



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

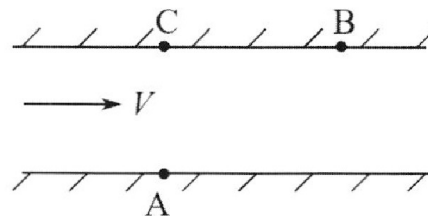
Вариант 09-02

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.

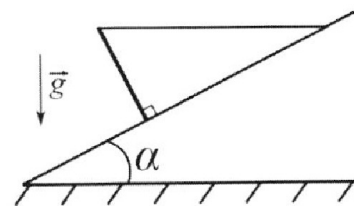
- 1) Найдите наибольшую высоту H , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

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 $\alpha = 30^\circ$.



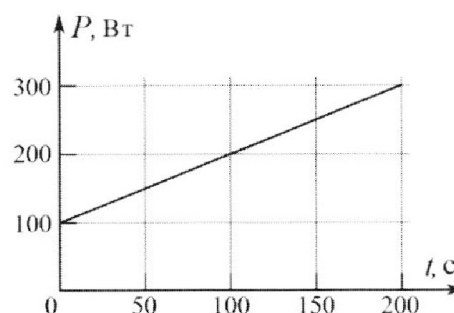
- 1) Найдите массу m стержня.
- 2) Найдите силу $F_{тр}$ трения, действующую на стержень.
- 3) При каких значениях коэффициента μ трения скольжения стержень будет находиться в покое? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

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.

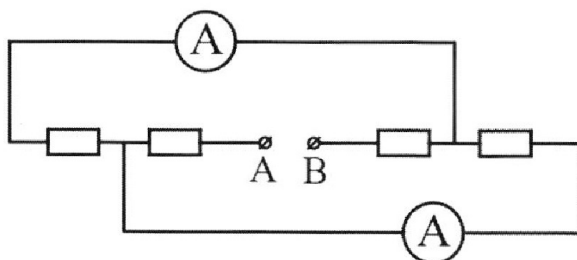
Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, удельная теплоемкость воды $c = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$.

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. Большее 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:



МФТИ

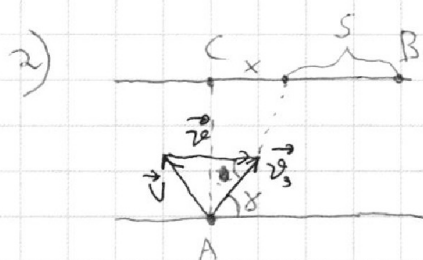
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N1 (продолжение)

$$\Rightarrow v = \frac{v_1 + v_2}{2 \cos \alpha} = \frac{\left(\frac{13}{10} + \frac{13}{24}\right) \text{ м/с}}{2 \cdot \frac{12}{13}} = \frac{13 \cdot \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{24}\right) \cdot 13}{2 \cdot 12} =$$

$$= \frac{13^2 \cdot 17}{2 \cdot 12^2 \cdot 10} = \frac{169 \cdot 17}{2880} = \underline{\underline{\frac{2873}{2880} \text{ м/с}}}$$

$$\begin{array}{r} 46 \\ \times 169 \\ \hline 169 \\ + 11883 \\ \hline 2873 \end{array}$$



$$\operatorname{tg}(90^\circ - \alpha) = \frac{x}{d} = \operatorname{ctg} \alpha$$

$$\Rightarrow x = d \operatorname{ctg} \alpha$$

т.к. x - min, то $\operatorname{ctg} \alpha$ - min

по Т. косинусов:

$$\begin{cases} V^2 = v^2 + v_3^2 - 2v v_3 \cos \alpha \\ V^2 = v^2 + v_1^2 - 2v v_1 \cos \alpha \end{cases}$$

Ответ: $v_1 = 1,3 \text{ м/с}$ $v_2 = \frac{13}{24} \text{ м/с}$ $v = \frac{2873}{2880} \text{ м/с}$

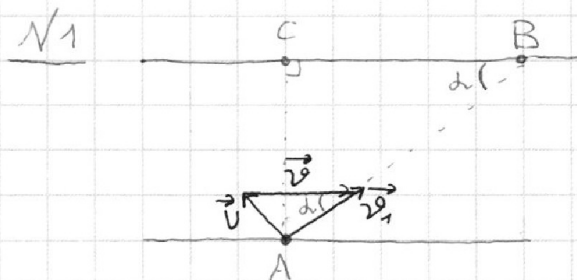
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\begin{cases} AC = d = 50 \text{ м} \\ CB = L = 120 \text{ м} \\ T_1 = 100 \text{ с} \\ T_2 = 240 \text{ с} \\ v_1 = ? \\ v_2 = ? \\ S = ? \end{cases}$$

По Т. Пифагора:

$$AB = \sqrt{AC^2 + CB^2} = \sqrt{(50 \text{ м})^2 + (120 \text{ м})^2} = 130 \text{ м}$$

$$l = AB = 130 \text{ м}$$

$$1) \cos \alpha = \frac{BC}{AB} = \frac{120 \text{ м}}{130 \text{ м}} = \frac{12}{13}$$

$$\begin{cases} \vec{v}_1 = \vec{V} + \vec{v} \\ \vec{v}_2 = \vec{V} + \vec{v} \end{cases} \quad \left. \begin{array}{l} \text{где } V, v - \text{const (по укл.)} \\ \alpha - \text{const (т.к. поезд движется прямолинейно в направлении к т. В всегда)} \end{array} \right\}$$

$\Rightarrow$ по Т. кос.:

$$\begin{cases} V^2 = v^2 + v_1^2 - 2vv_1 \cos \alpha \\ V^2 = v^2 + v_2^2 - 2vv_2 \cos \alpha \end{cases} \quad \left. \begin{array}{l} - \\ + \end{array} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_1^2 - v_2^2 - 2v \cos \alpha (v_1 - v_2) = 0$$

$$(v_1 - v_2)(v_1 + v_2) - 2v \cos \alpha (v_1 - v_2) = 0 \quad : (v_1 - v_2) \neq 0$$

$$v_1 + v_2 - 2v \cos \alpha = 0$$

т.к. $v_1 \neq v_2$
т.к. $T_1 \neq T_2$

$$\text{где } v_1 = \frac{l}{T_1} = \frac{130 \text{ м}}{100 \text{ с}} = \underline{\underline{1,3 \text{ м/с}}} = \frac{13}{10} \text{ м/с}$$

$$v_2 = \frac{l}{T_2} = \frac{130 \text{ м}}{240 \text{ с}} = \underline{\underline{\frac{13}{24} \text{ м/с}}}$$

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!

N2

$h = 5,4 \text{ м}$

$l_1 = 3l_2$

$d = 1,8 \text{ м}$

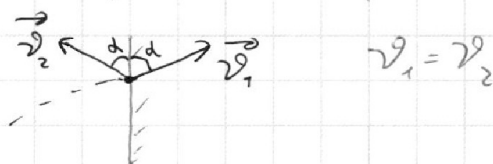
$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

H-?

~~т.е.~~
 t_2 -?

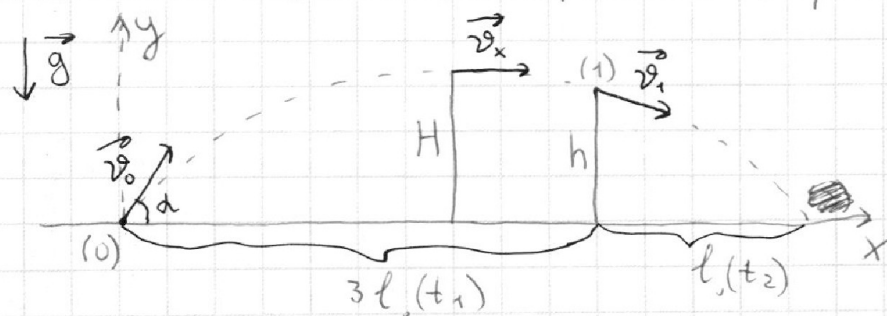
V-?

Тип абсолютно упругий удар о stationary стенку
скорость ^{тела} сохраняется по модулю, а по ~~направле-~~
~~нию~~ направление скорости зеркально отражается.



$\Rightarrow$ мы можем „отобразить“ часть ~~траектории~~
матчика после столкновения со стенкой зеркально

и получим траекторию мяча, брос. под углом к
горизонту.



$v_x = v_0 \cos \alpha$, $v_x = \text{const} \Rightarrow l = v_x t \Rightarrow \text{т.к. } \frac{l_1}{l_2} = 3 \Rightarrow \frac{t_1}{t_2} = 3$

~~т.е. на мяч не действует никакие силы после столкн-я со стеной.~~
~~т.е. мяч движется по параболе~~
~~т.е. мяч движется по параболе~~

Пусть $t_2 = t$, то $t_1 = 3t$, то $t_0 = 4t$

~~т.е. мяч движется по параболе~~

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!



$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2} \quad \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} t$$

1/2 (программирование)

$$1) y: H = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{t_0}{2} - \frac{g(t_0/2)^2}{2} = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{t_0}{2} - \frac{g t_0^2}{8} = \frac{g t_0^2}{4} - \frac{g t_0^2}{8} = \frac{g t_0^2}{8}$$

$$0 = v_0 \sin \alpha - g \frac{t_0}{2} \Rightarrow v_0 \sin \alpha = \frac{g t_0}{2} = \frac{g(4t)^2}{8} = 2gt^2$$

$$2) y: h = v_0 \sin \alpha t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = \frac{g t_0^2 t_1}{2} - \frac{g t_1^2}{2} = \frac{g \cdot 4t \cdot 3t}{2} - \frac{g(3t)^2}{2} = 1,5 g t^2$$

$$v_0 \sin \alpha = \frac{g t_0}{2} (n. 1)$$

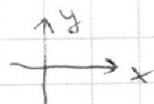
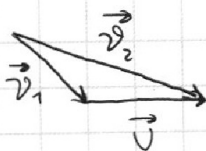
$$\Rightarrow \frac{H}{h} = \frac{2gt^2}{1,5gt^2} = \frac{4}{3} \Rightarrow H = \frac{4}{3} h = \frac{4}{3} \cdot 5,4 \text{ м} = \underline{\underline{7,2 \text{ м}}}$$

~~Второй вариант~~ $h = 1,5 g t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{h}{1,5g}}$

$$\Rightarrow t_0 = 4t = 4 \sqrt{\frac{h}{1,5g}} = \sqrt{\frac{h \cdot 16}{1,5g}} = \sqrt{\frac{5,4 \cdot 16}{1,5 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}} = 4 \sqrt{\frac{5,4}{1,5 \cdot 10}} =$$

$$= 4 \sqrt{\frac{5,4 \cdot 16}{15 \cdot 10}} = 4 \sqrt{\frac{9}{25}} = 4 \cdot 0,6 = \underline{\underline{2,4 \text{ с}}} \Rightarrow t_2 = t = \frac{t_0}{4} = \frac{2,4}{4} = \underline{\underline{0,6 \text{ с}}}$$

3) Если у стенки есть ск-ть V , то скорость мяча после удара о стенку станет: $\vec{v}_2 = \vec{v}_1 + \vec{V}$



$$v_{2y} = v_{1y} \text{ (ис. проекции равны)}$$

$$\Rightarrow \text{падать мяч будет такое же время } t_2 = t = \frac{t_0}{4} = \frac{2,4}{4} \text{ с} = \underline{\underline{0,6 \text{ с}}}$$



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!

№2 (продолжение 2)

$$\begin{cases} v_{2x} = v_{1x} + V \\ d = (v_{2x} - v_{1x}) t_2 \end{cases} \Rightarrow d = V t_2 \Rightarrow V = \frac{d}{t_2} = \frac{1,8 \text{ м}}{0,6 \text{ с}} = \underline{\underline{3 \text{ м/с}}}$$

Ответ: $H = 7,2 \text{ м}$, $t_2 = 0,6 \text{ с}$, $V = 3 \text{ м/с}$

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!

$\sqrt{3}$

$$T = 17,3 \text{ Н}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

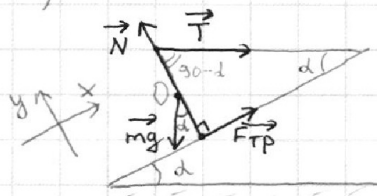
$$\alpha = 30^\circ$$

$m = ?$

$F_{\text{тр}} = ?$

$\mu = ?$

1) Рассмотрим силы, действующие на стержень



т.к. стержень покоится, то $a = 0$

т.к. $\vec{mg}$ приложена к центру стержня (т.к. он однородный),

расстояние от центра стержня до его (т.о.)

концов одинаковое, то по правилу моментов:

$$\text{относит. т.о.} : F_{\text{тр}} \cdot l = T \sin(90^\circ - \alpha) l \quad | : l$$

$$F_{\text{тр}} = T \cos \alpha \quad (\text{т.к. } l - \text{расст. от т.о. до концов стержня, к которым приложены } F_{\text{тр}} \text{ и } T)$$

$$\Rightarrow F_{\text{тр}} = T \cos 30^\circ = 17,3 \text{ Н} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \underline{\underline{8,65 \sqrt{3} \text{ Н}}}$$

2) т.к. $a = 0$ (см. п. 1), то:

$$y: N = mg \cos \alpha + T \cos(90^\circ - \alpha) = mg \cos \alpha + T \sin \alpha \quad (1)$$

$$x: mg \sin \alpha = T \cos \alpha + F_{\text{тр}} \quad | \Rightarrow \quad (2)$$

$$\Rightarrow m = \frac{T \cos \alpha + F_{\text{тр}}}{g \sin \alpha} = \frac{2 T \cos \alpha}{g \sin \alpha} = \frac{2 \cdot 17,3 \text{ Н} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,5} =$$

$$= \frac{17,3 \sqrt{3}}{5} = \underline{\underline{3,46 \sqrt{3} \text{ (кг)}}}$$

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!



N3 (продолжение)

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu (mg \cos \alpha + T \sin \alpha) \quad (1)$$

$$\Rightarrow mg \sin \alpha = T \cos \alpha + F_{\text{тр}} \quad (2) = T \cos \alpha + \mu (mg \cos \alpha + T \sin \alpha)$$

$$\Rightarrow mg \sin \alpha = T \cos \alpha + \mu (mg \cos \alpha + T \sin \alpha) \quad | : \cos \alpha$$

$$mg \tan \alpha = T + \mu (mg + T \tan \alpha)$$

$$\Rightarrow \mu = \frac{mg \tan \alpha - T}{mg + T \tan \alpha} = \frac{3,46\sqrt{3} \text{ кН} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 17,3 \text{ Н}}{3,46\sqrt{3} \text{ кН} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + 17,3 \text{ Н} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}} =$$

$$= \frac{34,6 - 17,3}{34,6\sqrt{3} + 17,3 \frac{\sqrt{3}}{3}} = \frac{17,3}{17,3\sqrt{3} \cdot (2 + \frac{1}{3})} = \frac{1}{\sqrt{3} \cdot 2 \frac{1}{3}} = \frac{1}{\sqrt{3} \cdot \frac{7}{3}} = \frac{\sqrt{3}}{7}$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{7} \Rightarrow \mu \geq \frac{\sqrt{3}}{7}$$

$$\text{Ответ: } m = 3,46\sqrt{3} \text{ кН}, F_{\text{тр}} = 8,65\sqrt{3} \text{ Н}, \mu \geq \frac{\sqrt{3}}{7}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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

МФТИ



№4

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

$$t_0 = 16^\circ \text{C}$$

$$R = 25 \text{ Ом}$$

$$U = 100 \text{ В}$$

$$T = 180^\circ \text{C}$$

$$\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ \text{C}}$$

$$P(t)$$

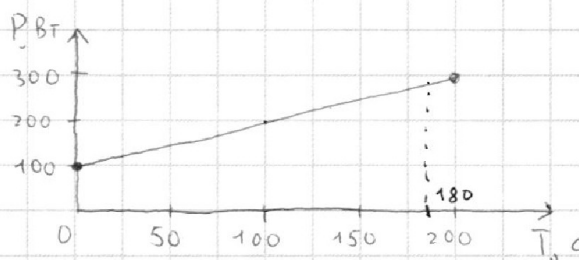
$$P_{\text{н}} - ?$$

$$t_1 - ?$$

$$1) m = \rho V = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,001 \text{ м}^3 = 1 \text{ кг}$$

$$P_{\text{н}} = \frac{U^2}{R} = \frac{(100 \text{ В})^2}{25 \text{ Ом}} = \underline{\underline{400 \text{ Вт}}}$$

$$2) \nrightarrow P(T)$$



$P(T)$ — линейная завис. вида $y = kx + b$

$$\text{где } b = 100, \quad k = \frac{P(200) - P(0)}{200 - 0} = \frac{300 - 100}{200} = 1$$

$$\Rightarrow P = T + 100$$

$$\Rightarrow P(T) = P(180^\circ \text{C}) = 180 + 100 = 280 \text{ Вт}$$

$$3) Q \stackrel{②}{=} m \cdot (мощность \text{ по } P(T))$$

$$\Rightarrow \text{через } T: Q_{\text{потерь}} \stackrel{②}{=} m \cdot \frac{P(0) + P(T)}{2} \cdot T = \frac{100 \text{ Вт} + 280 \text{ Вт}}{2} \cdot 180^\circ \text{C} = 34200 \text{ Дж}$$

$$Q_0 = P_{\text{н}} \cdot T = 400 \text{ Вт} \cdot 180^\circ \text{C} = 72000 \text{ Дж}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{нагр.}} = Q_0 - Q_{\text{потерь}} = 72000 \text{ Дж} - 34200 \text{ Дж} = 37800 \text{ Дж}$$

4) Ур-е терм. баланса

$$Q_{\text{нагр.}} = c m (t_1 - t_0) \Rightarrow t_1 = t_0 + \frac{Q_{\text{нагр.}}}{c m} = 16^\circ \text{C} + \frac{37800 \text{ Дж}}{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ \text{C}} \cdot 1 \text{ кг}} = \underline{\underline{25^\circ \text{C}}}$$

Ответ: $P_{\text{н}} = 400 \text{ Вт}$, $t_1 = 25^\circ \text{C}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

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



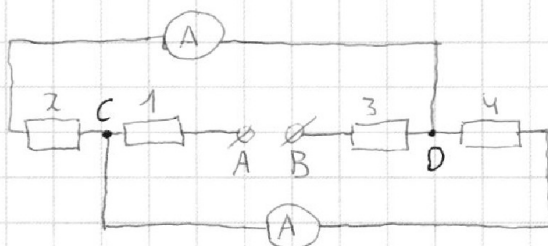
N5

$30 \Omega, 60 \Omega$

$I_1 = 2 \text{ A}, I_1 > I_2$

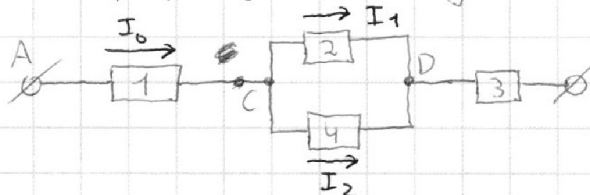
$I_2 = ?$

$P = ?$



Т.к. амперметры идеальные, то $R_A = 0$
 $\Rightarrow$ их можно считать проводом

1) Перерисуем схему:



Путь через R_2 течёт ток I_1 , то через R_4 - I_2

$U_2 = U_4$ (т.к. паралл. соед.)

$R_2 I_1 = R_4 I_2$ т.к. $I_1 > I_2$ (по ум.), то $R_4 > R_2$

$\Rightarrow R_4 = 60 \Omega$

$R_2 = 30 \Omega$

то $R_1 + R_3 = 60 \Omega + 30 \Omega = 90 \Omega$

$$\Rightarrow I_2 = I_1 \frac{R_2}{R_4} = 2 \text{ A} \cdot \frac{30 \Omega}{60 \Omega} = \underline{1 \text{ A}}$$

$$\Rightarrow I_0 = I_1 + I_2 = 2 \text{ A} + 1 \text{ A} = 3 \text{ A}$$

$$2) P = I_0^2 R_0 = I_0^2 (R_1 + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} + R_3) = I_0^2 (R_1 + R_3 + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4}) =$$

$$= (3 \text{ A})^2 \cdot (90 \Omega + \frac{30 \Omega \cdot 60 \Omega}{30 \Omega + 60 \Omega}) = \underline{990 \text{ Вт}}$$

Ответ: $I_2 = 1 \text{ A}$, $P = 990 \text{ Вт}$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



МФТИ

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

$\sqrt{a^2}$ (проверка)

$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$

$$1) y: H = v_0^y \sin d \frac{t_0}{2} - \frac{g \left(\frac{t_0}{2}\right)^2}{2}$$

$$v_0^y \sin d - g \frac{t_0}{2} = 0 \Rightarrow v_0^y \sin d = \frac{g t_0}{2}$$

$$\Rightarrow H = \frac{g t_0^2}{2} - \frac{g \left(\frac{t_0}{2}\right)^2}{2} = \frac{g t_0^2}{2} \cdot \frac{3}{4} = \frac{g \cdot (3t)^2}{2} \cdot \frac{3}{4} = \frac{6}{4} g t^2$$

$$2) y: h = v_0^y \sin d t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$v_0^y \sin d = \frac{g t_0}{2}$$

$$\Rightarrow h = \frac{g t_0 t_1}{2} - \frac{g t_1^2}{2} = \frac{g \cdot 4t \cdot 3t}{2} - \frac{g (3t)^2}{2} = \frac{3}{2} g t^2$$

$$\Rightarrow \frac{H}{h} = \frac{6g}{3g} = 2$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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
☐

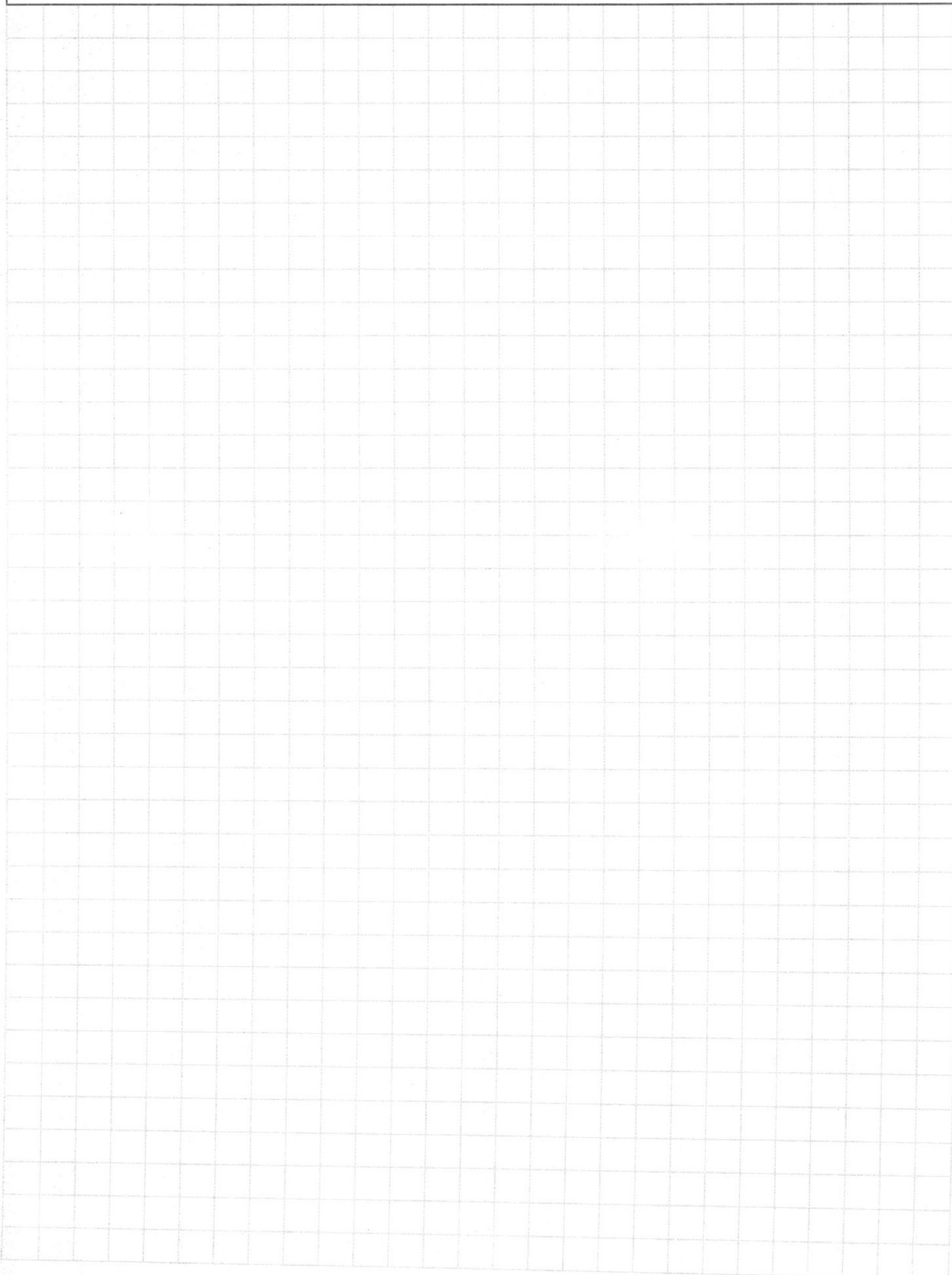
5
☐

6
☐

7
☐



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



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!



ЧЕРНОВИК

N5

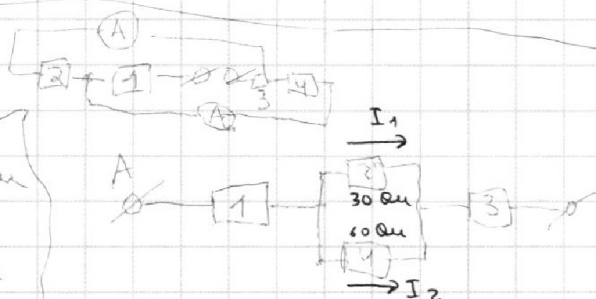
$$R_1 = R_2 = 30 \text{ Ом}$$

$$R_3 = R_4 = 60 \text{ Ом}$$

$$I_1 = 2 \text{ А}$$

$$I_2 = ?$$

$$P = ?$$



$$\text{т.к. } I_1 \neq I_2 \Rightarrow R_2 \neq R_4$$

Поскольку I_1 — через R_2 , то $R_2 < R_4$ (т.к. $I_1 > I_2$)

$$\Rightarrow R_2 = 30 \text{ Ом}$$

$$R_4 = 60 \text{ Ом}$$

$$\Rightarrow I_2 = I_1 \cdot \frac{R_2}{R_4} = \frac{2}{2} = \underline{1 \text{ А}}$$

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

$$V_0 = (R_1 + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} + R_3) I_0 = (30 + 20) \cdot 3 = 150 \text{ В}$$

$$\Rightarrow P = V_0 \cdot I_0 = 450 \text{ Вт}$$

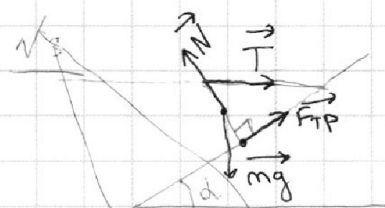
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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

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

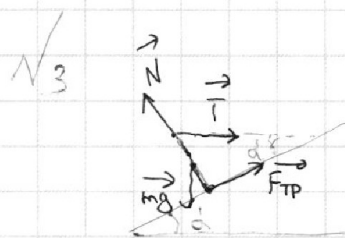
$$mg = mg \mu$$

$$mg \operatorname{tg} \alpha = mg \mu + \mu T \operatorname{tg} \alpha + T$$

по условию

$$\Rightarrow F_{\text{тр}} = T \cos \alpha$$

$\Rightarrow$ найдем m



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

$$mg \sin \alpha = \mu mg$$

$$\Rightarrow \begin{cases} mg \operatorname{tg} \alpha = mg \mu + \mu T \operatorname{tg} \alpha + T \\ \text{...} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} 2) F_{\text{тр}} &= T \cos \alpha = \\ &= 8,65 \sqrt{3} \text{ Н} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow mg \sin \alpha = T \cos \alpha + T \cos \alpha = 2T \cos \alpha$$

$$\Rightarrow m = \frac{2T \cos \alpha}{g \sin \alpha} = \frac{2T}{g \operatorname{tg} \alpha} = \frac{2 \cdot 17,3 \text{ Н} \cdot \sqrt{3}}{10 \cdot \sqrt{3}}$$

$$= \frac{17,3 \sqrt{3}}{5} = 3,46 \sqrt{3} \text{ кг}$$

$$\begin{array}{r} 17,315 \\ - 15 \\ \hline 2,315 \\ - 20 \\ \hline 30 \\ - 30 \\ \hline 0 \end{array}$$

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

$$V = 1 \text{ A}$$

$$t_0 = 16^\circ \text{C}$$

$$R = 25 \text{ Ohm}$$

$$U = 100 \text{ B}$$

$$T = 180^\circ \text{C}$$

$$\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$C = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ \text{C}}$$

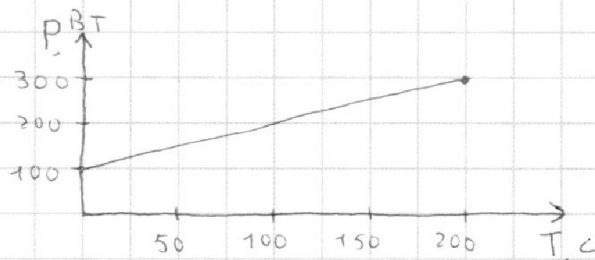
$$P(t)$$

$$t_1 - ?$$

$$P_H - ?$$

$$1) P_H = \frac{U^2}{R} = \frac{(100 \text{ B})^2}{25 \text{ Ohm}} = 400 \text{ B T}$$

$$2) \nabla P(t)$$



$P(t)$ - линейная завис. вида $y = Kx + b$

где $b = 100$ ~~$P(0) = 100$~~

$$K = \frac{P(200) - P(0)}{200 - 0} = \frac{300 - 100}{200} = 1$$

$$\Rightarrow P = \frac{T}{1} + 100$$

$$\Rightarrow P(T) = P(180^\circ \text{C}) = 18$$



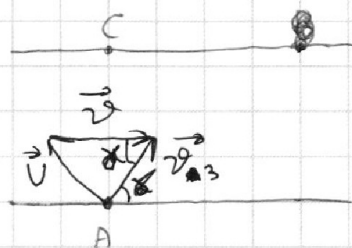
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\vec{v}_3 = \vec{v} + \vec{v}$$

$$v^2 = v_3^2 + v^2 - 2vv_3 \cos \gamma$$

$$v_3^2 \sin^2 \gamma + v_3^2 \cos^2 \gamma - 2vv_3 \cos \gamma = v^2 - v^2$$

$$\Rightarrow a^2 + b^2 - 2ab = v^2 - v^2$$

$$\Rightarrow b^2(\tan^2 \gamma + 1) - 2ab(v^2 - v^2) = 0$$

$$b = \frac{2v^2 - \sqrt{v^2 + (v^2 - v^2)(\tan^2 \gamma + 1)}}{\tan^2 \gamma + 1}$$

$$v_3 \sin \gamma = a$$

$$v_3 \cos \gamma = b$$

$$a = b \tan \gamma$$

$$a = b \tan \gamma$$

$$b \cdot \frac{d}{a} - \min$$

$$\Rightarrow \frac{b}{a} - \max$$

$$\tan^2 \gamma + 1 - \max$$

$$\tan \gamma - \max$$



$$v_x = v_3 \cos \gamma$$

$$v_y = v_3 \sin \gamma$$

$$\Rightarrow x = v_3 \cos \gamma \cdot \frac{l}{v_3 \sin \gamma} = l \cot \gamma$$



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

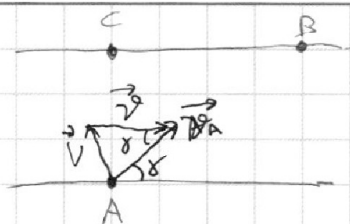
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

3)



$$v^2 = v^2 + v_A^2 - 2vv_A \cos \beta$$

$$\Rightarrow v_A^2 - v_{A1}^2 - 2v(v_A \cos \beta + v_{A1} \cos \alpha) = 0$$

$$v_A^2 = 169 + 2$$

$$\Rightarrow mg\mu = T(1 + \mu)$$

$$T = \frac{\mu N}{\cos \alpha} = mg\mu + T \mu \tan \alpha$$

$$mg \tan \alpha = mg\mu + \mu T \tan \alpha + T$$

$$\mu = \frac{mg \tan \alpha - T}{mg + T + \mu \tan \alpha} = \frac{34,6 \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} - 17,3}{34,6 + 17,3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}} = \frac{17,3}{34,6 + \frac{17,3\sqrt{3}}{3}} =$$

$$\Rightarrow m = \frac{T(1 + \mu)}{g\mu}$$

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

$$\Rightarrow 2 \tan \alpha = \frac{1 + \mu}{\mu}$$

$$\mu = \frac{1 + \mu}{2 \tan \alpha} = \frac{1 + \frac{\sqrt{3}}{3}}{2\sqrt{3}} =$$

$$= \frac{1}{2\sqrt{3}} + \frac{1}{6} = \frac{\sqrt{3} + 1}{6}$$

$$\frac{1}{2 + \frac{1}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{3} + 1} = \frac{6 - \sqrt{3}}{11}$$

$$\frac{8,65\sqrt{3}}{34,6\sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} + 8,65} = \frac{8,65\sqrt{3}}{8,65(4,5 + 1)}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

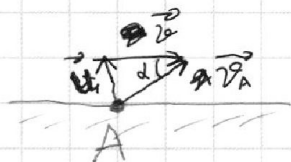
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ



$$AB = \sqrt{AC^2 + BC^2} = 130 \text{ м}$$



$$\Rightarrow t = \frac{AB}{v_A}$$

$$\cos \alpha = \frac{12}{13}$$

$$\alpha = \arccos\left(\frac{12}{13}\right)$$

$$v^2 = v^2 + v_{A1}^2 - 2vv_{A1} \cos \alpha$$

$$v^2 = v^2 + v_{A2}^2 - 2vv_{A2} \cos \alpha$$

$$v_{A1}^2 - v_{A2}^2 - 2v \cos \alpha (v_{A1} + v_{A2}) = 0$$

$$(v_{A1} - v_{A2})(v_{A1} + v_{A2}) - 2v \cos \alpha (v_{A1} + v_{A2}) = 0 \quad | : v_{A1} + v_{A2}$$

$$v_{A1} - v_{A2} - 2v \cos \alpha = 0$$

$$v_{A1} = \frac{AB}{T_1} \quad v_{A2} = \frac{AB}{T_2}$$

$$\frac{l}{T_1} - \frac{l}{T_2} - 2v \cdot \frac{12}{13} = 0$$

$$= 1,3$$

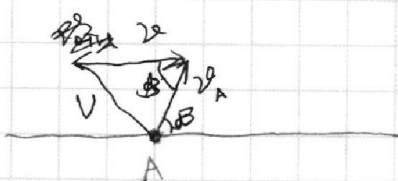
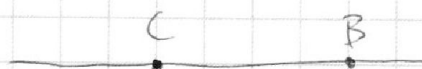
$$v_{A2} = \frac{13}{24}$$

$$\Rightarrow v = \left(\frac{l}{T_1} - \frac{l}{T_2} \right) \cdot \frac{13}{24} = 130 \left(\frac{1}{100} - \frac{1}{240} \right) \cdot \frac{13}{24} =$$

$$= \frac{65 \cdot 13}{24} = \frac{65 \cdot 13}{12} \cdot \frac{12-5}{1200} = \frac{65 \cdot 13 \cdot 7}{12 \cdot 1200} = \dots$$

$$h = 50 \text{ м}$$

3)



$$x = v_A \cos \alpha \cdot \frac{h}{v_A \sin \alpha} =$$

$$= h \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = h \operatorname{ctg} \alpha$$

$$\Rightarrow \operatorname{ctg} \alpha = \dots$$

$$v^2 = v_A^2 + v^2 - 2v_A v \cos \alpha$$

$$v^2 = v_A^2 + v_{A2}^2 - 2v_{A2} v \cos \alpha$$

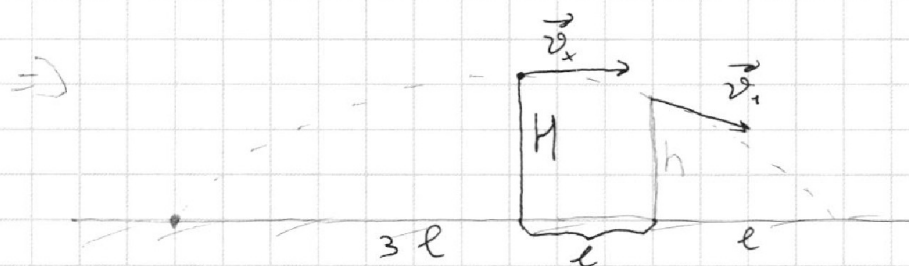
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$t_1 = 3t_2$$

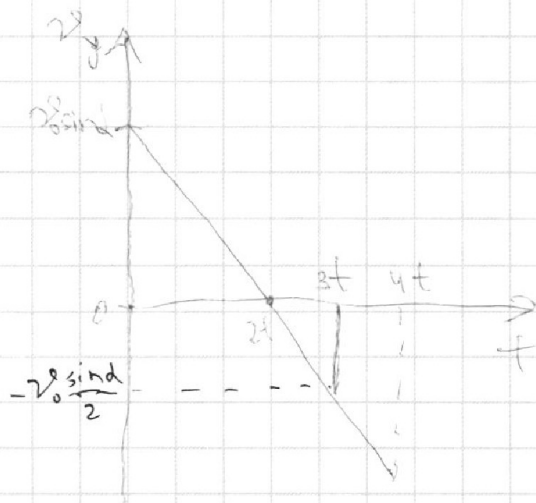
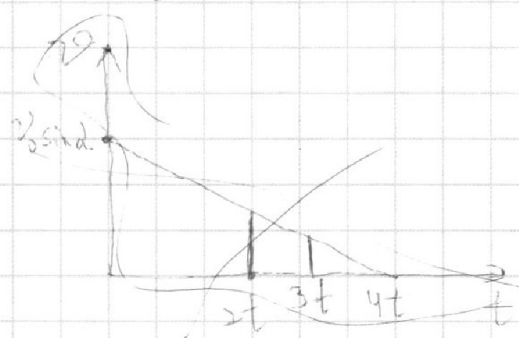
$$\frac{mv_1^2}{2} = mgh \Rightarrow v_1 = \sqrt{2gh}$$

$$\frac{v_0^2}{2} + mgh = \frac{mv_1^2}{2} + mgh$$

$$\frac{mv_1^2}{2} + mgh = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\frac{mv_0^2 \cos^2 \alpha}{2} + mgh = \frac{mv_0^2}{2}$$

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



$$\Rightarrow \frac{H}{h} = \frac{v_0^2 \sin^2 2t}{2} : \frac{v_0^2 \sin^2 t}{2} =$$

$$= \frac{2t}{2t - \frac{t}{2}} = \frac{2t}{\frac{3t}{2}} = \frac{4}{3}$$

$$\Rightarrow H = \frac{4}{3} h = 7,2 \text{ м}$$

$$\Rightarrow \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2} = 2gh \Rightarrow v_0 \sin \alpha = \sqrt{2gh}$$

$$\Rightarrow 0 = v_0 \sin \alpha \cdot t_0 - \frac{gt_0^2}{2}$$

$$\Rightarrow gt_0^2 - \sqrt{2gh} t_0 = 0 \Rightarrow t_0 = \frac{\sqrt{2gh}}{g} = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

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!

N 4

~~$m = 1 \text{ кг}$~~

$t_0 = 16^\circ \text{C}$

$R = 25 \text{ Ом}$

$U = 100 \text{ В}$

$P_n(t)$

$T = 180^\circ \text{C}$

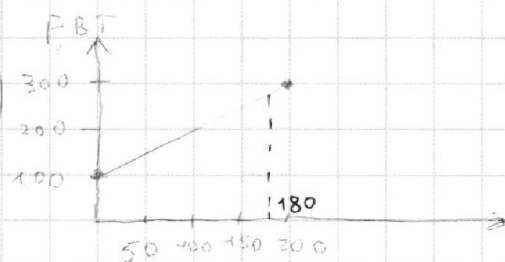
$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$

$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ \text{C}}$

$t_1 = ?$

$P_n = ?$

$P_n = \frac{U^2}{R} = 400 \text{ Вт}$



$P(t) = 100 + t$

$\Rightarrow P(180) = 280 \text{ Вт}$

$\Rightarrow Q_{\text{нагр}} = S = \frac{100 + 280}{2} \cdot 180 = 380 \cdot 90 = 34200 \text{ Дж}$

$Q_0 = P_n t = 400 \cdot 180 = 72000 \text{ Дж}$

$\Rightarrow Q_{\text{охла}} = 37800 \text{ Дж}$

$\Rightarrow Q_{\text{нагр}} = c m (t_1 - t_0)$

$\Rightarrow t_1 = t_0 + \frac{Q_{\text{нагр}}}{c m} = 16^\circ \text{C} + \frac{37800}{4200 \cdot 1} = 16 + 9 = 25^\circ \text{C}$

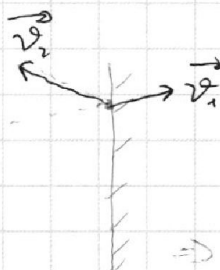
N 2

$h = 5.4 \text{ м}$

$h_0 = 3 h_1$

$h = ?$

$t_1 = ?$



$\frac{m v_1^2}{2} = \frac{m v_2^2}{2}$

$v_1 = v_2$

$\Rightarrow$ по закону сохранения энергии

"продолжит двигаться по такой же траектории"