



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

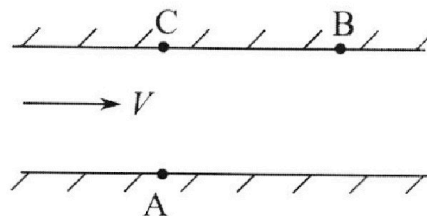
Вариант 09-02

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 $AC = d = 50$ м, снос, т.е. расстояние, на которое пловец смещается вдоль реки к моменту достижения противоположного берега, $CB = L = 120$ м.



Продолжительность первого заплыва $T_1 = 100$ с, продолжительность второго заплыва $T_2 = 240$ с.

- 1) Найдите скорости V_1 и V_2 пловца в лабораторной системе отсчета в первом и втором заплывах.
- 2) Найдите скорость V течения реки.

В третьем заплыве пловец стартует из точки А и движется так, что снос наименьший.

- 3) На каком расстоянии S от точки В выше по течению финиширует пловец в третьем заплыве?

2. Футболист на тренировке наносит удары по мячу, лежащему на горизонтальной площадке и направляет мяч к вертикальной стенке. После абсолютно упругого соударения со стенкой на высоте $h = 5,4$ м мяч падает на площадку. Расстояние от точки старта до стенки в 3 раза больше расстояния от стенки до точки падения мяча на площадку.

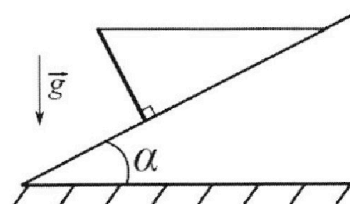
- 1) Найдите наибольшую высоту H , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

Допустим, что в момент соударения мяча со стенкой на высоте h , стенка движется навстречу мячу. Расстояние между точками падения мяча на поле в случаях: стенка покоится, стенка движется, $d = 1,8$ м.

- 3) Найдите скорость U стенки в момент соударения.

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 стержень удерживается на шероховатой наклонной плоскости горизонтальной нитью, прикрепленной к стержню в его наивысшей точке. Сила натяжения нити $T = 17,3$ Н. Угол между стержнем и плоскостью прямой. Наклонная плоскость образует с горизонтальной плоскостью угол $\alpha = 30^\circ$.



- 1) Найдите массу m стержня.
- 2) Найдите силу $F_{тр}$ трения, действующую на стержень.
- 3) При каких значениях коэффициента μ трения скольжения стержень будет находиться в покое? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 09-02

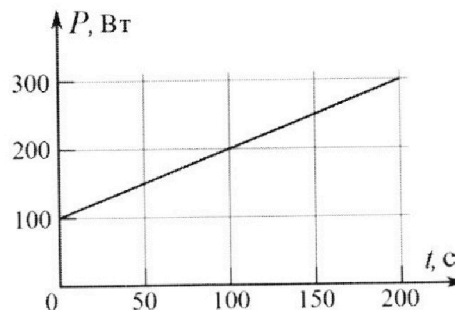
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные
дроби и радикалы.

4. Воду объемом $V = 1$ л нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $\tilde{t}_0 = 16^\circ\text{C}$. Сопротивление спирали электроплитки $R = 25$ Ом, напряжение источника $U = 100$ В. Зависимость мощности P тепловых потерь от времени t представлена на графике (см. рис.).

1) Найдите мощность P_H нагревателя.

2) Найдите температуру $\tilde{t}_1$ воды через $T = 180$ с после начала нагревания.

Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, удельная теплоемкость воды $c = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$.

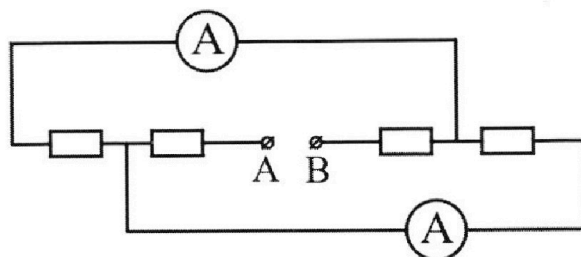


5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 30 Ом, у двух других сопротивление по 60 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

После подключения к клеммам А и В источника постоянного напряжения показания амперметров оказались различными. Больше показание $I_1 = 2$ А.

1) Найдите показание I_2 второго амперметра.

2) Какую мощность P развивают силы в источнике?



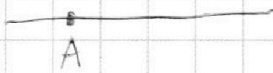
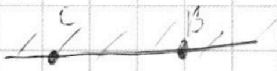
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$AC = 50 \text{ м}$$

$$T_1 = 100 \text{ с}$$

$$BC = 110 \text{ м}$$

$$T_2 = 240 \text{ с}$$

$$1) \quad U_1 = ? \quad U_2 = ?$$

$$2) \quad U = ?$$

$$3) \quad S = ?$$

$$1) \quad AB = \sqrt{AC^2 + BC^2} =$$

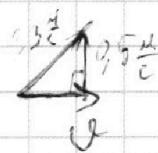
$$= \sqrt{2500 + 14400} =$$

$$= \sqrt{16900} = 130 \text{ м}$$

$$U_1 = \frac{130 \text{ м}}{100 \text{ с}} = \frac{13}{10} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 1,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$U_2 = \frac{130 \text{ м}}{240 \text{ с}} = \frac{13}{24} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\text{Ответ: } 1,3 \frac{\text{м}}{\text{с}} ; \frac{13}{24} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$\frac{50}{100} = 0,5$$

$$U = \sqrt{169 \cdot 0,01 + 25 \cdot 0,01} =$$

$$= 0,1 \sqrt{145} = 0,1 \cdot 12 = 1,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\text{Ответ: } 1,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

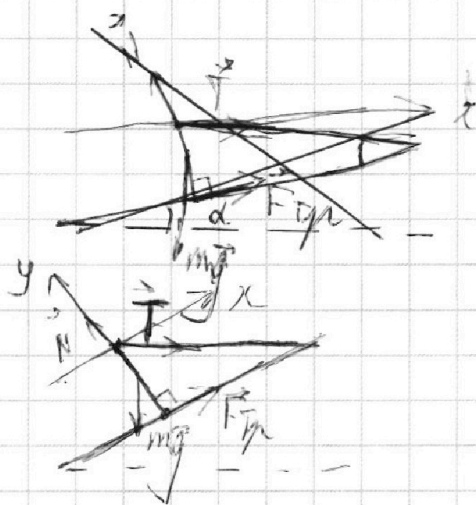
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\alpha = 30^\circ \quad T = 17,3 \text{ Н}$$

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

По ОХ:

$$F_{гр} = \mu N$$

$$F_{гр} + T \cos \alpha - mg \cos 60^\circ = 0$$

$$mg \cos 60^\circ \frac{l}{2} = F_{гр} \quad \text{По ОУ.}$$

$$N = mg \cos \alpha + T \cos 60^\circ$$

$$\frac{mg}{2} \cos 60^\circ = F_{гр}$$

$$T \cos \alpha = mg \cos 60^\circ - \frac{mg}{2} \cos 60^\circ$$

$$2) F_{гр} = \frac{34,6 \sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$T \cos \alpha = \frac{1}{2} mg \cos 60^\circ$$

$$F_{гр} = \frac{17,3}{2} \cdot \frac{17,3}{2} = \frac{17,3^2}{2}$$

$$m = \frac{T \cos \alpha}{\frac{1}{2} mg \cos 60^\circ} = \frac{17,3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{10}{4}}$$

$$\text{Ответ: } \frac{17,3}{2} \sqrt{3}$$

$$= \frac{17,3 \sqrt{3}}{2} = 2 \cdot \frac{17,3 \sqrt{3}}{10} = 3,46 \sqrt{3} \text{ кг}$$

$$3) \mu = \frac{F_{гр}}{N} = \frac{\frac{17,3 \sqrt{3}}{2}}{17,3 \cdot 3 + 17,3 \cdot \frac{1}{2}} = \frac{\frac{17,3 \sqrt{3}}{2}}{17,3 \cdot 3,5} = \frac{\sqrt{3}}{7}$$

$$\text{Ответ: } \frac{\sqrt{3}}{7}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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



4

$$V = 1 \text{ м} = 0,001 \text{ м}^3$$

$$P = 1000 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3} R = 25 \text{ Ом}$$

$$c = 1000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \quad T_0 = 16^\circ \text{C}$$

$$U = 100 \text{ В}$$

$$P_H = UI = \frac{U^2}{R} = \frac{100 \cdot 100}{25} = 400 \text{ Вт}$$

1) Ответ: 400 Вт

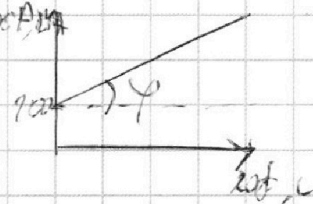
$$2) P(t) = P_0 + kt = 100 + \downarrow$$

$$T = 100^\circ \text{C} \quad k = \frac{100}{100} = 1 \text{ Вт/с}$$

$$P_H = \langle P \rangle + \frac{cm \Delta T}{\Delta t}$$

$$P(t=10) = 200 \text{ Вт}$$

$$P_0 = 100 \text{ Вт}$$



$$\langle P \rangle = \frac{300}{2} = 150 \text{ Вт}$$

$$\frac{cm \Delta T}{\Delta t} = P_H - \langle P \rangle$$

$$\frac{cpV(\tilde{T}_1 - \tilde{T}_0)}{\Delta t} = 210$$

$$4200 \cdot 1 \cdot (\tilde{T}_1 - 16) = 210 \cdot 210$$

$$\tilde{T}_1 = 16 + \frac{21 \cdot 16}{42} = 16 + 9 = 25^\circ \text{C}$$

Ответ: 25°C

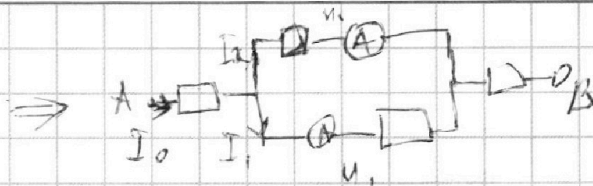
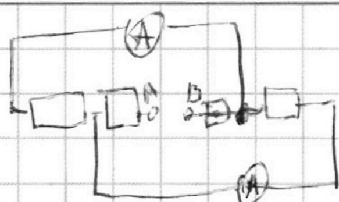
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Т.к. показания амперметров
различны, то резистор с
амперметром резистором с

Решение

Если бы были показаны ~~разными~~ ~~сопротивлениями~~.

Т.е. резистор с амперметром у которого
показание было бы находилось резистор
с сопротивлением 30 Ом.

$$I_1 = 2 \text{ A} \quad R_1 = 30 \text{ Ом} \quad R_2 = 60 \text{ Ом}$$

1) $I_2 = ?$

$$U_1 = I_1 \cdot 30 \text{ Ом}$$

2) $P = ?$

$$U_2 = I_2 \cdot 60 \text{ Ом}$$

$$U_1 = U_2 \quad I_2 = 1 \text{ A}$$

1) Ответ: 1 A

2) $I_0 = I_1 + I_2 = 3 \text{ A}$

$$R_0 = 30 + 60 + \frac{30 \cdot 60}{90} = 90 + \frac{60}{3} = 110 \text{ Ом}$$

$$P = UI = I^2 R = 9 \cdot 110 = 990 \text{ Вт}$$

Ответ: 990 Вт



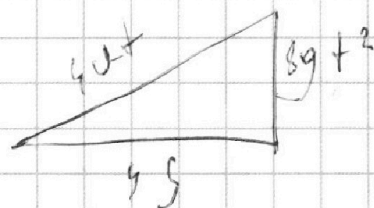
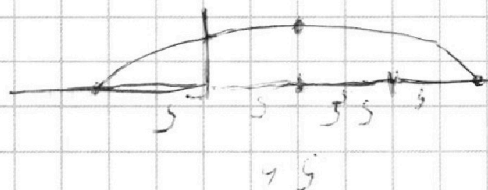
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$45 = 40t$$

$$\begin{cases} 5,4 = 40t - \frac{g}{2}t^2 \\ H = 40t - 2g t^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 10,8 = 21,6 = 40t - 2g t^2 \\ H = 20t - 2g t^2 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} 60t &= 21,6 + H \\ H &= 60t - 21,6 \end{aligned}$$

$$\begin{cases} 10,8 = 20t - g t^2 \\ H - 10,8 = -g t^2 \end{cases}$$

$$H = 10,8 - g t^2$$



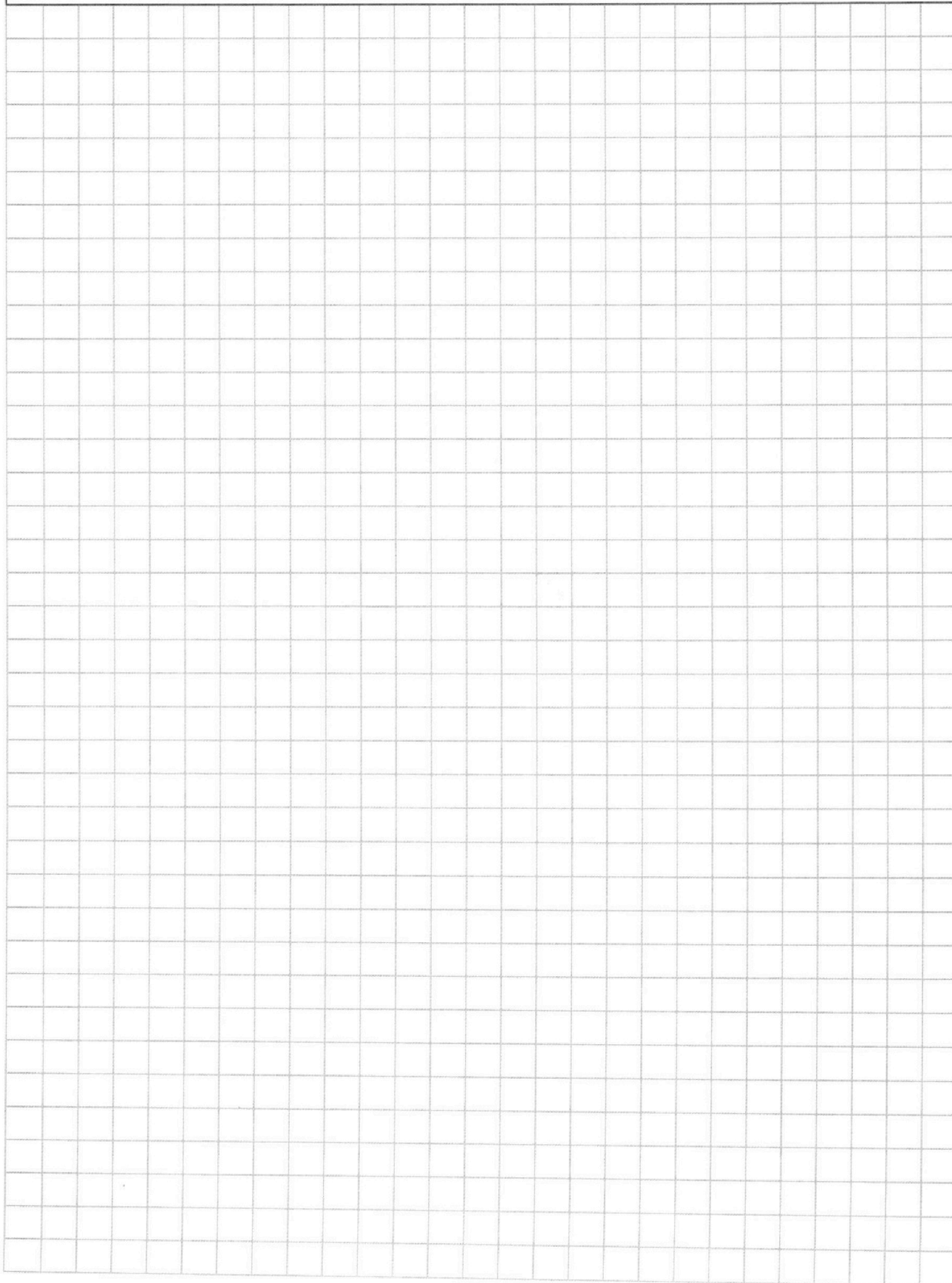
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

 **МФТИ**

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



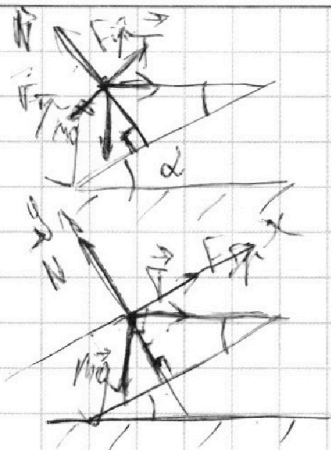
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$\alpha = 30^\circ$$

$$|\vec{T}| = 14,3 \text{ Н}$$

$$m = \frac{T \cos \alpha}{g \cos 60}$$

по ОХ:

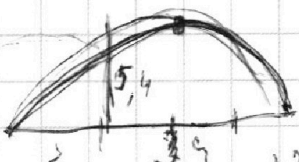
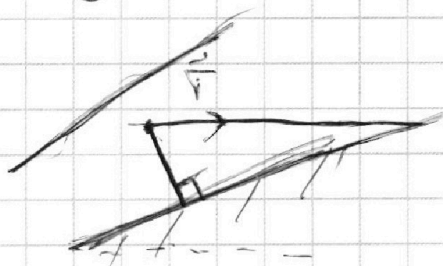
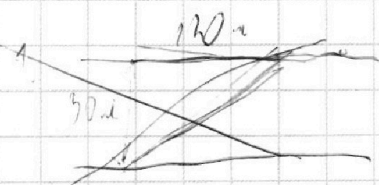
$$F_{Tn} + T \cos \alpha - mg \cos 60 = 0$$

$$mg \cos 60 = F_{Tn}$$

$$mg \frac{\sqrt{3}}{4} = F_{Tn}$$

$$N = T \cos 60 + mg \cos \alpha$$

$$F_{Tn} \neq T$$

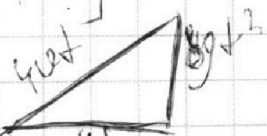


$$\frac{1}{2} mg \cos 60 - mg \cos 60 =$$

$$T \cos \alpha = mg \cos 60 - \frac{1}{2} mg \cos 60$$

$$T \cos \alpha = \frac{1}{2} g \cos 60 m$$

$$m = \frac{14,3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{4} \cdot 10} = \frac{14,3 \sqrt{3}}{2} = \frac{34,65}{10}$$



$$F_{Tn} = 34,65 \cdot \frac{1}{4} = 8,66 \sqrt{3} = 3,46 \sqrt{3}$$

$$16s^2 + 64g^2t^2 = 160t^2$$

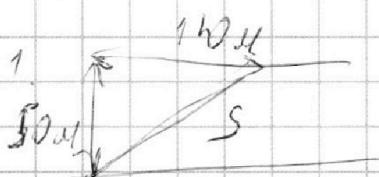
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$S = \sqrt{120^2 + 50^2}$$

$$= \sqrt{14400 + 2500}$$

$$= \sqrt{16900} = 130$$

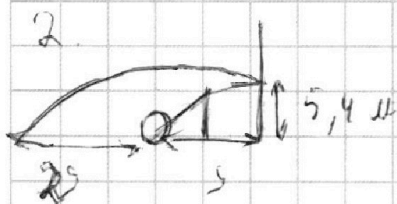
1) $V_1 = \frac{130 \mu}{100 \text{ c}} = 1,3 \frac{\mu}{\text{c}}$

$V_2 = \frac{130 \mu}{240 \text{ c}} = \frac{13}{24} \frac{\mu}{\text{c}}$

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{30} + \frac{1}{10}$$

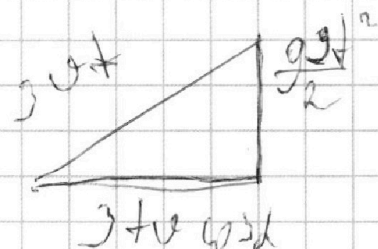
$$= \frac{40}{1300} = \frac{1}{32,5}$$

2)



$$V_x = S$$

$$5,4 = V_y t - \frac{gt^2}{2}$$



$$V_y = V \sin \alpha$$

$$V_x = V \cos \alpha$$

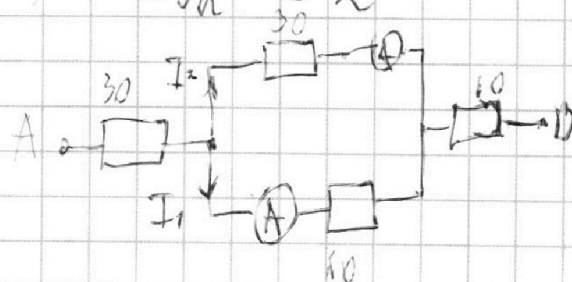
$$H_{\text{max}} = V \sin \alpha$$

$$g t^2 / 2 = \frac{8,9 \cdot 4^2}{2} + 9,8 \cdot 2$$

$$5,4 = V \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$H = V \sin \alpha \cdot 1,5 \frac{S}{V \cos \alpha} - \frac{g \frac{S^2}{V^2 \cos^2 \alpha}}{2} =$$

= 6



$$I = 6$$

$$U = 120 \text{ В}$$

$$I = 4$$



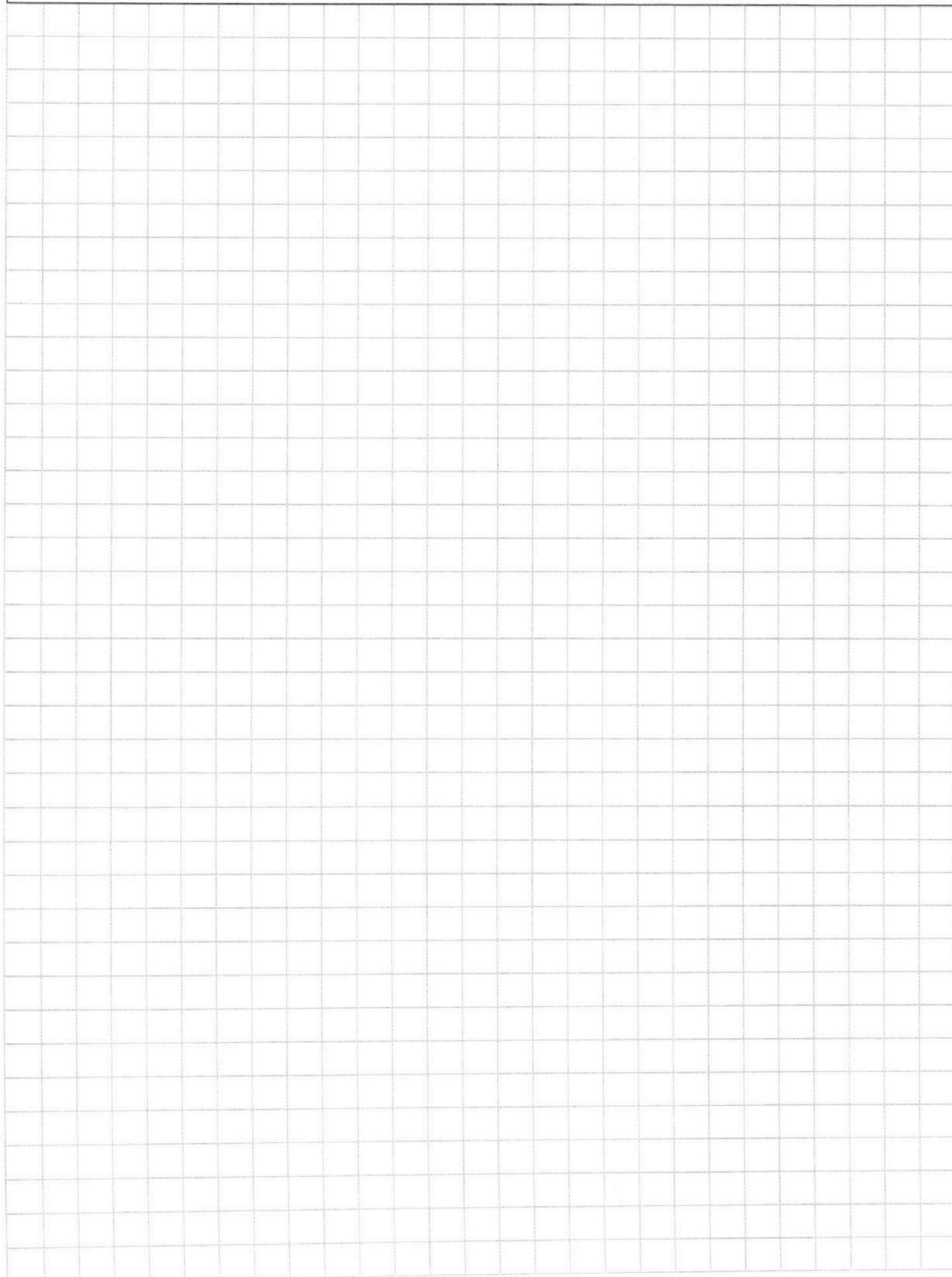
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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

