



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

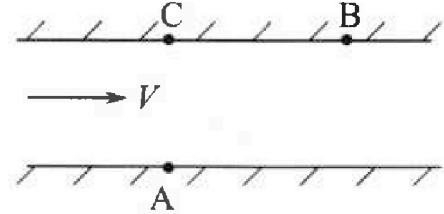
Вариант 09-01

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.

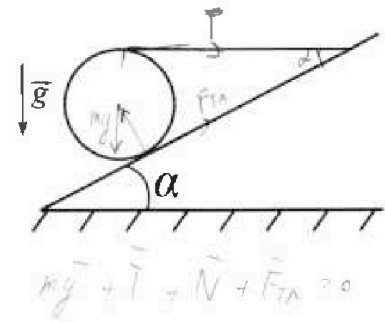
Допустим, что в момент соударения мяча со стенкой на той же высоте  $h$ , стенка движется навстречу мячу со скоростью  $U = 2$  м/с.

- 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.

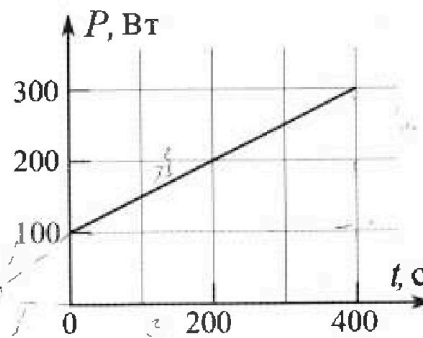
4. Воду нагревают на электроплитке. Начальная температура воды  $t_0 = 14^\circ\text{C}$ , объем воды  $V = 2$  л. Сопротивление спирали электроплитки  $R = 20$  Ом, сила тока в спирали  $I = 5$  А.

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).

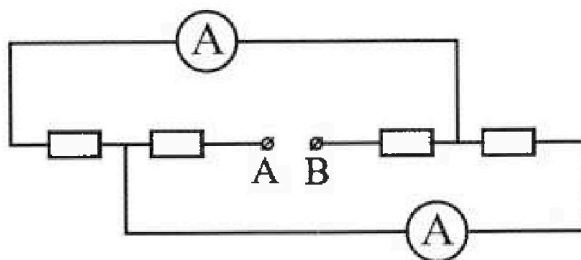


5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 20 Ом, у двух других сопротивление по 40 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

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.



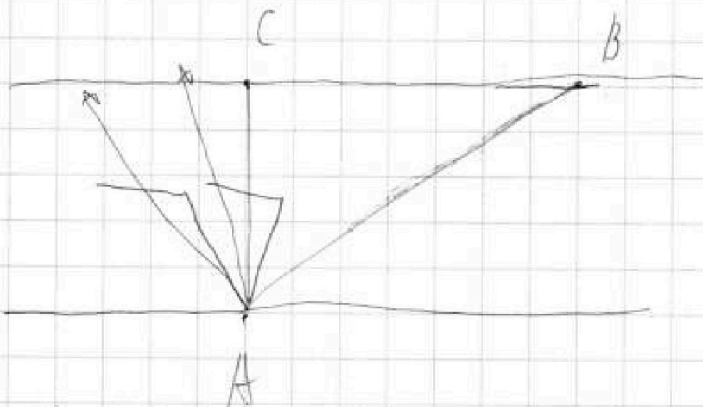
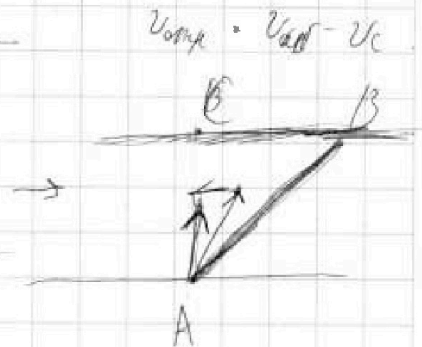
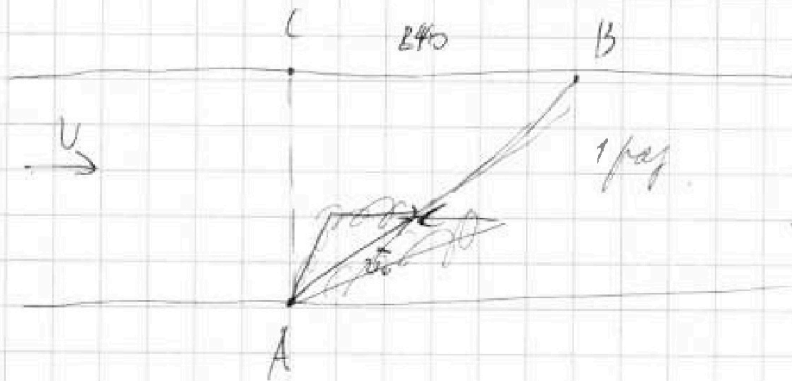
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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

$$v = \frac{10 \cdot 0,8 + 10 \cdot 0,6}{0,8 + 0,6} = \frac{14}{1,4} = 10 \text{ км}$$

10 км  
10 км



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

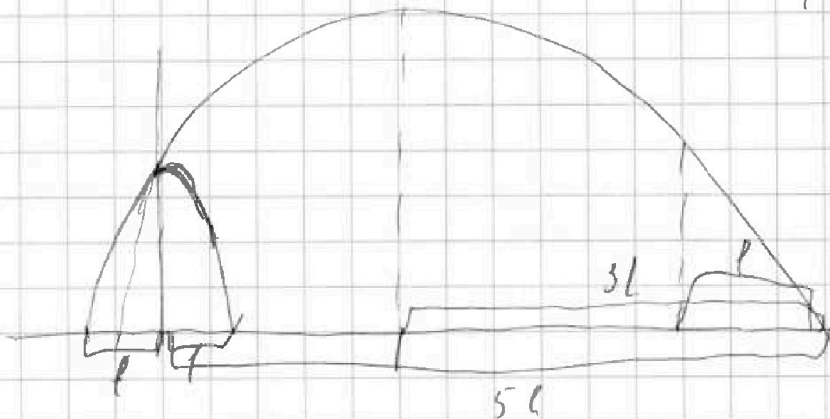
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

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

$v_0$  - как скорость 2-гранной фигуры

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

1-гранная фигура



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

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

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

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

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

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

Уравнение прямой

$$y = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = 18 \cdot 0,6 - \frac{10 \cdot 0,36}{2} =$$

$$= 10,8 - 1,8 = 9 \text{ м} = h$$





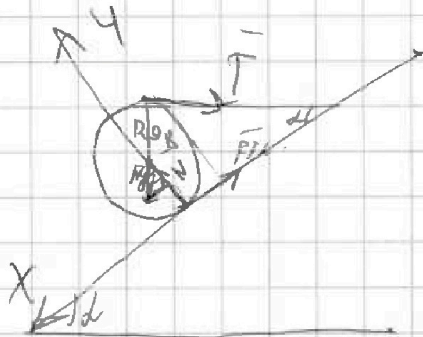
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

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  $g$  по  $x$  и  $y$

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

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

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

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

$y$ :  $N + T \sin \alpha - mg \cos \alpha = 0$

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

или  $mg \sin \alpha \leq F_{tr}$

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

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

формулы не подходят.

Одноименные углы при  $0$

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

у  $mg$  и  $N$  - моменты = 0.

$T = F_{tr} = 10 \text{ Н}$

$N = 18 \text{ Н}$   $F_{tr} = \mu N$

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

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~~

Реш

$$T \leq F_{гр \text{ макс}}$$

$\mu_{\text{min}} \geq \frac{10}{18}$  @ *увелич. мн. радио Ширинваловича, 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:

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

$P_{\text{н.э.}} - P_2 = Q$

$P = \lambda(t - t_0)$

~~мощность~~

$Q = mc\Delta t$

$\Delta t = (t - t_0)$

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

$\lambda(t_0 - t_0) = 100 \text{ Вт}$

$P_{\text{н.э.}} - P_2 = cm(t - t_0)$

$P_{\text{н.э.}} + cm t_0 - P_2 = cm t$

$t = \frac{P_{\text{н.э.}} + cm t_0 - P_2}{cm}$

$P_2 = \lambda(t - t_0)$

$P_2 = \lambda \left( \frac{P_{\text{н.э.}} + cm t_0 - P_2}{cm} - t_0 \right)$

$P_2 = \frac{P_{\text{н.э.}}}{\lambda}$

$P_2 = \frac{\lambda P_{\text{н.э.}}}{cm + \lambda} + P_{00}$

поэтому это формула при 14 градусах

$P - P_0 = \frac{\lambda P_{\text{н.э.}}}{cm + \lambda}$

если температура

$\lambda = \frac{(P - P_0)(cm + \lambda)}{P_{\text{н.э.}}}$

по формуле

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

зададим площадь по градусах (сетка)

$\int P dt = 100t + \frac{1}{4} t^2 = Q \text{ теплота}$

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!



$$C_{\text{в.д.т}} = 8400 \cdot \pi$$

$$P_{\text{и.з}} = Q_{\text{д}} + Q_{\text{п.т}}$$

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

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

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

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

$$T = 280 \text{ секунд.}$$

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



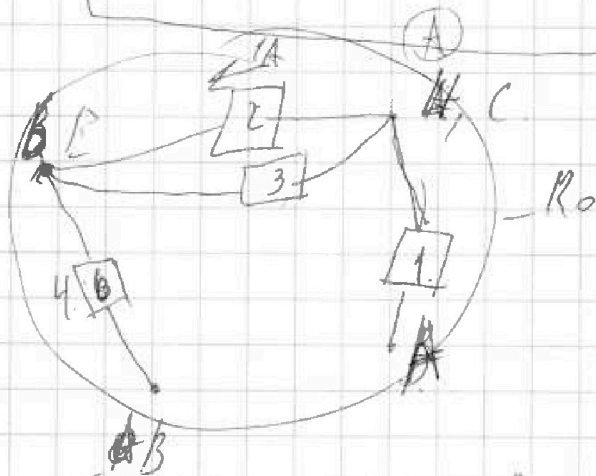
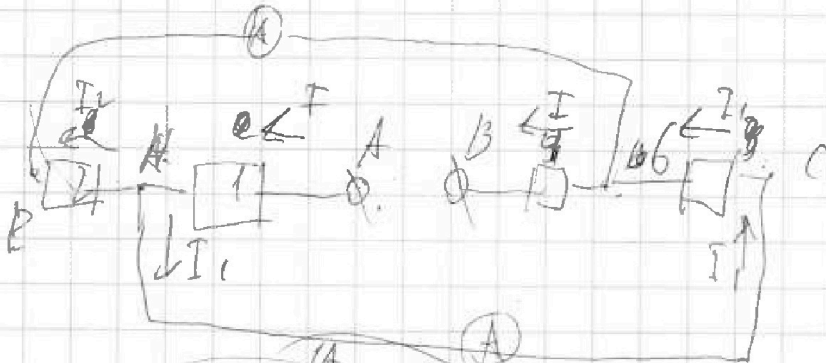
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$I_2 = 1$$

$$U_2 = I \cdot 40 = 40 \text{ В}$$

$$I_1 = \frac{U_2}{R_3} = 1 \text{ А}$$

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

ошибка или не уловил

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







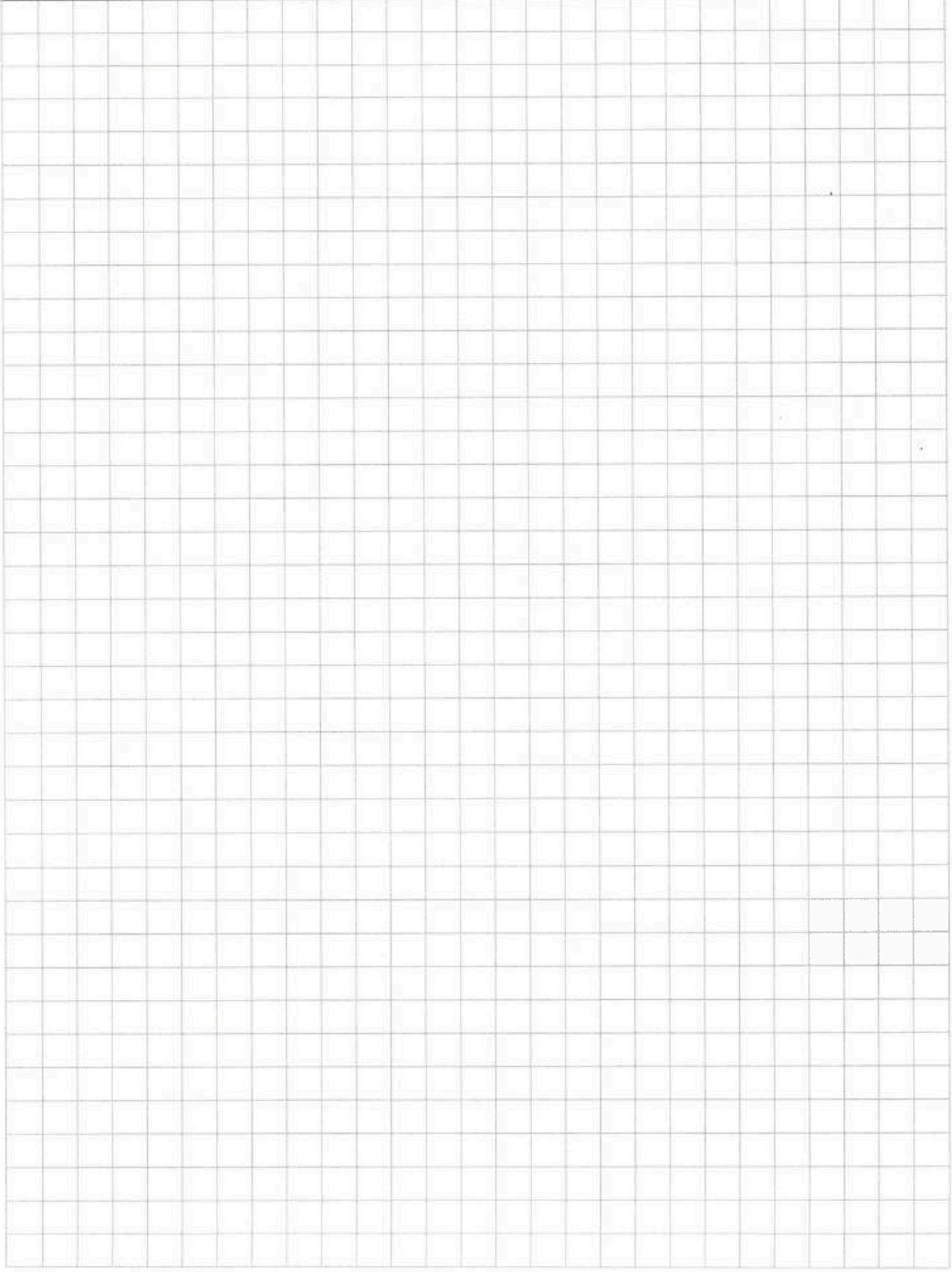
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



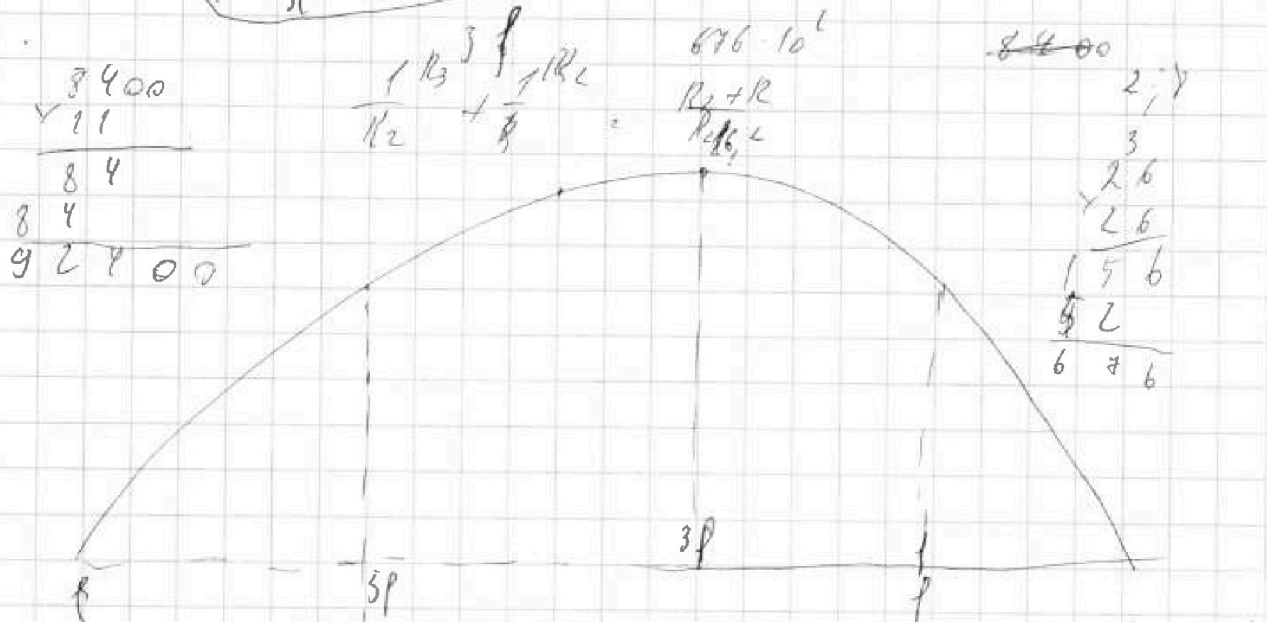
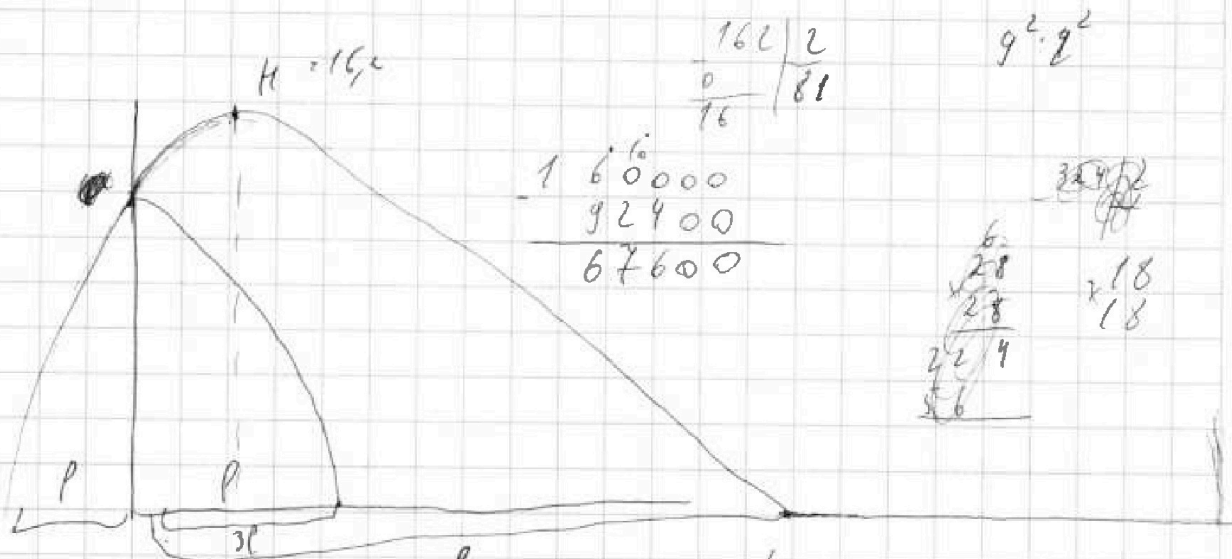
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



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

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

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

$$\frac{3l}{1} = \frac{t_0}{2}$$

$$3l = t_0$$

$$t_0 = \frac{3l}{v_0}$$

$$\sqrt{324} = v_0 \sin \alpha = \sqrt{g \cdot t_0^2} = 18$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



$$500 \cdot z = 9600 \cdot z \cdot 11 \quad z = \frac{300}{8,8} = 34$$

$$8 \cdot 200 \cdot 11 = 500 \cdot 164,4$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 18 \\ + 06 \\ \hline 10,8 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6 \overline{) 6} \\ \underline{10} \\ 3,6 \end{array} \quad 0 \overline{) 4} = 18$$

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



$$100 = 142 \cdot 10 \cdot 0,56$$

$$252 = 210$$

$$112 \overline{) 0,64}$$

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

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

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

$$P = \frac{2 P_m z}{cm} = \frac{P_m}{cm} \cdot 207,6$$

$$P \left(1 + \frac{z}{cm}\right) = \frac{2 P_m z}{cm}$$

$$\frac{2 P_m z}{cm} \cdot \frac{1}{1 + \frac{z}{cm}}$$

$$P = \frac{2 P_m z}{cm+z} \quad 840$$

$$P =$$

$$\frac{2 P_m z \cdot cm}{(cm+z)^2}$$

$$\frac{P_m}{35} = \frac{2(14-60)}{2(25-60)}$$

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

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

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

$$8,8$$