



**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

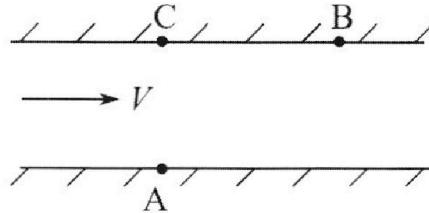
Вариант 09-02



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.

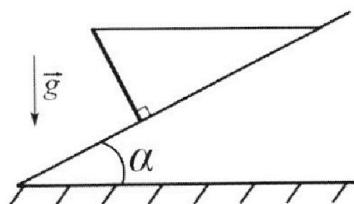
- 1) Найдите наибольшую высоту H , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

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 поконится, 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_{tr} 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

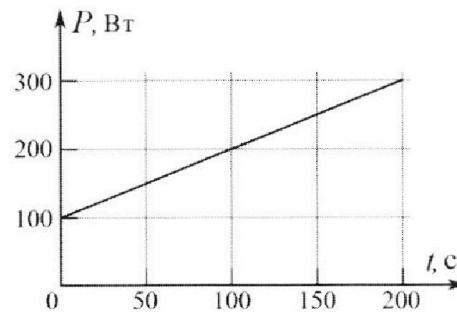


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Воду объемом $V = 1\text{л}$ нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $t_0 = 16^{\circ}\text{C}$. Сопротивление спирали электроплитки $R = 25\text{ Ом}$, напряжение источника $U = 100\text{ В}$. Зависимость мощности P тепловых потерь от времени t представлена на графике (см. рис.).

- 1) Найдите мощность P_H нагревателя.
- 2) Найдите температуру t_1 воды через $T = 180\text{ с}$ после начала нагревания.

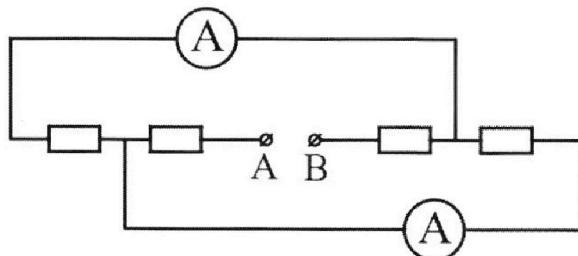
Плотность воды $\rho = 1000\text{ кг}/\text{м}^3$, удельная теплоемкость воды $c = 4200\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$.



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 $I_1 = 2\text{ А}$.

- 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 |
| <input checked="" 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!

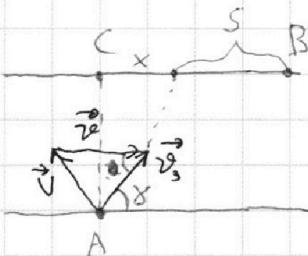
N1 (продолжение)

$\frac{12+5}{120}$

$$\Rightarrow v = \frac{v_1 + v_2}{205 \text{ d}} = \frac{\left(\frac{13}{10} + \frac{13}{24}\right) \text{ m/c}}{2 \cdot \frac{12}{13}} = \frac{13 \cdot \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{24}\right) \cdot 13}{2 \cdot 12} =$$
$$= \frac{13^2 \cdot 17}{2 \cdot 12^2 \cdot 10} = \frac{169 \cdot 17}{2880} = \frac{2873}{2880} \text{ m/c}$$

$$\begin{array}{r} 46 \\ 169 \\ \times 17 \\ \hline 11883 \\ 169 \\ \hline 2873 \end{array}$$

2)



$$\tan(90^\circ - \gamma) = \frac{x}{d} = \cot \gamma$$

$$\Rightarrow x = d \cot \gamma$$

т.к. $x - \min$, то $\cot \gamma - \min$

по Т. косинусов:

$$\left\{ \begin{array}{l} V^2 = v^2 + v_3^2 - 2v v_3 \cos \gamma \\ V^2 = v^2 + v_1^2 - 2v v_1 \cos \alpha \end{array} \right.$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

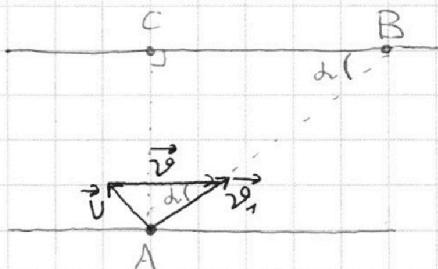


- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

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

МФТИ

N1



$$\left. \begin{array}{l} AC = d = 50 \text{ м} \\ CB = L = 120 \text{ м} \\ T_1 = 100 \text{ с} \\ T_2 = 240 \text{ с} \\ v_1 - ? \\ v_2 - ? \\ S - ? \end{array} \right\}$$

По Т. Пифагора:

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

$$l = AB = 130 \text{ м}$$

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

$$\vec{v}_1 = \vec{V} + \vec{v} \quad | \text{ где } V, v - \text{const (но угл.)}$$

$$\vec{v}_2 = \vec{V} + \vec{v} \quad | \text{ } d - \text{const (т.к. между двумя точками - } \\ \text{линейно в направлении к т. B всегда)}$$

\Rightarrow no T. кос.:

$$\left. \begin{array}{l} V^2 = v^2 + v_1^2 - 2v v_1 \cos d \\ V^2 = v^2 + v_2^2 - 2v v_2 \cos d \end{array} \right| \cdot | \Rightarrow$$

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

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

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

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

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

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

- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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!

N2

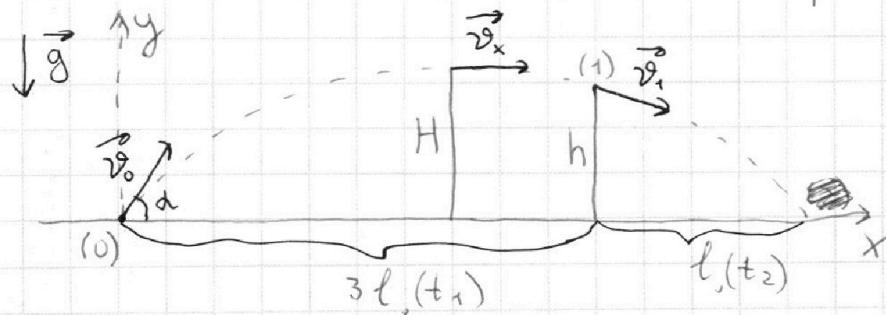
$h = 5,4 \text{ м}$
 $l_1 = 3l_2$
 $d = 1,8 \text{ м}$
 $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
 $H - ?$
 ~~$t_2 - ?$~~
 $V - ?$

При абсолютно упругом ударе о стоящую стенку
 тела скорость v сохраняется по модулю, а по направле-
 нию направление скорости зеркально отображается.

$$v_1 = v_2$$

\Rightarrow мы можем „отобразить“ част ~~часть~~ траектории
 мячика после столкновения со стенкой зеркально

и получим траекторию мяча, брошенного под углом α к горизонту.



$$v_x = v_0 \cos \alpha, v_x - \text{const} \Rightarrow l = v_x t \Rightarrow T \cdot K \cdot \frac{l_1}{l_2} = 3 \Rightarrow \frac{t_1}{t_2} = 3$$

~~на длине не l_1 а $l_1 + l_2$ так как мяч вернулся~~
~~сюда~~

~~значит~~ $T \text{ есть } t_2 = t_1, \text{ т.к. } t_1 = 3t_2, \text{ т.к. } t_0 = 4t$

~~значит~~

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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!

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

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} t$$

№2 (продолжение)

$$1) y: H = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{t_0}{2} - \frac{g(t_0/2)^2}{2} = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{t_0}{2} - \frac{gt_0^2}{8} = \frac{gt_0^2}{4} - \frac{gt_0^2}{8} = \frac{gt_0^2}{8};$$

$$0 = v_0 \sin \alpha - g \frac{t_0}{2} \Rightarrow v_0 \sin \alpha = \frac{gt_0}{2} = \frac{g(4t)^2}{8} = 2gt^2$$

$$2) y: h = v_0 \sin \alpha \cdot t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = \frac{gt_0^2 \cdot t_1}{2} - \frac{gt_1^2}{2} = \frac{g \cdot 4t \cdot 3t}{2} - \frac{g(3t)^2}{2} = 1,5gt^2$$

$$v_0 \sin \alpha = \frac{gt_0}{2}(n+1)$$

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

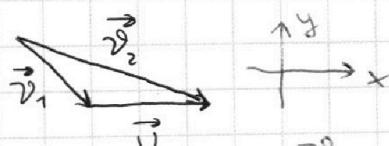
~~При ударе мяч о стенку~~
$$h = 1,5gt^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{h}{1,5g}}$$

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

$$= 4 \sqrt{\frac{54 \cdot 16}{15 \cdot 10}} = 4 \sqrt{\frac{2}{25}} = 4 \cdot 0,6 = \underline{\underline{2,4s}} \quad \Rightarrow t_2 = t = \frac{t_0}{4} = \frac{2,4}{4} = 0,6s$$

3) Если у стены есть скорость V , то скорость мяча после удара

о стенку станет: $\vec{v}_2 = \vec{v}_1 + \vec{V}$



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

$$\Rightarrow \text{надо} \quad t_2 = \frac{t_0}{4} = \frac{2,4}{4} = 0,6s$$



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"/> |

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

МФТИ

N₂ (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:

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

МФТИ



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

N3

$$T = 17,3 \text{ H}$$

$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

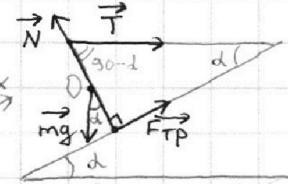
$$\alpha = 30^\circ$$

$$m - ?$$

$$F_{TP} - ?$$

~~$$\mu - ?$$~~

1) Действие силы, действующей на стержень



т.к. стержень покоятся, то
 $a = 0$

~~запись~~

т.к. mg приложена к центру стержня
(т.к. он однородный)

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

концов одинаковое, то по правилу моментов:

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

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

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

2) т.к. $a = 0$ (см. н.т), то:

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

~~$$x: m g \sin \alpha = T \cos \alpha + F_{TP} \quad | : l$$~~ (2)

$$\Rightarrow m = \frac{T \cos \alpha + F_{TP}}{g \sin \alpha} = \frac{2 T \cos \alpha}{g \sin \alpha} = \frac{2 \cdot 17,3 \text{ H} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,5} =$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!

N3 (продолжение)

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

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

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

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

$$\begin{aligned} \Rightarrow \mu &= \frac{mg \tan \alpha - T}{mg + T \tan \alpha} = \frac{3,46 \sqrt{3} m \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} - 17,3 H}{3,46 \sqrt{3} m \cdot 10 \frac{m}{s^2} + 17,3 H \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}} = \\ &= \frac{34,6 - 17,3}{34,6 \sqrt{3} + 17,3 \frac{\sqrt{3}}{3}} = \frac{17,3}{17,3 \sqrt{3} \cdot (2 + \frac{1}{3})} = \frac{1}{\sqrt{3} \cdot 2 \frac{1}{3}} = \frac{1}{\sqrt{3} \cdot \frac{7}{3}} = \frac{3}{7\sqrt{3}} = \\ &= \frac{\sqrt{3}}{7} \Rightarrow \mu \geq \frac{\sqrt{3}}{7} \end{aligned}$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

1/4

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

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

$$R = 25 \Omega$$

$$V = 100 \text{ В}$$

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

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

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$$

P(t)

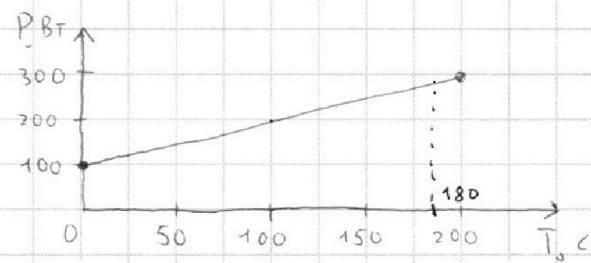
P_n - ?

t₁ - ?

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

$$P_n = \frac{V^2}{R} = \frac{(100 \text{ В})^2}{25 \Omega} = \underline{\underline{400 \text{ Вт}}}$$

2) $\nexists P(T)$



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

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

$$\Rightarrow P = T + 100$$

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

$$3) Q \stackrel{(2)}{=} m \cdot (\text{издат} \text{ нагр.} \text{ вр.} \text{ P}(T))$$

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

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

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

4) Уп-е тем. баланса

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

Ответ: P_n = 400 Вт, t₁ = 25°С

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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. Порча QR-кода недопустима!

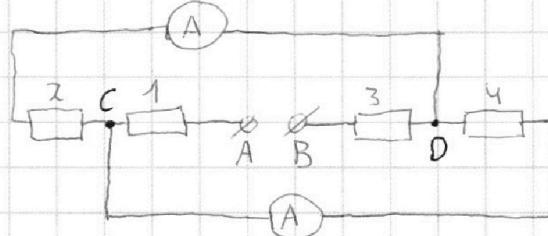
N5

30 Ом, 60 Ом

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

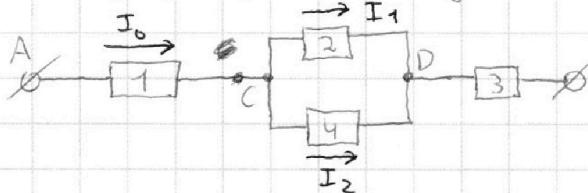
$$I_2 - ?$$

$$P - ?$$



т. к. амперметры идеальные, то $R_A = 0$
 \Rightarrow их можно считать проводами

1) Перерисуй схему:

Токи через R_2 теряют ток I_1 , то через $R_4 - I_2$

$$U_2 = U_4 \quad (\text{т. к. паралл. соч.})$$

$$R_2 I_1 = R_4 I_2 \quad \text{т. к. } I_1 > I_2 \text{ (по ум.)}, \text{ то } R_4 > R_2$$

$$\Rightarrow R_4 = 60 \Omega$$

$$R_2 = 30 \Omega$$

$$\text{то } R_1 + R_3 = 60 \Omega + 30 \Omega = 90 \Omega$$

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

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

$$\begin{aligned} 2) P &= I_0^2 R_0 = I_0^2 \left(R_1 + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} + R_3 \right) = I_0^2 \left(R_1 + R_3 + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} \right) = \\ &= (3 \text{ A})^2 \cdot \left(90 \Omega + \frac{30 \Omega \cdot 60 \Omega}{30 \Omega + 60 \Omega} \right) = \underline{\underline{990 \text{ Вт}}} \end{aligned}$$

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:



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

МФТИ

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

N₂ (продолжение)

$$1) y: H = V_0 \sin d \frac{t_0}{2} - \frac{g(\frac{t_0}{2})^2}{2}$$
$$V_0 \sin d - g \frac{t_0}{2} = 0 \Rightarrow g V_0 \sin d = \frac{g t_0}{2}$$

$$\Rightarrow H = \frac{g t_0^2}{2} - \frac{g t_0^2}{4} = \frac{g t_0^2}{2} \cdot \frac{3}{4} = \frac{g \cdot (1/3)t^2}{2} \cdot \frac{3}{4} = \frac{6}{8} g t^2$$

$$2) y: h = V_0 \sin d t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$
$$V_0 \sin d = g t_0 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow h = \frac{g t_0 + t_1}{2} - \frac{g t_1^2}{2} = \frac{g \cdot 4t \cdot 3t}{2} - \frac{g(3t)^2}{2} =$$
$$= \frac{3}{2} g t^2$$

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

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!

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

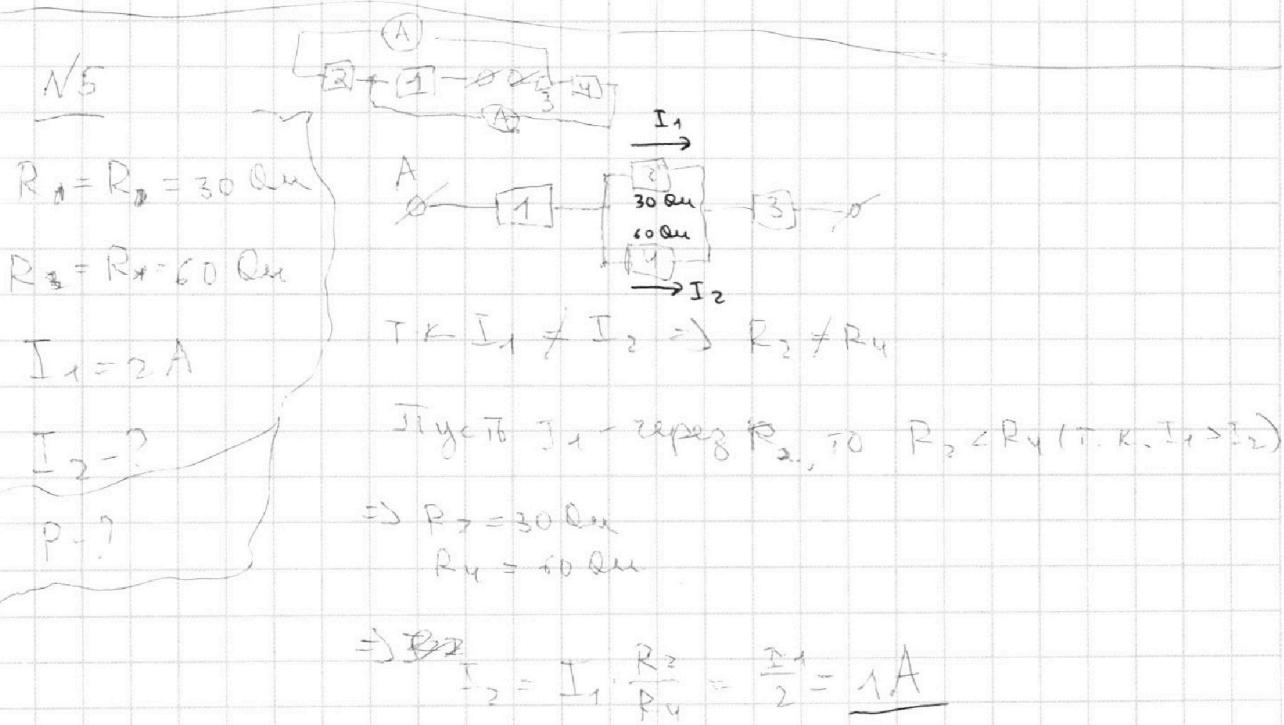
6

МФТИ

7

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

ЧЕРНОВИКИ



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

$$U_0 = (R_1 + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} + R_3) I_0 = (30 + 20) \cdot 3 = 330 \text{ В}$$

$$\Rightarrow P = U_0 \cdot I_0 = 990 \text{ Вт}$$

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

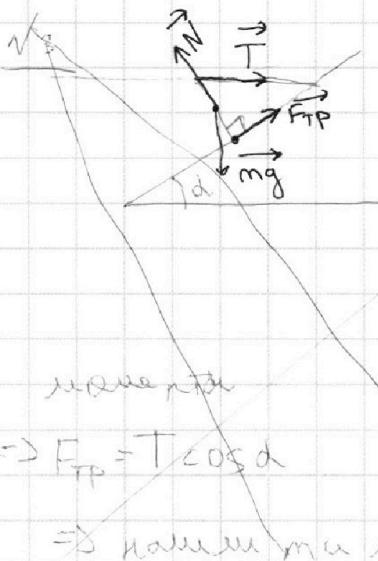
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!



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

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

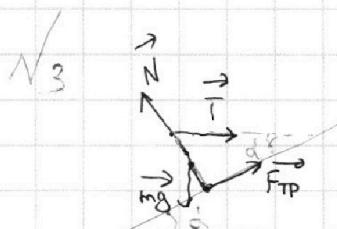
$$mg \sin \alpha = mg \mu \cos \alpha$$

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

изолировали

$$\Rightarrow F_{TP} = T \cos \alpha$$

изолировали



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

$$mg \sin \alpha = m g \mu \dots \dots$$

$$\Rightarrow \begin{cases} mg \tan \alpha = mg \mu + f \cos \alpha + T \cos \alpha \\ f = \mu m g \end{cases}$$

$$2) F_{TP} = T \cos \alpha = 8,65 \sqrt{3} \text{ H}$$

$$\Rightarrow m g \sin \alpha = T \cos \alpha + f \sin \alpha = 2 T \cos \alpha$$

$$\Rightarrow m = \frac{2 T \cos \alpha}{g \sin \alpha} = \frac{2 T}{g \tan \alpha} = \frac{2 \cdot 17,3 \text{ H} \cdot 3}{10 \cdot \sqrt{3}} = \frac{17,3 \sqrt{3}}{5} \text{ kg}$$

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

$$\begin{array}{r} 17,3 \\ - 15 \\ \hline 23 \\ - 20 \\ \hline 30 \\ - 30 \\ \hline 0 \end{array}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" 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. Порча QR-кода недопустима!

№4

$$V = 12$$

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

$$R = 25 \Omega\text{m}$$

$$U = 100 \text{ В}$$

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

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

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

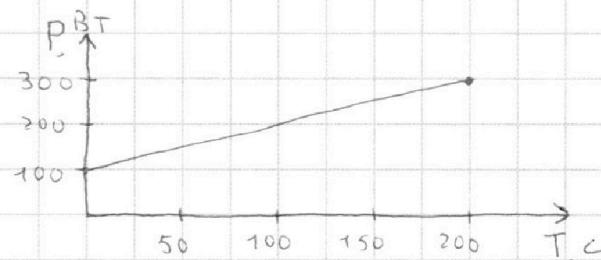
$P(t)$

$t_1 - ?$

$P_H - ?$

$$1) P_H = \frac{V^2}{R} = \frac{(100 \text{ В})^2}{25 \Omega\text{m}} = 400 \text{ Вт}$$

$$2) \cancel{P(t)}$$



$P(t)$ - линейная завис. буда $y = kx + b$

$$\text{зде } b = 100$$

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

$$\Rightarrow P = \frac{T}{2} + 100$$

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

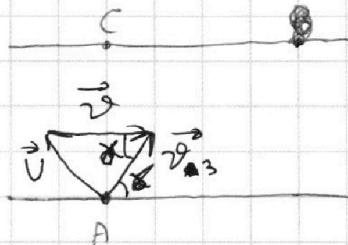
6

7

МФТИ



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



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

$$V^2 = V_3^2 + V'^2 - 2V_3 V \cos \gamma$$

$$V_3^2 \sin^2 \gamma + V_3^2 \cos^2 \gamma - 2V_3 V \cos \gamma = V^2 - V'^2$$

$$\Rightarrow a^2 + b^2 - 2Vb = V^2 - V'^2$$

$$\Rightarrow b^2 (\operatorname{tg}^2 \gamma + 1) - 2Vb - (V^2 - V'^2) = 0$$

$$b = \frac{V^2 - V'^2 + (V^2 - V'^2)(\operatorname{tg}^2 \gamma + 1)}{\operatorname{tg}^2 \gamma + 1}$$

~~$a = b \operatorname{tg} \gamma$~~

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

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

~~$\operatorname{tg} \gamma = \max$~~
 ~~$b = \min$~~

~~$\operatorname{tg}^2 \gamma + 1 - \min$~~
 ~~$\operatorname{tg}^2 \gamma + 1$~~



$$V_x = V_3 \cos \gamma$$

$$V_y = V_3 \sin \gamma$$

$$\Rightarrow x = V_3 \cos \gamma \cdot \frac{l}{V_3 \sin \gamma} = l \operatorname{ctg} \gamma$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

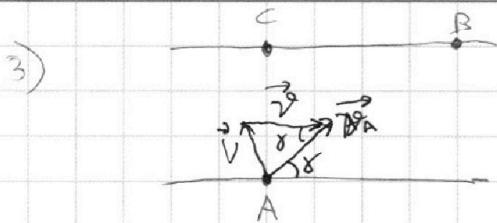
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



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

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

$$v_A^2 = 169 - 2$$

$$\Rightarrow mg \mu = T(1 - \tan \alpha)$$

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

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

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

$$\Rightarrow \mu = \frac{T(1 - \tan \alpha)}{g \mu} \quad \Rightarrow 2 \tan \alpha = \frac{1 - \tan \alpha}{\mu} \quad = \frac{1 - \frac{\sqrt{3}}{3}}{34,6 \sqrt{3} + 17,3} =$$

$$\mu = \frac{2T \cos \alpha}{g \sin \alpha} \quad \mu = \frac{1 - \frac{\sqrt{3}}{3}}{2 \tan \alpha} = \frac{1 - \frac{\sqrt{3}}{3}}{2\sqrt{3}} =$$

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

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

$$\frac{8,65\sqrt{3}}{34,6\sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + 8,65} = \frac{8,65\sqrt{3}}{8,65(4,15 + 1)}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

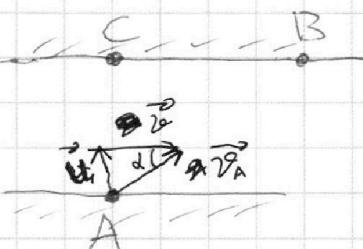


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

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

N1



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

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

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

~~Без коэффициента~~ $\frac{12}{\sqrt{13}} = \arccos$



$$V^2 = V^2 + V_{A_1}^2 - 2V V_{A_1} \cos \alpha$$

$$V^2 = V^2 + V_{A_2}^2 - 2V V_{A_2} \cos \alpha$$

$$V_{A_1}^2 - V_{A_2}^2 - 2V \cos \alpha (V_{A_1} + V_{A_2}) = 0$$

$$(V_{A_1} - V_{A_2})(V_{A_1} + V_{A_2}) - 2V \cos \alpha (V_{A_1} + V_{A_2}) = 0 \quad | : (V_{A_1} + V_{A_2})$$

$$V_{A_1} - V_{A_2} - 2V \cos \alpha = 0$$

$$V_{A_1} = \frac{AB}{T_1} = \quad V_{A_2} = \frac{AB}{T_2}$$

$$\frac{\ell}{T_1} - \frac{\ell}{T_2} - 2V \cdot \frac{12}{\sqrt{13}} = 0 \quad = 1,3$$

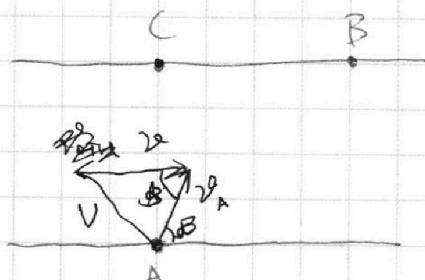
$$V_{A_2} = \frac{13}{24}$$

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

$$= \frac{130 \cdot 13}{240} = \frac{65 \cdot 13}{12} \cdot \frac{12 - 5}{1200} = \frac{65 \cdot 13 \cdot 7}{12 \cdot 1200} = \frac{13}{240}$$

$$h = 50 \text{ m}$$

3)



$$x = V_A \cos \alpha \cdot \frac{V_A \sin \alpha}{V_A \sin \alpha} =$$

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

$$\Rightarrow \operatorname{ctg} \alpha - \text{нам.}$$

$$V^2 = V_A^2 + V_B^2 - 2V_A V_B \cos B \quad | \Rightarrow$$

$$V^2 = V_A^2 + V_{A_2}^2 - 2V_{A_2} V_A \cos \alpha$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

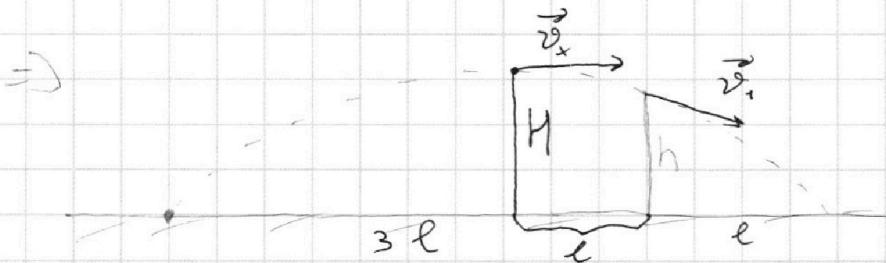
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!



$$\dot{\theta}_2 + \dot{\theta}_1 = 3\dot{v}_2$$

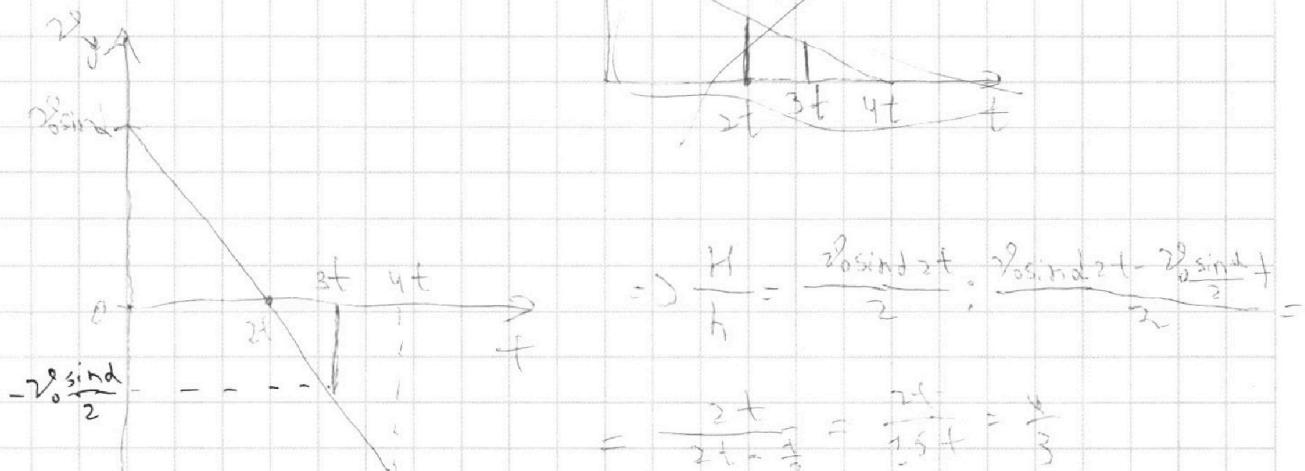
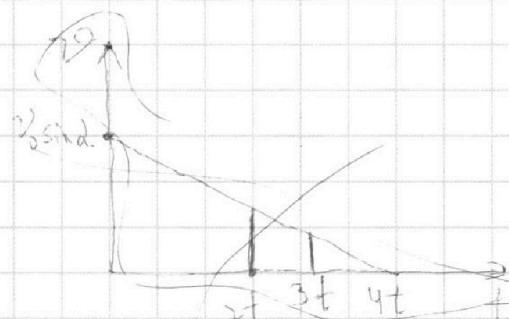
$$\frac{m\dot{v}_1^2}{2} = mgh \Rightarrow \dot{v}_1 = \sqrt{2gh}$$

$$\frac{\dot{v}_x^2}{2} + \gamma g h = \frac{m\dot{v}_1^2}{2} + mgh$$

$$\frac{m\dot{v}_1^2}{2} + mgh = \frac{m\dot{v}_0^2}{2}$$

$$\frac{m\dot{v}_0^2 \cos^2 d}{2} + mgh = \frac{m\dot{v}_0^2}{2}$$

$$\Rightarrow H = \dot{v}_0^2 \sin^2 d - \gamma g h$$



$$\Rightarrow \dot{v}_0^2 \sin^2 d = 2gh \Rightarrow \dot{v}_0 \sin d = \sqrt{2gh}$$

$$\Rightarrow 0 = \dot{v}_0 \sin d * t_0 - \frac{gt_0^2}{2}$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!

N4

$$m = 1 \text{ кг}$$

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

$$R = 25 \Omega \text{дн.}$$

$$U = 100 \text{ В}$$

$$P_n(t)$$

$$T = 18^\circ \text{C}$$

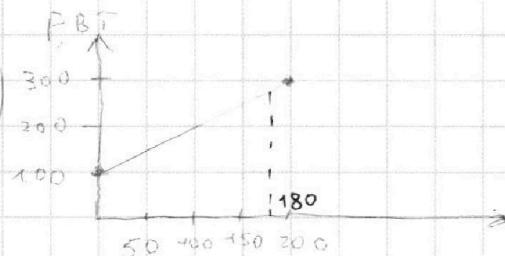
$$g = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$$

$$t_1 - ?$$

$$P_n - ?$$

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



$$P(t) = 100 + t$$

$$\Rightarrow P(180) = 280 \text{ Вт}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{накоп}} \stackrel{(3)}{=} S = \frac{100+280}{2} \cdot 180 = 380 \cdot 90 = 34200 \text{ Дж}$$

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

$$\Rightarrow Q_{\text{накоп}} = 38037300 \text{ Дж}$$

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

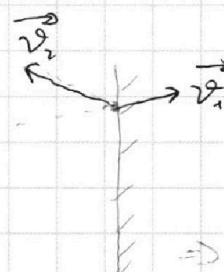
$$\Rightarrow t_1 = t_0 + \frac{Q_{\text{накоп}}}{c m} = 16^\circ \text{C} + \frac{37800}{4200 \cdot 1} = 16 + 9 = 25^\circ \text{C}$$

N2

$$h = 54 \text{ м}$$

$$l_0 = 3 l_1$$

$$t_1 - ?$$



$$\frac{m v_1^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2}$$

$$v_1 = v_0$$

\Rightarrow no frictional loss

"предполагают неизменную траекторию"