



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

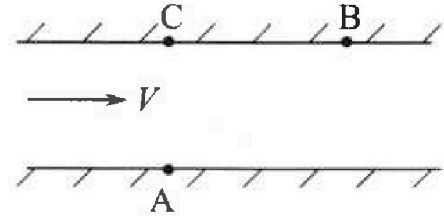
Вариант 09-01

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.

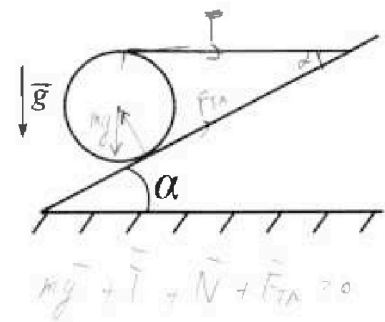
Допустим, что в момент соударения мяча со стенкой на той же высоте h , стенка движется навстречу мячу со скоростью $U = 2$ м/с.

- 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.





Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 09-01



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

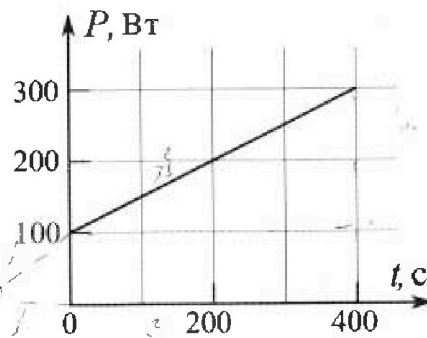
4. Воду нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $t_0 = 14^\circ\text{C}$, объем воды $V = 2$ л. Сопротивление спирали электроплитки $R = 20$ Ом, сила тока в спирали $I = 5$ А.

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

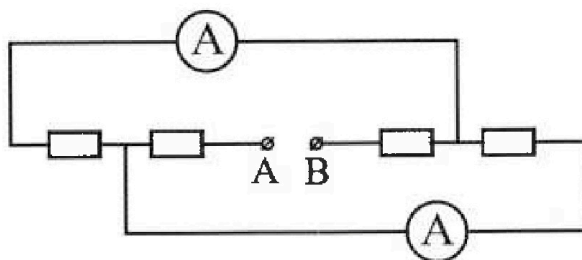


5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 20 Ом, у двух других сопротивление по 40 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

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.



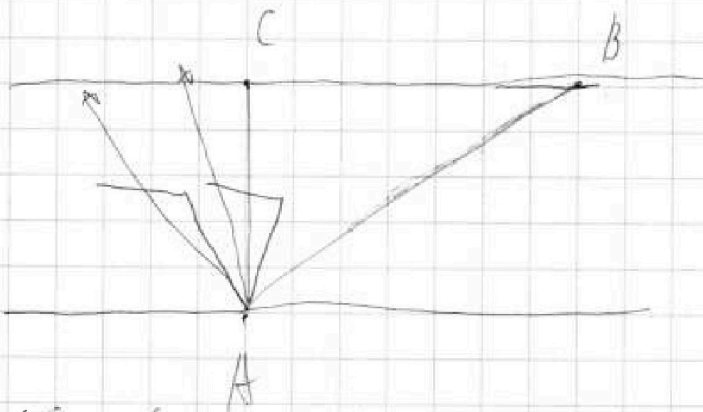
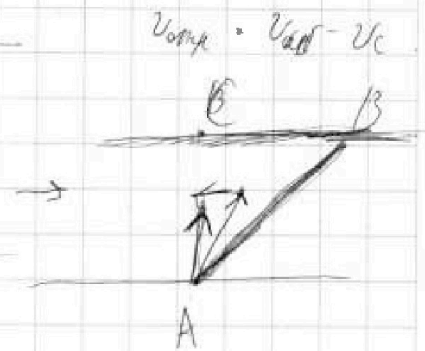
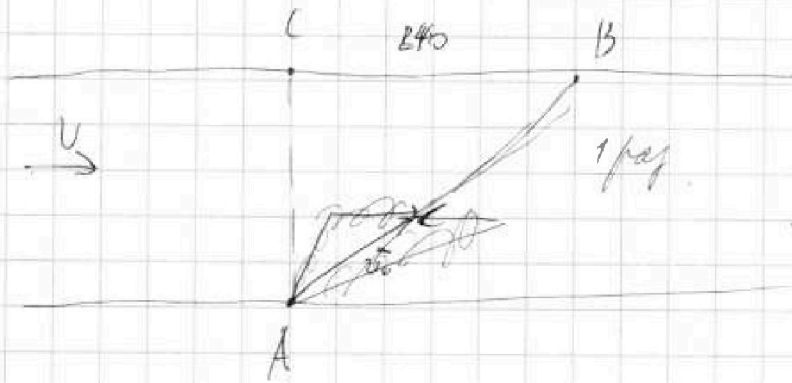
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$6 \cdot 5 = 11$$

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

1

$$F = \frac{m \cdot v}{t} = \frac{5 \cdot 10 \cdot 0,6}{0,24} = 10 \cdot 0,6 \cdot 24 = 6 \text{ Н}$$

Нужно
F = 6 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 checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

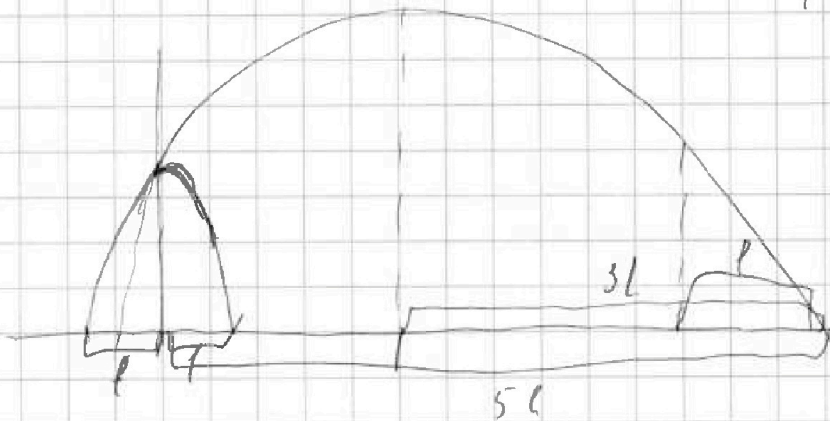
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

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

v_0 - как скорость 2-гранной фигуры

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

1-гранная фигура



max как поверхность упрощ. плоскостной траектории
прямоугольника $6l$, а K касательна к $3l$

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

$$t_0 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \rightarrow \text{время подъема до макс.}$$

$$l = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

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

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

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

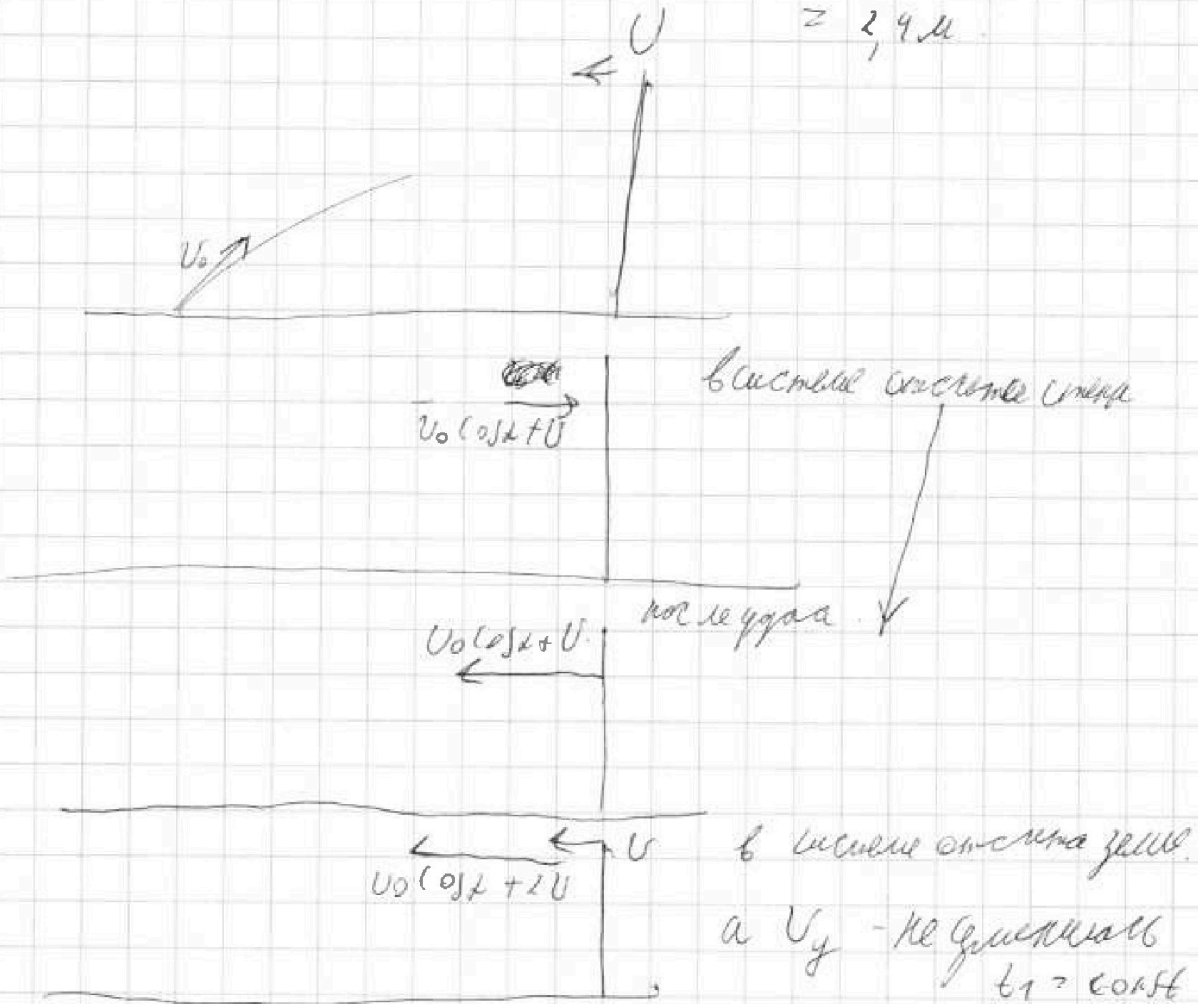
МФТИ

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

рассмотрим бегущую

$$\text{Высота: } h = g t_1^2 = 9,64 \Delta t^2$$

$$= 2,4 \text{ м}$$



Скорость по x увеличилась на $2U$ за счет
появления $\bullet L$ - от удара по ногам.

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

$$L = v_0 \cos \alpha \tau + 2U \tau \quad (1) \text{ в начале}$$

$$L_0 = v_0 \cos \alpha \tau \quad (2)$$

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

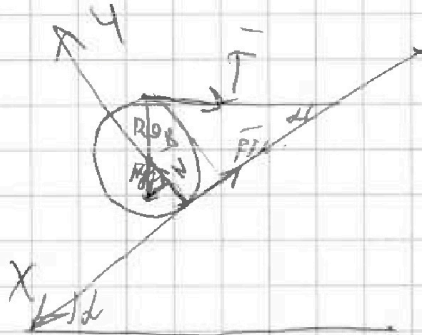
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



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

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

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

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

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

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

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

или $mg \sin \alpha \leq F_{tr}$

~~$mg \sin \alpha \leq \mu mg \cos \alpha$~~ $\mu \geq \tan \alpha$ — условие

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

формулы не подходят.

Одноименно углы α и μ

$T \cdot R - F_{tr} \cdot R \geq 0$

и mg и N — перпендикулярны

$T = F_{tr} = 10 \text{ Н}$

$N = 18 \text{ Н}$ $F_{tr} = \mu N$

$\mu = \frac{F_{tr}}{N} = \frac{10}{18} = 0,555$ — условие $\mu < \tan \alpha$

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



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~~

Решение

$$T \leq F_{гр} \sin \alpha$$

$\mu_{min} \geq \frac{10}{18}$ @ *увеличить угол наклона направляющей, а значит*
коэффициент трения.
Значит: $T = F_{гр} = 10 \text{ Н}$; $\mu \geq \frac{10}{18}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

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

$$m_0 = 2 \text{ кг}$$

t_0 - отсчет

$$P_{\text{н.э}} - P_{\text{р}} = Q$$

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

~~Q = m c \Delta t~~

$$Q = m c \Delta t$$

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

Внутренняя мощность $P = 100 \text{ Вт}$

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

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

$$P_{\text{н.э}} + c m t_0 - P_{\text{р}} = c m t$$

$$t = \frac{P_{\text{н.э}} + c m t_0 - P_{\text{р}}}{c m}$$

$$P_{\text{р}} = \lambda(t - t_0)$$

$$P_{\text{р}} = \lambda \left(\frac{P_{\text{н.э}} + c m t_0 - P_{\text{р}}}{c m} - t_0 \right)$$

$$P_{\text{р}} = \lambda \left(\frac{P_{\text{н.э}} + c m t_0 - P_{\text{р}}}{c m} - t_0 \right)$$

$$P_{\text{р}} = \frac{\lambda P_{\text{н.э}}}{c m + \lambda} + P_{\text{р}0}$$

поэтому это формула при 14 градусах

$$P - P_{\text{р}0} = \frac{\lambda P_{\text{н.э}}}{c m + \lambda}$$

если температура

$$\lambda = \frac{(P - P_{\text{р}0})(c m + \lambda)}{P_{\text{н.э}}}$$

по формуле

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

зададим площадь по градусах (измеряем)

$$S P_t = 100 t + \frac{1}{4} t^2 = Q \text{ теплота}$$

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!



$$C_{\text{в.д.т}} = 8400 \cdot \pi$$

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

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

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

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

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

$$T = 280 \text{ секунд.}$$

$$\text{Оплата: } 280 \text{ секунд; } P_{\text{н}} = 500$$



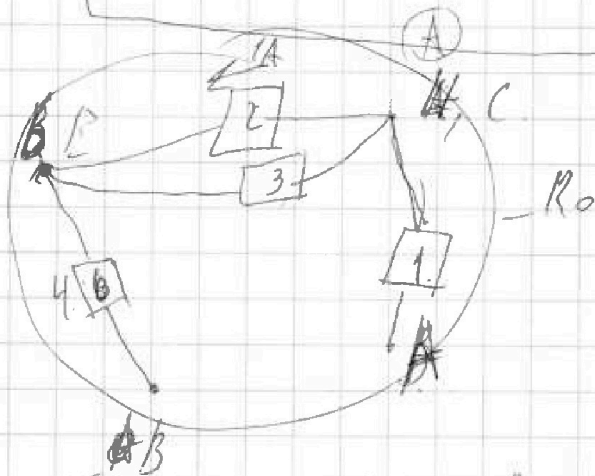
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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



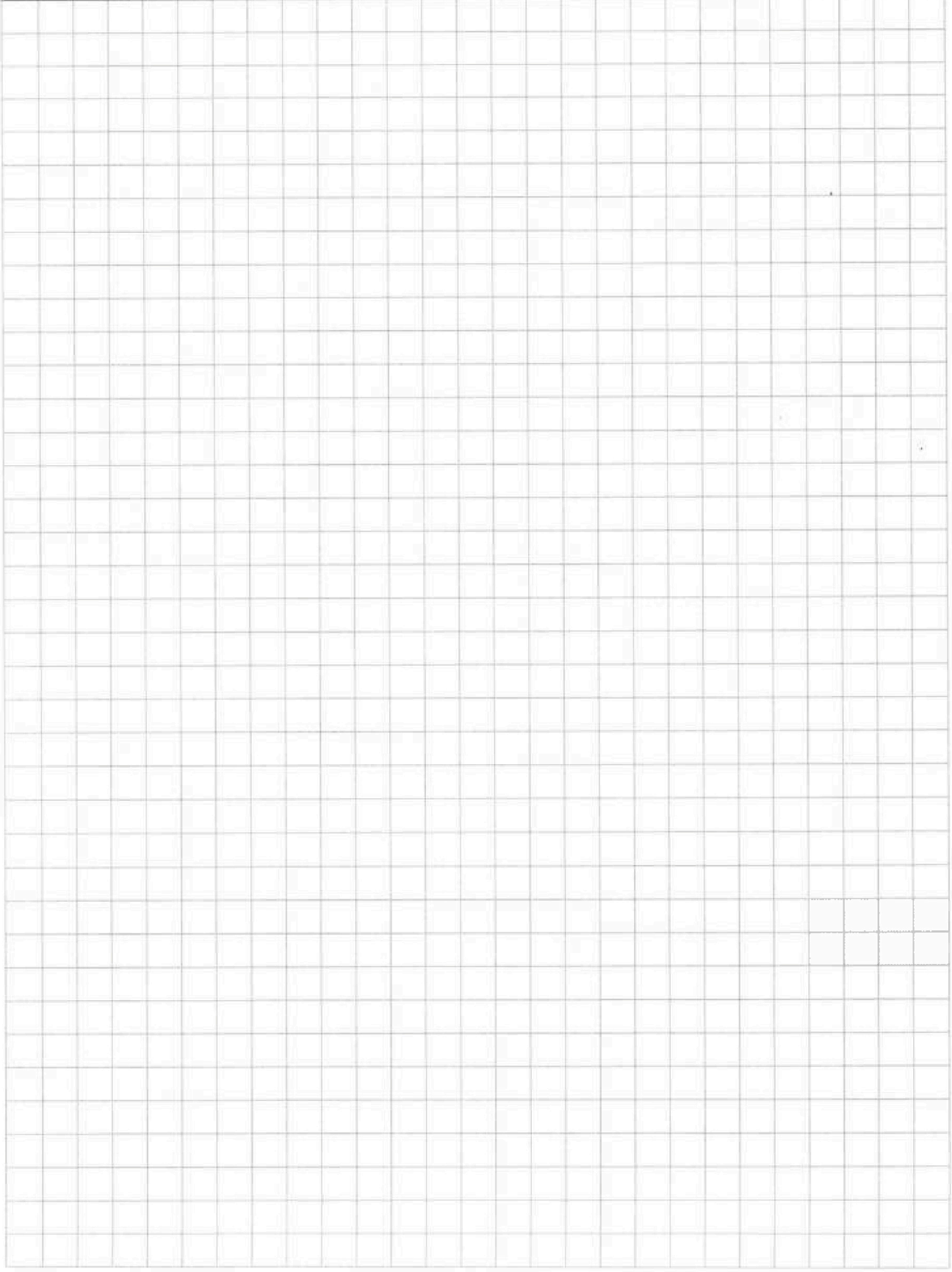
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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"/>

 МФТИ

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



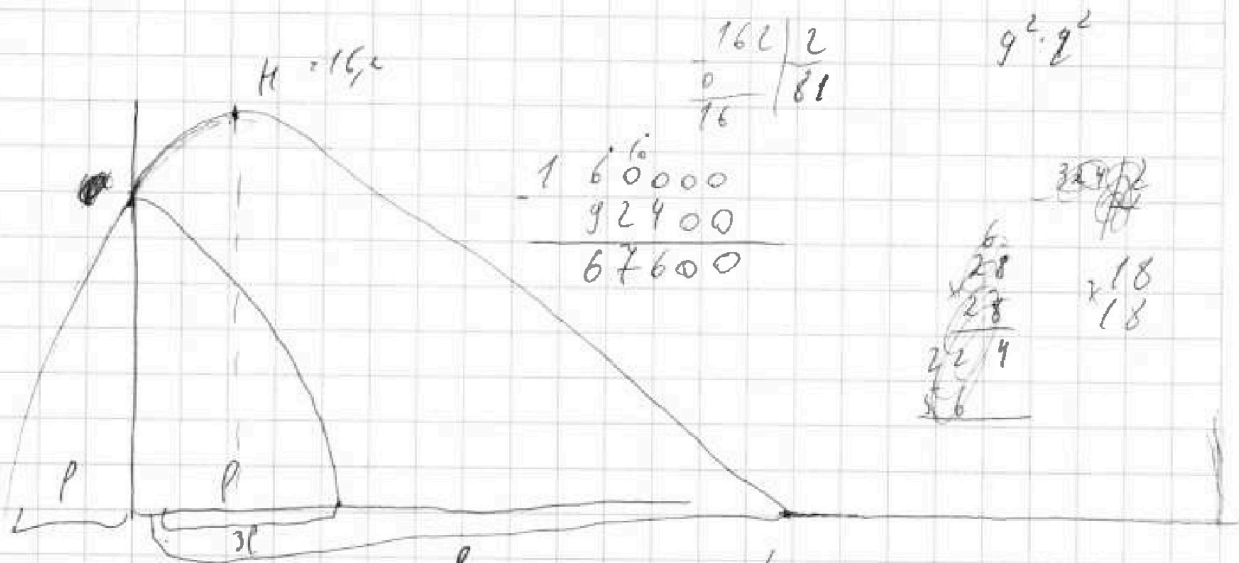
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!

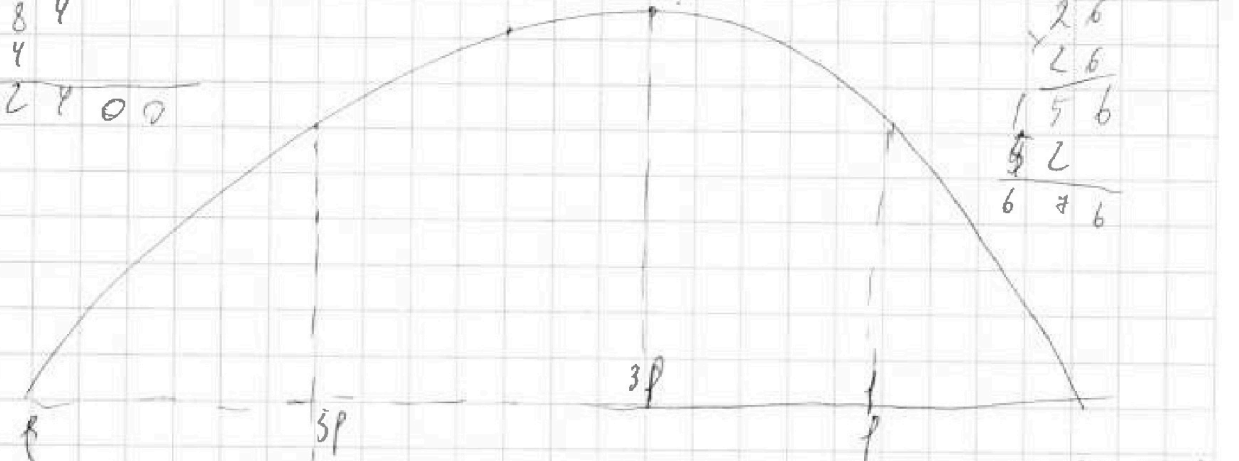


$$\begin{array}{r}
 8400 \\
 \sqrt{11} \\
 \hline
 84 \\
 84 \\
 \hline
 92400
 \end{array}$$

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

$$\frac{676 \cdot 10^4}{k_2 + k_3}$$

$$\begin{array}{r}
 8400 \\
 2,7 \\
 \hline
 3 \\
 2,6 \\
 \hline
 2,6 \\
 1,56 \\
 \hline
 52 \\
 \hline
 676
 \end{array}$$



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

$$660 \cdot 2 \cdot c$$

$$\sqrt{162 \cdot 2 \cdot 40} = v_0 \sin \alpha$$

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

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

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

$$\frac{3}{1} = \frac{t_0}{t}$$

$$3t = t_0$$

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

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!



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

$$z =$$

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

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

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

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

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



$$100 = 142 \cdot 10^{-1} \cdot 0,56$$

$$252 = 2 \cdot 10$$

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

$$\begin{array}{r} 82 \overline{) 5} \\ 5 \\ \hline 30 \\ 30 \\ \hline 0 \end{array}$$

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

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

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

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

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

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