



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

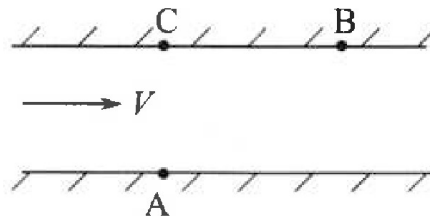
Вариант 09-01

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?

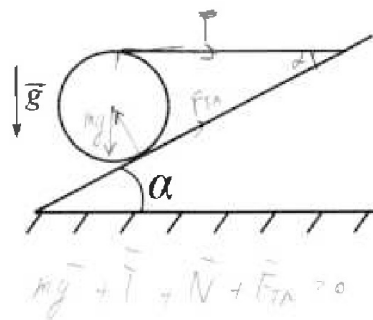
2) Найдите продолжительность t_1 полета мяча от старта до соударения со стенкой.

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.



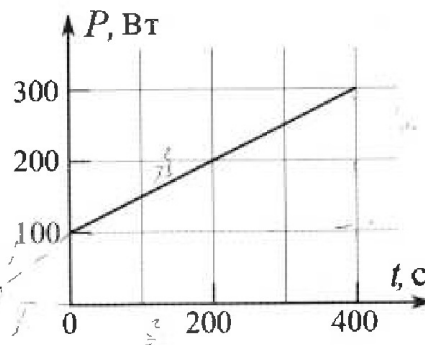
4. Воду нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $\tilde{t}_0 = 14^\circ\text{C}$, объем воды $V = 2$ л. Сопротивление спирали электроплитки $R = 20$ Ом, сила тока в спирали $I = 5$ А.

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

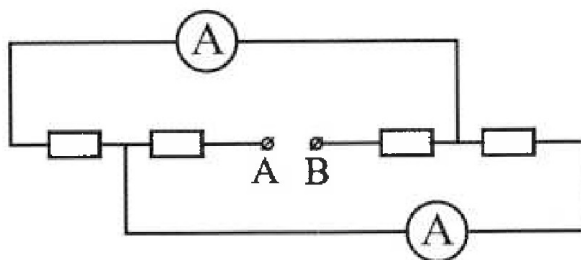


5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 20 Ом, у двух других сопротивление по 40 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

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.



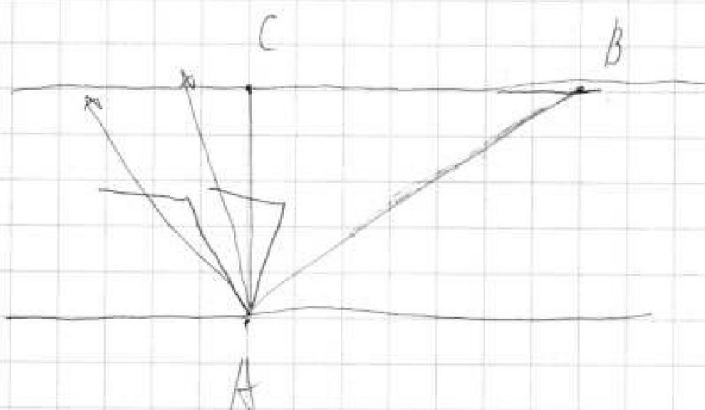
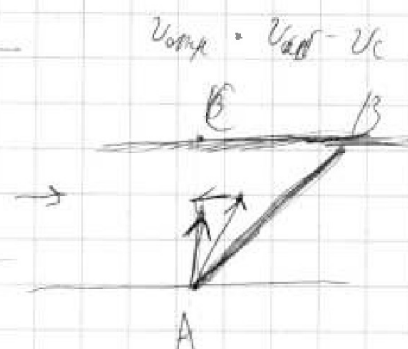
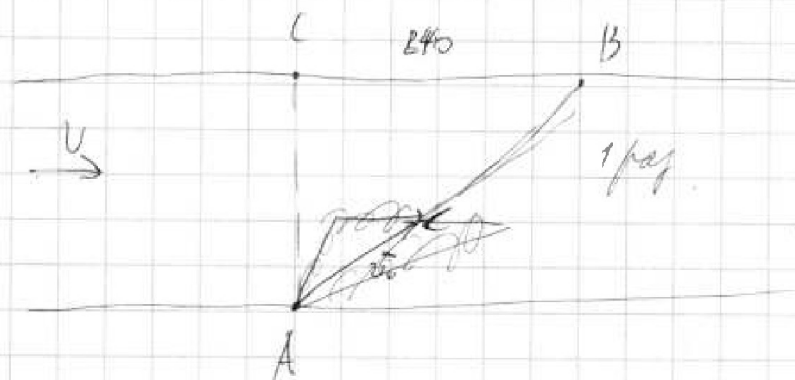
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$6 \cdot 5 = 11$$

$$3 \cdot 10 \cdot 0,6 = 18 \cdot 0,6 = 10,8 \approx 11$$

1

$$10 \approx 10,6 \cdot 24 = 254,4 \approx 255$$

10,6
24

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

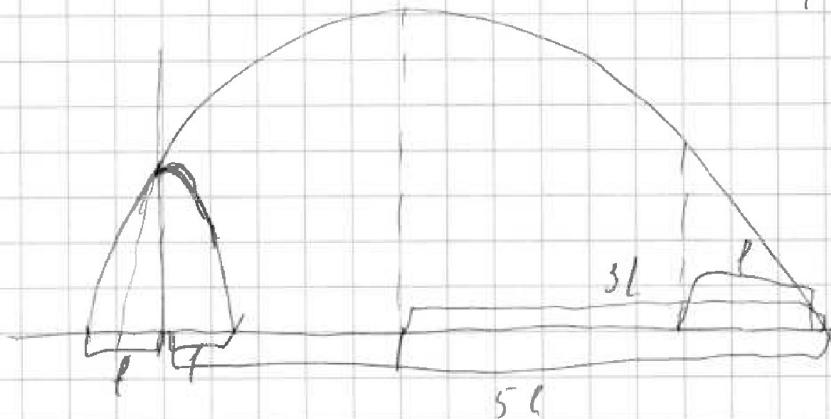
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

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

v_0 - как скорость 2-гранной грани

$$v_0 \sin \alpha = \sqrt{h \cdot 2g} = 18 \text{ м/с}$$

1-гранная грань



так как сформирование фигуры, грани которой есть, образуемая
прямоугольником 6l, а h - касательная к 3l

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

$$t_0 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \rightarrow \text{время высоты точки}$$

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

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

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

Уравнение траектории

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

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!



$$mg + \vec{T} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} = 0. \quad \text{распишем по осям } X \text{ и } Y$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0.16} = \sqrt{0.84} = 0.9165$$

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

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

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

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

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

или для не нулевой скорости

$$\text{или для } mg \sin \alpha \leq F_{\text{тр}} \text{ — условие}$$

$$mg \sin \alpha > \mu mg \cos \alpha \quad (\text{где } \mu > \mu)$$

формулы не применимы.

Опасность угла при 0

$$T \cdot R - F_{\text{тр}} \cdot R = 0$$

у mg и N — моменты = 0

$$T = F_{\text{тр}} = 10 \text{ Н}$$

$$N = 18 \text{ Н}$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

$$\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{N} = \frac{10}{18} = 0.555 \text{ — если } \mu < 0$$

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

МФТИ



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

$$m_0 = 2 \text{ кг}$$

t_0 - орг. среда

$$P_{\text{н.т.}} - P_r = Q$$

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

~~каретка~~

$$Q = mc\Delta t$$

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

Вручную масса и время $P = 100 \text{ Вт}$

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

$$P_{\text{н.т.}} - P_r = cm(t - t_0)$$

$$P_{\text{н.т.}} + (m t_0 - P_r) = cm t$$

$$t = \frac{P_{\text{н.т.}} + (m t_0 - P_r)}{cm}$$

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

$$P = \lambda \left(\frac{P_{\text{н.т.}} + (m t_0 - P_r)}{cm} - t_0 \right)$$

$$P = P_{\text{н.т.}}$$

$$P = \frac{\lambda P_{\text{н.т.}}}{(m + r)} + P_{\text{н.т.}}$$

поэтому эта формула при 14 градусах

есть некорректна.

$$P - P_0 = \frac{\lambda P_{\text{н.т.}}}{(m + r)}$$

$$\lambda = \frac{(P - P_0)(m + r)}{P_{\text{н.т.}}}$$

по формуле

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

Задаем площадь под графиком (интеграл)

$$\int P_t = 100t + \frac{1}{8} t^2 = Q_{\text{т.т.т.т.}}$$



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!

$$C_{\text{м.д.т}} = 8400 \cdot t$$

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

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

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

$$t = \frac{400 \pm \sqrt{160000 - 8400 \cdot 11}}{\frac{1}{2}} = \frac{400 \pm \sqrt{67600}}{\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{(400 \pm 260) \cdot 2}{1} = 660 \cdot 2; 280 \quad \text{Скорость движения из точки}$$

$$t = 280 \text{ секунд}$$

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



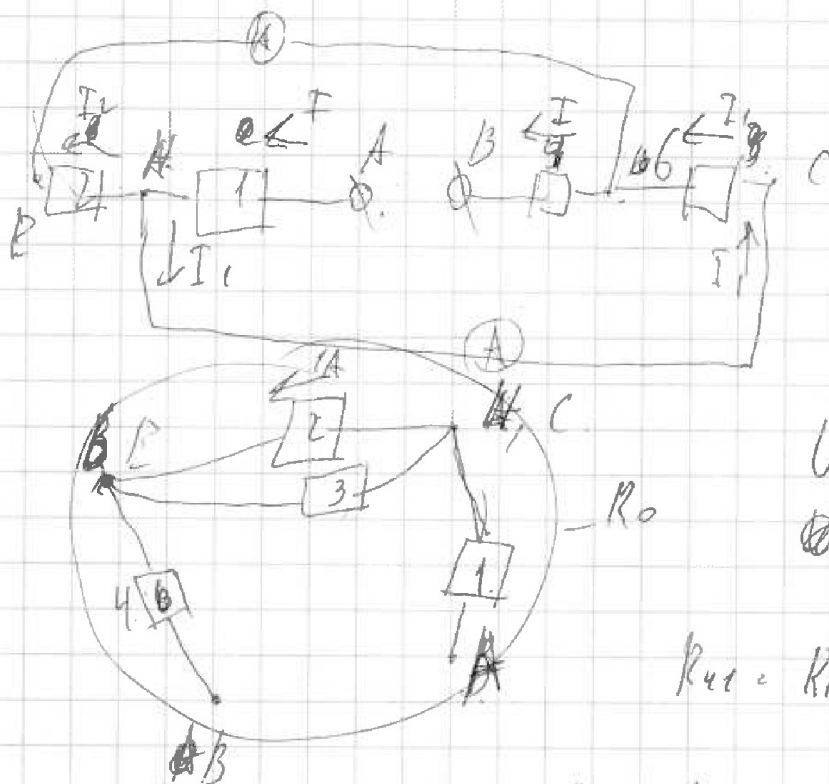
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$I_2 = 1$$

$$U_2 = I_2 \cdot 40 = 40 \text{ В}$$

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

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

или без разницы какое R 164 расчет по закону Ома

предположим что сопротивление R = 40 значит R3 = 20

$$I_1 = 1 \text{ А}$$

$$I_0 = 2 + 1 = 3 \text{ А}$$

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

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

$$U_0 = I_0 \cdot R = 220 \text{ В}$$

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

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





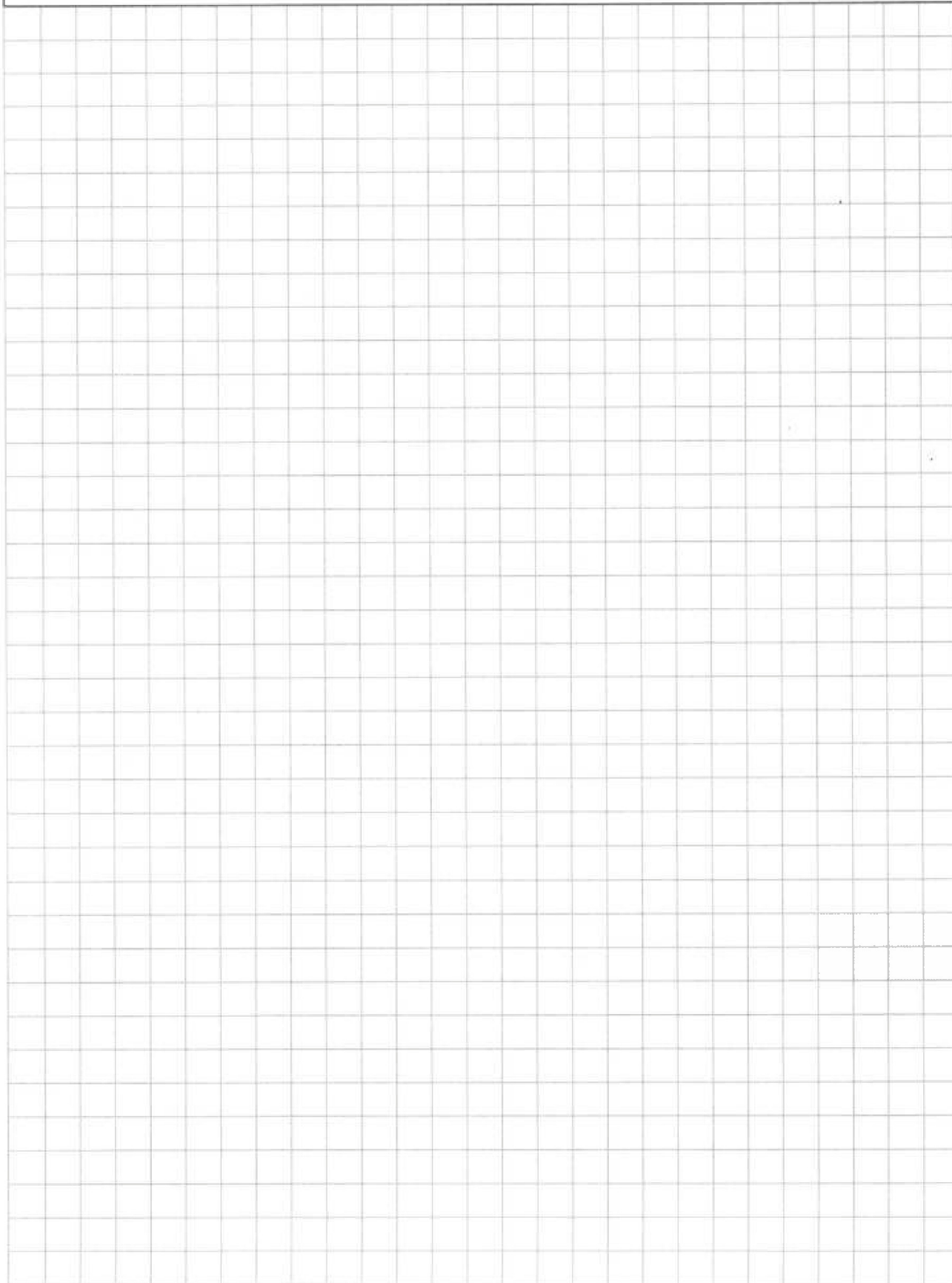
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

 МФТИ

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





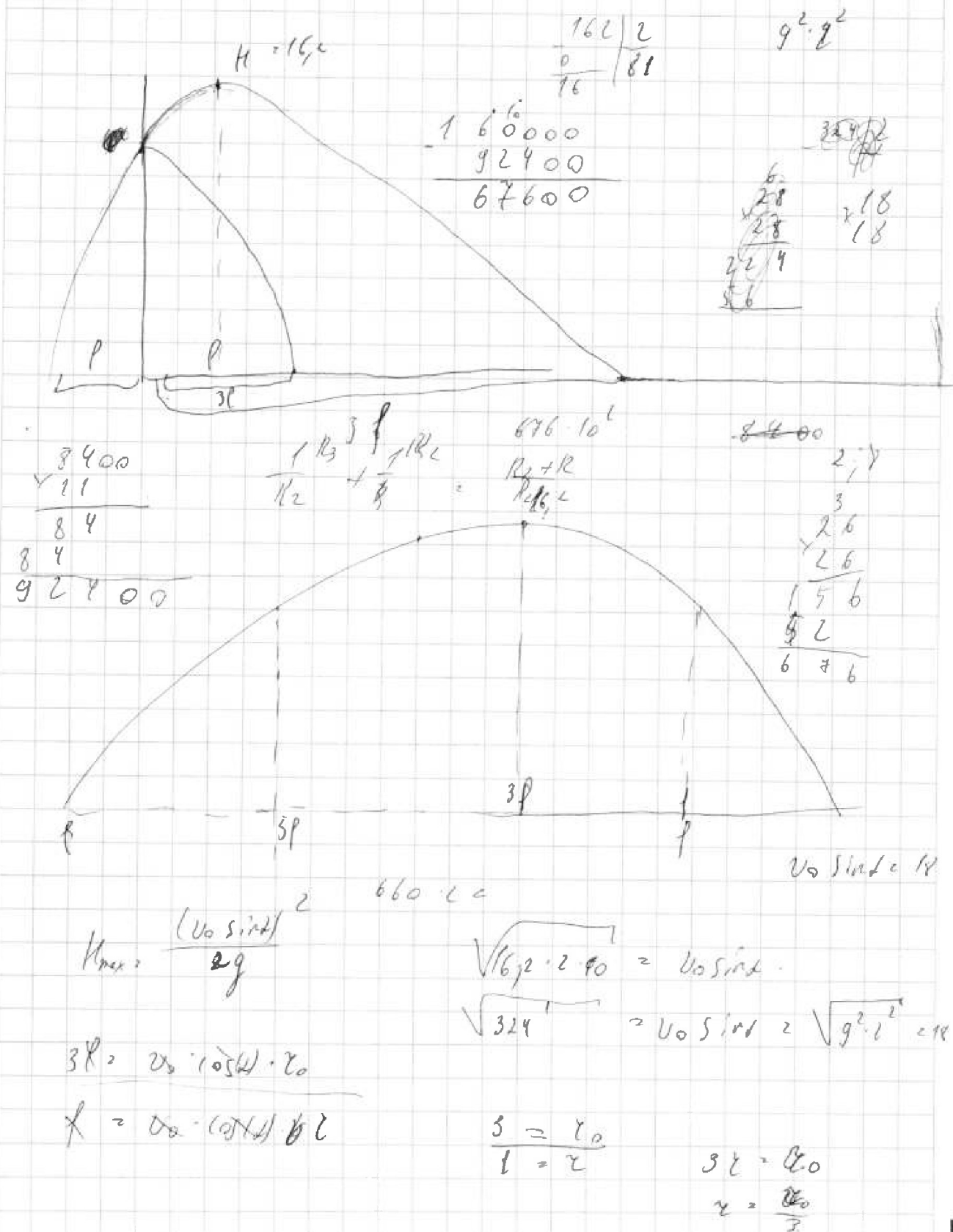
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



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!



$$500 \cdot 2 = 900 \cdot 2 \cdot 11$$

$$2 =$$

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

$$\frac{800 \cdot 11}{500} = 17,6$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 18 \\ \times 0,6 \\ \hline 10,8 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 626 \\ 10 \\ \hline 3,60 \end{array} \quad \begin{array}{l} 1 \\ 1 \\ \hline 18 \end{array}$$

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

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



$$\begin{array}{r} 100 = 142 - 40 \\ 252 - 40 \end{array} \quad \begin{array}{r} 0,56 \\ 112 \overline{) 64} \\ 112 \\ \hline 0 \end{array}$$

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

$$P = \frac{2 P_{tr} z}{(m)} - \frac{P_{tr}}{(m)} \quad \text{total}$$

$$P \left(1 + \frac{z}{(m)} \right) = \frac{2 P_{tr} z}{(m)}$$

$$P = \frac{2 P_{tr} z}{(m+z)}$$

$$840$$

$$\frac{\frac{2 P_{tr} z}{(m)}}{1 + \frac{z}{(m)}}$$

$$P =$$

$$\frac{\frac{2 P_{tr} z}{(m)} \cdot (m)}{(m+z)}$$

$$\frac{P_{tr}}{35} = \frac{2(14-40)}{2(25-60)}$$

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

$$\frac{(300-100)(8400+400)}{500 \cdot 900}$$

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

$$8,8$$