



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 09-01

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

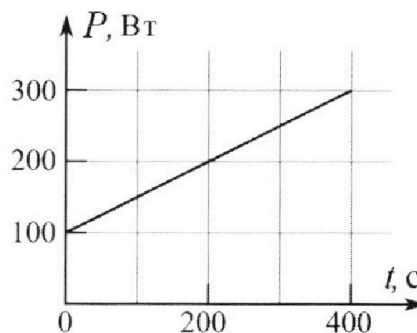


4. Воду нагревают на электроплитке. Начальная температура воды  $\tilde{t}_0 = 14^\circ\text{C}$ , объем воды  $V = 2$  л. Сопротивление спирали электроплитки  $R = 20$  Ом, сила тока в спирали  $I = 5$  А.

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  $\tilde{t}_1 = 25^\circ\text{C}$ ?

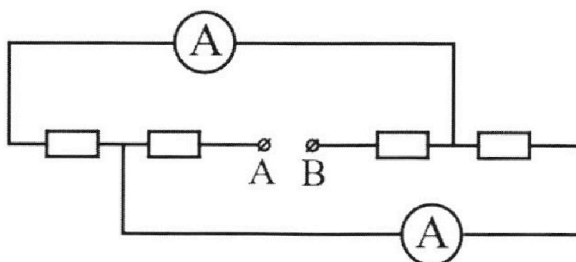
Плотность воды  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>, удельная теплоемкость воды  $c = 4200$  Дж/(кг·°C).



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

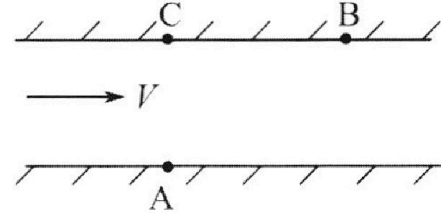
Вариант 09-01



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.

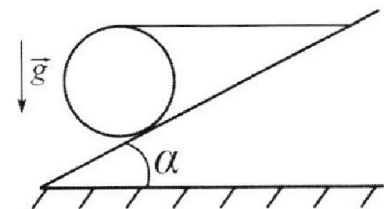
- 1) На какой высоте  $h$  происходит соударение мяча со стенкой?
- 2) Найдите продолжительность  $t_1$  полета мяча от старта до соударения со стенкой.

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/с<sup>2</sup>. 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  $\alpha$  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  $\mu$  трения скольжения шар будет находиться в покое? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

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!



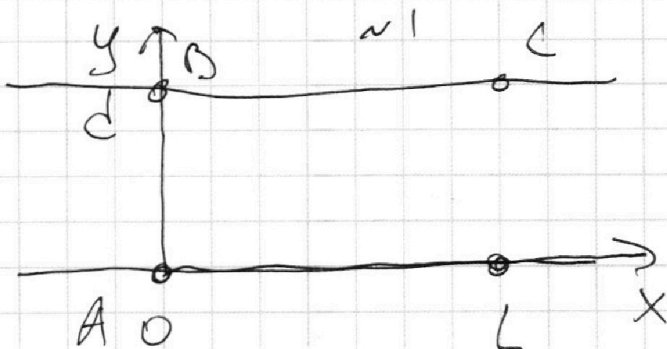
Дано:

$$T_1 = 192 \text{ с}$$

$$T_2 = 417 \text{ с}$$

$$d = 70 \text{ м}$$

$$L = 2 \text{ км}$$



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:

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

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

С другой стороны:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

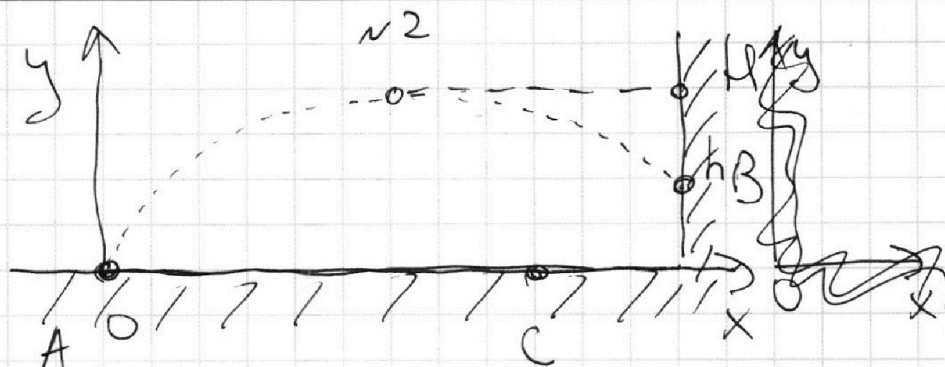
1  2  3  4  5  6  7

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:

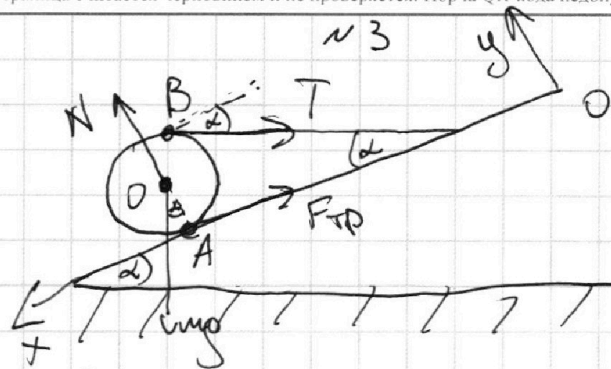
$$m = 30 \text{ кг}$$

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

1).  $T$

2).  $F_{\text{тр}}$

3).  $\mu$



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
<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!

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

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

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

Необходимо найти  $\bar{\rho}$  - среднее.

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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:

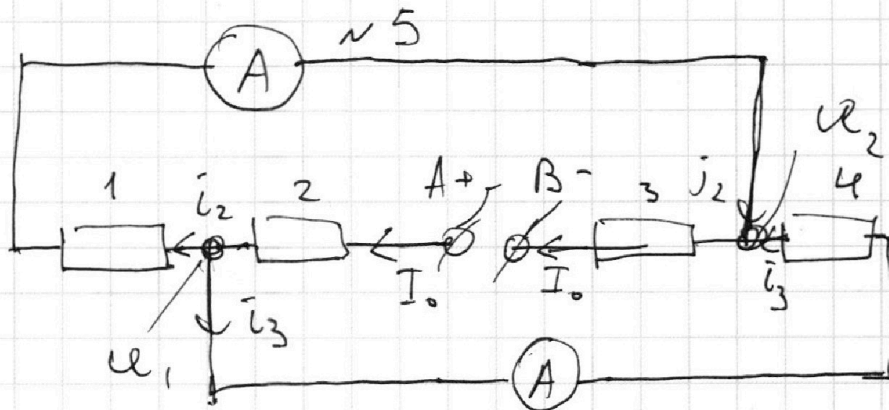
$$R_1 = 20 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 40 \text{ Ом}$$

$$I_1 = 1 \text{ А}$$

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 -  $40 \text{ Ом}$ ,  $n4$  -  $20 \text{ Ом}$ .

тогда:  $U_2 - U_1 = i_2 \cdot R_2 = i_3 \cdot R_1$ . Попробуем, 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 <sup>н 5</sup>  $U_B - U_A$ :  
нужно решить:

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

Ответ: 1)  $2 \text{ А}$ ; 2)  $220 \text{ В}$

~~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).  $\frac{125}{96}$  ;  $\frac{250}{417} \frac{м}{с}$

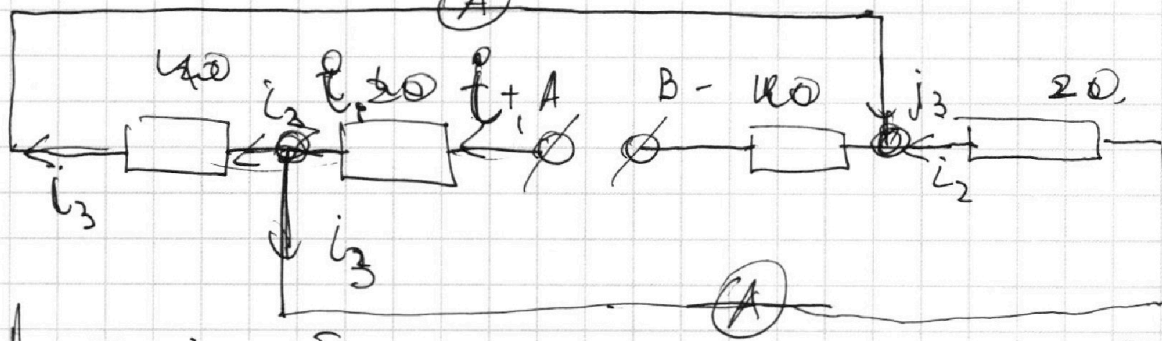
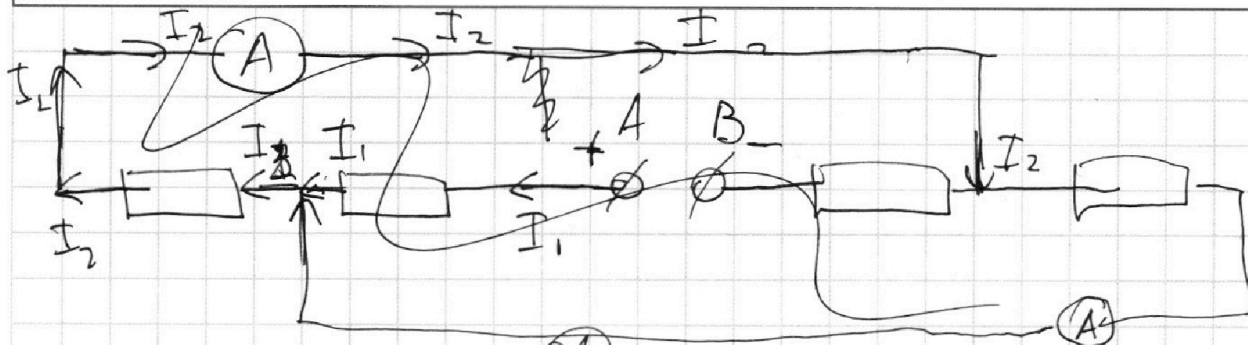
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



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



лучше  $i_3$  - больше

$i_2$  - меньше

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

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

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

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

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

$I_2$

$I_3$

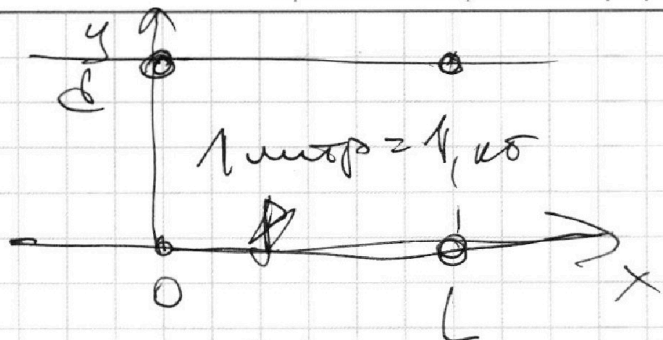
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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

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

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

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

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

$$\frac{160000}{92400} - \frac{42}{22} = \frac{84}{84} - \frac{84}{924}$$

$$\frac{100}{1} = \frac{100}{1} + \frac{92400}{92400}$$

$$L = 2000 \text{ м}$$

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

$$417 \cdot (52700) - 192 \cdot (250)^2$$

$$100 + \frac{1}{2} t$$

$$52700$$

$$192 \cdot 250$$

$$417 \cdot 192 \cdot 250$$

$$527 \cdot 10^4$$

$$192 \cdot 250 = 48000$$

$$417 \cdot 192 \cdot 250 = 5760000$$

$$5760000 - 48000 = 527000$$

$$527$$

$$\frac{576000}{4800} = 12000$$



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 недоступны!)

МФТИ

Handwritten physics solution on grid paper. The text is written in Russian and includes the following elements:

- Equations:**
  - $0 = v_{y0} - 0,72t, - \frac{g}{2} \cdot 0,72$
  - $140 \cdot 2 = 230$
  - $9 \cdot 10 \text{ парр } \leq \frac{1}{52}$
  - $u = v_y \cdot t_1 - \frac{g}{2} t_1^2$
  - $mv^2 = mgh + \frac{2V^2}{5}$
  - $mv^2 = mgh + mV^2$
  - $10 + k_0 = 10 + k$
  - $2 \cdot \frac{1}{2} + m \cdot 1 - \frac{g}{2} \cdot 1 = 0$
  - $mv_{x1} = - \frac{160000}{92400} \cdot 87600$
  - $v_{x2} = -v_{x1} \cdot \sin(\alpha)$
- Diagrams:**
  - A diagram of a parabolic trajectory with points A, B, and C marked.
  - A diagram showing a particle at point B with velocity vectors and angles.
  - A diagram showing a particle at point A with velocity vectors.
  - A diagram showing a particle at point C with velocity vectors.
  - A diagram showing a particle at point B with velocity vectors and angles.
- Other notes:**
  - Handwritten notes like "140 · 2 = 230", "9 · 10 парр", "52", "18/6", "160000/92400", "87600", "824", "825", "822", "821", "820", "819", "818", "817", "816", "815", "814", "813", "812", "811", "810", "809", "808", "807", "806", "805", "804", "803", "802", "801", "800", "799", "798", "797", "796", "795", "794", "793", "792", "791", "790", "789", "788", "787", "786", "785", "784", "783", "782", "781", "780", "779", "778", "777", "776", "775", "774", "773", "772", "771", "770", "769", "768", "767", "766", "765", "764", "763", "762", "761", "760", "759", "758", "757", "756", "755", "754", "753", "752", "751", "750", "749", "748", "747", "746", "745", "744", "743", "742", "741", "740", "739", "738", "737", "736", "735", "734", "733", "732", "731", "730", "729", "728", "727", "726", "725", "724", "723", "722", "721", "720", "719", "718", "717", "716", "715", "714", "713", "712", "711", "710", "709", "708", "707", "706", "705", "704", "703", "702", "701", "700", "699", "698", "697", "696", "695", "694", "693", "692", "691", "690", "689", "688", "687", "686", "685", "684", "683", "682", "681", "680", "679", "678", "677", "676", "675", "674", "673", "672", "671", "670", "669", "668", "667", "666", "665", "664", "663", "662", "661", "660", "659", "658", "657", "656", "655", "654", "653", "652", "651", "650", "649", "648", "647", "646", "645", "644", "643", "642", "641", "640", "639", "638", "637", "636", "635", "634", "633", "632", "631", "630", "629", "628", "627", "626", "625", "624", "623", "622", "621", "620", "619", "618", "617", "616", "615", "614", "613", "612", "611", "610", "609", "608", "607", "606", "605", "604", "603", "602", "601", "600", "599", "598", "597", "596", "595", "594", "593", "592", "591", "590", "589", "588", "587", "586", "585", "584", "583", "582", "581", "580", "579", "578", "577", "576", "575", "574", "573", "572", "571", "570", "569", "568", "567", "566", "565", "564", "563", "562", "561", "560", "559", "558", "557", "556", "555", "554", "553", "552", "551", "550", "549", "548", "547", "546", "545", "544", "543", "542", "541", "540", "539", "538", "537", "536", "535", "534", "533", "532", "531", "530", "529", "528", "527", "526", "525", "524", "523", "522", "521", "520", "519", "518", "517", "516", "515", "514", "513", "512", "511", "510", "509", "508", "507", "506", "505", "504", "503", "502", "501", "500", "499", "498", "497", "496", "495", "494", "493", "492", "491", "490", "489", "488", "487", "486", "485", "484", "483", "482", "481", "480", "479", "478", "477", "476", "475", "474", "473", "472", "471", "470", "469", "468", "467", "466", "465", "464", "463", "462", "461", "460", "459", "458", "457", "456", "455", "454", "453", "452", "451", "450", "449", "448", "447", "446", "445", "444", "443", "442", "441", "440", "439", "438", "437", "436", "435", "434", "433", "432", "431", "430", "429", "428", "427", "426", "425", "424", "423", "422", "421", "420", "419", "418", "417", "416", "415", "414", "413", "412", "411", "410", "409", "408", "407", "406", "405", "404", "403", "402", "401", "400", "399", "398", "397", "396", "395", "394", "393", "392", "391", "390", "389", "388", "387", "386", "385", "384", "383", "382", "381", "380", "379", "378", "377", "376", "375", "374", "373", "372", "371", "370", "369", "368", "367", "366", "365", "364", "363", "362", "361", "360", "359", "358", "357", "356", "355", "354", "353", "352", "351", "350", "349", "348", "347", "346", "345", "344", "343", "342", "341", "340", "339", "338", "337", "336", "335", "334", "333", "332", "331", "330", "329", "328", "327", "326", "325", "324", "323", "322", "321", "320", "319", "318", "317", "316", "315", "314", "313", "312", "311", "310", "309", "308", "307", "306", "305", "304", "303", "302", "301", "300", "299", "298", "297", "296", "295", "294", "293", "292", "291", "290", "289", "288", "287", "286", "285", "284", "283", "282", "281", "280", "279", "278", "277", "276", "275", "274", "273", "272", "271", "270", "269", "268", "267", "266", "265", "264", "263", "262", "261", "260", "259", "258", "257", "256", "255", "254", "253", "252", "251", "250", "249", "248", "247", "246", "245", "244", "243", "242", "241", "240", "239", "238", "237", "236", "235", "234", "233", "232", "231", "230", "229", "228", "227", "226", "225", "224", "223", "222", "221", "220", "219", "218", "217", "216", "215", "214", "213", "212", "211", "210", "209", "208", "207", "206", "205", "204", "203", "202", "201", "200", "199", "198", "197", "196", "195", "194", "193", "192", "191", "190", "189", "188", "187", "186", "185", "184", "183", "182", "181", "180", "179", "178", "177", "176", "175", "174", "173", "172", "171", "170", "169", "168", "167", "166", "165", "164", "163", "162", "161", "160", "159", "158", "157", "156", "155", "154", "153", "152", "151", "150", "149", "148", "147", "146", "145", "144", "143", "142", "141", "140", "139", "138", "137", "136", "135", "134", "133", "132", "131", "130", "129", "128", "127", "126", "125", "124", "123", "122", "121", "120", "119", "118", "117", "116", "115", "114", "113", "112", "111", "110", "109", "108", "107", "106", "105", "104", "103", "102", "101", "100", "99", "98", "97", "96", "95", "94", "93", "92", "91", "90", "89", "88", "87", "86", "85", "84", "83", "82", "81", "80", "79", "78", "77", "76", "75", "74", "73", "72", "71", "70", "69", "68", "67", "66", "65", "64", "63", "62", "61", "60", "59", "58", "57", "56", "55", "54", "53", "52", "51", "50", "49", "48", "47", "46", "45", "44", "43", "42", "41", "40", "39", "38", "37", "36", "35", "34", "33", "32", "31", "30", "29", "28", "27", "26", "25", "24", "23", "22", "21", "20", "19", "18", "17", "16", "15", "14", "13", "12", "11", "10", "9", "8", "7", "6", "5", "4", "3", "2", "1", "0".

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:  $v_x = v \cdot \cos \alpha$  and  $v_y = v \cdot \sin \alpha$ .
- 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:  $R = v_x \cdot t = v_x \cdot \frac{2 \cdot v_{y0}}{g} = \frac{2 \cdot v_x \cdot v_{y0}}{g}$ .
- Maximum height:  $h = v_{y0} \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2}$ .
- Final velocity magnitude:  $v^2 = v_x^2 + v_y^2 = v_x^2 + (v_{y0} - g \cdot t)^2$ .
- Final velocity direction:  $\tan \beta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{v_{y0} - g \cdot t}{v_x}$ .
- Diagram: A coordinate system with x and y axes. A parabolic trajectory is shown starting from the origin. A velocity vector  $v$  is drawn at the end of the trajectory, with its components  $v_x$  and  $v_y$  shown. The angle  $\beta$  is indicated between the velocity vector and the x-axis.



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!

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

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

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

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

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

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

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

тогда

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

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

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

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!



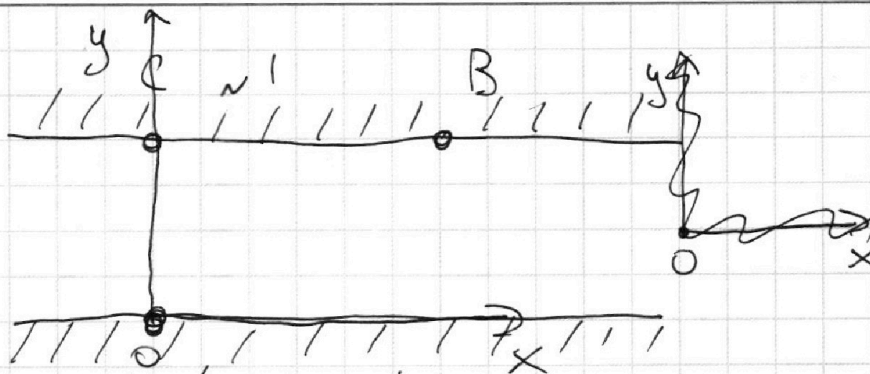
Дано:

$AC = d = 90 \text{ м}$

$CB = L = 240 \text{ м}$

$T_1 = 192 \text{ с}$

$T_2 = 417 \text{ с}$



1).  $V_1; V_2$

2).  $u$

3).  $T_3$

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

$L = (V_{x1} + V) \cdot T_1$   $(V_{x1} + V) = \frac{L}{T_1}$   
 $d = V_{y1} \cdot T_1$   $V_{y1} = \frac{d}{T_1}$

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

$x_2(t) = v + u_x = \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_1} = \frac{\sqrt{4900 + 57600}}{192} = \frac{250}{192} = \frac{125}{96}$

$x_2(t) = (V_{x2} + V) \cdot t$ , где  $V_{x2}$  - проекция скорости движения на  $Ox$

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

$L = (V_{x2} + V) \cdot T_2$   $(V_{x2} + V) = \frac{L}{T_2}$

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

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

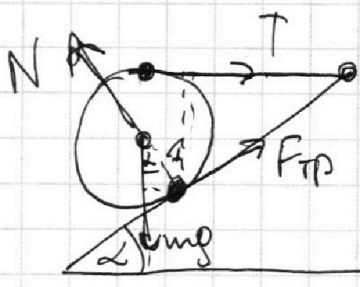
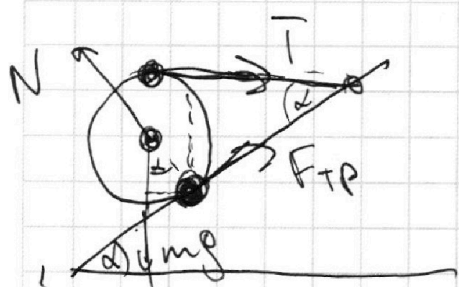
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



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



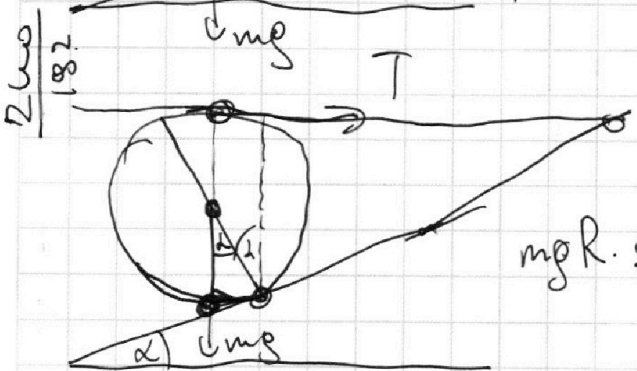
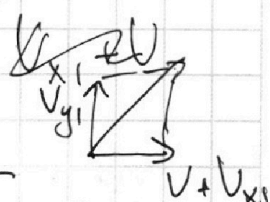
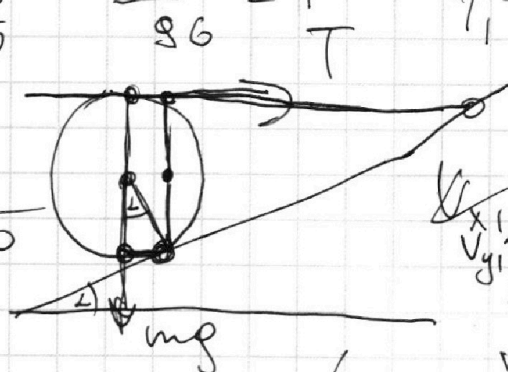
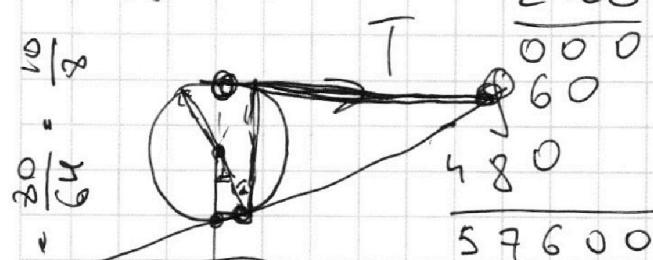
mg cos  
 $mg \cdot R \cdot \sin \alpha - T$

$\frac{10}{8}$   
 $48004$

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

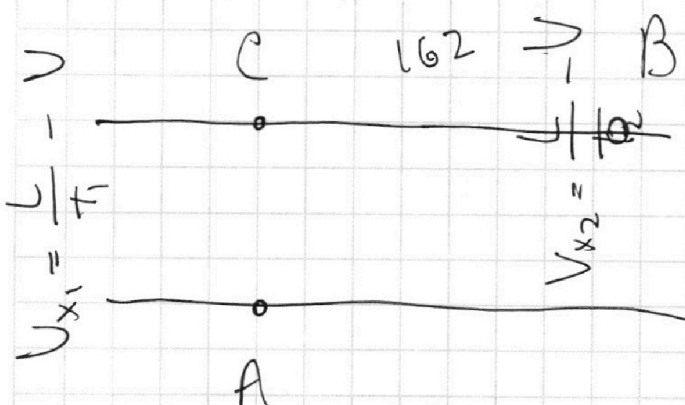
$\frac{576}{96} \sqrt{\frac{24}{24}}$

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



$mgR \cdot \sin \alpha$

$v_{x1} (v_{x1} + v) \cdot T = L$   
 $v_{y1} \cdot T_1 = d$   
 $x_1(t) = (v_{x1} + v) \cdot t$



$v_{x1} = \frac{L}{T}$

$v_{x2} = 182$

$y_1(t) = \frac{10}{3} \cdot t$   
 $\frac{10}{30 \cdot 0,8 + 10} \cdot t = \frac{1}{3} \cdot t$   
 $\frac{10}{24 + 6} = \frac{1}{3}$

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

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

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!

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

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

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

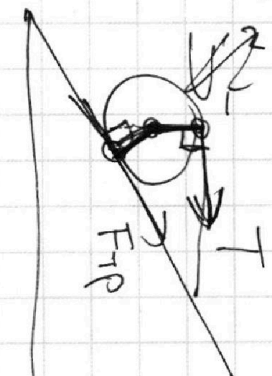
$$\frac{30 \cdot 0,6}{1 + \sqrt{1 - 0,36}} = \frac{3 \cdot 6}{1 + 0,8} = \frac{18}{1,8} = 10$$

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

$$V_1^2 = V_{x1}^2 + V_{y1}^2 = V_{x2}^2 + V_{y2}^2 + 203$$

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

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



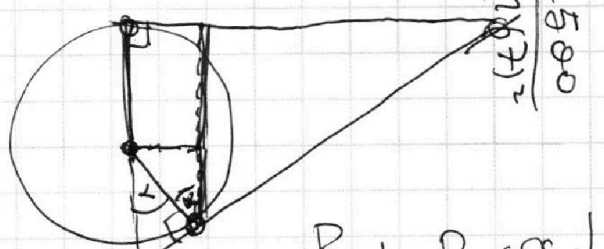
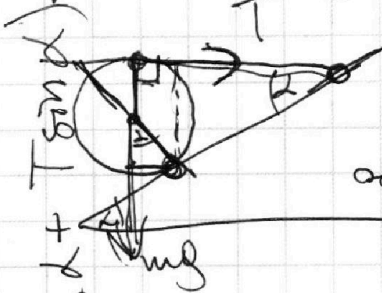
$$V_{y1} = \frac{d}{T_1}$$

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

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

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

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



$$0,0005 + 0,0082$$

$$R + R \cdot \cos \alpha$$

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

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

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

$$T \leq \mu(mg \cos \alpha) \cdot N \leq T$$

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

$N \rightarrow T$   
направление