



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

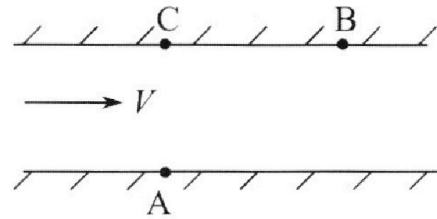
Вариант 09-02

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



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

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



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

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

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

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

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

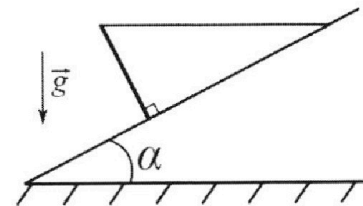
- 1) Найдите наибольшую высоту H , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

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

- 3) Найдите скорость U стенки в момент соударения.

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

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



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



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 09-02

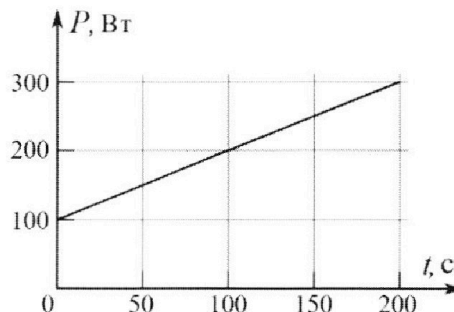
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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

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

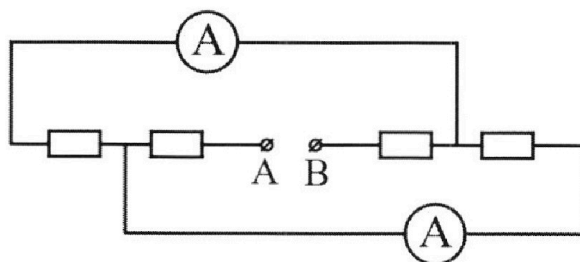
Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·°С).



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

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

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



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) В первом случае: | во втором. 1,2

$$V' \cdot \cos \beta + V = \frac{L}{T_1} \quad | \quad -V' \cdot \cos \gamma + V = \frac{L}{T_2} \quad 1, 49$$

$$V' \cdot \sin \beta = \frac{d}{T_1} \quad | \quad V' \cdot \sin \gamma = \frac{d}{T_2} \quad 0,0290$$

10000

$$1. V' \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{d}{T_1} \quad 2. V'^2 \cos^2 \beta = \left(\frac{L}{T_1} - V \right)^2$$

$$V'^2 - V'^2 \cos^2 \beta = \frac{d^2}{T_1^2}$$

$$V'^2 \sin^2 \beta = V'^2 - \frac{d^2}{T_1^2}$$

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

$$V'^2 - \frac{d^2}{T_1^2} = \frac{L^2}{T_1^2} - \frac{2VL}{T_1} + V^2$$

$$\frac{2VL}{T_1} = \frac{L^2 + d^2}{T_1^2}$$

$$V = \frac{L^2 + d^2}{2L} = \frac{12^2 + 50^2}{2 \cdot 120} = \frac{(12^2 + 5^2) \cdot 10^8}{24 \cdot 10} = \frac{13^2 \cdot 10^5}{24 \cdot 12}$$

$$V = \frac{L^2 + d^2}{T_1 \cdot 2L} = \frac{(12^2 + 5^2) \cdot 10^2 \text{ м}^2}{100 \text{ с} \cdot 2 \cdot 120 \text{ м}} = \frac{13^2 \text{ м}}{240 \text{ с}} = 0,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



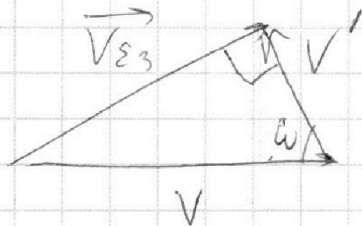
$$v' = \frac{3,8 \pm \sqrt{3,8^2 - 4 \cdot 5,4}}{2}$$

$D < 0$

это — то арифметическая средняя, найдем v' ,
минимальным v , с помощью формулы для
нахождения минимальной скорости v_{\min} .

5) $T_3 = \frac{d}{v \sin \omega}$

$T_3 = \frac{d}{v' \sin \omega}$

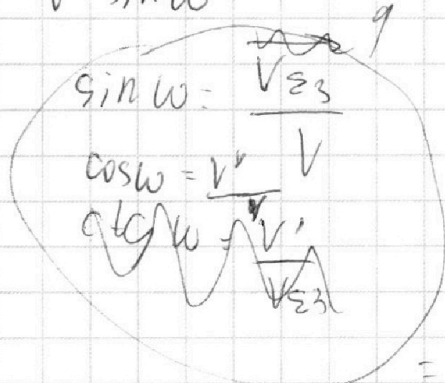


$L_c = T_3 (v - v' \cos \omega)$

гидродинамическая

$S = L - L_c = \frac{d}{v' \sin \omega} (v - v' \cos \omega) =$

$= \frac{d v}{v' \sin \omega} - d \cdot \cot \omega = \frac{d v - d v' \cos \omega}{v' \sin \omega} =$



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

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

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!

$$3. \begin{cases} V' \cos \beta + V' - 1,6 \vartheta = \frac{L}{T_1} \\ V' \sin \beta = \frac{d}{T_1} \end{cases}$$

$$\sin \beta = \frac{d}{V' T_1}$$

$$5 \cdot V' (\cos \beta + 1) = \frac{L}{T_1} + 1,6 \vartheta$$

$$4. \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{d}{V' T_1}$$

$$1 - \cos^2 \beta = \frac{d^2}{T_1^2 V'^2}$$

$$\cos^2 \beta = \frac{T_1^2 V'^2 - d^2}{T_1^2 V'^2}$$

$$\cos \beta = \frac{\sqrt{T_1^2 V'^2 - d^2}}{T_1 V'^2}$$

$$V' \frac{\sqrt{T_1^2 V'^2 - d^2} + T_1 V'^2}{T_1 V'^2} = \frac{L}{T_1} + 1,6 \vartheta$$

$$\frac{\sqrt{10000V'^2 - 2500} + 100V'^2}{100V'} = 1,2 + 1,6 \vartheta$$

$$\frac{\sqrt{2500(4V'^2 - 1)}}{100V'} + V' = 2,8 \vartheta$$

$$\frac{\sqrt{4V'^2 - 1}}{2V'} = 2,8 \vartheta - V'$$

$$\frac{4V'^2 - 1}{4V'^2} = 2,8 \vartheta^2 - 2 \cdot 2,8 \vartheta V' + V'^2$$

$$1 - \frac{1}{4V'^2} = \cancel{2,8 \vartheta^2} \quad 6,4 - 3,2V' + V'^2$$

$$V'^2 - 0,25 = 6,4V'^2 - 3,2V'^3 + V'^4$$

$$V'^4 - 3,2V'^3 + 5,4V'^2 + 0,25 = 0$$

$$\cancel{V'^4} \quad V'^2 - 3,2V' + 5,4 = 0$$

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!

а) в первом случае

$$V' \cos \beta + V = \frac{L}{T_1}$$

$$V' \sin \beta = \frac{d}{T_1}$$

б) во втором

$$V - V' \cos \beta = \frac{L}{T_2}$$

$$V' \sin \beta = \frac{d}{T_2}$$

$$1. V' \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{d}{T_1}$$

$$V'^2 - V'^2 \cos^2 \beta = \frac{d^2}{T_1^2}$$

$$V'^2 \cos^2 \beta = V'^2 - \frac{d^2}{T_1^2}$$

$$2. V' \cos \beta = \left| \frac{L}{T_1} - V \right|$$

$$V'^2 - \frac{d^2}{T_1^2} = \frac{L^2}{T_1^2} - \frac{2LV}{T_1} + V^2$$

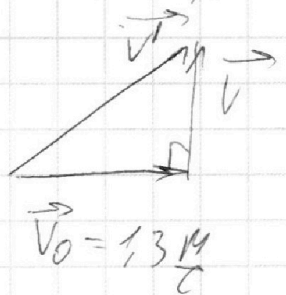
$$V'^2 = \frac{(120)^2 \text{ м}^2}{(100)^2 \text{ с}^2} - \frac{2 \cdot 120 \text{ м}^2 V}{(100)^2 \text{ с}^2} + \frac{50^2 \text{ м}^2 V + V^2}{(100)^2 \text{ с}^2}$$

$$V' = \sqrt{\frac{1,44 \text{ м}^2}{\text{с}^2} - 0,25 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} + 0,024}$$

все в с/м

$$V' = \sqrt{1,44 + 0,25 - 0,024 V + V^2} = \sqrt{V^2 + 1,62}$$

$$V'^2 = V^2 + 1,62 \Rightarrow V^2 = V'^2 - 1,62$$



$$\vec{V}_0 = 13 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

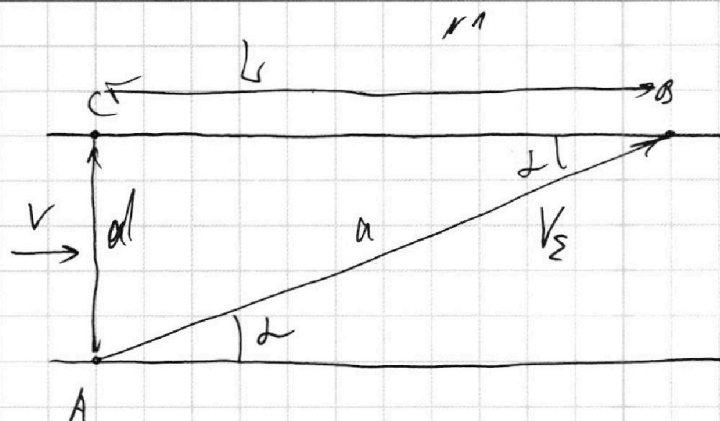
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



v' - скорость плывца

$d = 50 \text{ м}$

$L = 120 \text{ м}$

$T_1 = 100 \text{ с}$

$T_2 = 240 \text{ с}$

$v' = ?$

$v = ?$

$s = ?$

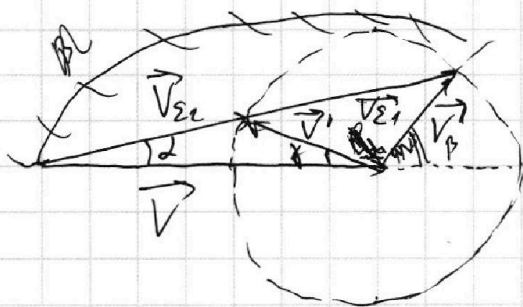
1) движение плывца прямолинейное \Rightarrow

\Rightarrow вектор его суммарной

(v_Σ)

скорости направлен вдоль AB.

2) изобразим вектор скорости воды \vec{v} , на его конце построим вектор, который приложимся к концу вектора \vec{v}' , когда их начало в начале \vec{v}

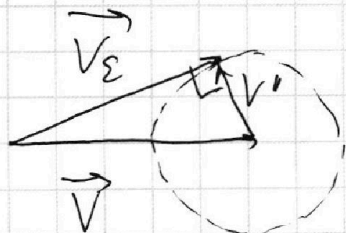


т.к. времена разные, но направления v_Σ одно, то v_Σ - секущая дуг

вектору \vec{v}_Σ соответствует T_1 ,

\vec{v}_Σ соответствует T_2 .

3) по рисунку видно, что когда мы увеличиваем α угол уменьшается \Rightarrow когда \vec{v}_Σ является касательной к этой дуге. угол наименьший.



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

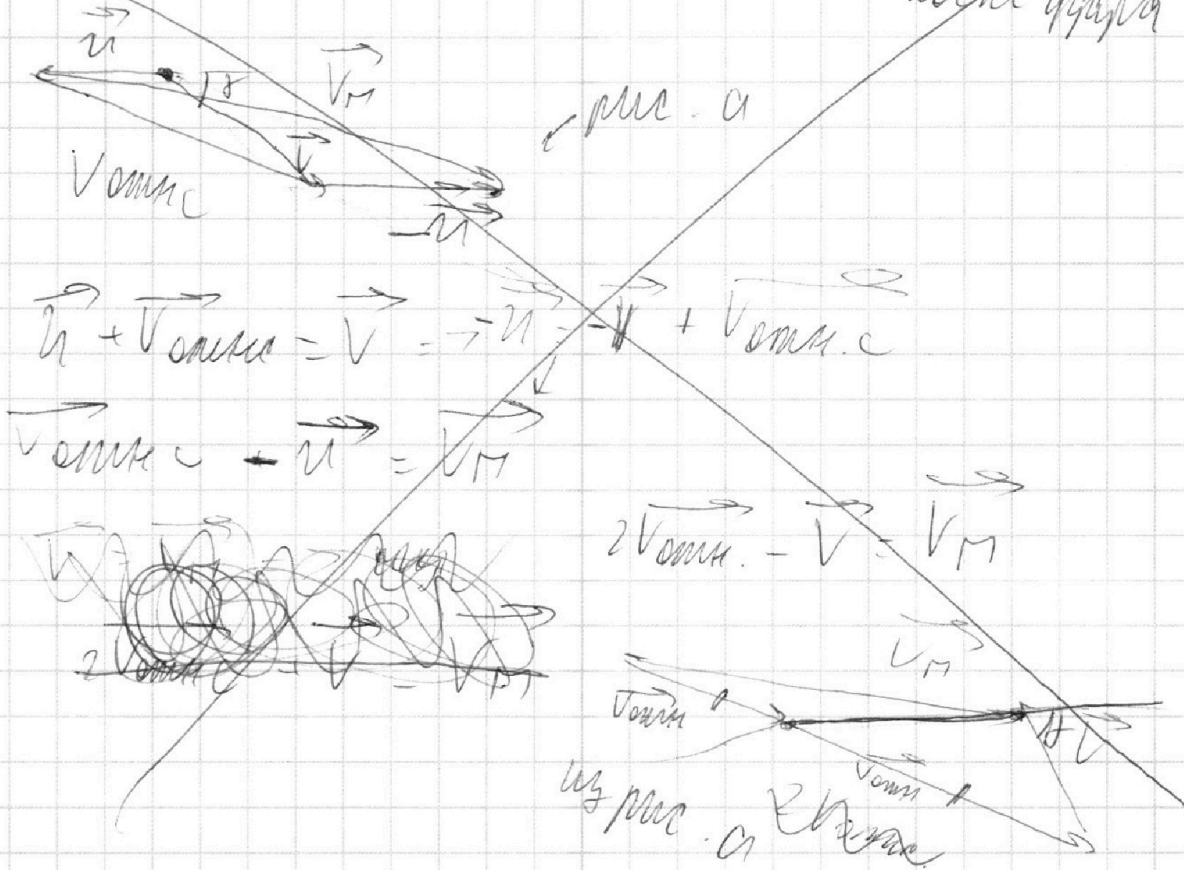
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 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!

то есть у нас есть скорость \vec{V}_M после удара



от после удар к концу стержня горизонтальная скорость равна u , на время t_1 пока шарик не поворачивает, т.к. она не приближается к концу $\Rightarrow u t_1 = d$

$$u = \frac{d}{t_1} = \frac{1,8 \text{ м}}{0,6 \text{ с}} = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

ответ: $M = 7,2 \text{ кг}$; $t_1 = 0,6 \text{ с}$; $u = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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



$$g) h = v_0 \sin \alpha \cdot t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$4) h = v_0 \cdot$$

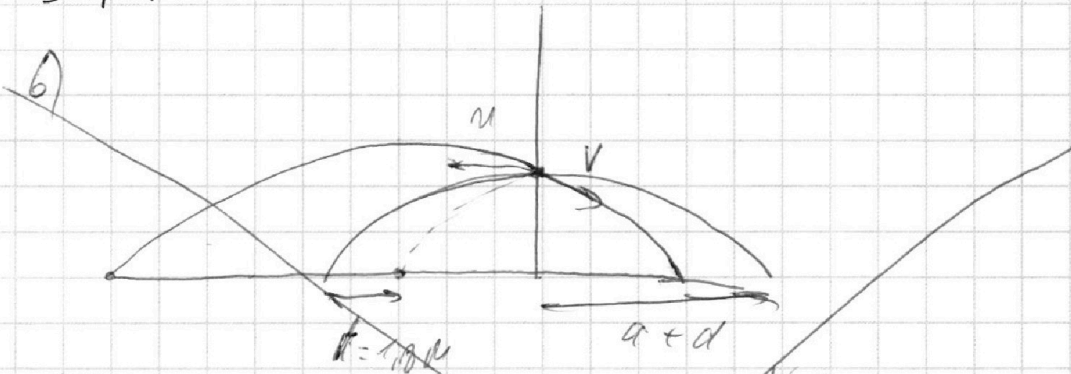
$$4) h = v_0 \sin \alpha \cdot t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$h = 2 t_1^2 g - \frac{g t_1^2}{2} = 1,5 g t_1^2$$

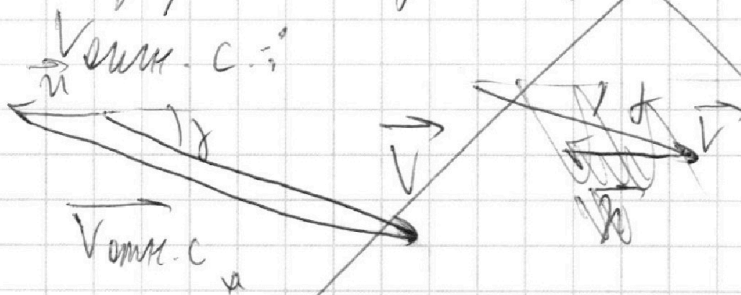
$$t_1 = \frac{1}{1,5g} \sqrt{\frac{h}{1,5g}} = \sqrt{\frac{5,4 \text{ м}}{1,5 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}} = \sqrt{0,36} \text{ с} = 0,6 \text{ с}$$

$$5) H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{(2 t_1 g)^2}{2g} = 2 g t_1^2 = 2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,36 \text{ с}^2 =$$

$$= 7,2 \text{ м}$$



пусть означит со скоростью v в мм. секундах, по условию k горизонтально, тогда v_0



после удара тело скорости векторно складывается скорость u , и ее время нарастает $a+d$ (предполагая, что скорость u мм, и не учитывать влияние силы тяжести)

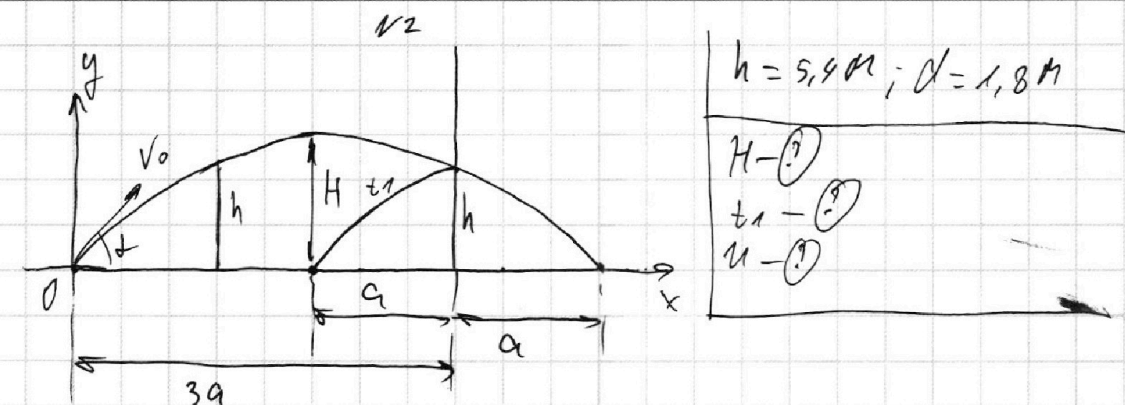
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



1) Удар упругий \Rightarrow можно считать, что стена не была и шар просто приземлился на такую же расстоянии за стеной (a)

$$x|t| = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t$$

$$y|t| = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad \text{— высота max}$$

$$L = 4a = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \quad \text{— дальность}$$

$$T = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \quad \text{— время полета}$$

$$a = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t_1 \quad \left(\text{~~... ..~~} \right)$$

$$3a = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot (T - t_1) \quad \text{— т.к. картина симметрична}$$

по отношению к началу и концу движения

$$v_0 \cos \alpha \cdot 3 = v_0 \cos \alpha \cdot t_1 + v_0 \cos \alpha \cdot T$$

$$3v_0 \cos \alpha \cdot t_1 = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$v_0 \sin \alpha = 2 t_1 g$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

$$5) N = mg \cdot \cos \alpha + T \cdot \sin \alpha = 60 \text{ Н} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + 10\sqrt{3} \cdot \frac{1}{2} \text{ Н} = \cancel{40\sqrt{3} \text{ Н}} \quad 35\sqrt{3} \text{ Н}$$

$$6) F_{TP} = m N \Rightarrow m = \frac{F_{TP}}{N} = \frac{15 \text{ Н}}{35\sqrt{3} \text{ Н}} = \frac{15\sqrt{3}}{35 \cdot 3} = \frac{\sqrt{3}}{7} \quad \left. \begin{array}{l} \text{т.к. тело движется} \\ \text{шарообразно, уравнение} \\ \text{только одно} \end{array} \right\}$$

Ответ: $m = 6 \text{ кг}; F_{TP} = 15 \text{ Н}; m = \frac{\sqrt{3}}{7}$

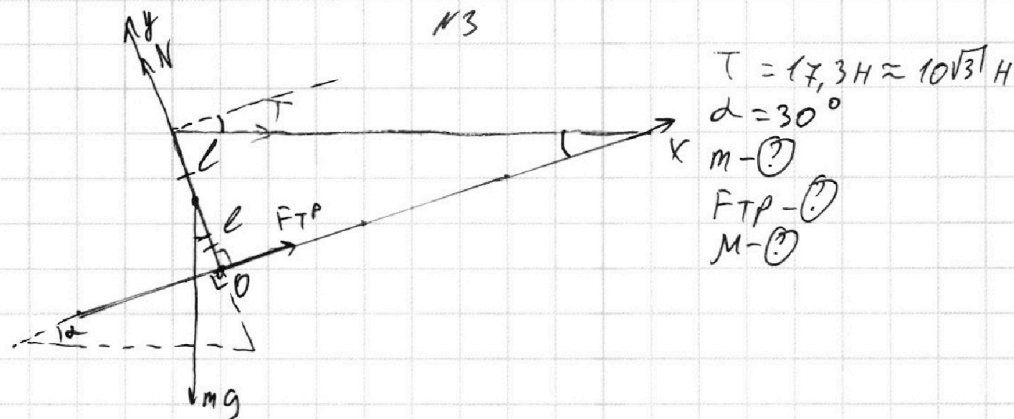
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



1) разставим силы (mg — из центра стержня, T — по условию, N — в точку стержня (сила перпендикулярной реакции опоры), F_{TP} — в точку стержня, тоже из центра в каком направлении, оста-
вым так, если получится отрицательный ответ,
то изменим её направление на противоположный)

2) разставим силы ~~на~~, действующие на стержень:

$\vec{N} + \vec{T} + \vec{F}_{TP} + m\vec{g} = 0$ — находится в покое, следовательно

на Ox :

на Ox :

$$F_{TP} + T \cdot \cos \alpha = mg \cdot \sin \alpha$$

на Oy :

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

3) запишем правило моментов относительно $T \cdot O$:

l — длина стержня

$$l \cdot mg \cdot \sin \alpha = T \cdot 2l \cdot \cos \alpha \quad (M_{\text{прот.}} = M_{\text{мо}})$$

$$m = \frac{2T \cos \alpha}{\sin \alpha g} = \frac{2 \cdot 10\sqrt{3} \text{ Н} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} = 6 \text{ кг}$$

$$4) F_{TP} = mg \cdot \sin \alpha - T \cdot \cos \alpha \quad (\text{п. 2})$$

$$F_{TP} = 60 \text{ Н} \cdot \frac{1}{2} - 10\sqrt{3} \text{ Н} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 15 \text{ Н}$$

~~5) $F_{TP} = N \Rightarrow N = \frac{F_{TP}}{N}$~~

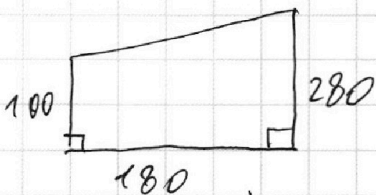
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$Q = \frac{100+280}{2} \cdot 180 \text{ Вт} = 39,2 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

прямоугр. трапеция

4) $Q_B = Q_H - Q$ - кол-во теплоты на возду
масса воды

5) $Q_B = C m_B \Delta t$

$$\Delta t = \frac{Q_B}{C m_B} = \frac{Q_H - Q}{C V \rho} = \frac{(72000 - 39200) \text{ Вт} \cdot \text{ч}}{\frac{4200 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{кг} \cdot \text{м}^3 \cdot \text{ч}}{\text{кг} \cdot \text{C}} \cdot \frac{1 \text{ кг} \cdot \text{м}^3}{\text{л}} \cdot \frac{1 \text{ л}}{\text{л}}}$$

$$= \frac{32800 \text{ }^\circ\text{C}}{4200} = 9 \text{ }^\circ\text{C} = \Delta t$$

$$\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0 = \Delta t$$

$$\tilde{t}_1 = \Delta t + \tilde{t}_0 = (16 + 9) \text{ }^\circ\text{C} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

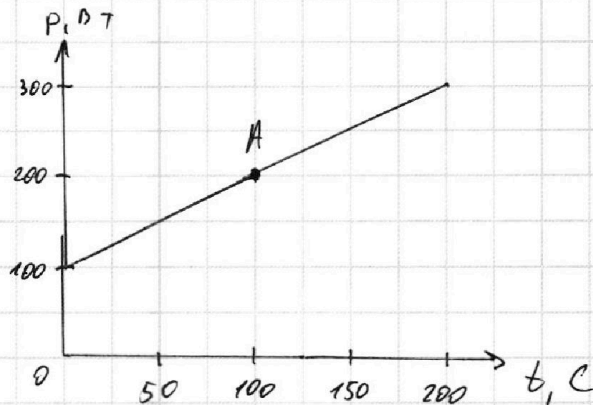
МФТИ

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



№4

$$\begin{aligned} V &= 1 \text{ A}; T = 180 \text{ C} \\ \tilde{t}_0 &= 16 \text{ }^\circ\text{C}; P(t) - \text{мощность} \\ &\quad \text{потери} \\ R &= 25 \text{ } \Omega \\ U &= 100 \text{ В} \\ P_H &? \\ \tilde{t}_1 &? \end{aligned}$$



$$1) \begin{cases} P_H = I^2 R - \text{мощность нагревателя} \\ I = \frac{U}{R} - \text{з-н Ома} \end{cases}$$

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

$$2) Q_H = P_H T - \text{все тепло, которое "отдал" нагреватель}$$

$$Q_H = 400 \text{ Вт} \cdot 180 \text{ с} = 72000 \text{ Дж} = 72 \text{ кДж}$$

$$3) P(t) = Kt + b - \text{ур-ние прямой}$$

$$b = 100 \text{ Вт}$$

$$P = Kt + 100 \text{ Вт}, \text{ возьмем точку A, подставим в ур-ние прямой}$$

$$200_{\text{Вт}} = K \cdot 100 \text{ с} + 100 \text{ Вт}$$

$$100 \text{ с} \cdot K = 100 \text{ Вт}$$

$$K = 1 \frac{\text{Вт}}{\text{с}} = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{с}^2}$$

$$3) \text{ найдем } P \text{ в мом. } T: P = (1 \cdot T + 100) \text{ Вт} = 280 \text{ Вт},$$

Заметим, что площадь под графиком численно равна Q - количеству тепла, рассчитаем площадь для мом. T :

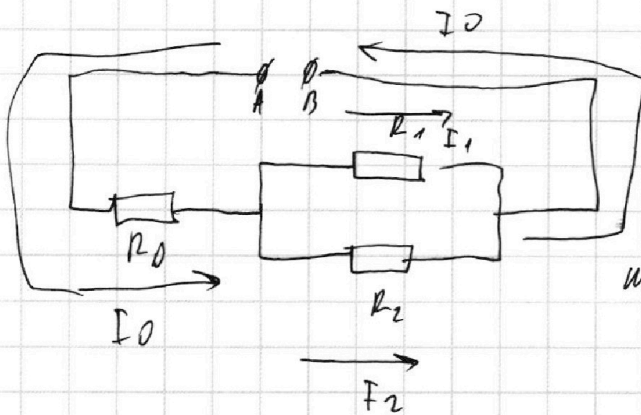
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



1. $I_0 = I_2 + I_1 = 3 \text{ A}$

2. $U_{AB} = R_0 I_0 + R_1 I_1 = 60 \text{ В} + 20 \text{ А} \cdot 3 \text{ А} =$
напряжение
источника
 $= (60 + 2 \cdot 30) \text{ В} = 330 \text{ В}$

3. $P = I_0 U_{AB} = 3 \text{ А} \cdot 330 \text{ В} = 990 \text{ Вт} \approx 1 \text{ кВт}$

Ответ: $I_2 = 1 \text{ А}$; $P = 1 \text{ кВт}$

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

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

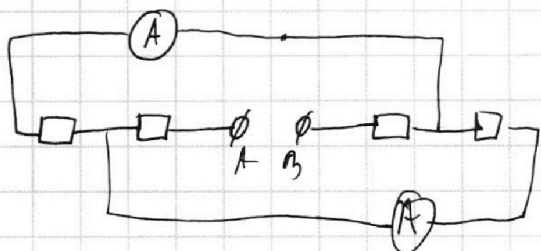


1 2 3 4 5 6 7



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

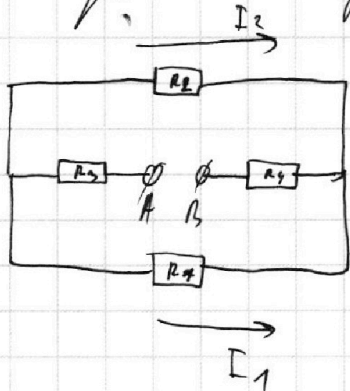
N5



$I_1 = 2 \text{ A}$; ~~$R_1 = 30 \text{ Ohm}$~~
 $R_2 = 30 \text{ Ohm}$; $I_2 \neq I_1$
 $R_{II} = 60 \text{ Ohm}$

 $I_2 = ?$
 $P = ?$

1) $R_A \ll R_{II} \Rightarrow$ ~~можно считать~~ ~~пределами~~, ~~и~~ ~~пересчитать~~ ~~силу~~;



при II согл. $(R_1 \text{ и } R_2)$ ток между ветвями пропорционален сопротивлению:

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1}{R_2}, \quad I_2 \ll I_1 \Rightarrow R_1 \ll R_2 \Rightarrow R_1 = 30 \text{ Ohm}$$

$$\Rightarrow R_1 = 30 \text{ Ohm}, \quad R_2 = 30 \text{ Ohm}$$

$$R_{II} = R_1 + R_2 = 60 \text{ Ohm}$$

3) порядок прохождения тока послед. путь не влияет на что $\Rightarrow R_3 \text{ и } R_4$ нам без разницы, что из них ~~важно~~ ~~(R_1 и R_2)~~, ~~важно~~ $R_3 = R_4$, ~~$R_1 = R_2 = 30 \text{ Ohm}$~~ , ~~потому~~ ~~что~~ ~~именно~~ ~~так~~ $R_0 = R_1 + R_2$

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

4) пересчитаем силу;

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!



$$\begin{array}{r}
 2,9 \\
 \times 2,1 \\
 \hline
 96 \\
 + 40 \\
 \hline
 5,96
 \end{array}$$

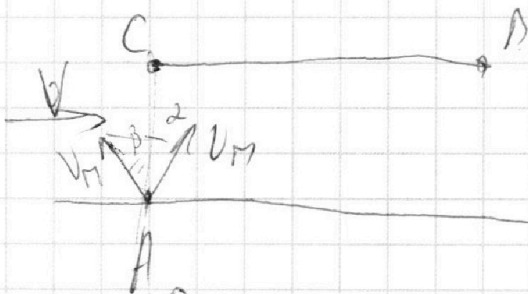
$$V_2 = \sqrt{V^2 + V_M^2 - 2 \cdot V \cdot V_M \cdot \cos \alpha} \cdot T_2$$

$$V_1 = \sqrt{V^2 + V_M^2 + 2 \cdot V \cdot V_M \cdot \cos \beta} \cdot T_1$$

$$\sqrt{V^2 + V_M^2 - 2 \cdot V \cdot V_M \cdot \cos \alpha} \cdot \frac{T_2^2}{T_1^2} = \sqrt{V^2 + V_M^2 + 2 \cdot V \cdot V_M \cdot \cos \beta}$$

$(5,96) \cdot C$

$$\alpha V^2 - \alpha V_M^2 - 2\alpha V V_M \cos \alpha = V^2 + V_M^2 + 2 V V_M \cos \beta$$



$$\left. \begin{array}{l}
 V_M \cdot \cos \alpha = \frac{d}{T_1} \\
 V_M \cdot \sin \alpha + V = \frac{L}{T_1}
 \end{array} \right\} \begin{array}{l}
 V_M \cdot \cos \beta = \frac{d}{T_2} \\
 -V_M \cdot \cos \beta + V = \frac{L}{T_2}
 \end{array}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



$$V_M \cdot \cos \alpha = \frac{d}{T_1}$$

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

$$V + V_M \sin \alpha = \frac{L}{T_2}$$

$$V_M \cdot \cos \alpha \cdot T_1 = V_M \cdot \cos \beta \cdot T_2$$

$$V_M \cdot \cos \beta = \frac{d}{T_2}$$

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

$$V - V_M \sin \beta = \frac{L}{T_2}$$

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

$$2,4 \cos \beta \cdot V_M = \frac{d}{T_1}$$

$$2V_M \cos \alpha \sin \alpha$$

$$V + V_M \sqrt{1 - 2,4 \cos \beta} = \frac{L}{T_2}$$

$$V_M \cdot \cos \beta = \frac{d}{T_2}$$

$$\frac{1 \times 2}{100 \cdot 2 \cdot 0 \cdot 2} = \frac{4}{1200}$$

$$V - V_M \sin \beta = \frac{L}{T_2}$$

$$V_M \left(\sin \beta + \sqrt{1 - 2,4 \cos \beta} \right) = \frac{L}{1200} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 \cdot T_2} \right)$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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

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

$$I = \frac{U}{R}$$

$$\begin{array}{r} 28 \\ \times 18 \\ \hline 224 \\ + 180 \\ \hline 408 \end{array}$$

~~$Q_m = P \cdot T$~~

$$Q_g = P \cdot T = 400 \cdot 180 = 72000 \text{ Дж} = 72 \text{ кДж}$$

$$Q_m = \int_0^T P(t) dt = \int_0^T (t + 100) dt = T^2 + 100T =$$

$$P = t + 100$$

$$= T(T + 100) =$$

$$= 280 \cdot 180 = 50400 =$$

$$= 50,4 \text{ кДж}$$

A(200; 300)

~~B(100; 200)~~

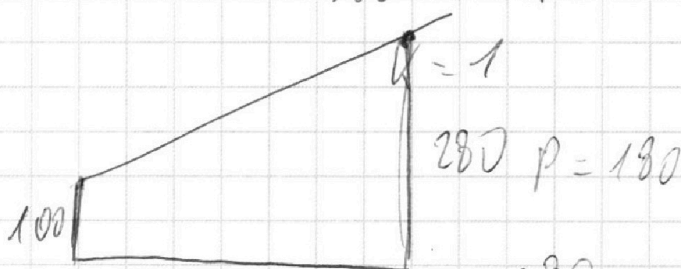
$$y = kx + b$$

$$y = kx + 100$$

~~$$y = kx + b$$~~

$$P = kt + 100$$

$$300 = 200k + 100$$



180

$$\frac{280 + 100}{2} \cdot 180$$

$$Q_m = 50,4 - 39,2 = 11,2 \text{ кДж}$$

$$\begin{array}{r} 38 \\ \times 2 \\ \hline 76,200 \text{ кДж} \end{array}$$

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!



$\frac{I_3}{I_4} = \frac{R_B}{R_A}$
 $F_{R1} = I_2 R_3$
 $F_2 = I_1 R_1$
 $0,72 \text{ м}$

$R_1, R_2 = 30$
 $R_3, R_4 = 60$

$X_{11} = V_0 \cos \alpha \cdot T = 2V_0^2 \sin \alpha \cos \alpha = \frac{2V_0^2 \sin 2\alpha}{2}$
 $V_0 \cos \alpha \cdot t = a = \frac{2V_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{2V_0^2 \sin \alpha}{g}$
 $t = \frac{a}{V_0 \cos \alpha} = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

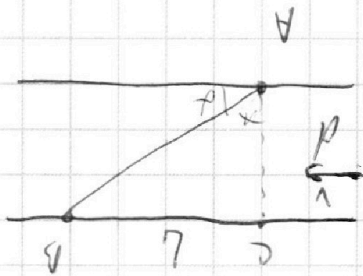
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

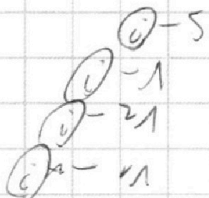
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Лепка QR-кода невозможна!



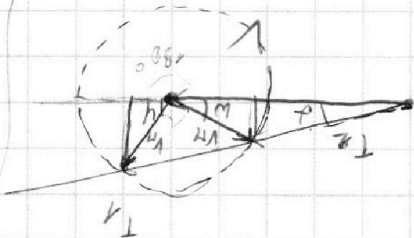
МФТИ



$T_1 = 4000$
 $T_2 = 2400$



$00 \cdot 2400 = 242000$



$V_1 \cdot \sin \alpha \cdot T_1 = d$
 $V_1 \cdot \cos \alpha + V_2 = L$

$3200/102$
 $-3200/102$

$3200/9$
 $3200/9$
 $3200/9$

$L = T_2 \cdot (V_1 - V_2 \cdot \cos \alpha)$

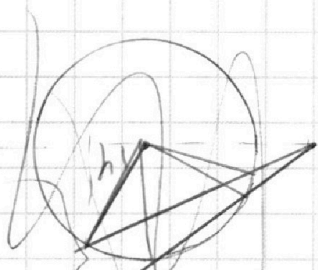
$d = T_2 \cdot \sin \alpha \cdot V_1$

$V_1 \sin \alpha \cdot T_1 = \sin \alpha \cdot T_2$

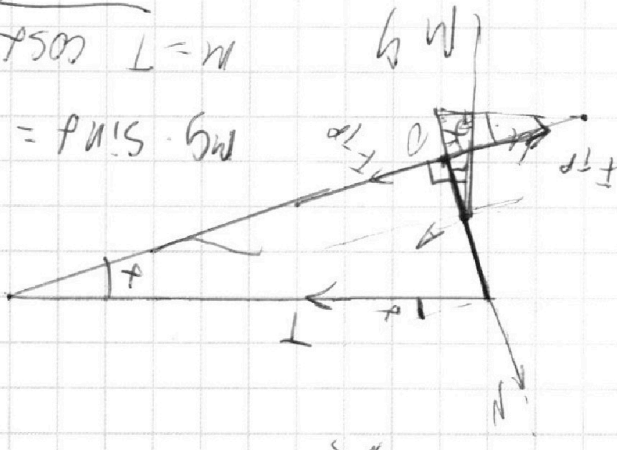
$\sin \alpha = 2/3 \sin \alpha$

$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 1/3$

$2/3 V_1 \sin \alpha T_1 = d$



$3200/92$
 $3200/92$
 $3200/92$



$Mg \cdot \sin \alpha = T \cdot \cos \alpha$

$M = T \cos \alpha$

$\frac{1234}{1234} = \frac{1234}{1234}$

$1234/1234$

$N \cdot N = H \cdot \frac{2}{3} \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{3} = 4500 = d_1$

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 задачей или не отмечено ни одной задачи,

страница считается черновиком и не проверяется. Лепка QR-кода невозможна!



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

$$T \cdot \cos \alpha + F_{TP} = mg \cdot \sin \alpha$$

3) пр. макс. см. T = 0

$$mg \cdot \sin \alpha \cdot k = T \cdot \cos \alpha \cdot k$$

$$k = \frac{2T \cos \alpha}{9 \sin \alpha} = \frac{2 \cdot 100}{9 \cdot \frac{3}{5}} = \frac{2000}{27} \approx 74.1$$

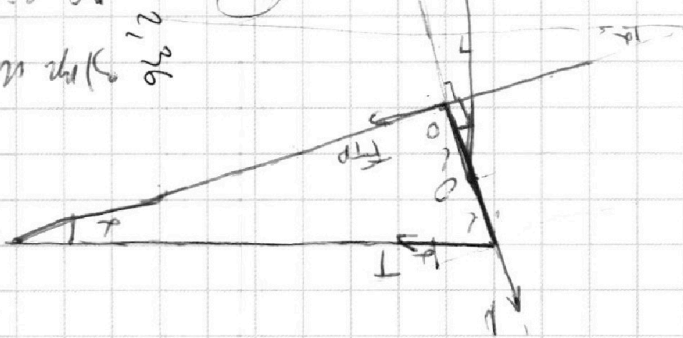
$$k = \frac{100}{3} \approx 33.3$$

$$F_{TP} = mg \cdot \sin \alpha - T \cdot \cos \alpha$$

$$\frac{1000}{3} - 1000 \cdot \frac{3}{5} = 333.3 - 600 = -266.7$$

$$\frac{2000}{27} \approx 74.1$$

$$\frac{2000}{27} \approx 74.1$$



$$T \cdot \cos \alpha = F_{TP}$$

$$F_{TP} = \mu \cdot N = 0.1 \cdot 1000 = 100$$

$$5 \sqrt{3} H + \frac{200 H^2}{H} = 5 \sqrt{3} H + 200 H = 205 H = N$$

$$1690 = 4 \cdot 100 = 400$$

$$1600 \cdot 2 = 3200$$

$$11400 - 2500 = 8900$$

$$12 \cdot 17 = 204$$

$$\frac{1690}{2} = \frac{13^2 \cdot 10}{2}$$

$$N = F_{TP} = \mu N = \mu$$

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) ~~первый случай:~~

$$\begin{cases} V' \cdot \cos \beta + V = \frac{L}{T_1} \\ V' \cdot \sin \beta = \frac{d}{T_1} \end{cases}$$

~~второй случай~~

$$\begin{cases} -V' \cdot \cos \gamma + V = \frac{L}{T_2} \\ V' \cdot \sin \gamma = \frac{d}{T_2} \end{cases}$$

$$1. \frac{L}{T_1} - \frac{L}{T_2} = \cancel{V - V' \cos \gamma} \quad V + V' \cos \beta - \cancel{V + V' \cos \gamma}$$

$$L \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right) = V' (\cos \beta + \cos \gamma)$$

$d, \neq m$

$$x^4 - 4x^3 + 5x^2 + 0,25 = 0$$

$x^4 - 4x^3 + 5x^2 + 0,25 = 0$

$$2. V' \sin \beta T_1 = V' \sin \gamma T_2$$

$$\sin \beta = 2,4 \sin \gamma \Rightarrow \sqrt{1 - \cos^2 \beta}$$

$$5,76 \sin^2 \gamma = 1 - \cos^2 \beta$$

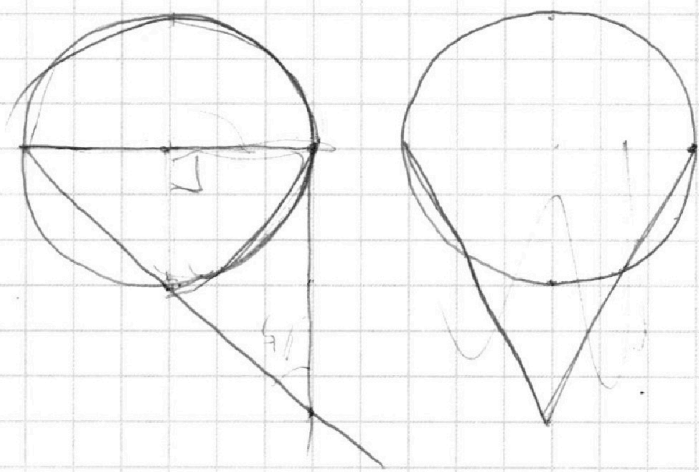
$$\cos^2 \beta = 1 - 2,4^2 \sin^2 \gamma$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - 2,4^2 \sin^2 \gamma} = \sqrt{1 - 2,4^2 (1 - \cos^2 \gamma)} =$$

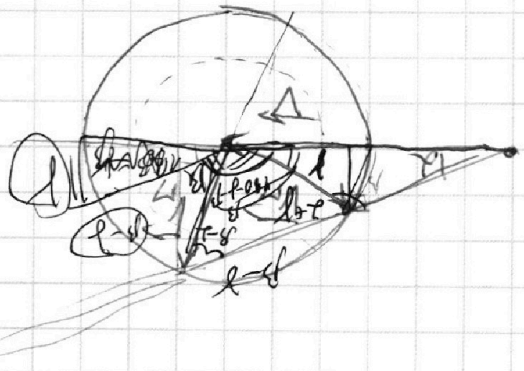
$$= \sqrt{1 - 2,4^2 + 2,4^2 \cos^2 \gamma} = \sqrt{(2,4 \cos \gamma)^2 - 4,36}$$

$$3. \frac{d, \neq m}{V'} = \frac{c}{V'} = \cos \gamma = \sqrt{(2,4 \cos \gamma)^2 - 4,36}$$

$$\frac{c^2}{V'^2} - \frac{2c \cos \gamma}{V'} \cos^2 \gamma = 2,4^2 \cos^2 \gamma - 4,36$$



1-7-1-2-1
1-6-1-3



Если отмечено более одной задачей или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порядк QR-кода неопределен!

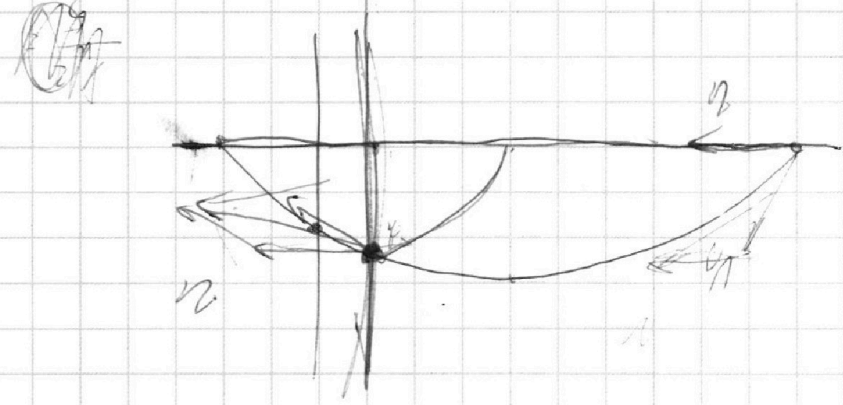
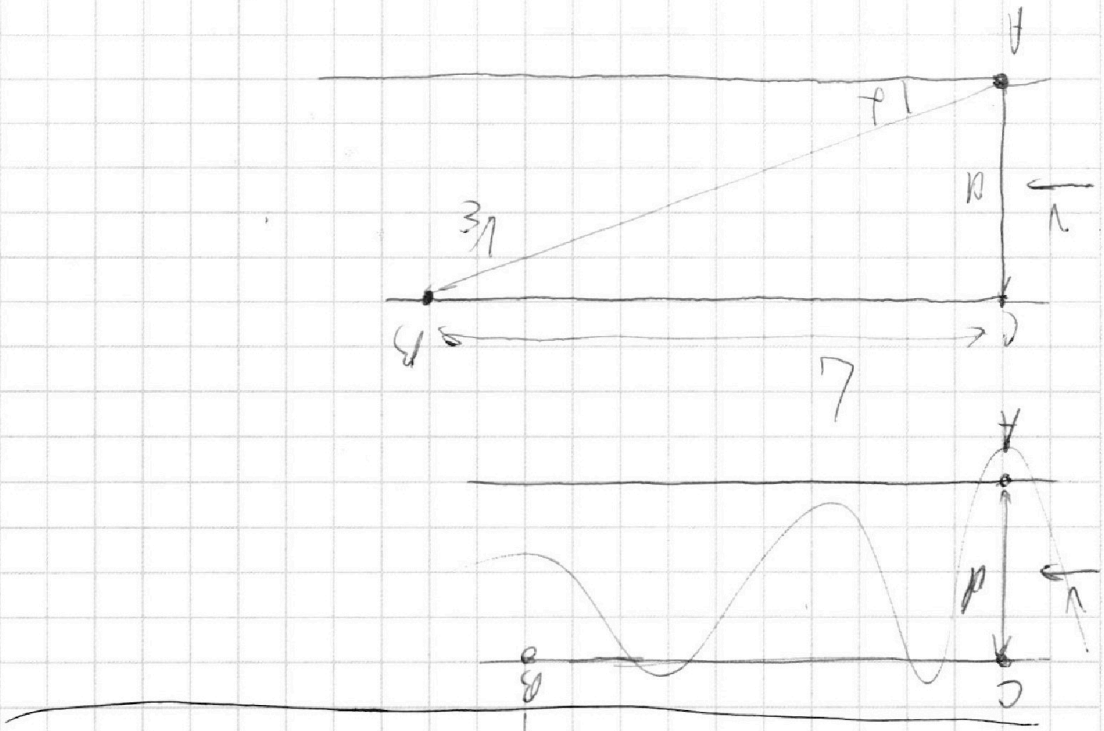
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

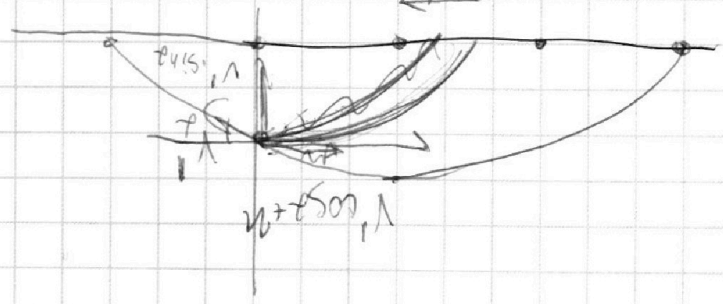
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.



МФТИ



$$\sqrt{V_1^2 \cos^2 \alpha + V_2^2 \sin^2 \alpha} + n \cos \alpha, \sqrt{V_1^2 \cos^2 \alpha + V_2^2 \sin^2 \alpha} + n \sin \alpha = 3n$$



Если отмечено более одной задачей или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Поша QR-кода недоступна!

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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



$$L = \int_0^{\pi} \sqrt{1 + 25 \sin^2 t} dt = \frac{5}{2} \int_0^{\pi} \sqrt{1 + 2 \sin^2 t} dt$$

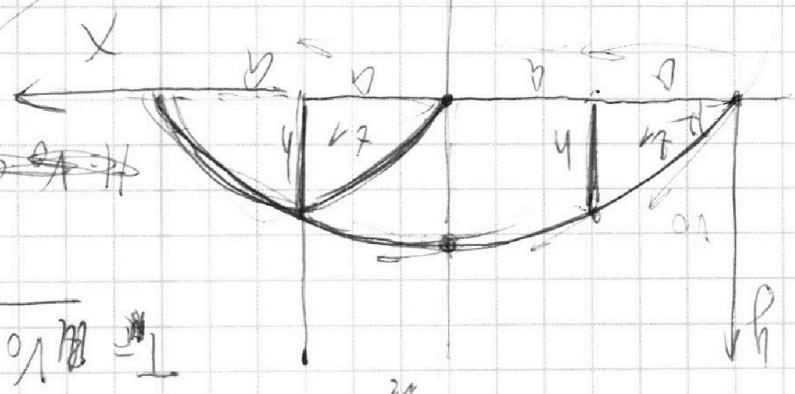
$$L = \frac{5}{2} \int_0^{\pi} \sqrt{1 + 2 \sin^2 t} dt = \frac{5}{2} \int_0^{\pi} \sqrt{1 + 2(1 - \cos^2 t)} dt = \frac{5}{2} \int_0^{\pi} \sqrt{3 - 2 \cos^2 t} dt$$

$$L = \frac{5}{2} \int_0^{\pi} \sqrt{3 - 2 \cos^2 t} dt = \frac{5}{2} \int_0^{\pi} \sqrt{3 - 2(1 - \sin^2 t)} dt = \frac{5}{2} \int_0^{\pi} \sqrt{1 + 2 \sin^2 t} dt$$

$$H = \frac{2g}{g} = 2$$

$$H = \frac{2g}{g} = 2$$

$$H = \frac{2g}{g} = 2$$



$$H = \frac{2g}{g} = 2$$

$$L = \int_0^{\pi} \sqrt{1 + 25 \sin^2 t} dt$$

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

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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



МФТИ



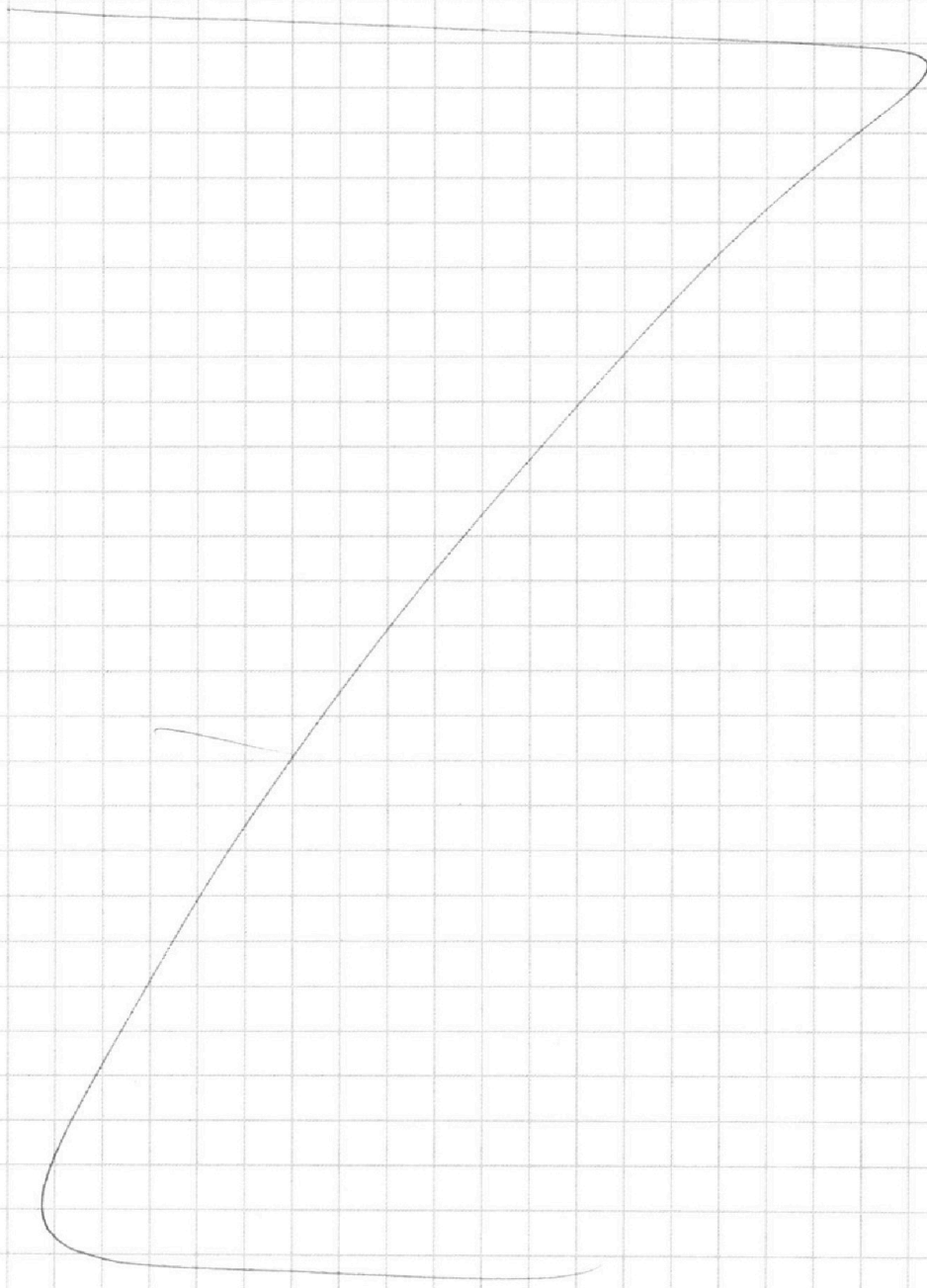
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!





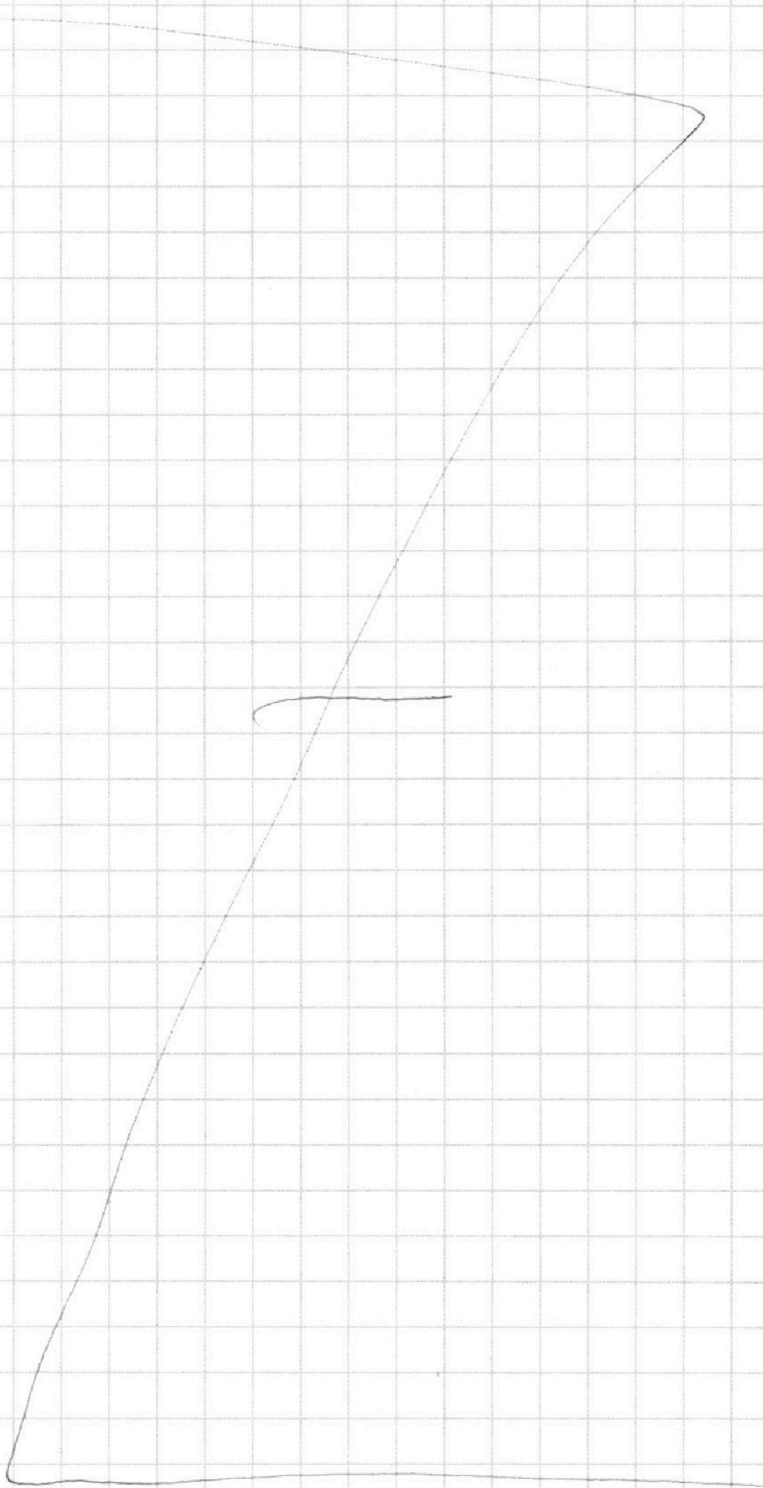
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

~~3) Вернемся к первому случаю:~~

~~$d = \frac{\beta - \gamma}{2}$ - по свойству секущего угла~~

~~$2d = \beta - \gamma$~~

~~$180 - \beta - \gamma - 2d = 180$~~

~~$-2d = \gamma - \beta$~~

~~$180 - 2d = 180 - \beta + \gamma - 2\gamma + 2\gamma$~~

~~$180 - 2d = \underbrace{180 - \beta - \gamma}_{\theta} + 2\gamma$~~

~~3) Вернемся к первому случаю:~~

~~$d = \frac{\beta - \gamma}{2}$ - по св-ву секущего угла.~~

$a = \sqrt{L^2 + d^2}$

~~$v_{\Sigma 1} = \sqrt{v^2 + v'^2 - 2v \cdot v' \cdot \cos \beta} = \frac{a}{T_1}$~~

~~$v_{\Sigma 2} = \sqrt{v^2 + v'^2 - 2 \cdot v \cdot v' \cdot \cos \gamma} = \frac{a}{T_2}$~~