

**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

Вариант 09-02



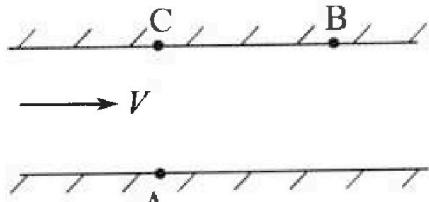
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 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?

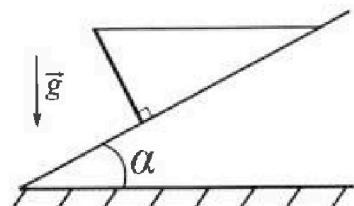
Допустим, что в момент соударения мяча со стенкой на высоте h , стенка движется навстречу мячу. Расстояние между точками падения мяча на поле в случаях: стенка поконится, стенка движется, $d = 1,8$ м.

- 3) Найдите скорость U стенки в момент соударения.

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

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

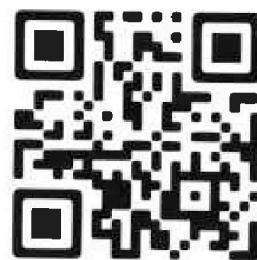
- 1) Найдите массу m стержня.
- 2) Найдите силу F_{tr} трения, действующую на стержень.
- 3) При каких значениях коэффициента μ трения скольжения стержень будет находиться в покое? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².





**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

Вариант 09-02

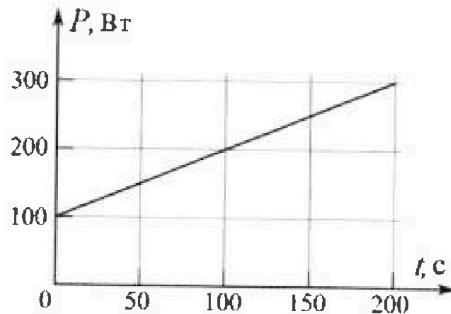


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

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

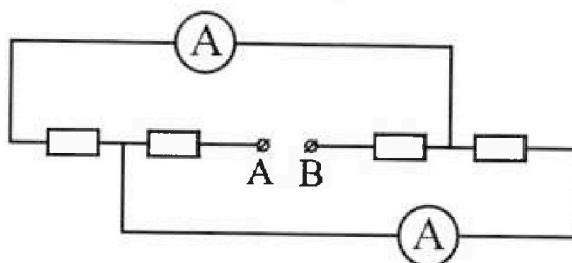
Плотность воды $\rho = 1000\text{ кг}/\text{м}^3$, удельная теплоемкость воды $c = 4200\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$.



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

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

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



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!



$$v_1 = 10 \text{ m/s}$$

$$v_2 = 24 \text{ m/s}$$



$$\sqrt{u^2 + v^2} = v_1 \cdot v_1 = v_2 \cdot v_2$$

$$v_1 = \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{v_1}, v_1 = \frac{13}{100} = 1,3 \text{ m/s}$$

$$v_2 = \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{v_2}, v_2 = \frac{13}{24} \text{ m/s}$$

$$v_1 = \sqrt{u^2 + v^2 - 2 \cdot u \cdot v \cdot \cos(180^\circ - 2\alpha)}$$

$$v_2 = \sqrt{u^2 + v^2 - 2 \cdot u \cdot v \cdot \cos 2\alpha}$$

$$L = (u \cos \alpha + v) \cdot v_1$$

$$L = (-u \cos \alpha + v) \cdot v_2$$

$$d = a \sin \alpha$$

Ответ: $v_1 = 1,3 \text{ m/s}$, $v_2 = \frac{13}{24} \text{ m/s}$

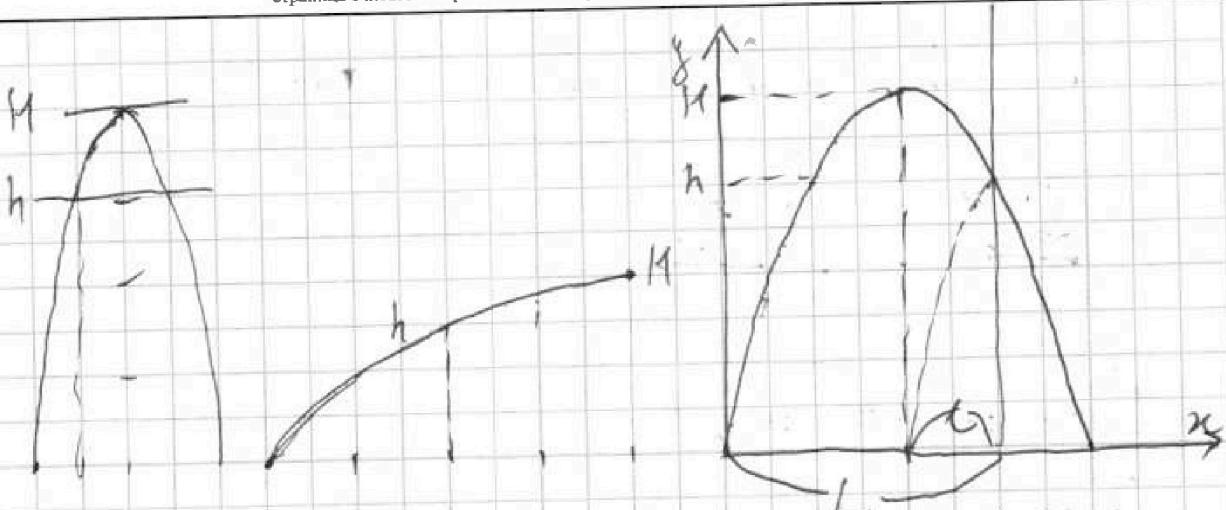
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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"/> |

МФТИ

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



Должно быть видно из рисунков, что $h = \frac{3}{4}H$

$$\Rightarrow H = \frac{4}{3}h; H = \frac{4 \cdot 5/4}{3} = 7,2 \text{ м}$$

$$L = 3l \text{ (рис.)}$$

~~то брата ноги~~



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

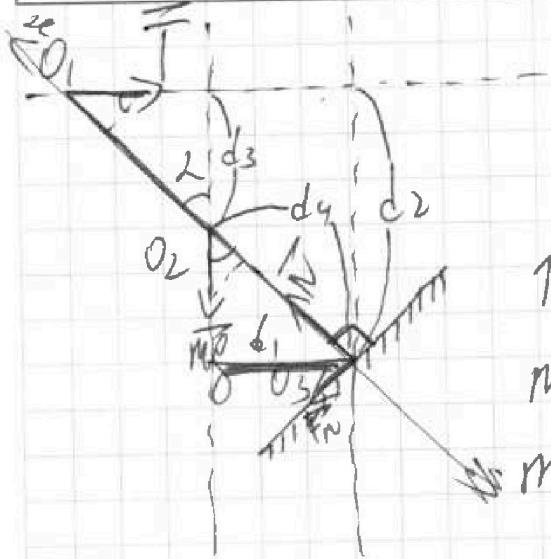
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



$$\angle = 30^\circ$$

$$T = 17,3 \text{ H}$$

Через правило машинков

$$1) O_3: mg d_1 = T d_2$$

$$mg \cdot \sin 2 \frac{\pi}{3} = T \cdot \cos 2 \frac{\pi}{3}$$

$$\Rightarrow m = \frac{2T \cos 2 \frac{\pi}{3}}{g}; m = 3,46 \sqrt{3} \text{ кг}$$

$$2) O_2: T d_3 = N \cdot 0 + F_N d_4$$

$$F_N = T \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \cos 2 \frac{\pi}{3} = F_N = \frac{T \cos 2 \frac{\pi}{3}}{2}; F_N = \frac{17,3 \sqrt{3}}{2} \text{ H}$$

$$3) O_2: T d_3 \leq F_N d_4$$

$$T d_3 \leq \mu N d_4$$

$$O_X: N - mg \cos 2 \frac{\pi}{3} - T \sin 2 \frac{\pi}{3} = 0$$

$$N = mg \cos 2 \frac{\pi}{3} + T \sin 2 \frac{\pi}{3} = \frac{2T \cos 2 \frac{\pi}{3} + T \sin 2 \frac{\pi}{3}}{\sin 2 \frac{\pi}{3}}$$

$$\mu \geq \frac{T \cos 2 \frac{\pi}{3}}{N}; \mu \geq \frac{\sqrt{3}}{7}$$

Ответ: $m = 3,46 \sqrt{3} \text{ кг}; F_N = \frac{17,3 \sqrt{3}}{2} \text{ H}; \mu \geq \frac{\sqrt{3}}{7}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

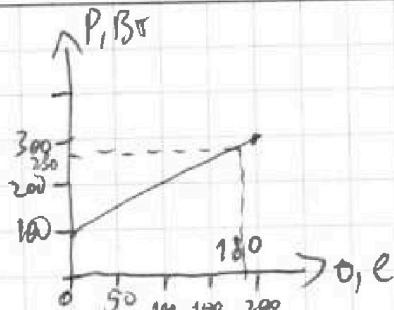
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

$$\begin{aligned}V &= 1 \text{ л} \\t_0 &= 16^\circ\text{C} \\R &= 25 \text{ Ом} \\U &= 100 \text{ В} \\t &\approx 180^\circ\text{C} \\P_H - ? & \\T_1 - ? &\end{aligned}$$



$$1) P_H = \frac{U^2}{R}; P_H = \frac{100^2}{25} = 400 \text{ Вт}$$

$$2) P_H t - Q_{\text{погр}} = c p V (\tilde{T}_1 - \tilde{T}_0)$$

$$P(t) = t + 100 \Rightarrow P(180) = 280 \text{ Вт}$$

$$Q_n = \frac{(280 + 100) \cdot 180}{2} = 180 \cdot 180 \text{ Дж (по } S_{\text{трапеции}})$$

$$400 \cdot 180 - 180 \cdot 180 = 4200 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot (\tilde{T}_1 - 16)$$

$$\tilde{T}_1 = \frac{P_H t - Q_n + c p V \tilde{T}_0}{c p V}$$

$$\text{Получаем! } \tilde{T}_1 = 25^\circ\text{C}$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

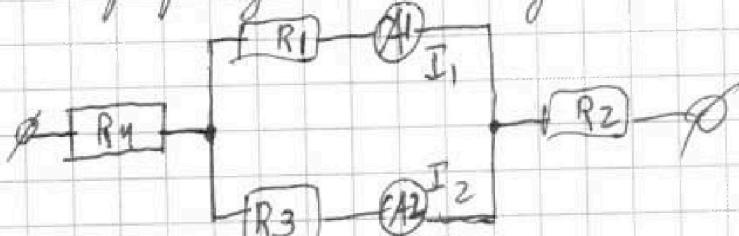
МФТИ



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

Перерисуем схему.

$$I_1 = 2A$$



Дтко. к. I_1 (токожания A_1) и I_2 (токожания A_2) различны, то
сопротивления ~~но~~ симметрических схемы амперетров
резисторов различны. $R_1 = R_2 = 30 \Omega$ (см. рис.)

$R_3 = R_4 = 60 \Omega$ и
следя из этого расставим напряжения

1) ~~расставим~~ ~~вместо~~ R_2 можно воспользоваться R_4 - ~~не имеет~~
~~значения~~

Подправляем напряжения на R_1 и R_3

$$I_1 R_1 = I_2 R_3 \Rightarrow I_2 = \frac{I_1 R_1}{R_3}; I_2 = \frac{30 \cdot 2}{60} = 1A$$

2) Сумма тока через источник: $I_0 = I_1 + I_2$
 $I_0 = 1 + 2 = 3A$

Одноте сопротивление: $R_0 = R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3}$

$$R_0 = 30 + 60 + \frac{30 \cdot 60}{30 + 60} = 90 + \frac{180}{90} = 110 \Omega$$

$$P = I_0^2 R_0$$

$$P = 3^2 \cdot 110 = 890 \text{ Вт}$$

Ответ: 1A, 890 Вт



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!



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!



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!

17

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ



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

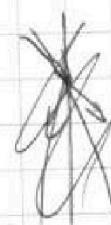


$$\begin{array}{r} -72 \\ 60 \\ \hline 120 \end{array} \quad \begin{array}{r} 50 \\ 24 \\ \hline 74 \end{array}$$

$$H = \frac{4}{3}h$$

$$\begin{array}{r} 154 \\ 216 \\ \hline 372 \\ 60 \\ \hline 12 \end{array}$$

$$H = \frac{4 \cdot 54}{3} = 7,2 \text{ м}$$



$$h = V_0 \sin \alpha_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$l = V_0 \cos \alpha_2 t_2$$

$$0 = h - V_0 \sin \alpha_2 t_1 + \frac{g t_1^2}{2}$$

$$h = V_0 \sin \alpha_2 t_1 + \frac{g t_1^2}{2}; l = V_0 \cos \alpha_2 t_1$$

$$H = V_0 \sin \alpha_2 t_0 - \frac{g t_0^2}{2}; 2l = V_0 \cos \alpha_2 t_0$$

$$H = 2V_0 \sin \alpha_2 t_1 - 2gt_1^2; \frac{t_0}{t_1} = 2$$

$$V_0 \sin \alpha_2 t_1 = \sqrt{3} \sin \alpha_2 t_1$$

$$H - \frac{gt_0^2}{2} = \frac{H + 2gt_1^2}{2}; 2H - g t_0^2 = H + 2gt_1^2$$

$$H = 2gt_1^2 + gt_0^2$$

$$H = 3gt_1^2; t_1 = \sqrt{\frac{H}{3g}}; t_1 = \sqrt{\frac{7,2}{3 \cdot 10}} =$$

$$= \sqrt{\frac{7,2}{30}} = \sqrt{0,24} \text{ с}$$

$$x_1 = V_0 \cos \alpha_2 t_1$$

$$x_2 = (V_0 \cos \alpha_2 + u)t_1$$

$$x_2 - x_1 = d$$

$$V_0 \cos \alpha_2 t_1 + u t_1 - V_0 \cos \alpha_2 t_1 = d$$

$$u t_1 = d$$

$$u = \frac{d}{t_1}$$

$$u = \frac{d}{t_1} = \frac{1,8}{\sqrt{0,24}} = \frac{3,24}{0,24} = 13,5$$

$$\begin{array}{r} 18 \\ 18 \\ \hline 36 \\ 36 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 24 \\ 24 \\ \hline 48 \\ 48 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 18 \\ 18 \\ \hline 36 \\ 36 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 24 \\ 24 \\ \hline 48 \\ 48 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 32 \\ 32 \\ \hline 64 \\ 64 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 24 \\ 24 \\ \hline 48 \\ 48 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 135 \\ 135 \\ \hline 270 \\ 270 \\ \hline 0 \end{array}$$



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!

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ



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

$$H = 2e \operatorname{tg} 2 - \frac{2g e^2}{V_0^2 \cos^2 2}$$

~~ХЗ~~

$$h = \frac{3}{4} H$$

$$h = V_0 \sin 2 \theta_1 - \frac{g t_1^2}{2}, \quad t_1 = \frac{3L}{V_0 \cos 2}$$

$$h = \frac{V_0 \sin 2 \cdot 3L}{V_0 \cos 2} - \frac{g}{2} \cdot \frac{9L^2}{V_0^2 \cos^2 2} = 3L \operatorname{tg} 2 - \frac{9}{2} \frac{g e^2}{V_0^2 \cos^2 2}$$

$$H - h = \frac{1}{4} H = 2e \operatorname{tg} 2 - \frac{2g e^2}{V_0^2 \cos^2 2} - 3L \operatorname{tg} 2 + \frac{9}{2} \frac{g e^2}{V_0^2 \cos^2 2}$$

$$\frac{1}{4} H = -\operatorname{tg} 2 + \frac{5}{2} \frac{g e^2}{V_0^2 \cos^2 2} \quad h = \operatorname{tg} 2 - \frac{g e^2}{2 \frac{V_0^2 \cos^2 2}{2}}$$

$$H = 2e \operatorname{tg} 2$$

$$\# L = V_0 \cos 2 \theta_1, \quad h = \frac{V_0 \sin 2 L}{V_0 \cos 2} - \frac{g \cdot L^2}{2 \cdot V_0^2 \cos^2 2}$$

$$h = V_0 \sin 2 \theta_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

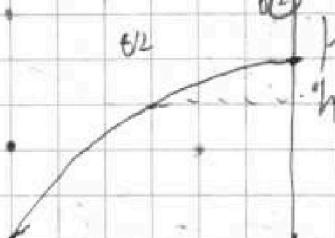
$$H = V_0 \sin 2 L - \frac{g t_1^2}{2} = V_0 \sin 2 L$$

$$H - h = \frac{1}{4} H = 2e \operatorname{tg} 2 - \frac{2g e^2}{V_0^2 \cos^2 2} - \operatorname{tg} 2 + \frac{g e^2}{2 \frac{V_0^2 \cos^2 2}{2}}$$

$$\frac{1}{4} H = \operatorname{tg} 2 - \frac{5}{2} \frac{g e^2}{V_0^2 \cos^2 2}$$

$$V_0 \sin 2 L = g t_1^2 \quad t_1^2 = \frac{V_0^2 \sin^2 2 L}{g}$$

$$H = V_0 \sin 2 L - \frac{g t_1^2}{2}$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

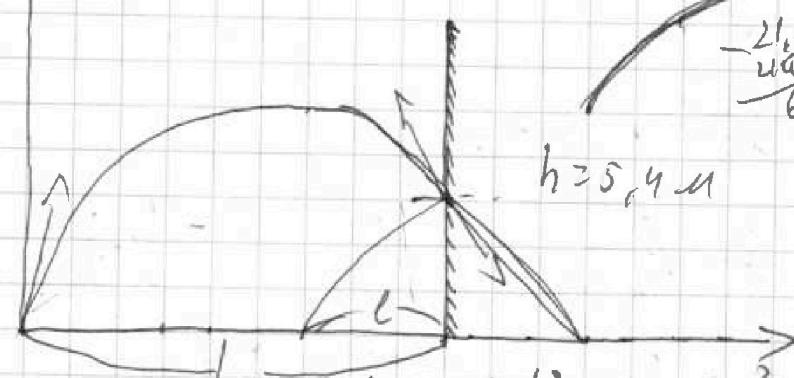
МФТИ

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

$$H - h = H - \frac{3}{4}H = \frac{1}{4}H$$

$$\frac{85\%}{21.6}$$

$$H = \frac{4}{3}h \geq \frac{4}{3} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{4}{3}$$



$$L = 3l$$

~~$$h = \frac{3}{4}H$$~~

~~$$\frac{h}{H} = \frac{\text{Top}}{\text{Total}}$$~~

$$y = y_0 + V_0 t + \frac{g t^2}{2}$$

$$H = V_0 \sin \frac{\pi}{2} t + \frac{g t^2}{2}$$

$$h = V_0 \sin \frac{\pi}{2} t - \frac{g t^2}{2}$$

$$H = \frac{V_0 \sin \frac{\pi}{2} t}{2} + \frac{g t^2}{2}$$

$$H = 2l \log 2 - \frac{2 g l^2}{V_0^2 \cos^2 \theta} \quad 3l = V_0 \cos \frac{\pi}{2} t; \quad 4l = V_0 \cos \theta$$

$$t = \frac{V_0 \sin \frac{\pi}{2} t}{2 \cos \theta} - \frac{g \cdot 3l^2}{2 V_0^2 \cos^2 \theta}$$

$$h = \frac{3}{2} l \log 2 - \frac{3 g l^2}{2 V_0^2 \cos^2 \theta} + \frac{t}{2} h$$

$$H - h = 2l \log 2 - \frac{2 g l^2}{V_0^2 \cos^2 \theta} - \frac{3}{2} l \log 2 + \frac{3 g l^2}{2 V_0^2 \cos^2 \theta} = \frac{l \log 2 + 5 g l^2}{2 V_0^2 \cos^2 \theta}$$

$$\frac{3}{2}H = 2l \log 2 - \frac{2 g l^2}{V_0^2 \cos^2 \theta} - \frac{l \log 2}{2} - \frac{5 g l^2}{2 V_0^2 \cos^2 \theta} = \frac{3}{4} l \log 2$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

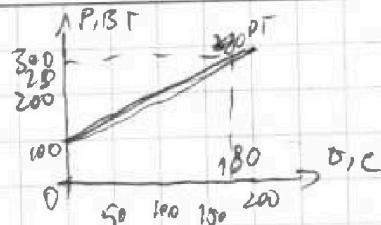


- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

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

МФТИ

$$V = 1 \text{ л}$$
$$T_0 = 16^\circ \text{C}$$
$$R = 25 \Omega \text{д}$$
$$U = 100 \text{ В}$$



$$\begin{array}{r} 7 \\ + 380 \\ - 30 \\ \hline 34200 \\ - 180 \\ \hline 210 \\ - 16 \\ \hline 144 \end{array}$$

$$P_H \rightarrow P(t) = \frac{t}{25} + 100$$

$$T_i - ?; t = 180^\circ \text{C}$$

$$P_H = \frac{U^2}{R} = \frac{100^2}{25} = \frac{10000}{25} = 400 \text{ Вт}$$

$$2) P_H T - \cancel{Q_{\text{потери}}} = c p V (T_i - T_0)$$

$$Q_{\text{потери}} = (100 + 300) \cdot \frac{(180 + 280) \cdot 180}{2} = 380 \cdot 80 = 30400 \text{ Дж}$$

$$T_i = P_H T - Q_n$$

$$T_i = \frac{P_H T - Q + c p V T_0}{c p v} \quad T_i = \frac{400 \cdot 180 - 180 \cdot 180 + \frac{4200 \cdot 1000 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 16}{4200 \cdot 1000 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}}{4200} =$$

$$= \frac{180(400 - 180) + 4200 \cdot 16}{4200} = \frac{180 \cdot 210 + 4200 \cdot 16}{4200} =$$

$$\geq \frac{18 \cdot 21 + 42 \cdot 16}{42} = \frac{9 \cdot 42 + 42 \cdot 16}{42} \geq 181.25^\circ \text{C}$$

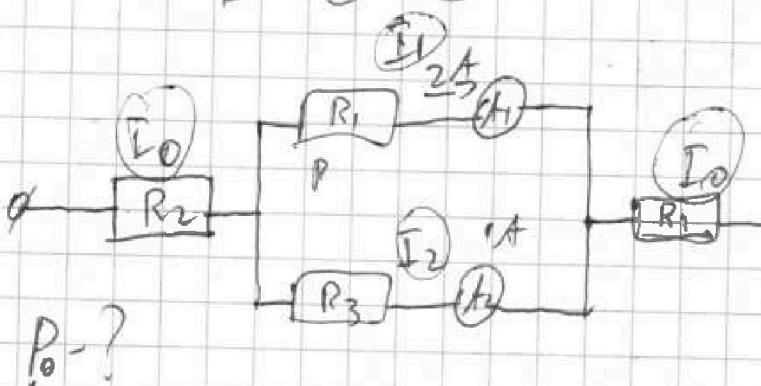
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

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



P0 - ?

$$R_1 = R_2 = 30 \Omega$$

$$R_3 = R_4 = 60 \Omega$$

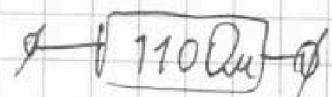
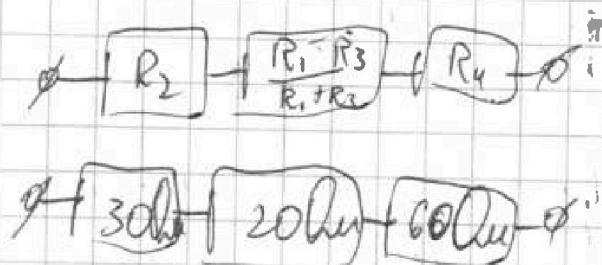
$$I_1 = 2 \text{ A}$$

$$\Rightarrow I_2 = 1 \text{ A}$$

$$I_1 R_1 = I_2 R_3$$

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

$$P_0 = I_0^2 R_0 = \frac{30 \cdot 60}{30+60} = \frac{1800}{90} = 20 \text{ W}$$



$$P = I_0^2 R \quad | \quad P = 3^2 \cdot 110 = 990 \text{ W}$$

$$I_0 = I_1 + I_2$$

$$I_0 = 1 + 2 = 3 \text{ A}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

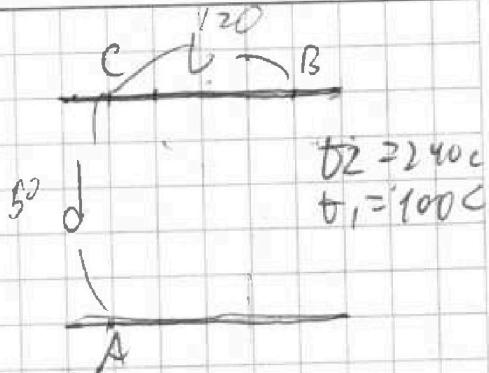
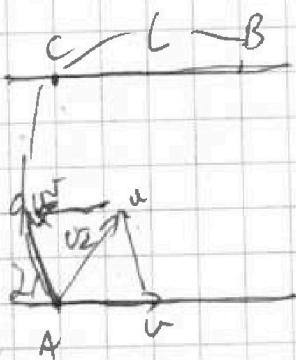
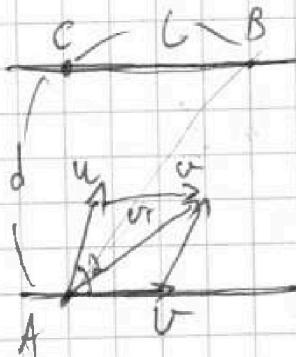
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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



$$\sqrt{U^2 + d^2} = U_1 \cdot \theta_1 = \sqrt{U^2 + V^2 - 2UV \cdot \cos(180 - 2)} \cdot \theta_1$$

$$\sqrt{U^2 + d^2} = U_2 \cdot \theta_2 = \sqrt{U^2 + V^2 - 2UV \cdot \cos 2} \cdot \theta_2$$

$$U_1 = \frac{\sqrt{U^2 + d^2}}{\theta_1} \quad U_1 = \frac{130}{100} = 1,3 \text{ м/с}$$

$$\sin(180 - 2) = -\sin 2 \\ \cos(180 - 2) = \cos 2$$

$$U_2 = \frac{\sqrt{U^2 + d^2}}{\theta_2} = \frac{130}{240} = \frac{13}{24} \text{ м/с}$$

$$\sqrt{U^2 + d^2} = \sqrt{U^2 + V^2 - 2 \cdot U \cdot V \cdot \cos 2} \cdot \theta_2 = \sqrt{U^2 + V^2 - 2UV \cdot \cos(180 - 2)} \cdot \theta_2$$

$$(U^2 + V^2 - 2 \cdot U \cdot V \cdot \cos 2) \cdot \theta_2^2 = (U^2 + V^2 - 2UV \cdot \cos(180 - 2)) \cdot \theta_1^2$$

$$(U_1 \cos 2 + U) \theta_1 = L \quad (-U_2 \cos 2 + U) \theta_2 = L$$

$$U \sin 2 = d \quad U_2 \sin 2 = d$$

$$(U \cos 2 + V) \theta_1 = L = (V - U \cos 2) \theta_2 \quad U \sin 2 = d = U \sin 2$$

$$U \cos 2 \theta_1 + V \theta_1 = V \theta_2 - U \cos 2 \theta_2$$

$$U \theta_2 - V \theta_1 = U \cos 2 (\theta_1 + \theta_2)$$

$$140U = 340 \cdot U \cos 2$$

$$140U = 340L - 340V \theta_1$$

$$180U = 340L \quad U = \frac{34 \cdot 120}{48} = \frac{34 \cdot 600 \cdot 50}{24 \cdot 12} = \frac{34 \cdot 15}{6} = 85 \text{ м/с}$$

$$U \cos 2 = L - V \theta_1$$

$$U \cos 2 = 120 -$$

$$\begin{array}{r} 34 \\ 15 \\ \hline 49 \\ 34 \\ \hline 10 \\ 5 \\ \hline 0 \end{array}$$



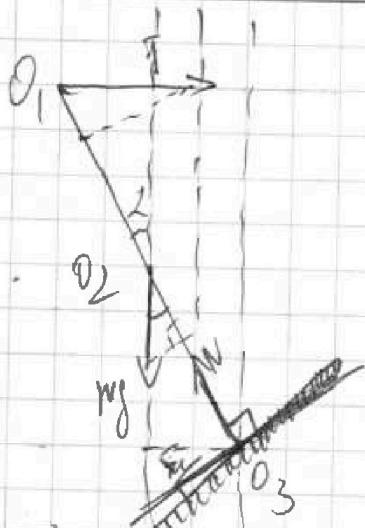
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



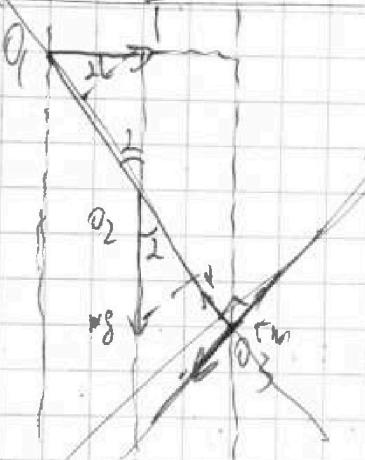
$$O_1: T \frac{1}{2} \cos 2 = F_{\text{fric}} \frac{1}{2}$$

$$F_{\text{fric}} = T \cos 2$$

$$F_{\text{fric}} = 17,3 \sqrt{3}$$

$$O_1: mg \frac{1}{2} \sin 2 = F_{\text{fric}}$$

$$F_{\text{fric}} = T \cdot 4,3 \cdot 3,46 \sqrt{3} \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} = 17,3 \sqrt{3}$$



$$O_2: T \frac{1}{2} \cos 2 = mg \frac{1}{2} \sin 2$$

$$m = \frac{2T \cos 2 \cdot m}{g \sin 2} = \frac{2 \cdot 17,3 \cdot 0,5}{10 \cdot 3,46 \sqrt{3}} = \frac{17,3 \sqrt{3}}{2} \text{ kg}$$

$$O_2: T \frac{1}{2} \cos 2 = N \cdot 0 + F_{\text{fric}} \cdot \frac{1}{2}$$

$$F_{\text{fric}} = T \cos 2$$

$$F_{\text{fric}} = \frac{17,3 \cdot \sqrt{3}}{2} N$$

для покоя

$$O_2: T \frac{1}{2} \cos 2 \leq \mu N \frac{1}{2}$$

$$N = mg \cos 2 + T \sin 2$$

$$N = \frac{2T \cos 2 \cdot \cos 2 + T \sin 2}{\sin 2}$$

$$\mu \geq \frac{T \cos 2}{N} \geq \frac{T \cos 2 \cdot \sin 2}{2T \cos^2 2 + T \sin^2 2} \geq \frac{\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2}}{2 \cdot \frac{3}{4} + \frac{1}{4}} \geq \frac{\frac{\sqrt{3}}{4}}{\frac{7}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{7}$$

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

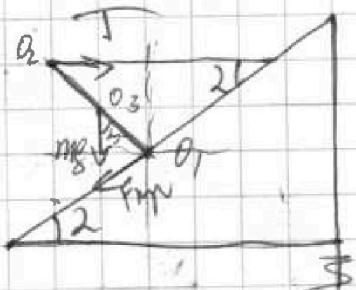
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- 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!

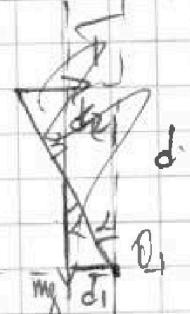


$$T = 17,3 \text{ N}$$
$$\alpha = 30^\circ$$

$$m = ?$$

$$F_m = ?$$

$$\mu = ?$$



$$d_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} m g; d_2 = l \sin \alpha_2$$

Одномерная задача

$$m g d_1 = T d_2$$

$$m g \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \sin \alpha_2 = T \cdot l \cos \alpha_2$$

$$m = \frac{2 T \cos \alpha_2}{g \sin \alpha_2} = \frac{2 T \cos 30^\circ}{g}$$



$$m g d_1 = T d_2$$

$$m g \frac{l \sin \alpha_2}{2} = T l \sin \alpha_2$$

$$m = \frac{2 T}{g}$$

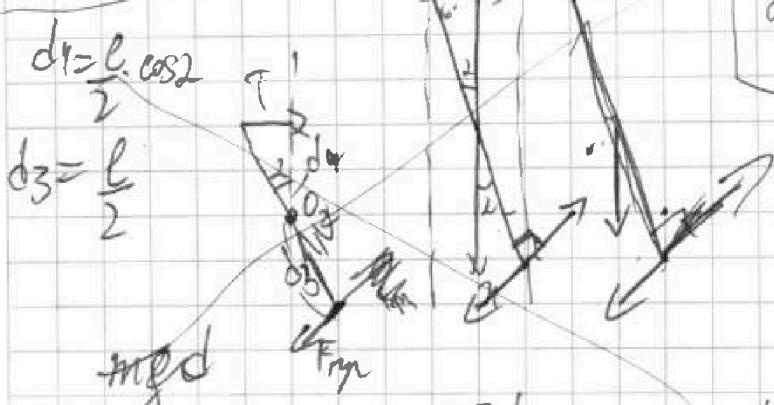
$$d_1 = \frac{l \sin \alpha_2}{2}$$

$$\frac{\sqrt{3}/2}{\sqrt{3}/2}$$

$$d_2 = l \cos \alpha_2$$

$$\begin{array}{cccc} 30 & 15 & 10 \\ \sin 15^\circ & \sin 10^\circ & \sin 10^\circ \\ \cos 15^\circ & \cos 10^\circ & \cos 10^\circ \\ \frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} \\ \frac{\sqrt{3}}{2} & 1 & \frac{\sqrt{3}}{2} \\ \frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} \end{array}$$

$$M_2 = 2 \cdot 17,3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 34,6 \cdot \sqrt{3} = 34,6 \sqrt{3} \text{ N}$$



$$F_m = 17,3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 17,3 \sqrt{3}$$

$$O_2 T d_2 = F_m d_3; T \cdot \frac{l}{2} \cos \alpha_2 = F_m \cdot \frac{l}{2}; F_m = T \cos \alpha_2$$

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

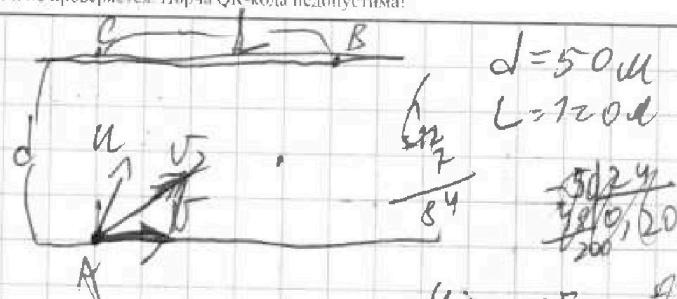
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

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



$$U \alpha_2 = d; \quad U^2 = \frac{d^2}{L^2} + d^2 \quad \cancel{\text{use } \sin \alpha_2 = \frac{d}{L}}$$

$$V t_2 = L; \quad V = \frac{L}{t_2} = \frac{120}{160}$$

$$U_{1,0_1} = \sqrt{L^2 + d^2};$$

$$U = \frac{d}{t_2} = \frac{50 \text{ м}}{240 \text{ с}} = \frac{5}{24} \text{ м/с}$$

$$V = \frac{L}{t_2} = \frac{120}{240} = 0,5 \text{ м/с}$$

$$U_1 = \sqrt{\frac{120^2 + 50^2}{240}}$$

$$120^2 = 12 \cdot 10 \cdot 12 \cdot 10 = 14400 \\ 5 \cdot 10 \cdot 5 \cdot 10 = 2500 \\ \frac{14400 + 2500}{16800} = \frac{16900}{16800} = 1,31$$

$$U_1 = \frac{130}{240} \text{ м/с}$$

$$U_B + U \cos \alpha \neq L$$

$$U_2 + U \cos \alpha = \sqrt{L^2 + d^2} = \sqrt{U^2 + V^2 - 2UV \cos(180 - \alpha)}$$

$$\sin \alpha = \frac{d}{U_1} = \frac{50}{\frac{5 \cdot 24}{240}} = \frac{5 \cdot 24}{50 \cdot 10} = 2,4$$

$$\cos \alpha = \frac{L - V t_2}{U_1} = \frac{120 - 50}{\frac{5 \cdot 24}{240}} = \frac{70 \cdot 24}{50 \cdot 100} = \frac{70 \cdot 24}{5000} = 0,24$$

$$\cos \alpha = \frac{7 \cdot 24}{50} = \frac{7 \cdot 12}{25} = \frac{84}{25}$$

$$U_2 = \alpha \sin \alpha t_2$$

$$\sin \alpha = \frac{2,4}{10} = 0,24$$

