

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 09-01

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



160000 - 92400  
15910  
160000  
- 92400  
67600

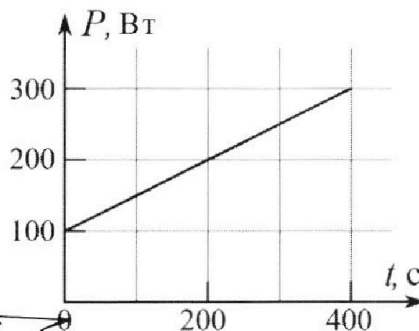
$\sqrt{67600} = 260$

4. Воду нагревают на электроплитке. Начальная температура воды  $t_0 = 14^\circ\text{C}$ , 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  $t_1 = 25^\circ\text{C}$ ?

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



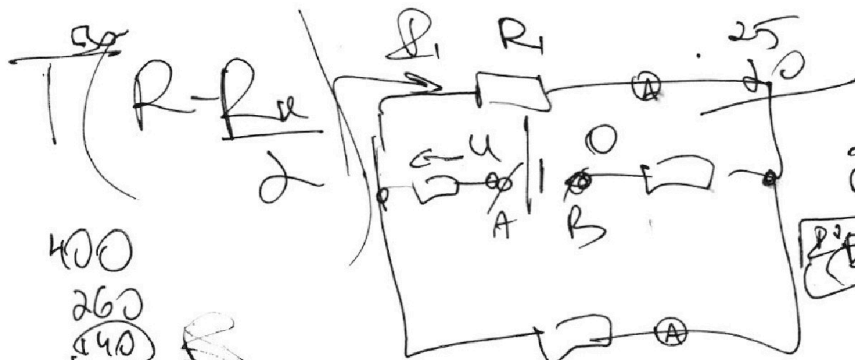
5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 20 Ом, у двух других сопротивление по 40 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

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.



$\frac{200}{400} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot 100$   
26  
26  
R = 20 Ом  
 $t_1 - t_0 = 62$   
 $R_1 = 200 \Omega$  260



400  
260  
140  
a

$\frac{100}{42} = 480$   
 $U = I \cdot R + I_1 \cdot R_1$

$R_H = P$   
 $P_H = 600 \text{ W}$   
 $\frac{660}{1320} = \frac{1}{2}$

$U = 260 \cdot 5$



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



Вариант 09-01

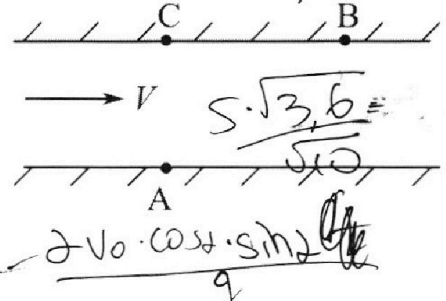
$$U = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g}$$

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

$$\sqrt{0,6 \cdot 0,6 \cdot 10} \leftarrow 0,6 \cdot \sqrt{10} \quad 3,6 \cdot 0,6 \cdot 0,6$$

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 отсчета 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.

$$U = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha$$

Handwritten notes:  $16 \sqrt{4}$ ,  $27$ ,  $16 \sqrt{4}$

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.

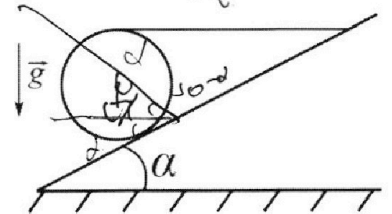
$$mg \cdot 6 + 24$$

Handwritten notes:  $16,2 \cdot 9,8$ ,  $32,4$ ,  $240$ ,  $240$

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>.



$$\frac{m \cdot g}{3} \cdot 0,8$$

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

Handwritten calculations:  $\frac{8400}{11}$ ,  $\frac{8400}{8400}$ ,  $\frac{8400}{92400}$ ,  $\frac{mg \cdot 0,8}{3}$ ,  $\frac{mg \cdot 2}{3}$

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!



м.п.  $V \parallel CB$  и  $\vec{d}$  перпендикулярно  $\Rightarrow \angle CBA = \angle(V_1 \text{ и } V_2 \vec{d}_1) =$   
 $= \angle(V \text{ и } V_2 \vec{d}_2)$

осв  $y \perp \vec{d}$  перпендикулярно  $\Rightarrow U_{1y} + V_y = 0 = V_2 \vec{d}_1 y$   
 $U_{2y} + V_y = 0 = V_2 \vec{d}_2 y$

$V_2 \vec{d}_1 \cdot \sin \alpha = U_{1y}$

$V_2 \vec{d}_2 \cdot \sin \alpha = U_{2y}$

$V - V_2 \vec{d}_1 \cdot \cos \alpha = U_{1x}$

$V - V_2 \vec{d}_2 \cdot \cos \alpha = U_{2x}$

$\Rightarrow U_{1y} = \frac{70}{192} \frac{M}{C}$

$U_{2y} = \frac{70}{417} \frac{M}{C}$

$U_{1x} = V - \frac{240}{192}$

$U_{2x} = V - \frac{240}{417}$

треугольник  $\cos \alpha = \frac{24}{25}$   
 $\sin \alpha = \frac{7}{25}$

м.п.  $U_1 = U_2 \Rightarrow$

$U_{1y}^2 - U_{1x}^2 = U_{2x}^2 - U_{2y}^2$

$\frac{4900}{36864} - \frac{4900}{173889} = \frac{57600}{36864} -$

$\frac{57600}{173889} - \frac{480}{417} V + \frac{480}{192} V$

$480 \text{ V}$

$4900 \left( \frac{1}{192^2} - \frac{1}{417^2} \right) - 57600 \left( \frac{1}{417^2} - \frac{1}{192^2} \right) =$

$= 480V \left( \frac{1}{192} - \frac{1}{417} \right) = 57600 \left( \frac{417^2 - 192^2}{192^2 \cdot 417^2} \right) = 480V \cdot \frac{417 - 192}{192 \cdot 417}$

$\Rightarrow 480V \left( \frac{417 - 192}{192 \cdot 417} \right) = 62500 \cdot \frac{608}{608} = 480V \Rightarrow$

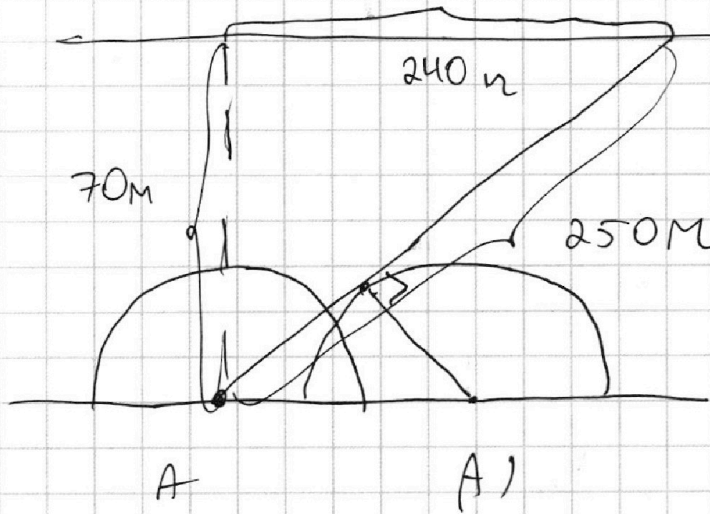
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$\Rightarrow \cos \beta = \frac{225 \cdot 24}{250 \cdot 24}$$

$$\cos \beta = \frac{225 \cdot 24}{608 \cdot 7}$$

Если  $v \geq u \Rightarrow$  то мин скорость это касательная  
к окр с центром A)

Если  $v < u \Leftrightarrow$  то мин скорость = 0

$$\text{Ответ: } v_1 = \frac{250}{192} \frac{\text{м}}{\text{с}}, v_2 = \frac{250}{417} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

черновик

Страница 12

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

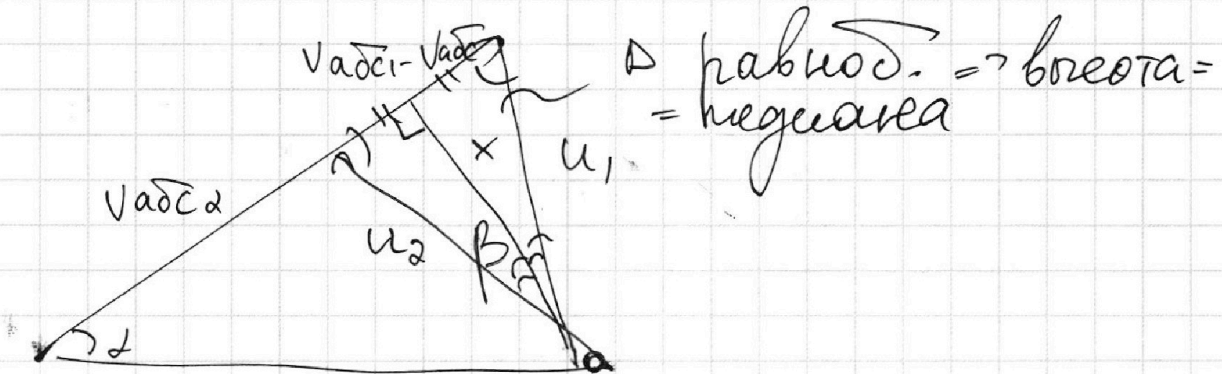
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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

методик



$$x = \left( V_{abc\alpha} + \frac{V_{abc\alpha} - u_1}{2} \right) \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{V_{abc\alpha} + u_1}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{7}{24} \Rightarrow \sqrt{\left( \frac{V_{abc\alpha} - u_1}{2} \right)^2 + \left( \frac{V_{abc\alpha} + u_1}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha \right)^2} =$$

$$= u_2 \Rightarrow \sqrt{\left( \frac{250 \cdot \frac{(417 - 192)}{417 \cdot 192}}{2} \right)^2 + \left( \frac{250 \cdot \frac{(417 + 192)}{417 \cdot 192}}{2} \cdot \frac{7}{24} \right)^2} =$$

$$= \frac{250}{2} \sqrt{\frac{(417 - 192)^2}{(417 \cdot 192)^2} + \frac{(417 + 192)^2 \cdot 49}{(417 \cdot 192)^2 \cdot 576}}$$

$$= \frac{250}{2 \cdot (417 \cdot 192)} \cdot \sqrt{(417 - 192)^2 + \frac{(417 + 192)^2 \cdot 49}{576}} \Rightarrow$$

$$\frac{125}{417 \cdot 192 \cdot 24} \cdot \sqrt{576(417 - 192)^2 + (417 + 192)^2 \cdot 49}$$

$$\Rightarrow V = u_2 x = V_{abc\alpha} \cos \alpha \operatorname{tg} \beta = \frac{250 \cdot (417 - 192) \cdot 417 \cdot 192 \cdot 24}{417 \cdot 192 \cdot 2 \cdot 250 \cdot (417 + 192)} \cdot \frac{7}{24}$$

$$u_2 y = V_{abc\alpha} \sin \alpha \Rightarrow u_2 y = \sqrt{u_2^2 - u_2 x^2} \quad \text{Страница 11}$$

- 1  2  3  4  5  6  7

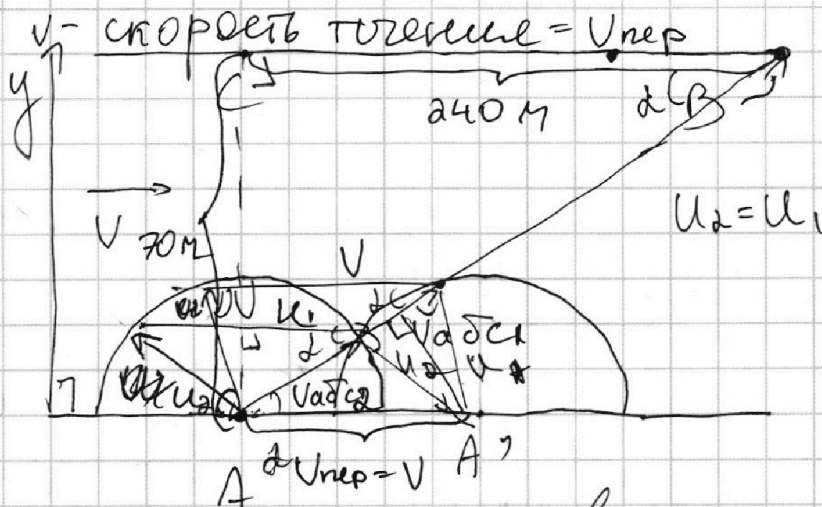
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача 1

$AC = d = 70 \text{ м}$   
 $CB = l = 240 \text{ м}$

$T_1 = 192 \text{ с}$   
 $T_2 = 417 \text{ с}$

$v_1 - ?$   
 $v_2 - ?$   
 $u - ?$   
 $T - ?$



~~u~~ - относительная скорость плывца, т.е.  
 $u$  - скорость плывца отнеб. воды

$\vec{v}_{огн} + \vec{v}_{пер} = \vec{v}_{аос}$

Зтобы плывц и пловец финишировал в B,  
а начал у A его довамотная скорость  
должна лететь на прямой AB

$v_{аос1} = v_1$

$v_{аос2} = v_2$

т.н. пловец за разное время  
пришел у A в B - он движался  
с равною  $v_{аос}$  направлением  
у A в B

по те. Пифагора

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

$\Rightarrow T_1 = \frac{AB}{v_1} \Rightarrow v_1 = \frac{AB}{T_1} = \frac{250 \text{ м}}{192 \text{ с}}$

$T_2 = \frac{AB}{v_2} \Rightarrow v_2 = \frac{AB}{T_2} = \frac{250 \text{ м}}{417 \text{ с}}$

чистовик

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!

перейдем обратно в СО земли  $\Rightarrow$   
$$v_{xz} = v \cos \alpha + 2u = \frac{3\sqrt{24}}{\sqrt{24g}} + 2u$$

$T_{об}$  - общее время полета  $= 2t = 2 \cdot \frac{3\sqrt{24}}{g}$

$\Rightarrow$  время падения после сгорания  $=$

$T_{об} - t_1 = \frac{\sqrt{24}}{3\sqrt{g}} \Rightarrow d = \frac{\sqrt{24}}{3\sqrt{g}} \cdot (v_{xz} - v \cos \alpha) =$

$= \frac{\sqrt{24}}{3\sqrt{g}} \cdot 2u = \frac{\sqrt{2} \cdot 324}{3 \cdot 10} \cdot 4 = \frac{4\sqrt{324}}{3 \cdot 10} \text{ м} = 0,6$

Ответ:  $h = \frac{81}{g} = 9 \text{ м}$ ;  $t_1 = 3 \text{ с}$ ;  $d = 2,4 \text{ м}$

$\frac{2 \cdot 324}{g} \Rightarrow$

$3 \cdot 0,36 = 1,08$



$2,436$

$0,36$

$0,6 \cdot 5$

$1,2 \cdot 0,5$

$0,6$

$2,43$

$7,7$

$1,218$

$1,4$

$2$

ЗЕРКАЛО

$1,4$   $1,2 \cdot 2$

$1,4$   
 $2$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

~~перейдем обратно в СО земли~~

$$v_x = v \cdot \cos \alpha + \Delta u = \frac{3\sqrt{24}}{\sqrt{24}} + \Delta u$$

~~$T_{об}$  - общее время движения тела =~~

$$= \Delta t = \frac{6\sqrt{24}}{3\sqrt{g}}$$

~~$\Rightarrow$  время полета после соуда-  
рения с стенкой равно~~

$$= T_{об} - t_1 = \frac{\sqrt{24}}{3\sqrt{g}} \Rightarrow d = \frac{\sqrt{24}}{3\sqrt{g}} (v_x - v \cdot \cos \alpha)$$

$$= \frac{\sqrt{24}}{3\sqrt{g}} (v_x - v \cdot \cos \alpha) = \frac{24\sqrt{24}}{3\sqrt{g}} = \frac{4\sqrt{32,4}}{3 \cdot \sqrt{10}} \text{ м}$$

Ответ:  $h = 9 \text{ м}$ ;  $t_1 = 3 \text{ с}$ ;  $d = 2,4 \text{ м}$

~~Страница зачеркнута~~

перейдем обратно в СО земли

$$v_x = v \cdot \cos \alpha + \Delta u = \frac{3\sqrt{24}}{\sqrt{24}} + \Delta u$$

$T_{об}$  - общее время движения тела =

$$= \Delta t = \frac{6\sqrt{24}}{3\sqrt{g}} \Rightarrow \text{время полета после соуда-}$$

$$= T_{об} - t_1 = \frac{\sqrt{24}}{3\sqrt{g}} \Rightarrow d = \frac{\sqrt{24}}{3\sqrt{g}} (v_x - v \cdot \cos \alpha)$$

$$= \frac{\sqrt{24}}{3\sqrt{g}} \cdot \Delta u = \frac{4 \cdot \sqrt{32,4}}{3 \cdot \sqrt{10}} \text{ м}$$

Ответ:  $h = 9 \text{ м}$ ;  $t_1 = 3 \text{ с}$ ;  $d = 2,4 \text{ м}$

черновик

Страница 9



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

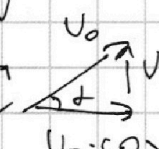
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

движение  $\Delta y$  стенки и равно  $= l \Rightarrow$   
по оси  $x$  без прохода  $6l$

$$H = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g} \Rightarrow v_0 \cdot \sin \alpha = \sqrt{2gH}$$


$$6l = \frac{v_0 \cdot \cos \alpha \cdot 2t}{1} \Rightarrow t = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g} \Rightarrow 6l = \frac{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha}{g}$$

$$\Rightarrow 3lg = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot v_0 \cdot \cos \alpha \Rightarrow v_0 \cdot \cos \alpha = \frac{3lg}{v_0}$$

$\Rightarrow$  без пролета  $5l$  по оси  $x$  до сгорания

$$\Rightarrow t_1 = \frac{5l}{v_0 \cdot \cos \alpha} = \frac{5 \sqrt{2H}}{3 \sqrt{10}} = \left( \frac{5 \sqrt{2} \cdot 4}{3 \cdot \sqrt{10}} \right) \text{с} = 3 \text{с}$$

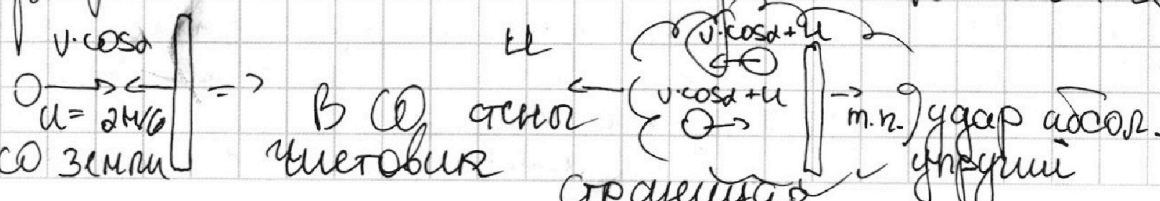
В самый последний момент он был у реки

$$t = \frac{3 \sqrt{2H}}{3 \sqrt{10}} = \sqrt{\frac{2H}{10}} \Rightarrow \Delta H = \frac{g t^2}{2} = \frac{g}{2} \cdot \frac{4 \sqrt{2H}}{g} =$$

$$\Delta t = t - t_1 = \frac{2 \sqrt{2H}}{3 \sqrt{10}} \Rightarrow \Delta H = \frac{g \Delta t^2}{2} = \frac{g}{2} \cdot \frac{4 \sqrt{2H}}{g} = \frac{4}{g} H = h = H_{\text{max}} - \Delta H = \frac{5}{g} H = 9 \text{м}$$

$\Rightarrow$  Время движения меча не зависит от движения стенки т.к. проекция скорости меча на ось  $y$  не меняется

$v \cdot \cos \alpha$   
 $u = 2H/v_0$   
в  $CO$  земл. шестовик  
в  $CO$  ствол м.к. удар абсол. упругий



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

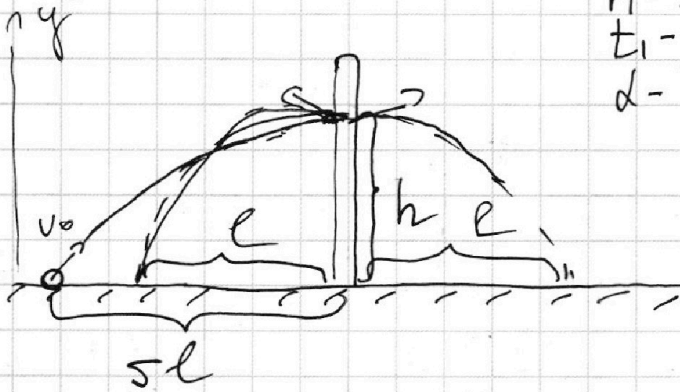
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача 2

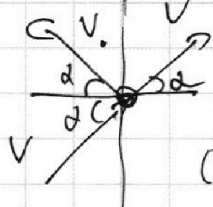
$U = 2 \text{ м/с}$

$U_{\text{max}} = 16,2 \text{ м}$   
 $h - ?$   
 $t_1 - ?$   
 $d - ?$

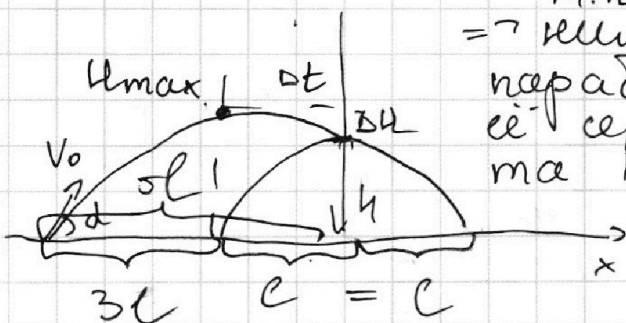
$v_0$  - начальная скорость



Т.к. удар с стенкой абс. упругий  $\Rightarrow$  мез (не изменил скорость и удар к горизонту (под которым была до направления скорости) меза в отсутствии стенки  $\Rightarrow$  траектории меза после соударения с стенкой



зеркально симметричные траектории меза если до стенки не было (симметрична отн. стенке)



т.к. траектории движение  $\Rightarrow$  мез парабола  $\Rightarrow$  вершина парабола находится на ее середине т.е.  $3l$  от старта меза

Мез имеет длину полета  $x$  меза т.к. от старта до стенки  $5l$ , а потом мез пролетел мез  $l$ , а т.к. траектории движение после соударения до стенки совпадает с возможным именован страница 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
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

$$F_{\text{тр}} = \mu N_{\text{min}} = \frac{mg}{3} \Rightarrow \mu_{\text{min}} = \frac{1}{3}$$

$$F_{\text{мп}} = \frac{mg}{3} = \text{const}$$

$N = mg = \text{const} \Rightarrow$  самый  
меньший возможный  
 $\mu_{\text{min}} \Rightarrow$  если  $\mu \geq \mu_{\text{min}}$   $F_{\text{тр}} < F_{\text{спольз}} \mu$   
 $\rightarrow$  тело будет скольз. вправо

$$\text{Ответ: } T = \frac{mg}{3} = 10 \text{ Н}; N = mg = 30 \text{ Н}; \mu \geq \frac{1}{3}$$

Страница 6

Черновик

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

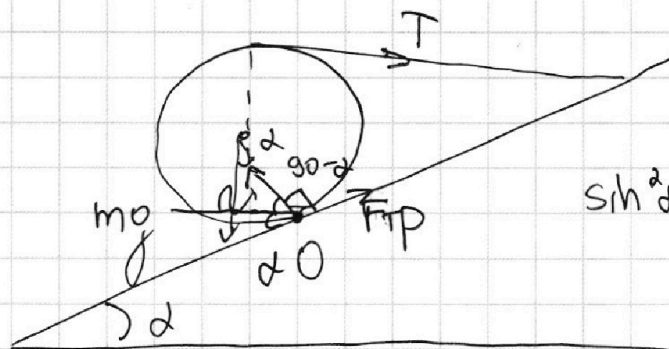
МФТИ

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

### Задача 3

м.р. тело покоится  $\Rightarrow$   
 $\Sigma M = 0$  относ. любой оси

$m = 3kR$   
 $\sin \alpha = 0,6$   
 $T = ?$   
 $F_{тр} = ?$   
 $N = ?$

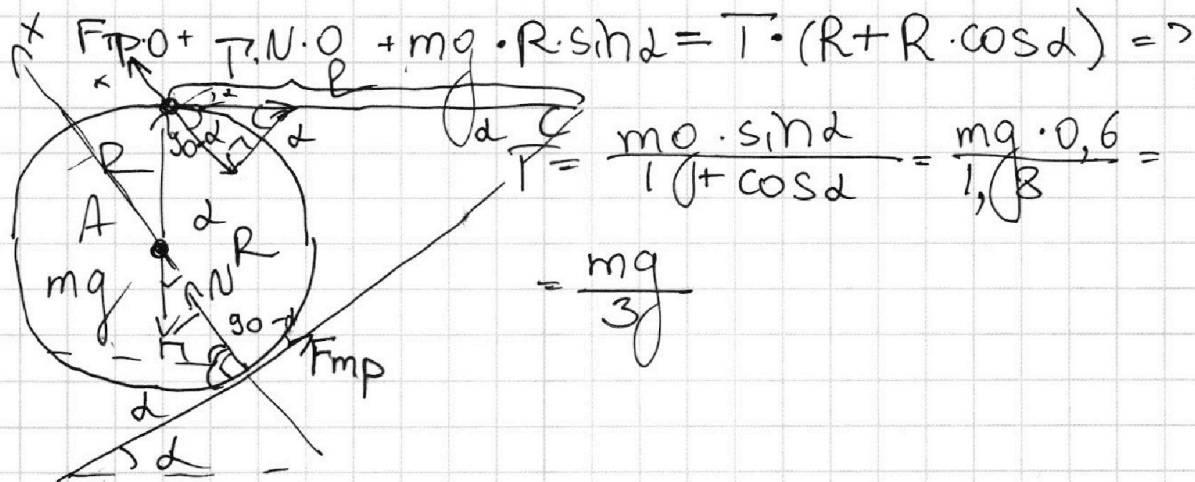


основное тригонометр.  
 соотношение:

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \Rightarrow \cos^2 \alpha = 0,8^2 \Rightarrow \cos \alpha = 0,8$$

$$\cos \alpha = 0,8$$

Момент сил относ. O:



$$T = \frac{m g \cdot \sin \alpha}{1 + \cos \alpha} = \frac{m g \cdot 0,6}{1,8} = \frac{m g}{3}$$

Момент сил относ. A:

$$T \cdot R + m g \cdot 0 + N \cdot 0 = F_{тр} \cdot R \Rightarrow F_{тр} = T = \frac{m g}{3}$$

З.к. на ось x где m:

$$N - m g \cdot \cos \alpha - T \cdot \sin \alpha = m a_x = 0 \Rightarrow$$

$$N = T \sin \alpha + m g \cdot \cos \alpha = \frac{m g}{3} \cdot \frac{6}{10} + m g \cdot \frac{8}{10} = m g$$

целовик      справа 5

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

МФТИ

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

$$\Rightarrow T = \frac{400 \pm \sqrt{160000 - 92400 \cdot 4 \cdot 4}}{0,25 \cdot 2} = \frac{400 \pm \sqrt{67600}}{0,5} =$$

$$= \frac{400 \pm 260}{0,5} = \begin{cases} 280 \text{ c} - \text{в первом рау} \\ 1320 \text{ c} - \text{вогда температура} \Rightarrow \emptyset \end{cases}$$

т.к. этот случай обусловлен тем что  
как будто бы тепловые потери будут  
расти всегда даже при уменьшении  
температуры, а это не так

Ответ:  $P_{\text{н}} = 500 \text{ Вт}$ ;  $T = 280 \text{ c}$

Страница 4

Ичетовник

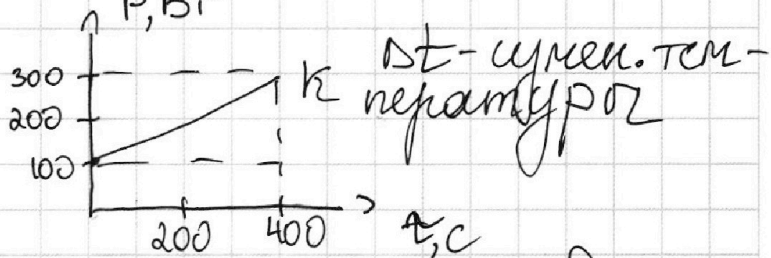
1  2  3  4  5  6  7

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



Задача 4  $\tau$ -время с начала нагревания  $P_n = I^2 \cdot R = \frac{500^2 \cdot 200}{1} = 500$   
 $P_n = I \cdot U = 4200$  ВТ

- $I = 5$  А
- $R = 200$  Ом
- $t_0 = 14^\circ$  C
- $V = 2$  м<sup>3</sup>
- $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>
- $c = 4200$  Дж/(кг·°C)
- $t_1 = 25^\circ$  C
- $P_n = ?$
- $T = ?$



$$P(\tau) = \tau \cdot k + b \Rightarrow k = \frac{\Delta P}{\Delta \tau} = \frac{200 \text{ ВТ}}{400 \text{ с}} = \frac{1}{2}$$

$$b = 100 \text{ ВТ} \Rightarrow P(\tau) = \frac{1}{2} \tau + 100$$

Рассмотрим маленький момент времени  $\Delta \tau$  когда тепловые потери постоянны  $\Rightarrow$   
 $(P_n - P) \cdot \Delta \tau = \Delta t \cdot m \cdot c_b \Rightarrow \int (P_n - P) \cdot d\tau = \sum \Delta t \cdot m \cdot c_b =$

$$m = V \cdot \rho_b = 2 \text{ кг} = \int (P_n - P) \cdot d\tau = m \cdot c_b \cdot \sum \Delta t$$

$$= P_n \cdot T - \int (P \cdot d\tau) = m \cdot c_b \cdot (t_1 - t_0)$$

площадь под графиком  $P(\tau)$  от  $P_0$  до  $P_k$

$P_0$  - начальное тепловыделение при  $\tau = 0$

$P_k$  - конечное тепловыделение при  $\tau = T$

$$\int (P \cdot d\tau) = \frac{P_0 + P_k}{2} \cdot T \Rightarrow P_k = \frac{1}{2} T + 100 \text{ м.к.}$$

$$P(\tau) = \frac{1}{2} \tau + 100 \Rightarrow$$

$$P_n \cdot T - \frac{P_0 + \frac{1}{2} T + P_0}{2} \cdot T = m \cdot c_b \cdot (t_1 - t_0) =$$

$$= 500 \cdot T - 100T - \frac{1}{4} T^2 = 8400 \cdot 11 \Rightarrow \frac{1}{4} T^2 - 400T + 92400$$

Черновик Страница 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!

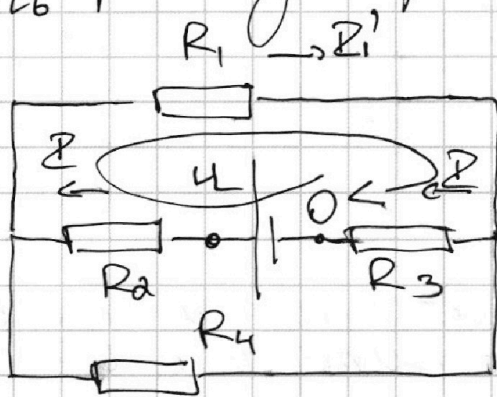
$\Rightarrow$  т.к.  $\Sigma$  меньше покал  $\Rightarrow$  к этому амперметру подключим резистор большего сопротивления - меньше

$$\left. \begin{aligned} \Sigma_1 &= \frac{\beta - \alpha}{R_{40 \text{ Ом}}} \\ \Sigma_2 &= \frac{\beta - \alpha}{R_{20 \text{ Ом}}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\Sigma_1}{\Sigma_2} = \frac{1}{2} \Rightarrow \Sigma_2 = 2\Sigma_1 = 2 \text{ A}$$

т.к. мы догадались что резистором равным  $\Rightarrow$  это сопротивление резистора через который течет ток  $20 \text{ Ом}$  т.к. мы знаем, что  $\Sigma_1$  течет через резистор  $40 \text{ Ом}$

$$\Sigma = \Sigma_1' + \Sigma_2' = \Sigma_1 + \Sigma_2 = 1 \text{ A} + 2 \text{ A} = 3 \text{ A}$$

$\Rightarrow$  по правилу Кирхгофа обходим цепь



$$\Rightarrow R_1 I_1' = \beta - \alpha = \Sigma_1 R_{40} = 40 \text{ B}$$

$$U = R_1 I_1' + \Sigma R_2 + \Sigma R_3 \Rightarrow U = R_1 I_1' + \Sigma (R_2 + R_3) \Rightarrow$$

т.к. мы знаем что  $R_1$  и  $R_4$  не равны  $\Rightarrow R_2 \neq R_3 \Rightarrow R_2 + R_3 = R_{20} + R_{40} \Rightarrow$

$$U = \Sigma_1 R_{40} + \Sigma (R_{20} + R_{40}) = 40 + 180 = 220 \text{ B}$$

Ответ:  $\Sigma_2 = 2 \text{ A}$ ;  $U = 220 \text{ B}$  Числовой граница

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

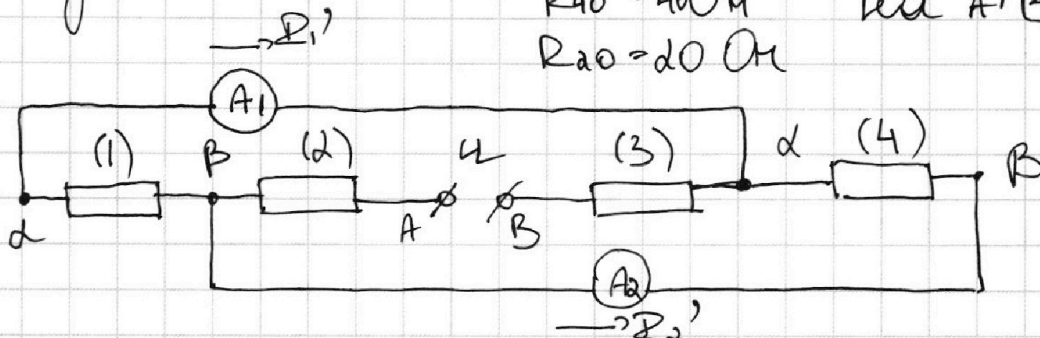
МФТИ

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

Задача 5

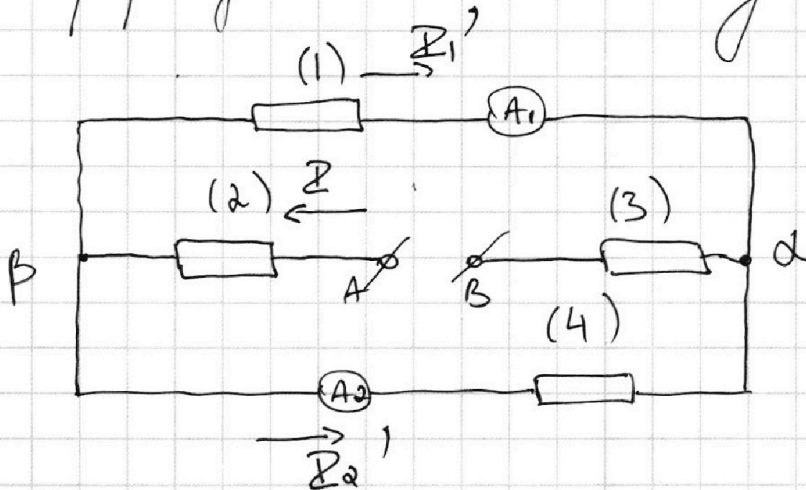
$U$ -напряжение на АВ

$R_{40} = 40 \text{ Ом}$   
 $R_{20} = 20 \text{ Ом}$



Т.к. амперметр идеален  $\Rightarrow$  напряжение на его концах равно 0

Перерисуем эквивал. схему



Пусть ток течет как показано на схеме, если я не угадал с напр. тока, то будет отриц. ничего не изменится

$I_1 \neq I_2 \Rightarrow I_1 = \frac{U-d}{R_1}$

$= 3 \text{ и } 0 \text{ ма} \Rightarrow \text{т.к. } I_1 \neq I_2 \Rightarrow R_1 \neq R_4$

$I_2 = \frac{U-d}{R}$

$\Rightarrow$  резистор может принимать значения сопротивлений 20 Ом или 40 Ом

Чистовик

страница 1





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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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

Зяряков

$$\begin{array}{r}
 240 \\
 \cdot 240 \\
 \hline
 000 \\
 960 \\
 480 \\
 \hline
 57600 \\
 4800 \\
 \hline
 57600
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 3 \\
 26 \\
 26 \\
 \hline
 156 \\
 52 \\
 \hline
 676
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 676 \\
 26 \\
 \hline
 52 \\
 156 \\
 \hline
 57600 \\
 4800 \\
 \hline
 62500
 \end{array}$$

2/6  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12

$$\begin{array}{r}
 676 \\
 26 \\
 \hline
 52 \\
 156 \\
 \hline
 57600 \\
 4800 \\
 \hline
 62500
 \end{array}$$

3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

$$U = \frac{62500 \cdot 609}{417 \cdot 192 \cdot 480} = U = \frac{3125003}{192 \cdot 417 \cdot 48}$$

~~U = 3~~

$$\frac{4900}{192} - \frac{4800}{417} = \frac{57600}{192} - \frac{4900}{417} = \frac{57600}{417} - \frac{480}{417} +$$

$$+ \frac{480}{192} \rightarrow 52500 \left( \frac{417^2 - 192^2}{192 \cdot 417} \right) = 480U \left( \frac{417 - 192}{192 \cdot 417} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{52500 \cdot 609}{192 \cdot 417 \cdot 480} = U$$

U

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!

$$\begin{array}{r} 3125 \\ \cdot 203 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 375 \\ 6250 \\ \hline 634375 \end{array} \quad \begin{array}{r} 57600 \\ - 4900 \\ \hline 52500 \end{array} \quad \begin{array}{r} 15 \\ 75 \\ 15 \\ \hline 25 \\ 25 \\ \hline 75 \\ 50 \\ 5 \end{array}$$

$$634375 -$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 240 \\ \cdot 48 \\ \hline 1120 \\ 960 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 57600 \\ - 4900 \\ \hline \end{array}$$

*Уровень*

$$\begin{array}{r} 10720 \\ 417 \\ \hline \end{array}$$

$$3125 \cdot 203 = 634375$$

$$75040$$

$$\begin{array}{r} 10720 \\ 42880 \\ \hline \end{array} \quad 91 = 500 \cdot 0.182$$

$$500.$$

$$44 \cdot 10240$$

$$160$$

$$4470240$$

$$3$$

$$800$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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

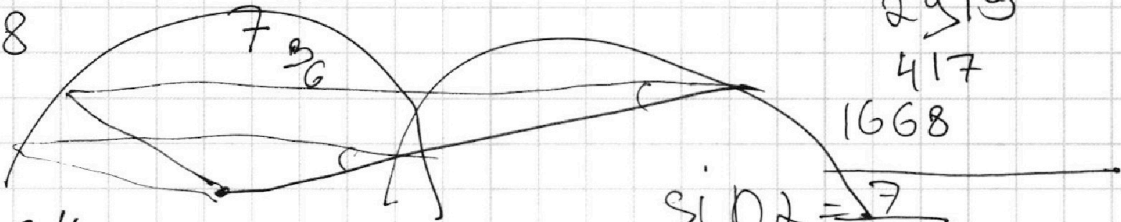
$$\begin{array}{r} 892 \\ - 192 \\ \hline 384 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 192 \\ 96 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 417 \\ - 41 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ 417 \\ - 417 \\ \hline 2919 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1728 \\ 192 \end{array}$$



$$36864$$

$$\sin \alpha = \frac{7}{25} \quad 173889$$

$$\cos \alpha = \frac{24}{25}$$

$$U_{адс} \cdot \sin \alpha = U_2 \cdot y$$

$$U_{адс} \cdot \sin \alpha = U_{1y}$$

$$U_{ax}^2 + U_{1x}^2 = U_{1y}^2 + U_{2y}^2$$

$$U - U_{2x} = U_{адс} \cdot \cos \alpha$$

$$U - U_{1x} = U_{адс} \cdot \cos \alpha$$

$$= \frac{70^2}{192^2} - \frac{70^2}{417^2}$$

$$U_{адс} \cdot \cos \alpha =$$

$$U - \frac{240}{192}$$

$$U_{2y} = \frac{70}{192}$$

$$U - \frac{240}{417}$$

$$U_{1y} = \frac{70}{192}$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ \sqrt{2} \\ 1 \\ 24 \\ - 24 \\ \hline 90 \\ 48 \end{array}$$

$$\frac{70}{192}$$

$$576$$

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!

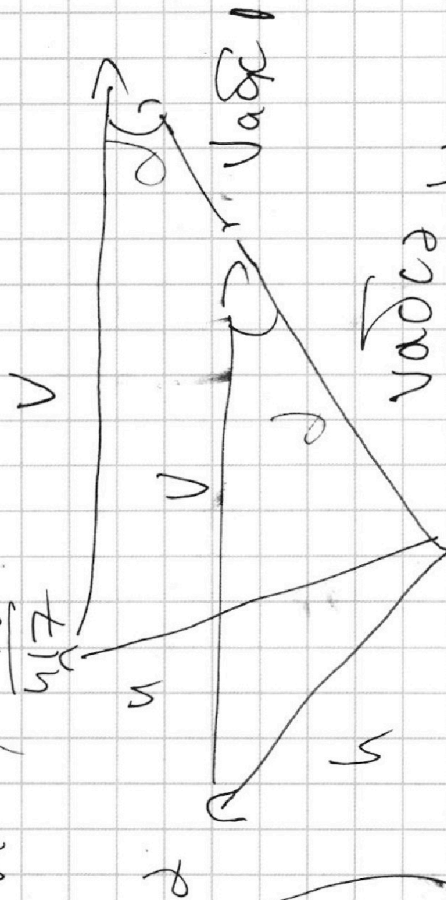


*Черновик*

$$\max T_2 - V \cdot T_2 =$$

$$\frac{70}{25} \cdot \frac{20}{100} = \frac{28}{125}$$

$$\frac{7}{25}$$



$$\frac{V T_2 - 240}{100} + \frac{4900}{100} = \frac{4900 - 240}{100} = \frac{4660}{100} = 46.6$$

$$\frac{490}{100} - \frac{240}{100} = \frac{250}{100} = 2.5$$

$$V T_2 - \max T_2 = 240$$

$$\max = \frac{V T_2 - 240}{100}$$

$$\max = \frac{V T_2 - 240}{100}$$

$$V(T_2 - T_1) = (\max T_2 - T_1)$$

$$V(T_2 - T_1) = V T_2 - T_1 = \frac{28}{125} - \frac{7}{25} = \frac{28}{125} - \frac{35}{125} = -\frac{7}{125}$$

