



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 09-01



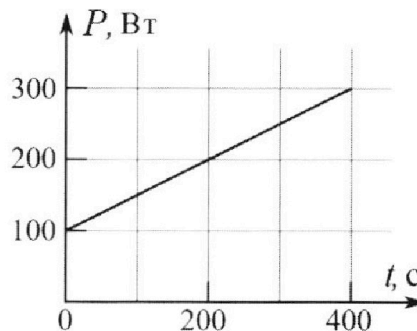
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

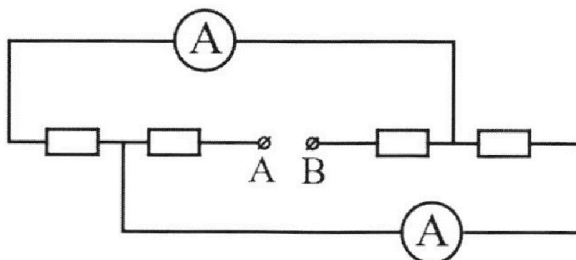
Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·°C).



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.





Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

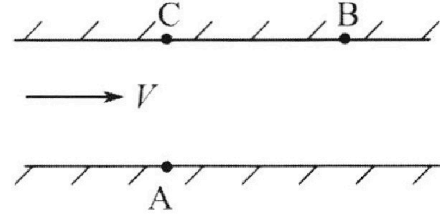
Вариант 09-01



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.

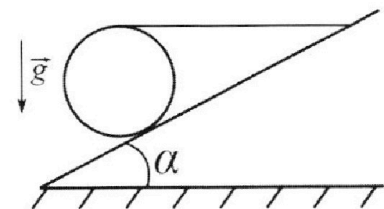
- 1) На какой высоте h происходит соударение мяча со стенкой?
- 2) Найдите продолжительность t_1 полета мяча от старта до соударения со стенкой.

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.

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!



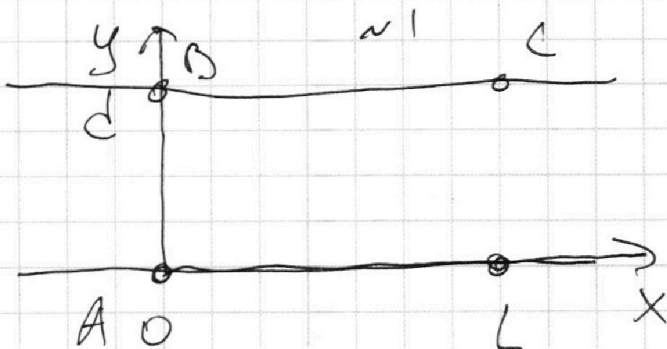
Дано:

$$T_1 = 192 \text{ с}$$

$$T_2 = 417 \text{ с}$$

$$d = 70 \text{ м}$$

$$L = 2 \text{ км}$$



1). $V_1; V_2$

2). u

3). T_3 - ?

$$1) \begin{cases} x_1(t) = V_{x1} \cdot t \\ y_1(t) = V_{y1} \cdot t \end{cases} \begin{cases} L = V_{x1} \cdot T_1 \\ d = V_{y1} \cdot T_1 \end{cases}$$

$$V_1 = \sqrt{\left(\frac{L}{T_1}\right)^2 + \left(\frac{d}{T_1}\right)^2} = \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_1} = \frac{\sqrt{4900 + 57600}}{192} = \frac{250}{192} = \frac{125}{96} \text{ м/с}$$

Аналогично $V_2 = \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_2} = \frac{250}{417} \text{ м/с}$

2). Пусть $V_{x1} = u_{x1} + V$, где u_{x1} - скорость течения реки, тогда:

$$u_{x1} + V = \frac{L}{T_1}; \quad u_{x2} + V = \frac{L}{T_2} \quad \text{Можно найти:}$$

$$u_{x1} - u_{x2} = L \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) = L \cdot \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right)$$

С другой стороны:

$$u_{x1}^2 + V_{y1}^2 = u_{x2}^2 + V_{y2}^2 = u^2$$

$$(u_{x1} - u_{x2})(u_{x1} + u_{x2}) = \left(\frac{d}{T_2} - \frac{d}{T_1}\right) \left(\frac{d}{T_2} + \frac{d}{T_1}\right)$$

$$L \cdot \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right) \cdot (u_{x1} + u_{x2}) = \frac{d^2}{T_1 T_2} \cdot \frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:



1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

№1 Продолжаем

$$L \cdot \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right) \cdot (u_{x1} + u_{x2}) = d^2 \left(\frac{T_1 - T_2}{T_1 T_2} \right) \cdot \left(\frac{T_1 + T_2}{T_1 T_2} \right)$$

$$L \cdot (u_{x1} + u_{x2}) = d^2 \cdot \left(\frac{T_1 + T_2}{T_1 T_2} \right)$$

$$u_{x1} + u_{x2} = \frac{(T_1 + T_2) \cdot (-d^2)}{T_1 T_2 \cdot L}$$

$$2u_{x1} = \frac{(T_1 + T_2) \cdot (-d^2)}{T_1 T_2 \cdot L} + \frac{L(T_2 - T_1)}{T_1 T_2} =$$

$$= \frac{-T_1 d^2 - T_2 \cdot d^2 + L^2 \cdot T_2 - L^2 \cdot T_1}{T_1 T_2 L} =$$

$$= \frac{T_2(L^2 - d^2) - T_1(L^2 + d^2)}{T_1 T_2 L}$$

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

$$= \sqrt{\left(\frac{(L+d)(T_2(L+d) - T_1(L-d))}{2T_1 T_2 L} \right)^2 + \left(\frac{d}{T_2} \right)^2 + \left(\frac{d}{T_1} \right)^2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

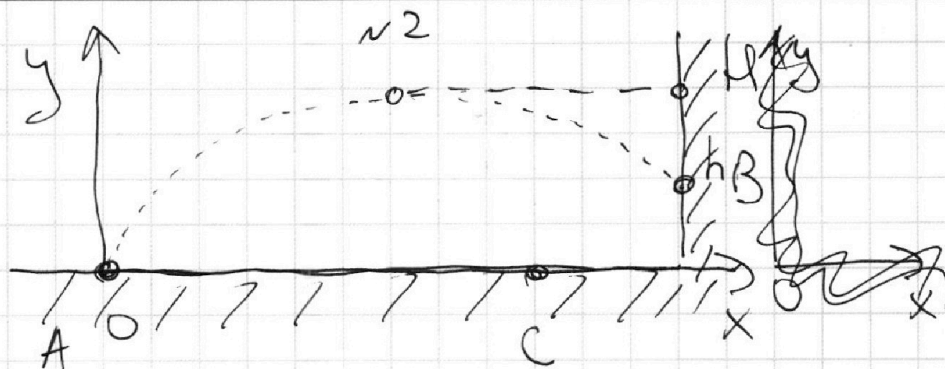
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



Дано:
 $l = 16,2 \text{ м}$
 $u = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 1). h
 2). t_1
 3). d



$$x(t) = v_x \cdot t$$

$$y(t) = v_{y0} \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

1). Шар находится в верхней точке M в момент времени $\frac{3l}{v_x}$. Тогда:

$h = v_{y0} \cdot \frac{3l}{v_x} - \frac{g}{2} \cdot \left(\frac{3l}{v_x}\right)^2$. В точке h он находится в момент времени $\frac{5l}{v_x}$, т.е.:

$$h = v_{y0} \cdot \frac{5l}{v_x} - \frac{g}{2} \cdot \left(\frac{5l}{v_x}\right)^2. \text{ Пусть } \frac{5l}{v_x} = t_1, \text{ то:}$$

$$h = v_{y0} \cdot 0,6 t_1 - \frac{g}{2} \cdot 0,36 t_1^2; \quad h = v_{y0} \cdot t_1 - \frac{g}{2} \cdot t_1^2$$

~~$$h - h = v_{y0} \cdot t_1 \cdot 0,6 - \frac{g}{2} \cdot t_1^2 \cdot 0,6 - v_{y0} \cdot t_1 \cdot 0,6$$~~

~~$$+ \frac{g}{2} \cdot 0,36 t_1^2$$~~

~~$$h - h = \frac{g}{2} t_1^2 (0,36 - 0,6)$$~~

$$0 = v_{y0} \cdot 1,2 t_1 - \frac{g}{2} \cdot 1,44 t_1^2 \quad (\text{В момент падения})$$

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!

$V_{y0} \cdot 1,2 t_1 = \frac{g}{2} \cdot 1,44 t_1^2$ ~2 Продолжение

$V_{y0} = 0,6g \cdot t_1 \Rightarrow H = \frac{0,36 t_1^2 \cdot g}{2} = 0,18g t_1^2$

$h = 0,6g t_1^2 - 0,5g t_1^2 = 0,1g t_1^2$, Тогда:

$\frac{h}{H} = \frac{0,1g t_1^2}{0,18g t_1^2} = \frac{10}{18}$

$h = \frac{10}{18} H = \frac{5}{9} \cdot \frac{162}{18} = 9 \text{ м}$

2). т.а. $H = 0,18g t_1^2 \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{H}{0,18g}}$

$= \sqrt{\frac{16,2}{1,8}} = \sqrt{\frac{162}{18}} = 3 \text{ с}$

3).

Ответ: 1). 9 м ; 2). 3 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 |
| <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!

Дано:

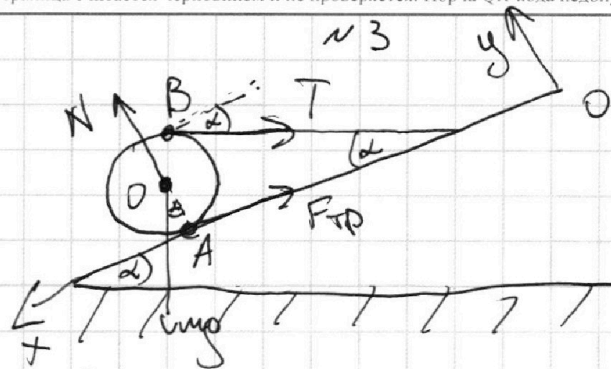
$$m = 30 \text{ кг}$$

$$\sin \alpha = 0,6$$

1). T

2). $F_{\text{тр}}$

3). μ



1). Возьмем ось в точке A. Пусть силы, которые стремятся вращать тело против часовой - с массой, по часовой - с нитью.

$$mg \cdot R \cdot \sin \alpha - T \cdot (R + R \cos \alpha) = 0$$

$$T \cdot (1 + \cos \alpha) = mg \cdot \sin \alpha$$

$$T = \frac{mg \cdot \sin \alpha}{1 + \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = \frac{30 \cdot 0,6}{1 + 0,8} = 10 \text{ Н}$$

2). Теперь возьмем ось в точке O, тогда:

$$F_{\text{тр}} \cdot R - T \cdot R = 0 \quad | \Rightarrow F_{\text{тр}} = T = 10 \text{ Н}$$

3). по оси OY: $N - T \cdot \sin \alpha - mg \cos \alpha = 0$

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

$F_{\text{тр}} = T$ и $F_{\text{тр}} \leq \mu N$ $\Rightarrow T \leq \mu (mg \cos \alpha + T \sin \alpha)$. Тогда:

$$\mu \geq \frac{T}{mg \cos \alpha + T \sin \alpha} = \frac{10}{30 \cdot 0,8 + 10 \cdot 0,6} = \frac{10}{30} = \frac{1}{3}$$

Ответ: 1). 10 Н; 2). 10 Н; 3). $\mu \geq \frac{1}{3}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

Дано:

$$R = 20 \text{ Ом}$$

$$\tilde{t}_0 = 14^\circ \text{C}$$

$$V = 2 \text{ В}$$

$$\frac{I_{\tilde{t}_1} = 5 \text{ А}}{\tilde{t}_1 = 25^\circ \text{C}}$$

1). P_n - ?

2). T - ?

1). $P_n = I^2 R = 25 \cdot 20 = 500 \text{ Вт}$

2). $P_n \cdot T = \bar{p} \cdot T + cm(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0)$

$\bar{p}(t) = 100 + \frac{1}{2} t$ (судя по графику)

$\bar{p}(T) = 100 + \frac{1}{2} T$

Необходимо найти \bar{p} - среднее.

~~$\bar{p} \cdot T = \frac{1}{2} T \cdot T$~~ $\Rightarrow \bar{p} = \frac{1}{2} T + 100$

из равенства мощностей Треуго. и прями,
получаем $\Rightarrow \bar{p} = \frac{1}{2} T + 100$

тогда: $T(P_n - \bar{p}) = cm(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0)$

$$T \cdot P_n - \left(\frac{1}{2} T + 100\right) \cdot T = cm(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0)$$

$$\frac{1}{2} T^2 + 100T - T \cdot P_n + cm(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0) = 0$$

$$\frac{1}{2} T^2 + T(100 - P_n) + cm(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0) = 0$$

$$D = 16 \cdot 10^4 - cm(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0) =$$

$$= 160000 - 4200 \cdot 22 =$$

$$= 67600 = (260)^2$$

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

 МФТИ

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

$$T = \frac{400 + 260}{\frac{1}{2}} = 1320 \text{ с}$$

Ответ: 1). ~~500 В~~ ; 2). 1320 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!



Дано:

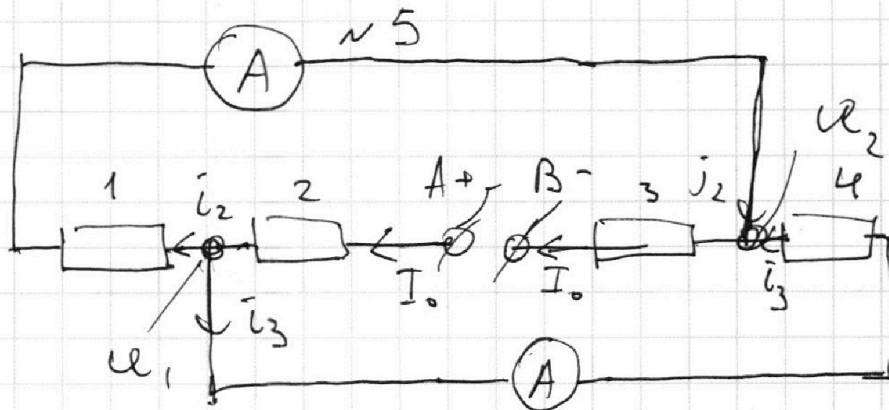
$$R_1 = 20 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 40 \text{ Ом}$$

$$I_1 = 1 \text{ А}$$

1). $I_2 = ?$

2). $U = ?$



1). Необходимо пометить какие резисторы одинаковые, какие разные. Рас - и резисторы $n1$; $n4$. Пусть они одинаковые

тогда: $U_2 - U_1 = i_2 \cdot R$, где R - сопр. резистора $n1$. с другой стороны:

$U_2 - U_1 = i_3 \cdot R$, но тогда $i_2 = i_3$, не аб. Значит резисторы $n1$, $n4$ - с разными сопротивлениями. Пусть, например, у резистора $n1$ сопротивление - 40 Ом , $n4$ - 20 Ом .

тогда: $U_2 - U_1 = i_2 \cdot R_2 = i_3 \cdot R_1$. По условию, что $i_2 < i_3 \Rightarrow i_2 = I_1$. Тогда:

$$I_2 = i_3 = \frac{I_1 \cdot R_2}{R_1} = 2 \text{ А}$$

2). у (1). можно взять: $I_0 = i_3 + i_2 = 3 \text{ А}$

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!

нужно найти ^{н 5} $U_B - U_A$:

$U_B - U_A = I_0 \cdot R_1 + I_1 \cdot R_2 + I_0 \cdot R_2$. Взяв
другое я выбрал сопротивление резистора $R_2 = 20 \text{ Ом}$,
сопротивление резистора $R_3 = 40 \text{ Ом}$. От того что их
поменяю, ничего не изменится. $\Rightarrow U = 220 \text{ В}$

Ответ: 1) 2 А ; 2) 220 В

~~н 5~~

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!

Ответ: 1). $\frac{125}{96}$; $\frac{250}{417} \frac{м}{с}$

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

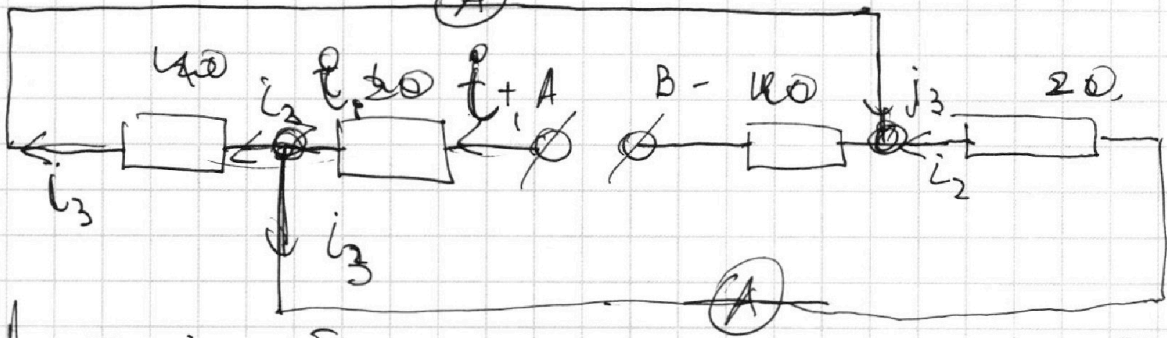
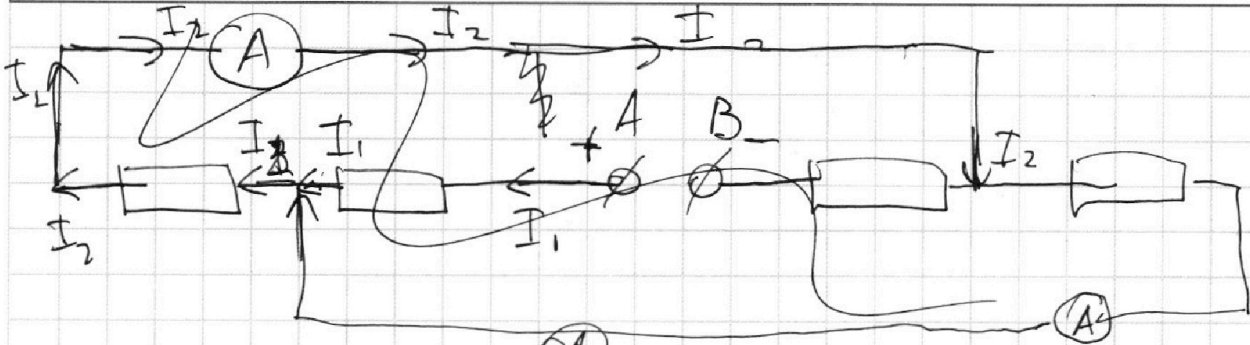
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



лучше i_3 - больше

i_2 - меньше

$$i_3 \cdot 20 = i_2 \cdot 20 \quad i_3 = i_2$$

не нб

$$\frac{(L+d)(T_2(L-d) - T_1(L+d))}{2T_1T_2L}$$

$$U_B - U_A = i_1 \cdot 20 + I_2 \cdot 40 = 60 + 80 = 140 \text{ В}$$

$$20 \cdot 3 + 40 \cdot 1 + 40 \cdot 3 =$$

$$20 \cdot 3 + 20 \cdot 2 + 40 \cdot 3 = 60 + 40 + 120 = 220$$

I_2

I_3

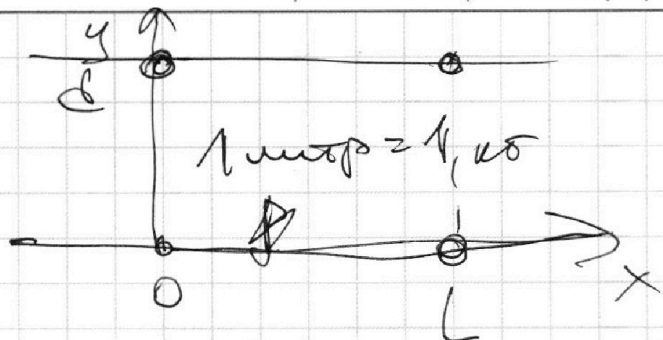
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



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



$$x(t) = v_x \cdot t$$

$$y(t) = v_y \cdot t$$

1000

$$u_{x1} = 2 \cdot \left(\frac{v_{x1}^2}{2} - \frac{v_{x2}^2}{2} \right) =$$

$$u_{x1} = L \cdot \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right) + u_{x2}$$

$$T_2 \cdot \frac{d^2}{T_2^2} - \frac{d^2}{T_1^2} = d^2 \left(\frac{1}{T_2^2} - \frac{1}{T_1^2} \right)$$

$$= d^2 \left(\frac{T_1 - T_2}{T_1 T_2} \right) \cdot \left(\frac{T_1 + T_2}{T_1 T_2} \right)$$

$$\begin{array}{r} 160000 \\ 92400 \\ \times 42 \\ \hline 84 \\ 84 \\ \hline 924 \end{array}$$

$$\frac{1000}{L} = \frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2}$$

92400

$$L = 2000L$$

$$42 \cdot 10^3 \cdot 11 \cdot 1000 \cdot 10^3 = 4200 \cdot 10^9$$

$$\begin{array}{r} 417 \cdot (52700) - 192 \cdot (250)^2 \\ \hline 100 + \frac{1}{2} t \\ 52700 \\ \hline 192 \cdot 250 \\ \hline \end{array}$$

417 · 192 · 250

52700

57600 - 4800 = 52700

527

$$\begin{array}{r} 57600 \\ 4800 \\ \hline 52700 \end{array}$$



На одной странице можно оформить **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. (Лорья QR-кода недоступна!)



Handwritten physics solution on grid paper:

$$0 = v_{y0} - 0,72t, \quad -\frac{0,72}{2} \cdot 0,72$$

$$140 \cdot 2 = 230$$

$$92'0 \text{ парр } \leq \frac{52}{52}$$

$$u = v_y \cdot t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = 11$$

$$m v^2 = m g h + \dots$$

$$110 + k_0 = 110 + k_k$$

$$m v^2 = m g h + m v_x^2$$

$$v_{x2} = -v_{x1} \cos(\alpha)$$

$$m v_{x1} = -m v_{x2}$$

$$160000 - 82400 = 87600$$

Diagrams showing a parabolic trajectory and a coordinate system with x and y axes.

На одной странице можно оформить **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. Липа QR-кода недопустима!



МФТИ

Handwritten physics notes on a grid background, detailing projectile motion. The notes include:

- Coordinate equations: $x(t) = v_x \cdot t$ and $y(t) = v_y \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2}$.
- Velocity components: $v_x = v_0 \cdot \cos \alpha$ and $v_y = v_0 \cdot \sin \alpha - g \cdot t$.
- Velocity magnitude: $v^2 = v_x^2 + v_y^2$.
- Time of flight: $0 = v_{y0} \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} \Rightarrow t = \frac{2 \cdot v_{y0}}{g}$.
- Range: $R = v_x \cdot t = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot \frac{2 \cdot v_0 \cdot \sin \alpha}{g} = \frac{2 \cdot v_0^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$.
- Maximum range: $R_{max} = \frac{v_0^2}{g}$ when $2\alpha = 90^\circ \Rightarrow \alpha = 45^\circ$.
- Maximum height: $H = v_{y0} \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot \frac{2 \cdot v_0 \cdot \sin \alpha}{g} - \frac{g \cdot (2 \cdot v_0 \cdot \sin \alpha / g)^2}{2} = \frac{2 \cdot v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{g} - \frac{2 \cdot v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{g}$.
- Diagram: A coordinate system with x and y axes. A parabolic trajectory is shown starting from the origin. The initial velocity vector v_0 is shown at an angle α to the x-axis. The velocity vector v at a point on the trajectory is shown with its components v_x and v_y . The angle between v and the horizontal is β . The maximum height H and range R are indicated.

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!

$$2). V_{x1}^2 + V_{y1}^2 = V_{x2}^2 + V_{y2}^2 = U^2$$

$$V_{x1} = \frac{L}{T_1} - V; V_{y1} = \frac{d}{T_1}; V_{x2} = \frac{L}{T_2} - V; V_{y2} = \frac{d}{T_2}$$

$$\left(\frac{L}{T_1}\right)^2 - \frac{2LV}{T_1} + V^2 + \left(\frac{d}{T_1}\right)^2 = \left(\frac{L}{T_2}\right)^2 - \frac{2LV}{T_2} + V^2 + \left(\frac{d}{T_2}\right)^2$$

$$V \left(\frac{2L}{T_2} - \frac{2L}{T_1} \right) = \left(\frac{L}{T_2}\right)^2 + \left(\frac{d}{T_2}\right)^2 - \left(\left(\frac{L}{T_1}\right)^2 + \left(\frac{d}{T_1}\right)^2\right)$$

$$V = \frac{\frac{L^2+d^2}{T_2^2} - \frac{L^2+d^2}{T_1^2}}{2L \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)} = \frac{(d^2+L^2) \cdot \left(\frac{1}{T_2^2} - \frac{1}{T_1^2}\right)}{2L \cdot \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)}$$

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

$$= \frac{62500 \cdot 609}{480 \cdot 192 \cdot 417} = \frac{6250 \cdot 203}{48 \cdot 64 \cdot 417}$$

тогда

$$U = \sqrt{\left(\frac{L}{T_1} - V\right)^2 + \left(\frac{d}{T_1}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{L}{T_1} - \frac{(d^2+L^2)(T_1+T_2)}{2L \cdot T_1 \cdot T_2}\right)^2 + \left(\frac{d}{T_1}\right)^2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{2L^2 \cdot T_2 - d^2 \cdot (T_1+T_2) - L^2 \cdot T_1 - L^2 \cdot T_2}{2L \cdot T_1 \cdot T_2}\right)^2 + \left(\frac{d}{T_1}\right)^2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{L^2 \cdot T_2 - L^2 \cdot T_1 - d^2(T_1+T_2)}{2L \cdot T_1 \cdot T_2}\right)^2 + \left(\frac{d}{T_1}\right)^2}$$

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!



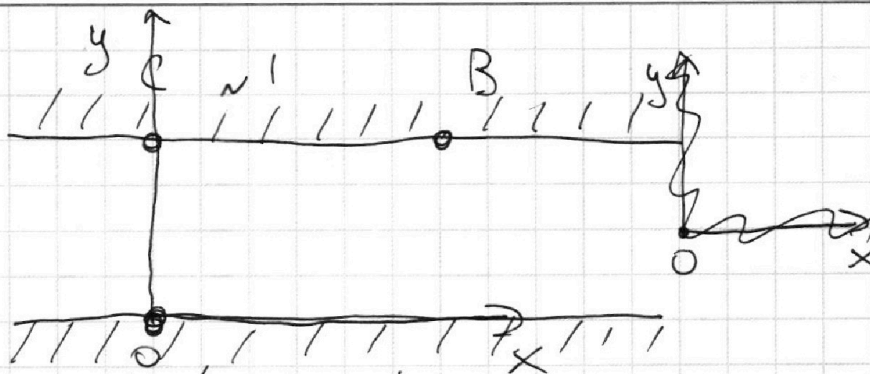
Дано:

$$AC = d = 90 \text{ м}$$

$$CB = L = 240 \text{ м}$$

$$T_1 = 192 \text{ с}$$

$$T_2 = 417 \text{ с}$$



1). $V_1; V_2$

2). u

3). T_3

1). $x_1(t) = (V_{x1} + u) \cdot t$, где V_{x1} — проекция скорости мовца на Ox
 $y_1(t) = V_{y1} \cdot t$, где V_{y1} — проекция скорости мовца на Oy .

$$\begin{cases} L = (V_{x1} + u) \cdot T_1 \\ d = V_{y1} \cdot T_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} (V_{x1} + u) = \frac{L}{T_1} \\ V_{y1} = \frac{d}{T_1} \end{cases}$$

тогда $V_1 = \sqrt{\left(\frac{L}{T_1}\right)^2 + \left(\frac{d}{T_1}\right)^2} = \sqrt{\frac{L^2 + d^2}{T_1^2}} = \frac{\sqrt{L^2 + d^2}}{T_1}$

$$x_2(t) = (V_{x2} + u) \cdot t = \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_1} = \frac{\sqrt{4900 + 57600}}{192} = \frac{250}{192} = \frac{125}{96}$$

$x_2(t) = (V_{x2} + u) \cdot t$, где V_{x2} — проекция скорости мовца на Ox

$y_2(t) = V_{y2} \cdot t$, где V_{y2} — проекция скорости мовца на Oy .

$$\begin{cases} L = (V_{x2} + u) \cdot T_2 \\ d = V_{y2} \cdot T_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} (V_{x2} + u) = \frac{L}{T_2} \\ V_{y2} = \frac{d}{T_2} \end{cases}$$

тогда $V_2 = \sqrt{\left(\frac{L}{T_2}\right)^2 + \left(\frac{d}{T_2}\right)^2} = \frac{\sqrt{L^2 + d^2}}{T_2} = \frac{250}{417}$

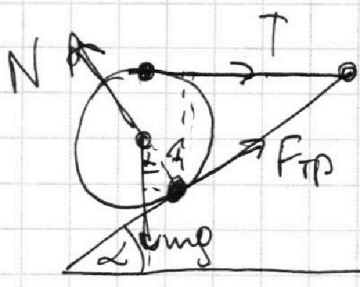
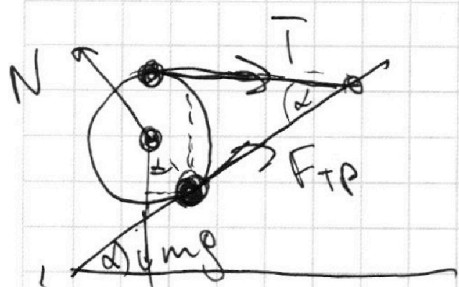
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



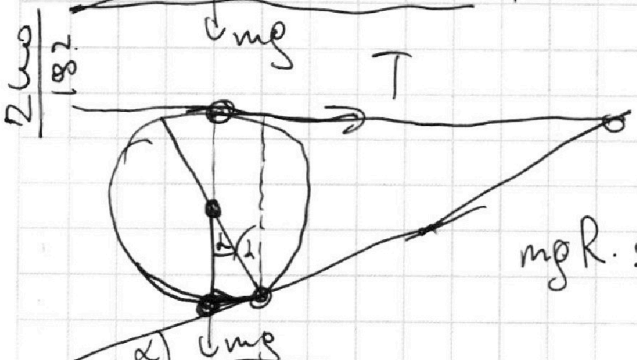
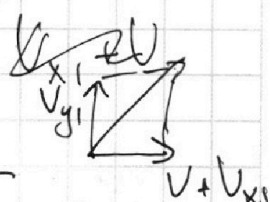
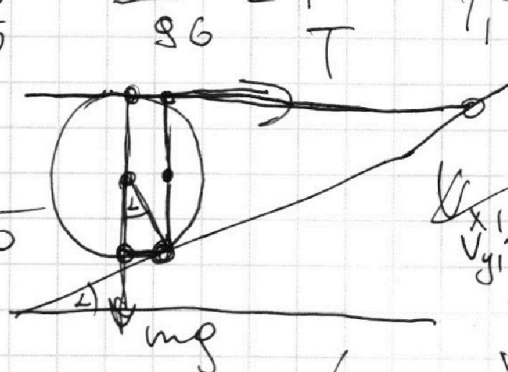
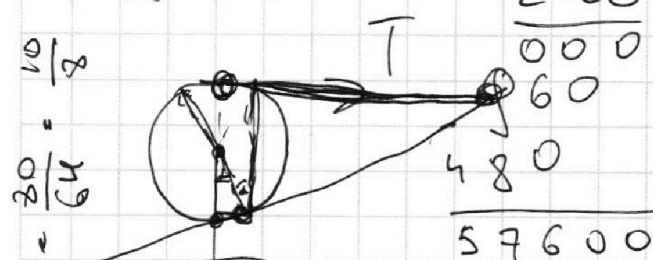
mg cos
 $mg \cdot R \cdot \sin \alpha - T$

$\frac{10}{8}$
 48000

$\times \frac{240}{240}$
 $\frac{000}{60}$

$\frac{576}{96} \sqrt{\frac{24}{24}}$

$\frac{L^2}{T_1^2} = \frac{d^2}{T_2^2}$
 $= \sqrt{\frac{L^2 + d^2}{T_1}}$

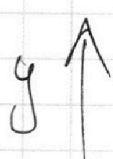
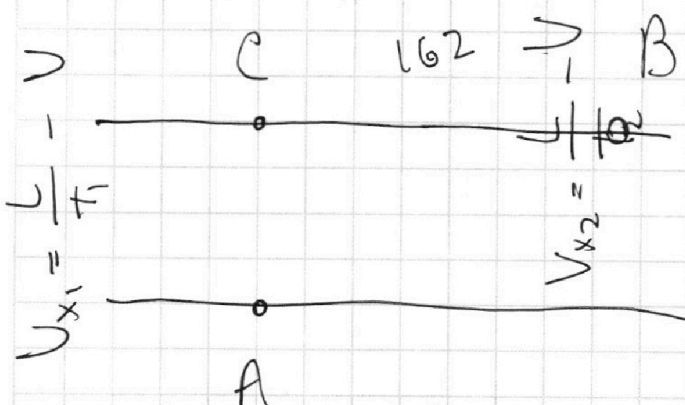


$mgR \cdot \sin \alpha$

$v_{x1} (v_{x1} + v) \cdot T = L$
 $v_{y1} \cdot T_1 = d$

$x_1(t) = (v_{x1} + v) \cdot t$

$y_1(t) = \frac{10}{3} \cdot t$



$\frac{10}{30 \cdot 0,8 + 10} \cdot t$
 $= \frac{10}{24 + 6} = \frac{1}{3}$

$x_1(t) = x_2(t) = v \cdot t$

$y_1(t) = v_1 \cdot t$; $y_2(t) = v_2 \cdot t$
 $v_1 \cdot T_1 = d$; $v_2 \cdot T_2 = d$

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!

$$\begin{array}{r} 57600 \\ \times 4800 \\ \hline 62500 \end{array}$$

$$\frac{125}{96}$$

$$V_{x2} \quad H =$$

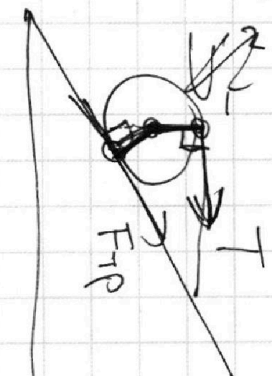
$$\frac{30 \cdot 0,6}{1 + \sqrt{1 - 0,36}} = \frac{3 \cdot 6}{1 + 0,8} = \frac{18}{1,8} = 10$$

$$\sqrt{V_{x1}^2 + V_{y1}^2} = \sqrt{V_{x2}^2 + V_{y2}^2} + L \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot 2P + \frac{1}{2} \cdot 2P$$

$$V_1^2 = V_{x1}^2 + V_{y1}^2 = V_{x2}^2 + V_{y2}^2$$

$$V_1^2 = (V_{x1} + V)^2 + V_{y1}^2$$

$$V_2^2 = (V_{x2} + V)^2 + V_{y2}^2$$



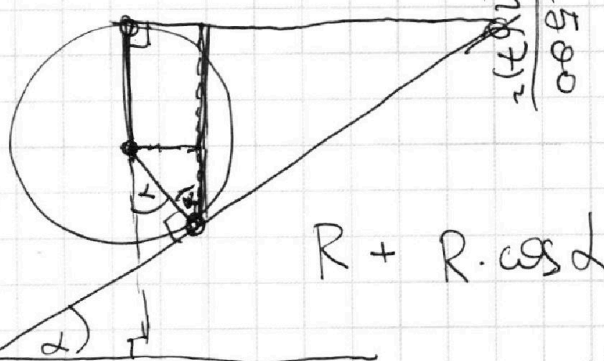
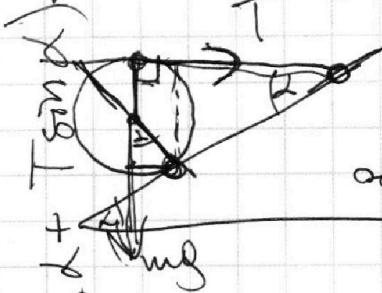
$$V_{y1} = \frac{d}{T_1}$$

$$V_{y2} = \frac{d}{T_2}$$

$$(V_{x1} + V) = \frac{L}{T_1} - \frac{L}{T_2}$$

$$V_{y1} + V_{x1} = 182 + 412 = 594$$

$$V_{x2} = \frac{L}{T_1} - \frac{L}{T_2} = 10$$



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

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \left(\frac{480}{182} - \frac{412}{182}\right)^2 \cdot 0,81}$$

$$\frac{62500}{1} - \frac{(412)^2}{(182)^2} = 62500 - 1000 = 61500$$

$$T \leq \mu(mg \cos \alpha) \quad N = T$$

$F_{тр} \leq \mu N$
 $N = mg \cos \alpha$
 $T \leq \mu N$