



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

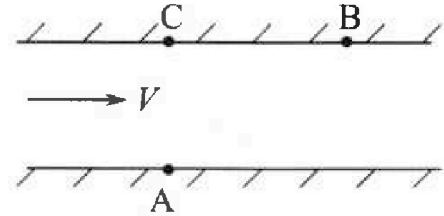
## Вариант 09-01

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.

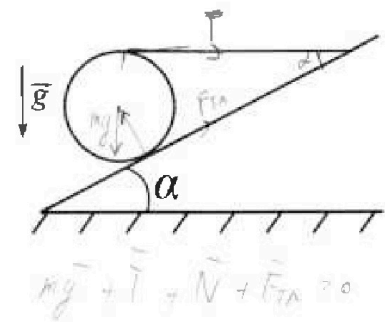
Допустим, что в момент соударения мяча со стенкой на той же высоте  $h$ , стенка движется навстречу мячу со скоростью  $U = 2$  м/с.

- 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>.





Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 09-01



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

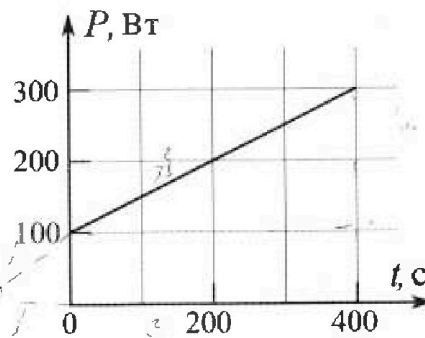
4. Воду нагревают на электроплитке. Начальная температура воды  $t_0 = 14^\circ\text{C}$ , объем воды  $V = 2$  л. Сопротивление спирали электроплитки  $R = 20$  Ом, сила тока в спирали  $I = 5$  А.

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).

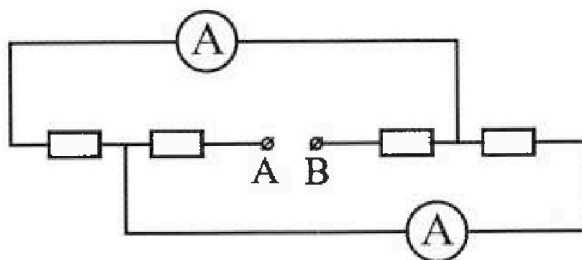


5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 20 Ом, у двух других сопротивление по 40 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

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.



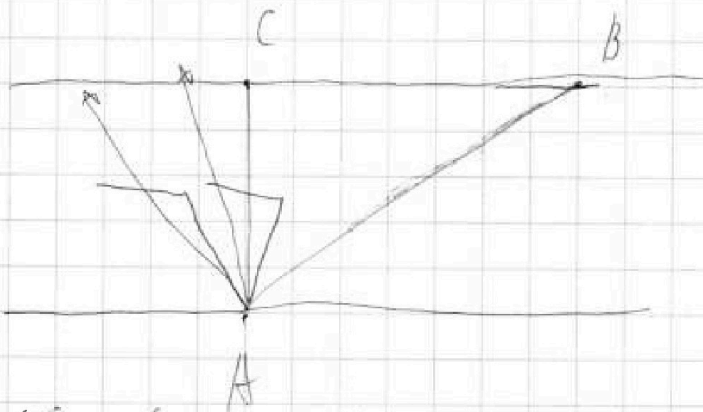
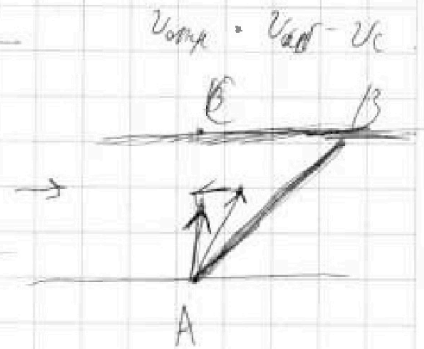
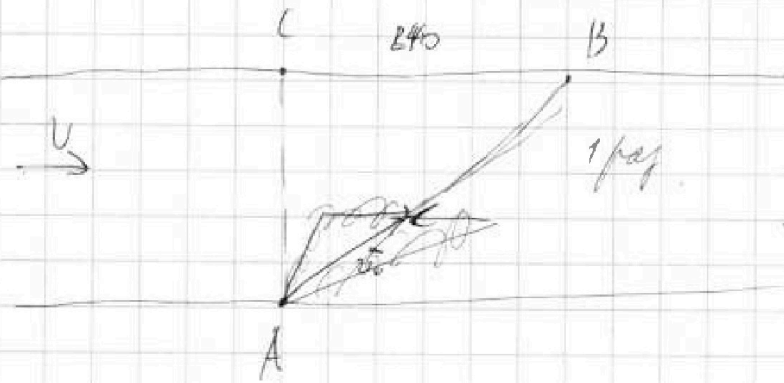
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$6 \cdot 5 = 11$$

$$\frac{3 \cdot 10 \cdot 0,6}{0,8 + 1} = \frac{18}{1,8} = 10 \text{ км}$$

1

$$v = \frac{10 \cdot 0,8}{0,8 + 1} = 5 \cdot 10 \cdot 0,8 = 10 \cdot 0,8 = 8 \text{ км}$$

МФТИ  
ФИАН



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

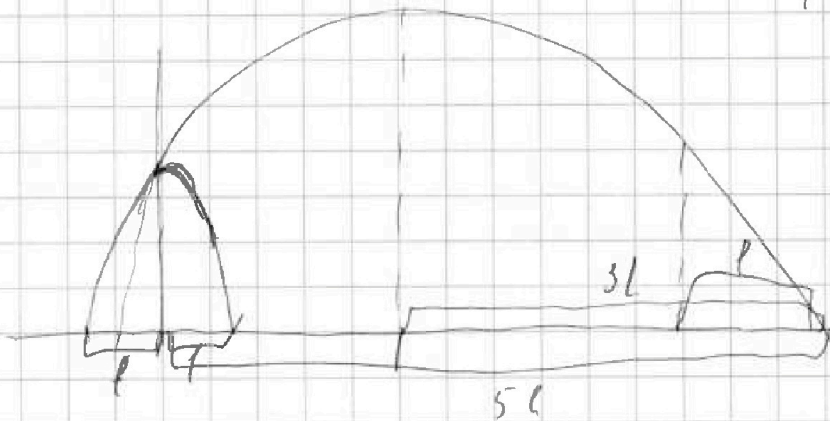
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$H = \frac{(v_0 \sin \alpha)^2}{2g}$$

$v_0$  - как скорость 2-гранной фигуры

$$v_0 \sin \alpha = \sqrt{2gH} = 18 \text{ м/с.}$$

1-гранная фигура



max как формулировка условия, проанализировать что общего между  
прямоугольником  $6l$ , и  $h$  касательная на  $3l$

$$3l = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t_0$$

$$t_0 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \rightarrow \text{время свободного падения}$$

$$r = v_0 \cdot (\sin \alpha) \cdot t_0$$

$$t = \frac{2}{3} t_0 \rightarrow \text{время до высоты } h$$

$$t = \frac{v_0 \sin \alpha}{3g} = \frac{18}{3 \cdot 10} = 0,6 \text{ с}$$

Уравнение прямой

$$y = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = 18 \cdot 0,6 - \frac{10 \cdot 0,36}{2} = 10,8 - 1,8 = 9 \text{ м} = h$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

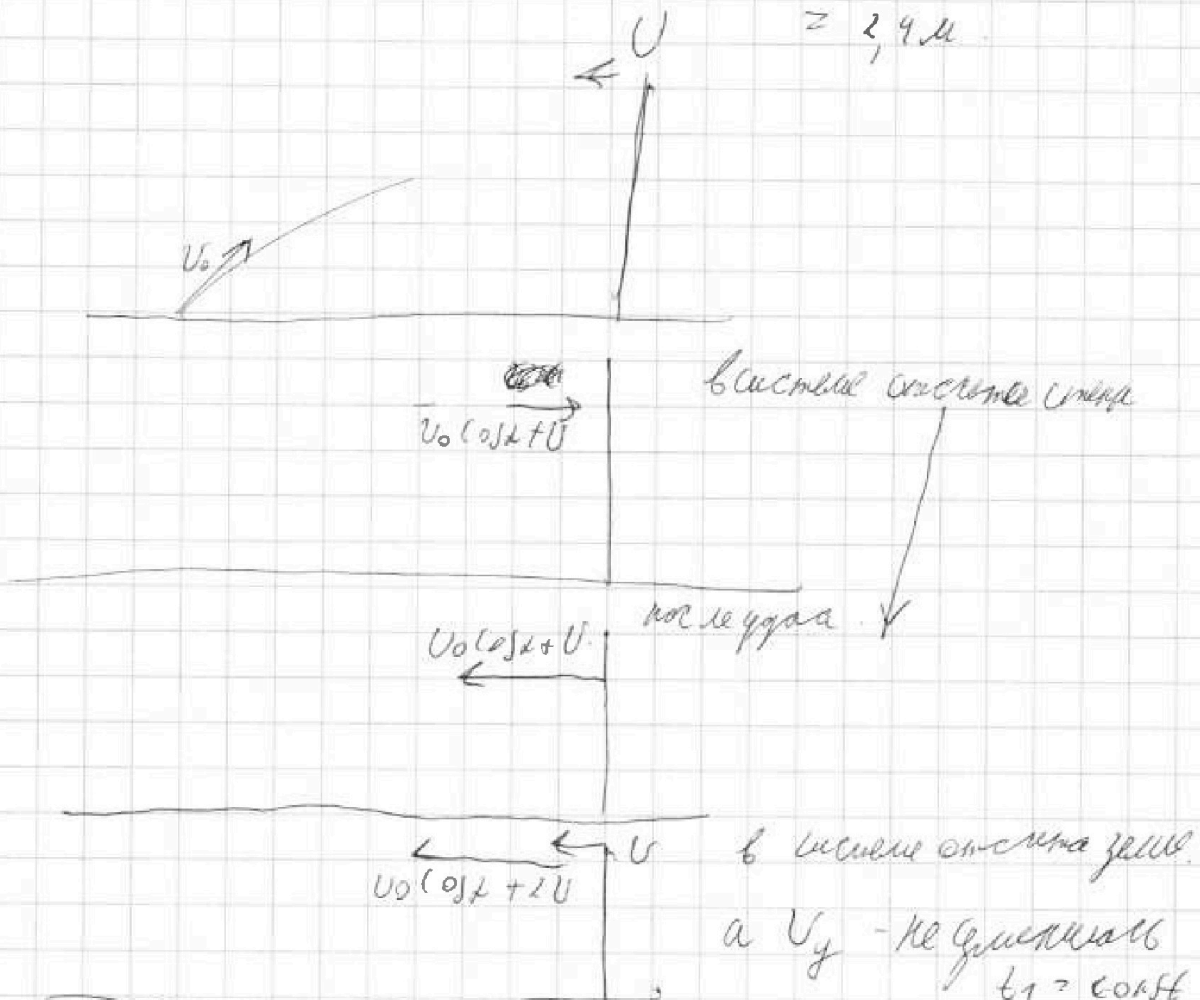


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

рассмотрим удар

Упруг:  $h = g t_1^2 / 2 = 0,64 \Delta L =$

$= 2,4 \text{ м}$



а  $v_y$  - не изменяется  $t_1 = \text{const}$

Скорость по  $x$  увеличилась на  $2U$  значит  $L$  - от удара по стене.

$L = (v_0 \cos \alpha + 2U) \cdot t$

$L = v_0 \cos \alpha \cdot t + 2U t$  (1) отсюда

$L_0 = v_0 \cos \alpha \cdot t$  (2)

1-2  $\Delta L = 2U t = 4 \cdot 0,6 = 2,4 \text{ м}$

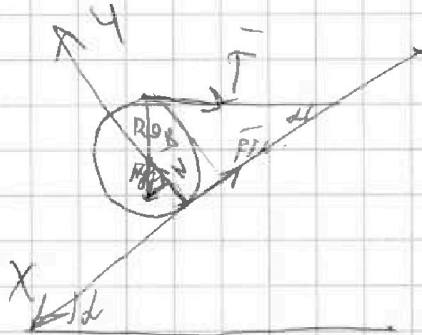
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$mg + \vec{T} + \vec{N} + \vec{F}_{тр} = 0$ . разделим на ось  $K$  и  $Y$

$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,16} = \sqrt{0,84} = 0,916$

$X; T \cdot \cos \alpha + F_{тр} - mg \cdot \sin \alpha = 0$

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

$T(\cos \alpha + \mu) = mg \sin \alpha$

$Y; N + T \cdot \sin \alpha - mg \cos \alpha = 0$

$T = \frac{mg \sin \alpha}{\cos \alpha + \mu} = 10 \text{ Н}$

или  $mg \sin \alpha \leq F_{тр}$

~~$mg \sin \alpha \leq F_{тр}$~~   $mg \sin \alpha \leq \mu mg \cos \alpha$   $\tan \alpha \leq \mu$

~~$mg \sin \alpha > \mu mg \cos \alpha$~~   $\tan \alpha > \mu$

формулы не подходят.

Одноосевая задача по  $O$

$T \cdot R - F_{тр} \cdot R = 0$

у  $mg$  и  $N$  - моменты = 0.

$T = F_{тр} = 10 \text{ Н}$

$N = 18 \text{ Н}$   $F_{тр} = \mu N$

$\mu = \frac{F_{тр}}{N} = \frac{10}{18} = 0,55$   $\mu < 0,6$

Ответ:  $T = F_{тр} = 10 \text{ Н}$ ;  $N = 18 \text{ Н}$



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!

~~Решение~~

Реш

$$T \leq F_{гр} \sin \alpha$$

$\mu_{min} \geq \frac{10}{18}$  @ *увелич. мн. радиус ширинности, а максимал.*  
Данная:  $T = F_{гр} = 10 \text{ Н}$ ;  $\mu \geq \frac{10}{18}$



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!

1) мощность каретамед равна  $P = I^2 R = 25 \cdot 20 = 500 \text{ Вт}$

$$m_6 = 2 \text{ кг}$$

$t_0$  - отс. время

$$P_{\text{н.з.}} - P_2 = Q$$

$$P = \Delta(t - t_0)$$

~~мощность~~

$$Q = m c \Delta t$$

$$\Delta t = (t - t_0)$$

Вручили массу и мощность  $P = 100 \text{ Вт}$

$$\Delta(t_0 - t_0) = 100 \text{ Вт}$$

$$P_{\text{н.з.}} - P_2 = c m (t - t_0)$$

$$P_{\text{н.з.}} + (m t_0 - P_2) = c m t$$

$$t = \frac{P_{\text{н.з.}} + (m t_0 - P_2)}{c m}$$

$$P_2 = \Delta(t - t_0)$$

$$P_2 = \Delta \left( \frac{P_{\text{н.з.}} + (m t_0 - P_2)}{c m} - t_0 \right)$$

$$P_2 = \frac{P_{\text{н.з.}}}{\Delta}$$

$$P_2 = \frac{\Delta P_{\text{н.з.}}}{(m + \epsilon)} + P_{00}$$

поэтому это формула при 14 градусах

$$P - P_0 = \frac{\Delta P_{\text{н.з.}}}{(m + \epsilon)}$$

это неконкретно.

$$\Delta = \frac{(P - P_0)(m + \epsilon)}{P_{\text{н.з.}}}$$

по формуле

$$P = 100 + \frac{1}{4} t$$

зададим площадь под графиком (интеграл)

$$\int P dt = 100t + \frac{1}{8} t^2 = Q \text{ теплота}$$

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!



$$C_{\text{в.д.т}} = 8400 \cdot \pi$$

$$P_{\text{н.т}} = Q_{\text{д}} + Q_{\text{н.т}}$$

$$\frac{1}{4} t^2 + 100 t + C_{\text{в.д.т}} - P_{\text{н.т}} = 0$$

$$\frac{1}{4} t^2 - 400 t + 8400 \cdot \pi = 0$$

$$T = \frac{400 \pm \sqrt{160000 - 8400 \cdot \pi}}{\frac{1}{2}} = \frac{400 \pm \sqrt{67600}}{\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{(400 \pm 260) \cdot 2}{1} = 660 \cdot 2 ; 280 \quad \text{выбираем меньшее из них}$$

$$T = 280 \text{ секунд}$$

$$Q_{\text{н.т.т}} = 280 \text{ секунд} ; P_{\text{н}} = 500$$



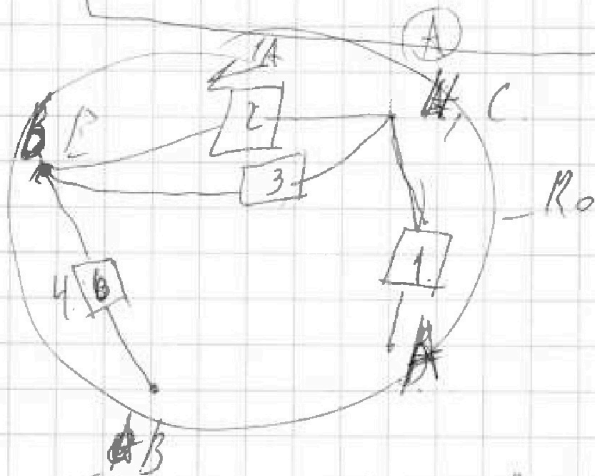
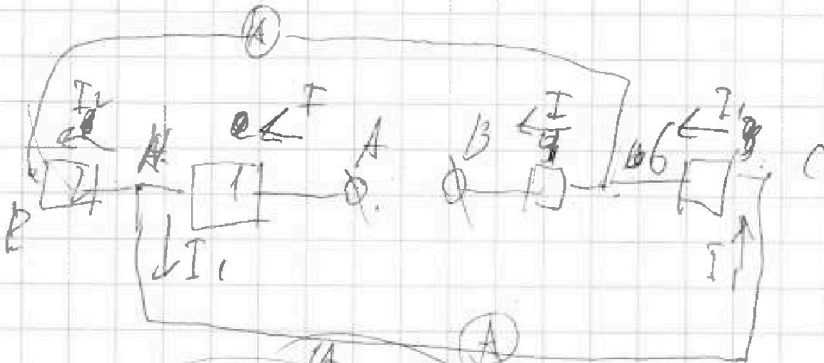
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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. Печать QR-кода недопустима!



$$I_2 = 1$$

$$U_2 = I \cdot 40 = 40 \text{ В}$$

$$I_3 = \frac{U_2}{R_3} = 1 \text{ А}$$

$$R_{41} = R_1 + R_4 = 60 \text{ Ом}$$

один из них не нужен

или без разницы какое R 164 расчет по закону Ома

предположим что в край R = 40 значит R\_3 = 20

$$I_1 = 1 \text{ А}$$

$$I_0 = 2 + 1 = 3 \text{ А}$$

$$R_0 = R_{41} + \left( \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)^{-1} = 60 + \frac{1 \cdot 20 \cdot 40}{3} =$$

$$60 + \frac{1}{3} \cdot 40 = \frac{180 + 40}{3} = \frac{220}{3} \text{ Ом}$$

$$U_0 = I_0 \cdot R = 220 \text{ В}$$

Ответ: 2 А и 220 В





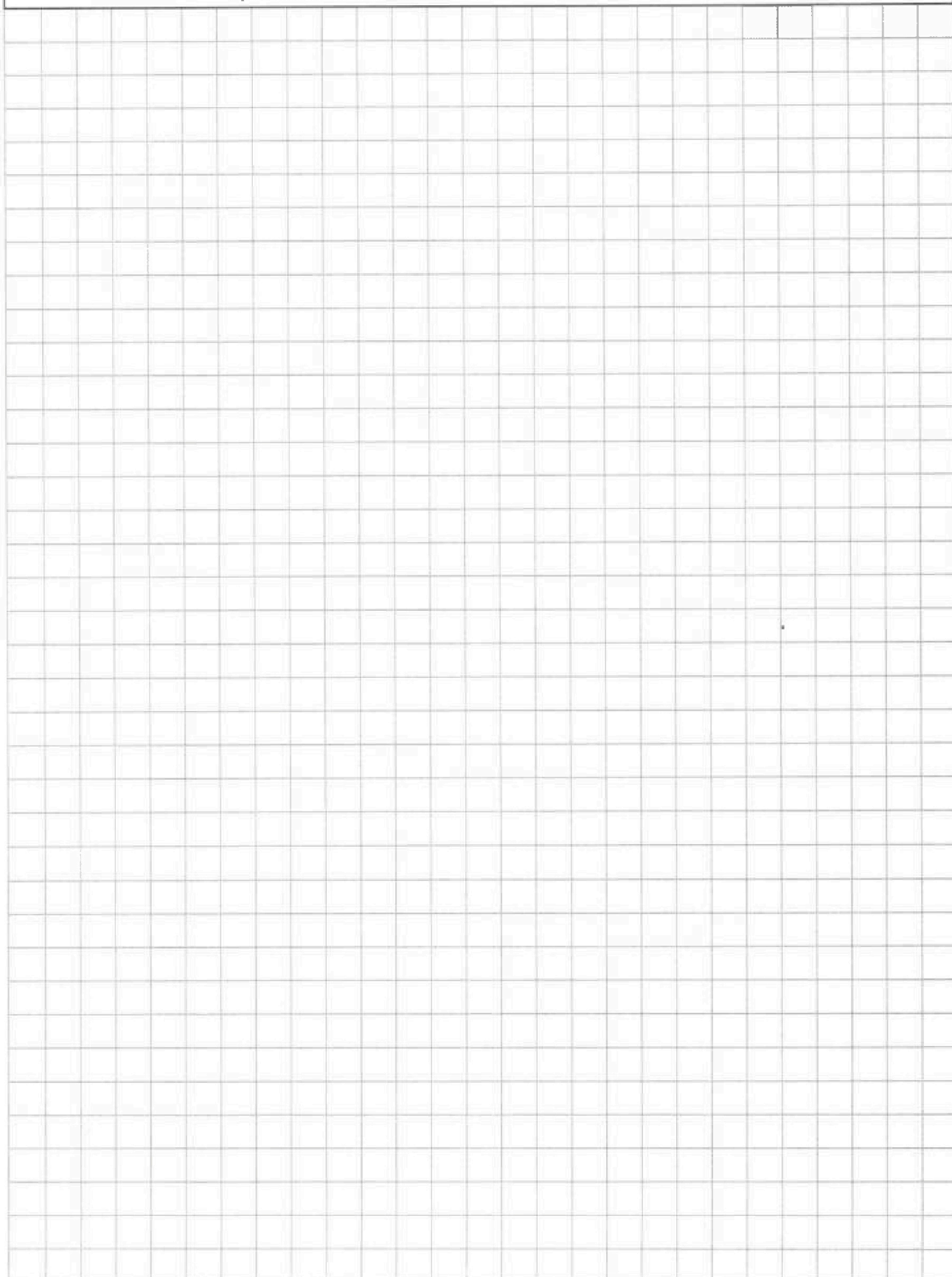
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!





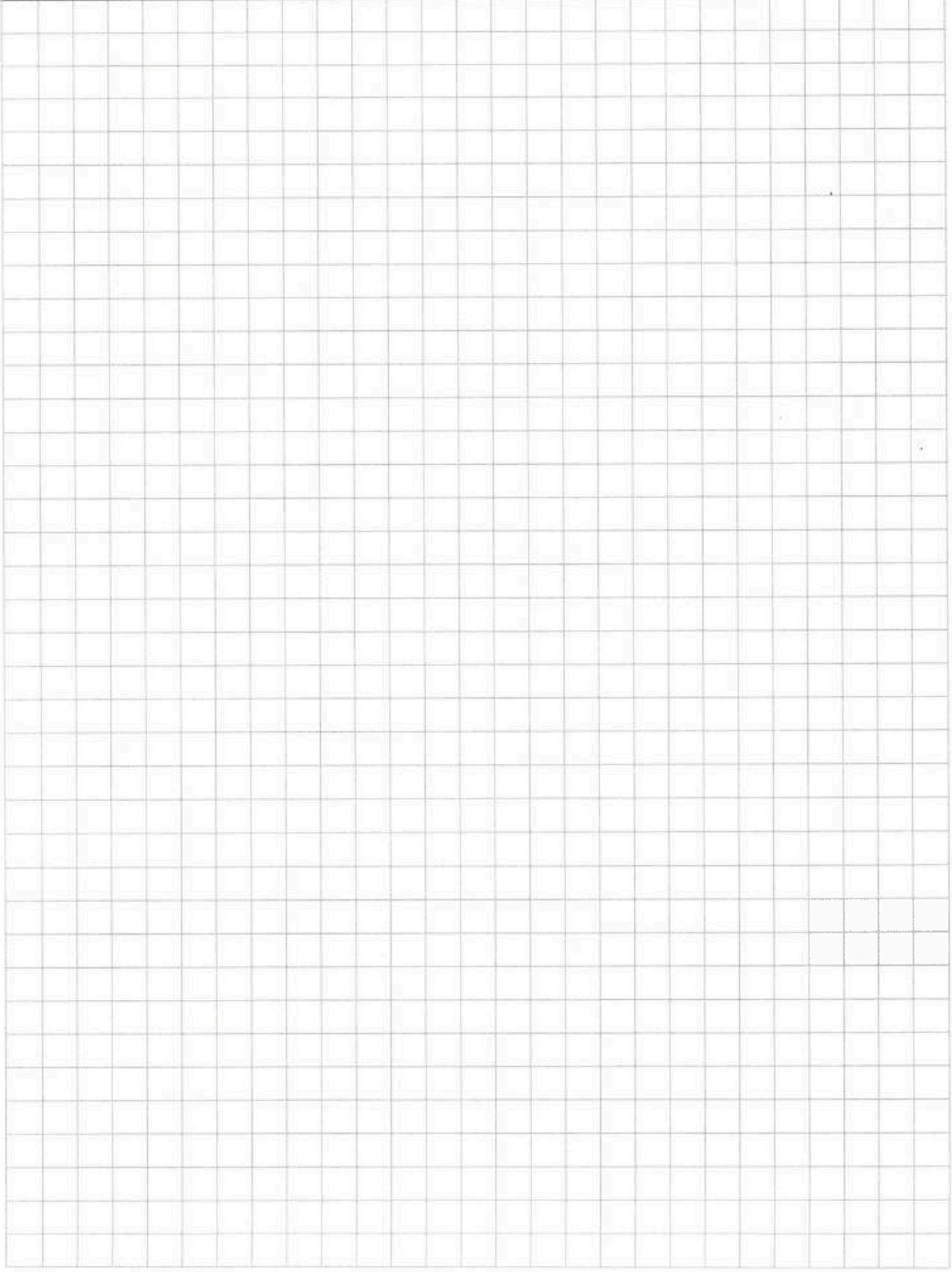
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



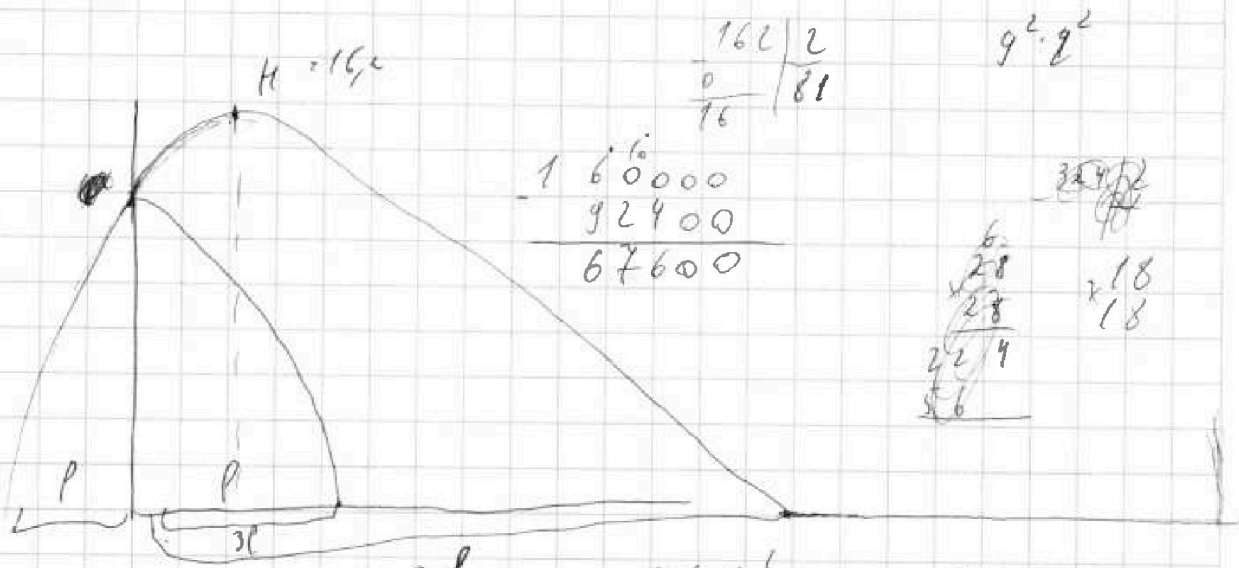
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МОТИ

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

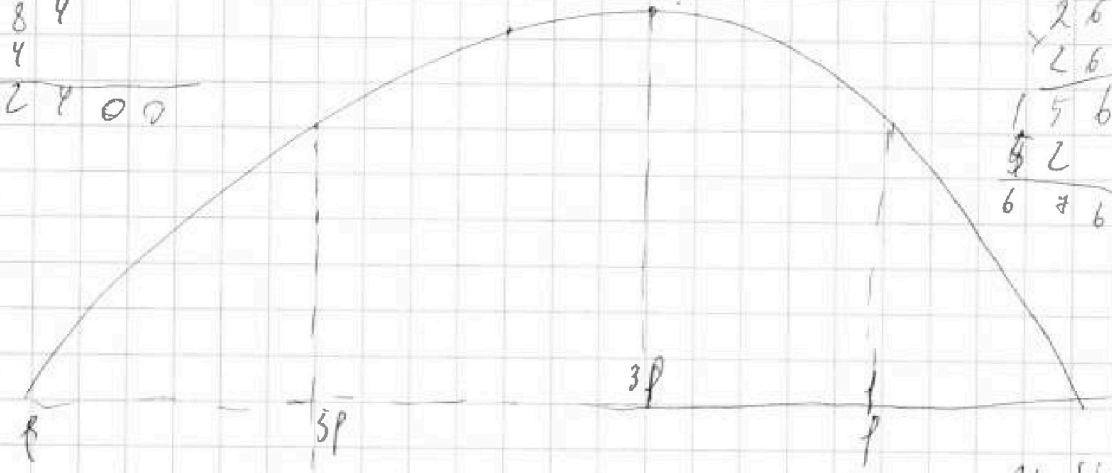


$$\begin{array}{r} 8400 \\ \sqrt{11} \\ \hline 84 \\ 84 \\ \hline 92400 \end{array}$$

$$\frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} = \frac{1}{k_2 + k_3}$$

$$\frac{676 \cdot 10^4}{k_2 + k_3} = \frac{8400}{2,7}$$

$$\begin{array}{r} 2,7 \\ 3 \\ \hline 2,6 \\ \sqrt{2,6} \\ \hline 1,56 \\ \sqrt{1,56} \\ \hline 1,2 \\ 6 \neq 6 \end{array}$$



$$H_{max} = \frac{(v_0 \sin \alpha)^2}{2g}$$

$$\sqrt{16 \cdot 2 \cdot 90} = v_0 \sin \alpha$$

$$\sqrt{324} = v_0 \sin \alpha = \sqrt{9^2 \cdot 2^2} = 18$$

$$3l = v_0 \cdot \cos(\alpha) \cdot t_0$$

$$l = v_0 \cdot \cos(\alpha) \cdot t_0$$

$$\frac{3l}{l} = \frac{t_0}{t}$$

$$3t = t_0$$

$$t = \frac{t_0}{3}$$



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!



$$500 \cdot z = 9600 \cdot z \cdot 11$$

$$z =$$

$$\frac{300}{8,8} = 34$$

$$\frac{8 \cdot 200 \cdot 11}{500} = 35,2$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 18 \\ \times 06 \\ \hline 108 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6 \overline{) 6} \\ \underline{10} \\ 360 \end{array} \Bigg| L = 58$$

$$\frac{(m+z)}{cm}$$



$$100 = 142 \cdot 0,56$$

$$252 = 210$$

$$\frac{(m)}{(m+z)}$$

$$\begin{array}{r} 82 \overline{) 5} \\ \underline{5} \\ 30 \\ \underline{30} \\ 0 \end{array} = 16,4$$

$$\frac{(m+z)}{cm}$$

$$P = \frac{L P_m z}{cm} - \frac{P_c}{cm}$$

$$P \left(1 + \frac{r}{cm}\right) = \frac{L P_m z}{cm}$$

$$\frac{L P_m z}{cm} \cdot \frac{1}{1 + \frac{r}{cm}}$$

$$P = \frac{L P_m z}{cm+z}$$

840.

$$P =$$

$$\frac{L P_m z}{cm+z} \cdot cm$$

$$\frac{P_{10}}{35} = \frac{L(14-60)}{2(25-60)}$$

$$\frac{1}{2} \frac{100 \cdot 8600}{500 \cdot 200}$$

$$\frac{(300-100)(8400+400)}{500 \cdot 400}$$

$$\frac{1}{2} \frac{100 \cdot 8800}{500 \cdot 400} = \frac{44}{5} = 8,8$$

8,8