^2 \alpha \sin \alpha} \quad (2)$$

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!

подставим ② в ①

$$3l \operatorname{tg} \alpha - \frac{ggl^2}{2 \frac{3gl}{\cos^2 \alpha} \cos^2 \alpha} = 16,2,$$

$$3l \operatorname{tg} \alpha - 1,5l \operatorname{tg} \alpha = 16,2$$

$$1,5l \operatorname{tg} \alpha = 16,2$$

$$l \operatorname{tg} \alpha = 10,8.$$

Запишем уравнение координат для момента столкновения со стеной:

$$\begin{cases} v \cos \alpha t_1 = L \\ v \sin \alpha t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = h \end{cases}$$

$$t_1 = \frac{5l}{v \cos \alpha}$$

$$5l \operatorname{tg} \alpha - \frac{25gl^2}{2v^2 \cos^2 \alpha} = h$$

$$h = 5l \operatorname{tg} \alpha - \frac{25gl^2}{2 \frac{3gl}{\cos^2 \alpha} \cos^2 \alpha} = 5l \operatorname{tg} \alpha - \frac{25l \operatorname{tg} \alpha}{6} = 54 - 45 = 9 \text{ м}$$

$$t_1 = \frac{25l^2}{v^2 \cos^2 \alpha} = \frac{25l^2}{\frac{3lg}{\cos^2 \alpha}} = \frac{25l \operatorname{tg} \alpha}{3g} = \frac{25 \cdot 10,8}{30} = 9$$

$$t_1 = 3 \text{ с}$$

Запишем уравнение координат для случая с движущейся стеной:

$$v \cos \alpha t + \frac{ut}{6} = 6l + d$$

$$d = \frac{ut}{6};$$

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!

$$v \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = 0$$

$$\cancel{t} \left(v \sin \alpha - \frac{gt}{2} \right) = 0$$

$$v \sin \alpha = \frac{gt}{2},$$

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

$$d = \frac{2v^2 \sin^2 \alpha}{g} = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{3g}$$

$$d^2 = \frac{v^2 v^2 \sin^2 \alpha}{g^2} = \frac{v^2 \cdot 3 \cdot 9 \cdot \sin^2 \alpha}{g^2 \cos \alpha \sin \alpha} = \frac{v^2 \cdot 6 \cdot \sin \alpha}{3 \cdot g} = \frac{4 \cdot 10,8}{30} =$$

$$= 1,44$$

$$d = 1,2 \text{ м.}$$

$$\text{Ответ: } h = 9 \text{ м; } t_1 = 3 \text{ с; } d = 1,2 \text{ м.}$$

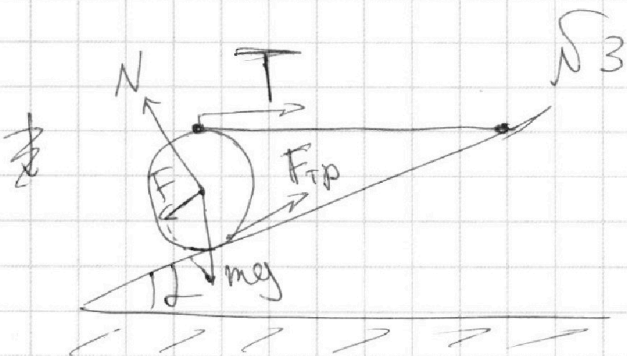
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

МФТИ

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!



~~$F = mg \sin \alpha$~~
 ~~$F = F_{\text{тр}} + T \cos \alpha$~~

Затмеем ~~норм~~ моменты, сил действующих на шар:

$$F_{\text{тр}} r = T r$$

$$T = F_{\text{тр}}$$

Затмеем условие равновесия шара.

$$\begin{cases} F = mg \sin \alpha \\ F = F_{\text{тр}} + T \cos \alpha \\ F_{\text{тр}} = N \mu \\ W = mg \cos \alpha \end{cases}$$

$$F = 3 \cdot 10 \cdot 0,6 = 18 \text{ Н}$$

$$F = F_{\text{тр}} + T \cos \alpha$$

$$18 = T + T \cos \alpha$$

$$18 = T(1 + \sqrt{1 - \sin^2 \alpha})$$

$$18 = T(1 + 0,8)$$

$$T = 10 \text{ Н}$$

$$F_{\text{тр}} = T = 10 \text{ Н}$$

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!

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha = \mu mg \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \mu \cdot 3 \cdot 10 \cdot 0,8$$

$$10 = \mu \cdot 24$$

$$\mu = \frac{10}{24} = \frac{5}{12} - \text{это граничный случай, как пог-}$$

$$\text{когда } \mu \geq \frac{5}{12}.$$

$$\text{Ответ: } T = 10 \text{ Н}; F_{\text{тр}} = 10 \text{ Н}; \mu \geq \frac{5}{12}.$$

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!

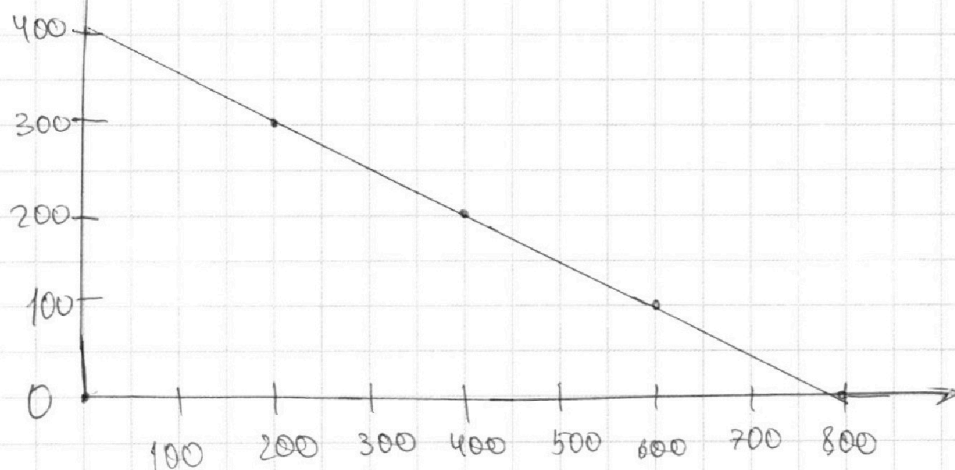


№4

$$P_n = I^2 R = 5^2 \cdot 20 = 500 \text{ Вт}$$

Построим график $P_3(t)$, где P_3 — эффективная мощность нагрева.

$P_3, \text{ Вт}$



Площадь под графиком — это тепло, поступившее на нагрев воды.

$$P_3 t = cm \Delta t$$

$$cm \Delta t = 4200 \cdot 2 \cdot (25 - 14) = 92400 \text{ Дж}$$

Площадь под графиком считается по формуле:

$$\frac{400 + 400 - \frac{P}{2}}{2} \cdot T = \left(400 - \frac{P}{4}\right) T = 1600T - \frac{P}{4} T^2$$

$$1600T - \frac{P}{4} T^2 = 92400$$

$$T^2 - 1600T + 92400 = 0$$

$$D = 1600^2 - 4 \cdot 92400 = 2190400 = 1480^2$$

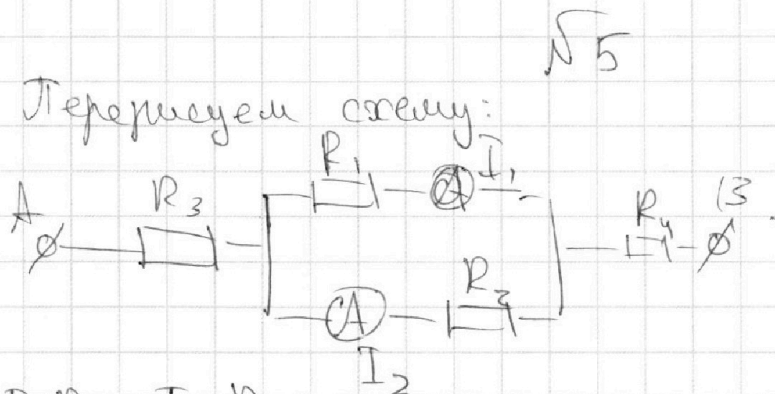
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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 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!



$$I_1 R_1 = I_2 R_2$$

$I_2 > I_1$, значит $R_1 > R_2$, тогда $R_1 = 40 \Omega$; $R_2 = 20 \Omega$.

$$I_1 R_1 = I_2 R_2$$

$$1 \cdot 40 = I_2 \cdot 20$$

$$I_2 = \frac{40}{20} = 2 \text{ A}$$

$$U = (I_1 + I_2)R_3 + (I_1 + I_2)R_4 + I_1 R_1 = (I_1 + I_2)(R_3 + R_4) + I_1 R_1$$

Поскольку $R_1 \neq R_2$, то $R_3 \neq R_4$, значит $R_3 + R_4 = 60 \Omega$.

$$U = (I_1 + I_2)(R_3 + R_4) + I_1 R_1 = 3 \cdot 60 + 1 \cdot 40 = 220 \text{ В}$$

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



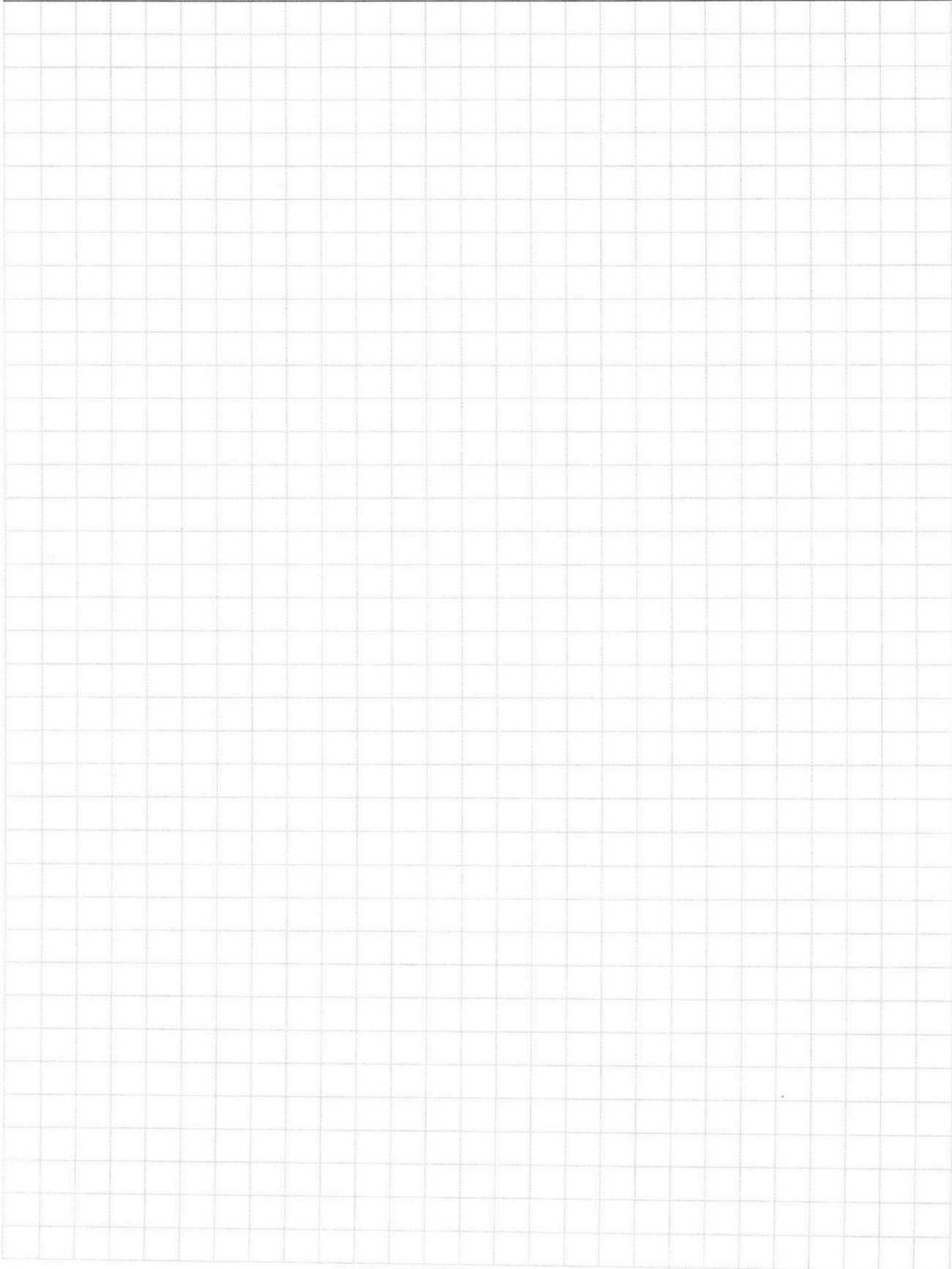
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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



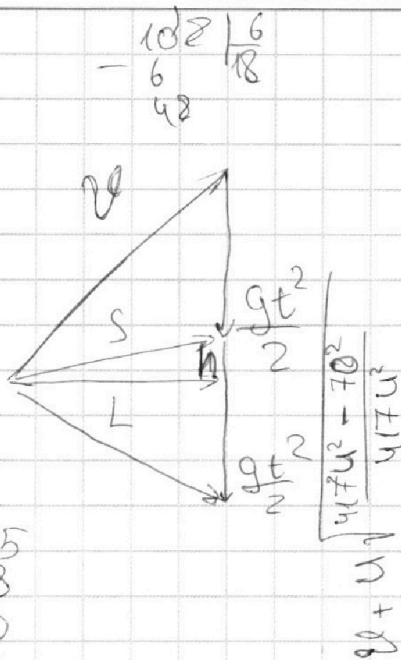
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$\begin{array}{r} 4 \\ \times 25 \\ 18 \\ \hline 200 \\ 250 \\ \hline 450 \end{array}$

$$t_0 = \frac{3l}{v \cos \alpha}$$

$$3l = v \cos \alpha t_0$$

$$16,2 \text{ m} = v \sin \alpha t_0$$

$$6l = v \cos \alpha t_2$$

$$0 = v \sin \alpha t_2$$

$$5l = v \cos \alpha t$$

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

$$t_2 = \frac{6l}{v \cos \alpha}$$

$$v \sin \alpha \cdot \frac{6l}{v \cos \alpha} - \frac{g \cdot 18l}{2v^2 \cos^2 \alpha} = 0$$

$$6l + g l - \frac{g \cdot 18l}{2v^2 \cos^2 \alpha} = 0$$

$$6l + g l = \frac{g \cdot 18l}{2v^2 \cos^2 \alpha}$$

$$t g l = \frac{3g l}{2v^2 \cos^2 \alpha}$$

$$t g l = \frac{3g l}{2v^2 \cos^2 \alpha}$$

$$v^2 = \frac{3g l}{\cos^2 \alpha \sin \alpha}$$

$$3l + g l - \frac{g \cdot 18l}{2v^2 \cos^2 \alpha} = 16,2$$

$$3l + g l - \frac{g \cdot 18l}{2v^2 \cos^2 \alpha} = 16,2 \cos \alpha \sin \alpha = \frac{3g l}{2v^2}$$

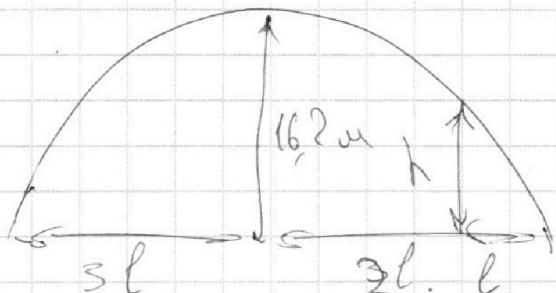
$$3l + g l - \frac{g \cdot 18l}{2v^2 \cos^2 \alpha} = 1,5l + g l = 16,2$$

$$l + g l = 10,8$$

$$5l = v \cos \alpha t \quad t = \frac{5l}{v \cos \alpha}$$

$$5l + g l - \frac{g \cdot 25l}{2v^2 \cos^2 \alpha} = 54 - \frac{25l + g l}{6} = 54 - \frac{25 \cdot 10,8}{6} + 54 = 54 - 45 = 9$$

$\begin{array}{l} \sqrt{2} \\ h = 9 \text{ m} \\ t = 3 \text{ s} \\ d = 1,44 \text{ m} \end{array}$



$$v^2 = \frac{(5-4\sqrt{2}) + \frac{35^2}{96}}{16}$$

$$54 - 25 \cdot 1,8 = 32,4$$

$$10 + 0,8 = 10,8$$

$$= \frac{25 \cdot 10,8}{6} + 54 = 54 - 45 = 9$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

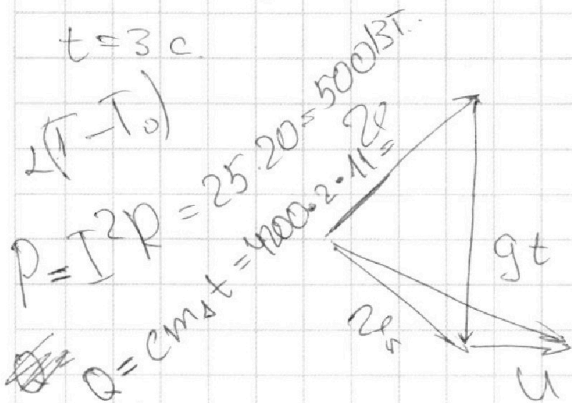
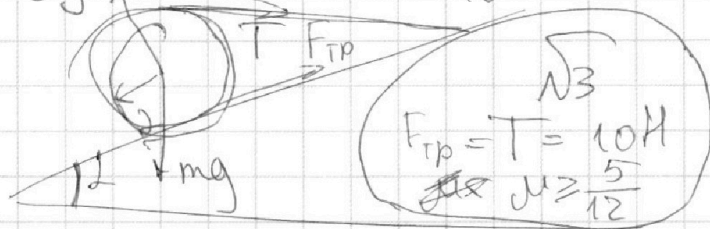
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

$$t^2 = \frac{25l^2}{v^2 \cos^2 \alpha} = \frac{25l^2}{3g \cos^2 \alpha} = \frac{25l \operatorname{tg} \alpha}{3g} = \frac{25 \cdot 10,8}{3 \cdot 10} = \frac{25 \cdot 3,6}{10} = 9$$

$t = 3 \text{ c.}$



$8400 \times 11 = 92400 \text{ Дж.}$

$$v \cos \alpha t + \frac{gt^2}{2} = 6l + d$$

$$d = \frac{vt}{6} = \frac{2v^2 \sin \alpha}{6g}$$

$$v \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = 0$$

$$t \left(v \sin \alpha - \frac{gt}{2} \right) = 0$$

$$v \sin \alpha - \frac{gt}{2} = 0$$

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

$$d^2 = \frac{v^2 v^2 \sin^2 \alpha}{9g^2} = \frac{v^2 3l g \sin^2 \alpha}{9g^2 \cos \alpha \sin \alpha}$$

$$= \frac{v^2 l \operatorname{tg} \alpha}{3g} = \frac{4 \cdot 10,8}{30} = 1,44 \text{ м.}$$

$$= \frac{4 \cdot 3,6}{10} = \frac{14,4}{10} = 1,44 \text{ м.}$$

$\mu \geq \frac{5}{12}$

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

$$F_{\text{тр}} = T \quad 30 \cdot 0,6 = T + 0,8T = 1,8T$$

$$T = \frac{30 \cdot 0,6}{1,8} = \frac{30}{3} = 10$$

$$F_{\text{тр}} = T = 10 \text{ Н}$$

$$\mu = \frac{10}{24} = \frac{5}{12}$$

$$F_{\text{тр}} = 10$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu m g \cos \alpha = \mu m g 0,8 = \mu \cdot 30 \cdot 0,8 = 24 \mu = 10$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

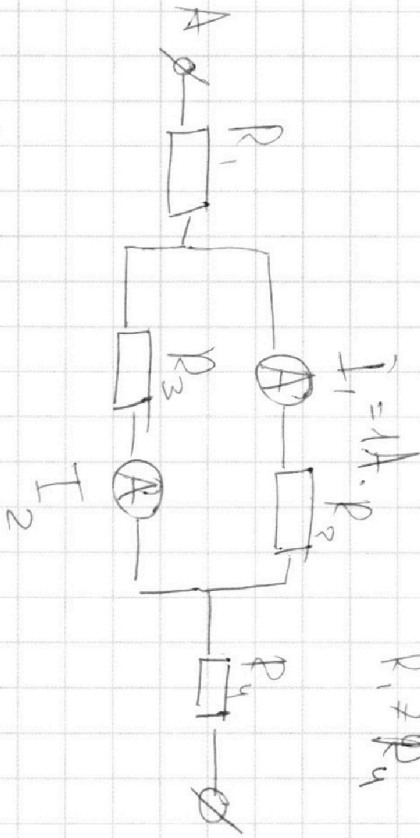
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$U = (I_1 + I_2)(R_1 + R_4) + I_1 R_2 = 3 \cdot 60 + 40 = 220 \text{ В}$$

$$R_2 \neq R_3, \quad R_2 = 40 \Omega, \quad R_3 = 20 \Omega, \quad R_1 + R_4 = 60 \Omega$$

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



$$I_1 = 1 \text{ А}$$

$$I_1 = I_2 = 2 \text{ А}$$

$$I_1 R_2 = I_2 R_3$$

$$1 \cdot 40 = 2 \cdot 20$$

$$I_3 = 2, \quad I_2 = 2 \text{ А}$$

$$R_2 = R_1 + R_4 + R_2 = R_1 + R_4 + R_2 = 60 + \frac{800}{60} = 60 + \frac{80}{6} = \frac{360 + 80}{6} = \frac{440}{6}$$

$$\frac{1}{R_{23}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{60 \cdot \frac{440}{6}}{\frac{440}{6} + 20} = \frac{4400}{440 + 120} = \frac{4400}{560} = \frac{5}{4}$$

$$R_{23} = \frac{4}{5}$$

$$U^2 = \left(\frac{5-40}{16} \right)^2 + \frac{35^2}{96^2}$$

$$96^2 U^2 - 35^2 = 24^2 (5-40)^2$$

$$96 + \frac{\sqrt{96^2 U^2 - 35^2}}{96} = \frac{5}{4}$$

$$96 + \frac{\sqrt{417^2 U^2 - 70^2}}{417} = \frac{5}{4}$$

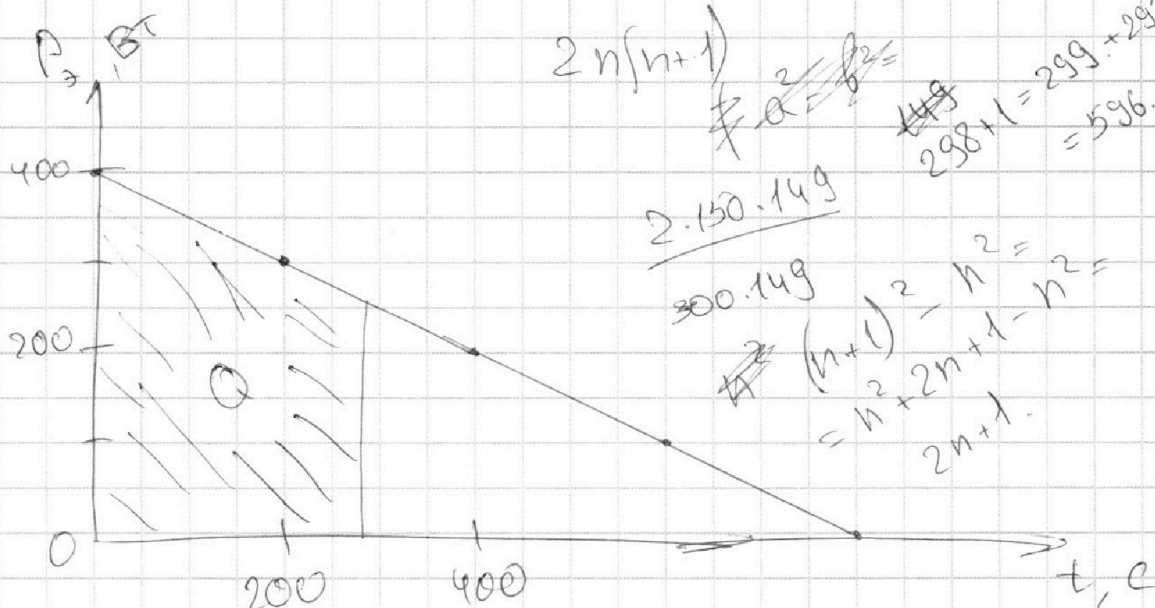
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



~~22500~~

$$P = \del{500} 400 - \frac{t}{2}$$

$$Q = \frac{400 + 400 - \frac{t}{2}}{2} \cdot t = \left(400 - \frac{t}{4}\right) t$$

21904
148
+ 148
1184
2920
14800
18904
 $\sqrt{4}$
 $P_n = 500 \text{ Вт}$
 $T = 60 \text{ сек.}$

$$1600t - t^2 = 92400$$

$$t^2 - 1600t + 92400 = 0$$

$$D = 1600^2 - 4 \cdot 92400 = 2560000 - 369600$$

$$t = \frac{1600 \pm \sqrt{2190400}}{2} = \frac{1600 \pm 1480}{2} = \frac{2560000 - 369600}{2} = \frac{2190400}{2}$$

$$t = \del{1540}$$

$$t = 60 \text{ с.}$$

2190400.

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

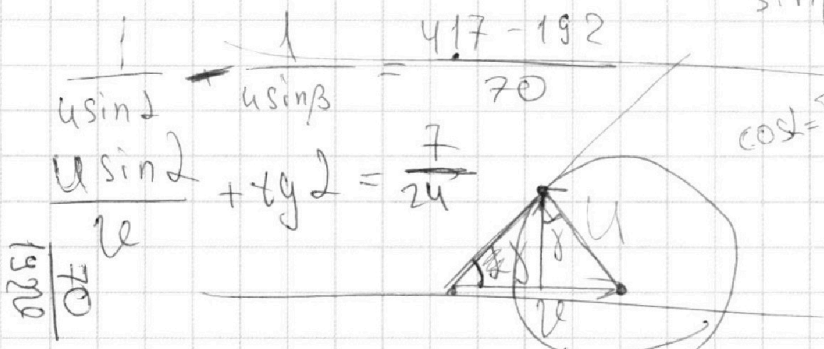
МОФИ

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



$$\begin{cases} U \sin 2 = \frac{70}{192} \\ U \sin \beta = \frac{70}{417} \\ 20 + U \cos 2 = \frac{7240}{192} \\ 20 + U \cos \beta = \frac{240}{417} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \sin 2 &= \frac{417}{192} \sin \beta \\ U(\sin 2 - \sin \beta) &= \frac{70}{192} - \frac{70}{417} \\ 4\left(\frac{417}{192} \sin \beta - \sin \beta\right) &= \frac{70}{192} - \frac{70}{417} \\ \frac{225}{192} \sin \beta &= \frac{70 - \frac{70 \cdot 192}{417}}{192} \\ \sin \beta &= \frac{70 - \frac{70 \cdot 192}{417}}{225U} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \frac{U \cos 2}{\sin 2} + \frac{20}{\sin 2} &= \frac{70}{\sin 2} \\ \frac{U \cos \beta}{\sin \beta} + \frac{20}{\sin \beta} &= \frac{70}{\sin \beta} \\ \frac{\sin \beta - \sin 2}{U \sin \beta \sin 2} &= \frac{225}{70} \\ \frac{U \cos 2}{\sin 2} + \frac{20}{\sin 2} &= \frac{70}{\sin 2} \\ \frac{U \cos \beta}{\sin \beta} + \frac{20}{\sin \beta} &= \frac{70}{\sin \beta} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{20}{24} + 14(\sin 2 - \sin \beta) &= 45(U \sin \beta \sin 2) \\ 14 \left(\frac{225}{192} \sin \beta \right) &= 45 \left(U \frac{417}{192} \sin^2 \beta \right) \\ 70 \sin \beta &= 417U \sin^2 \beta \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cos \beta &= \frac{70}{417U} \\ \sin 2 &= \frac{417}{192} \cdot \frac{70}{417U} = \frac{35}{192U} \\ 20 + 96 \sqrt{96U^2 - 35^2} &= \frac{5}{4} \\ \sqrt{96U^2 - 35^2} &= \frac{120 - 96U}{4} \end{aligned}$$

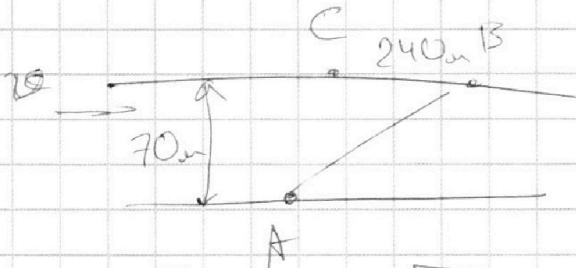
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



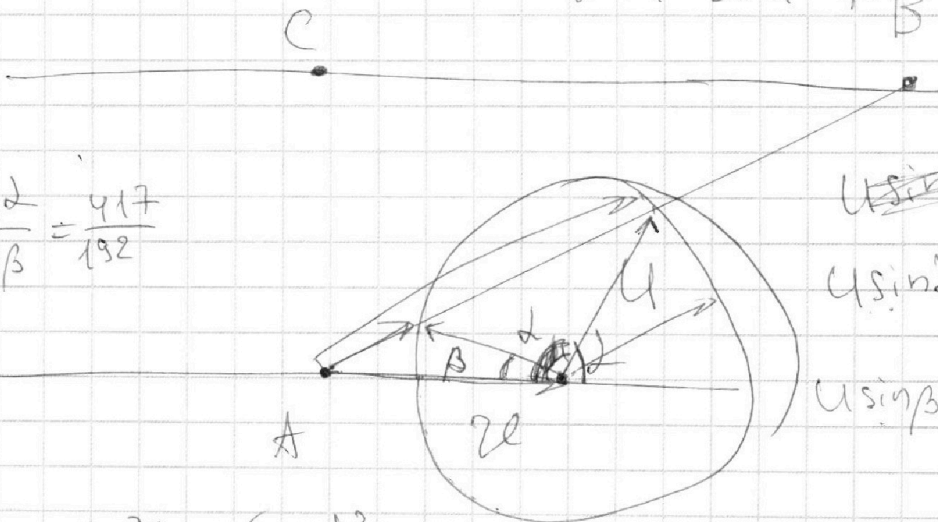
$$\sqrt{70^2 + 240^2} = 10\sqrt{49 + 576}$$

$$l = 10\sqrt{49 + 576} = 10\sqrt{625} = 250 \text{ м.}$$

$$\sin \alpha = \frac{l}{T_1} = \frac{250}{192} = \frac{125}{96}$$

$$\sin \beta = \frac{250}{417} \times$$

$$\frac{417^2}{192^2} = \frac{a^2}{b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha}$$



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{417}{192}$$

$$U \sin \alpha t =$$

$$U \sin \alpha = \frac{70}{192}$$

$$U \sin \beta = \frac{70}{417}$$

$$\left(\frac{125}{96}\right)^2 + 2 \cos \alpha = \left(\frac{250}{417}\right)^2 + 2 \cos \beta$$

$$\left(\frac{250}{192}\right)^2 - \left(\frac{250}{417}\right)^2 = 2 \cos \beta - 2 \cos \alpha$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

 МФТИ

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!

$$T = \frac{1600 \pm \sqrt{1480^2}}{2}$$

$$T = 60 \text{ с}$$

$T = 1540 \text{ с}$, X не удовлетворяет, так как как требуется
первый нагрев до ~~60~~ 25° .

Ответ: ~~P_n~~ $P_n = 500 \text{ Вт}$; $T = 60 \text{ с}$.