

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

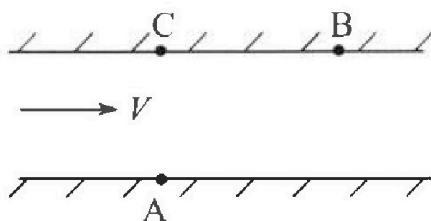
Вариант 09-02

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.

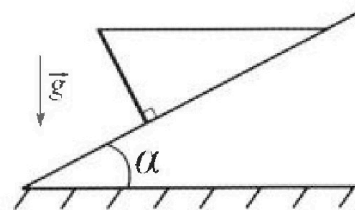
- 1) Найдите наибольшую высоту H , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

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

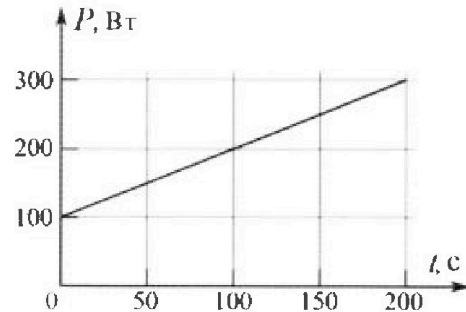
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



4. Воду объемом $V = 1$ л нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $t_0 = 16$ °С. 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 t_1 воды через $T = 180$ с после начала нагревания.

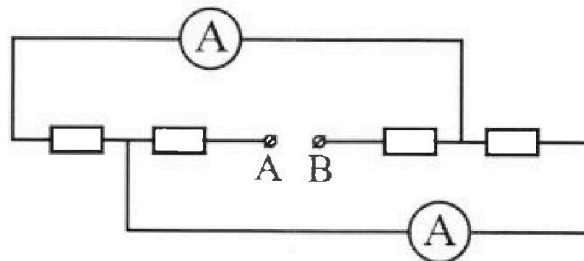
Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·°С).



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?



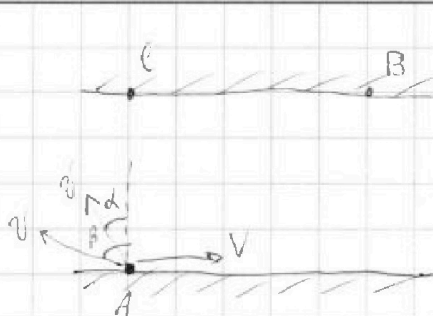
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



$$120 = (V - v \sin \alpha) 100$$

$$120 = (V - v \sin \beta) 240$$

$$\frac{1}{2} = V - v \sin \beta$$

$$v \sin \beta = V - 0,5$$

$$v \cos \beta = v \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{v^2 - v^2 \sin^2 \beta}$$

$$1, 2 = V - v \sin \alpha$$

$$v \sin \alpha = V - 1, 2$$

$$v \cos \alpha = v \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{v^2 - v^2 \sin^2 \alpha}$$

$$\begin{cases} 240 v \cos \beta = 50 \\ 100 v \cos \alpha = 50 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 240 \sqrt{v^2 - v^2 \sin^2 \beta} = 50 \\ 100 \sqrt{v^2 - v^2 \sin^2 \alpha} = 50 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 240 \sqrt{v^2 - v^2 + 2,4V - 1,44} = 50 \\ 100 \sqrt{v^2 - v^2 + V - 0,25} = 50 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 240 \sqrt{v^2 - v^2 + 2,4V - 1,44} = 50 \\ 100 \sqrt{v^2 - v^2 + V - 0,25} = 50 \end{cases}$$

$$\begin{cases} v^2 - v^2 + 2,4V - 1,44 = \frac{25}{24^2} \\ v^2 - v^2 + V - 0,25 = \frac{1}{4} \end{cases}$$

$$\begin{cases} v^2 - v^2 + 2,4V - 1,44 = \frac{25}{24^2} \\ v^2 - v^2 + V - 0,25 = \frac{1}{4} \end{cases}$$

$$\Downarrow \\ V = \frac{375}{806,4} \approx \frac{1}{2,15} \Rightarrow v \approx \sqrt{0,8} \approx \frac{1}{1,1}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

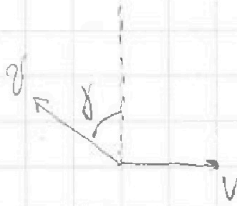
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$V_1 = \frac{\sqrt{120^2 + 50^2}}{100} = \frac{130}{100} = 1,3 \frac{\mu}{\epsilon}$$

$$V_2 = \frac{\sqrt{120^2 + 50^2}}{240} = \frac{13}{24} \frac{\mu}{\epsilon}$$

Три мкм. смесе:



$$v \sin \gamma - V = 0$$

$$\sin \gamma = \frac{V}{v} = \frac{1,1}{2,15} < 1 \Rightarrow \text{Полое может быть} \Rightarrow S = L = 120 \mu$$

$$\text{Итого: } V_1 = 1,3 \frac{\mu}{\epsilon}; V_2 = \frac{13}{24} \frac{\mu}{\epsilon}; V = \frac{325}{806,4} \frac{\mu}{\epsilon}; S = 120 \mu$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

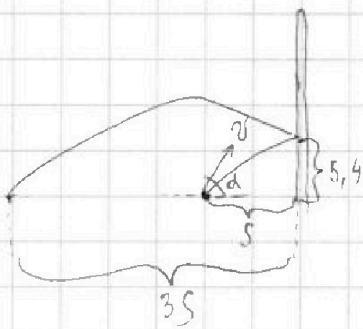
МФТИ

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



№2

П.к. раст. от старта до стенки в 3 раза меньше раст. от ~~не~~ стенки до точки падения, и ~~в~~ горизонтальная составляющая скорости поезда, можно сделать вывод о том, что до стенки летит $\frac{1}{4}$ всего времени.



$$v \cos \alpha \cdot \frac{t}{4} = 5,4$$

$$v \sin \alpha \cdot \frac{t}{4} - \frac{g \cdot \frac{t}{4}^2}{2} = 5,4$$

$$v \sin \alpha \cdot \frac{s}{v \cos \alpha} - \frac{g \cdot \frac{s^2}{v^2 \cos^2 \alpha}}{2} = 5,4$$

$$4s = \frac{v^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$s = \frac{v^2 \sin 2\alpha}{4g}$$

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot \frac{v^2 \sin 2\alpha}{4g} - \frac{g \cdot v^4 \sin^2 2\alpha}{16g^2 \cdot v^2 \cos^2 \alpha \cdot 2} = \frac{2v^2 \sin^2 \alpha}{4g} - \frac{v^2 \sin^2 2\alpha}{32 \cos^2 \alpha g}$$

$$= \frac{2v^2 \sin^2 \alpha}{4g} - \frac{v^2 \sin^2 2\alpha}{8g} = \frac{3v^2 \sin^2 \alpha}{8g} = 5,4$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



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

$$\frac{H}{5,4} = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g} \cdot \frac{8g}{38^2 \sin^2 \alpha} = \frac{4}{3}$$

$$H = 5,4 \cdot \frac{4}{3} = 7,2 \text{ м}$$

Д₁ π.к. после удара о стену шар пролетит

$$\frac{3}{4} \text{ всего пути } t_1 = \frac{3}{4} t$$

$$t_1 = \frac{3}{4} t = \frac{3}{4} \cdot \frac{2v \sin \alpha}{g} = \frac{1,5v \sin \alpha}{g}$$

$$\frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g} = 7,2$$

$$v^2 \sin^2 \alpha = 7,2 \cdot 2g = 7,2 \cdot 20 = 144$$

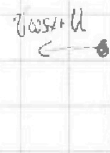
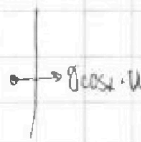
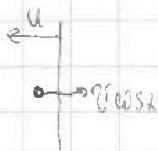
$$v \sin \alpha = 12$$

$$t_1 = \frac{1,5 \cdot 12}{10} = 1,8 \text{ с}$$

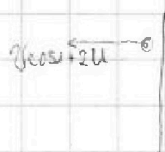
В лоб. с. 0(1)

В с. 0. лоб. (1)

В с. 0. лоб. (2)



В лоб. с. 0(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 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

 МФТИ

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

$$\frac{3}{4} t \cdot v \cos \alpha = \frac{3}{4} t (v \cos \alpha + 2u) - 1,8$$

$$\frac{3}{4} t \cdot v \cos \alpha = \frac{3}{4} t v \cos \alpha + \frac{6}{4} u t - 1,8$$

$$\frac{6}{4} u t = 1,8$$

$$u t = 1,2$$

$$\frac{3}{4} t = t,$$

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

$$u \cdot 2,4 = 1,2$$

$$u = 0,5 \frac{m}{c}$$

$$\text{Ответ: } 2,4 \text{ м; } 1,8 \text{ с; } 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

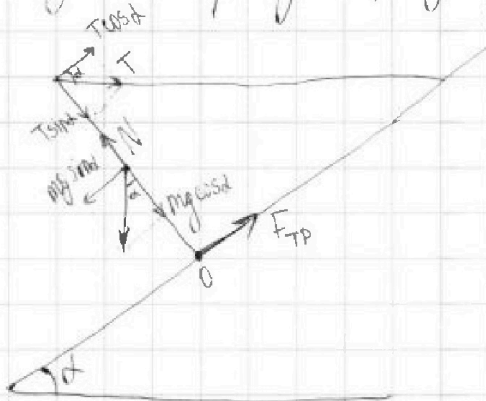
МФТИ

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



1/3

Сделаем рисунок, где расставим все силы:



1) Амперсильно точки O:

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

$$m = \frac{2T \cos \alpha}{g \sin \alpha} = \frac{2 \cdot 17,3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{10 \cdot \frac{1}{2}} = \frac{1,73 \cdot \sqrt{3}}{\frac{1}{2}} = 2 \sqrt{3} \cdot 1,73 \approx 6 \text{ кг}$$

2)

$$T \cos \alpha + F_{TP} = mg \sin \alpha$$

$$F_{TP} = mg \sin \alpha - T \cos \alpha = 6 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} - 17,3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 30 - 5 \cdot 1,73 \sqrt{3} =$$

$$= 30 - 15 = 15 \text{ Н}$$

3)

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

$$15 = \left(6 \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{10 \sqrt{3}}{2} \right) \mu \cdot 2 \cdot \frac{17,3}{2} \mu = 60,55 \mu$$

$$\mu = \frac{15}{60,55} \approx 0,25$$

$$\mu \in [0,25; +\infty)$$

Ответ: 6 кг; 15 Н; $\mu \geq 0,25$.

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

$$1) P_H = \frac{U^2}{R} = \frac{100^2}{25} = 4 \cdot 100 = 400 \text{ Вт}$$

2) Чтобы найти \bar{T}_1 , нужно знать скалярно значение потерь воды из-за P тепловых потерь. Для этого т. к. график — прямая, надо найти коэф наклона графика и найти площадь под ним. $k = \frac{(300-100) \text{ Вт}}{200 \text{ с}} = 1 \frac{\text{Вт}}{\text{с}}$

Также понимаем, что коэф. $b = 100 \text{ Вт} \Rightarrow$

$$\Rightarrow P = kt + b = 1t + 100$$

При $t = 180 \text{ с}$:

$$P = 180 \cdot 1 + 100 = 280 \text{ Вт} \Rightarrow Q_n = \frac{100 + 280}{2} \cdot 180 = 380 \cdot 90 = 34200 \text{ Дж}$$

Посчитаем энергию переданную нагревателем:

$$Q_H = P_H \cdot 180 \text{ с} = 400 \cdot 180 = 72000 \text{ Дж}$$

$$Q_H - Q_n = cm \Delta t = c \rho V \Delta t$$

$$72000 - 34200 = 4200 \cdot 1 \cdot (\bar{T}_1 - 16)$$

$$\frac{37800}{4200} = \bar{T}_1 - 16$$

$$\bar{T}_1 = 9 + 16 = 25^\circ \text{C}$$

Ответ: 400 Вт; 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

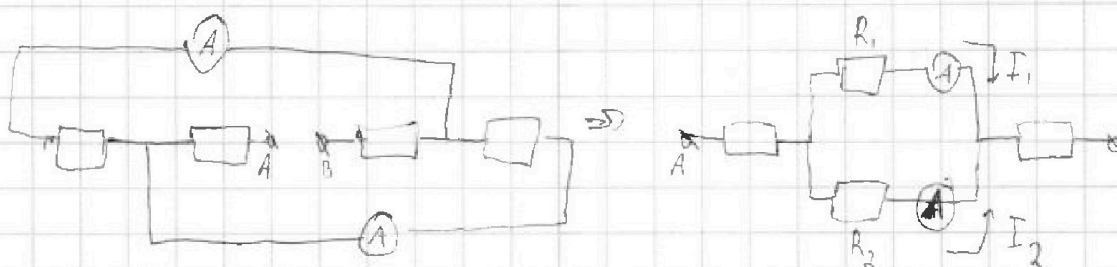
МФТИ

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



15

Перерисуем схему, чтобы было удобнее работать:



$$I_1 R_1 = I_2 R_2$$

$$I_1 > I_2 \Rightarrow R_1 < R_2 \Rightarrow R_1 = 30 \text{ Ом}, R_2 = 60 \text{ Ом}$$

$$I_2 = I_1 \frac{R_1}{R_2} = 2 \cdot \frac{30}{60} = 1 \text{ А}$$

$$I_0 = I_1 + I_2 = 3 \text{ А}$$

~~$$P_1 = I_0^2 R_1 = 3^2 \cdot 30 = 270 \text{ Вт}$$~~

~~$$P_2 = I_0^2 R_2 = 3^2 \cdot 60 = 540 \text{ Вт}$$~~

~~$$P_3 = I_1^2 R_1 = 2^2 \cdot 30 = 120 \text{ Вт}$$~~

~~$$P_4 = I_2^2 R_2 = 1^2 \cdot 60 = 60 \text{ Вт}$$~~

$$R_0 = 30 + 60 + \frac{30 \cdot 60}{30 + 60} = 90 + \frac{1800}{90} =$$

$$= 90 + 20 = 110 \text{ Ом}$$

↓

$$U_0 = I_0 \cdot R_0 = 3 \cdot 110 = 330 \text{ В}$$

$$P = U_0 \cdot I_0 = 330 \cdot 3 = 990 \text{ Вт}$$

Ответ: 1 А; 990 Вт.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

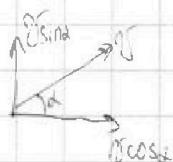
Отметьте крестиком номер задачи,

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!

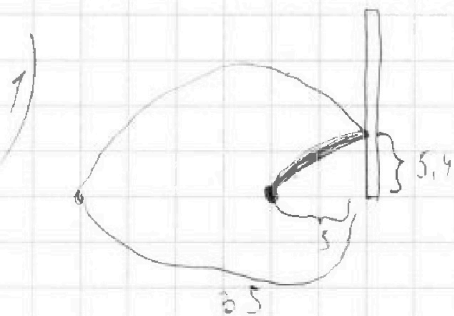


$$t = \frac{2v \sin \alpha}{g}$$

$$L = \frac{v \cos \alpha \cdot 2v \sin \alpha}{g} = \frac{2v^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$$

$$t = \frac{2v \sin \alpha}{g}$$

$$H = v \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{g} - \frac{g^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$



$$v \cos \alpha \cdot t = 5$$

$$v \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} = 5.4$$

$$v \sin \alpha \cdot \frac{5}{v \cos \alpha} - g \frac{5^2}{2 v^2 \cos^2 \alpha} = 5.4$$

$$5 \tan \alpha = \frac{v^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$5 = \frac{v^2 \sin 2\alpha}{4g}$$

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

$$\frac{5 \cdot 2}{2g} = \frac{H}{g}$$

$$\frac{H}{5.4} = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g} \cdot \frac{g}{5 \cdot 2} = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{20g}$$

$$\frac{\sin \alpha \cdot v^2 \sin 2\alpha}{\cos \alpha \cdot 4g} = \frac{g \cdot v^2 \sin^2 2\alpha}{16g^2 \cos^2 \alpha \cdot 2}$$

$$\frac{2v^2 \sin^2 \alpha}{4g} = \frac{v^2 \sin^2 2\alpha}{32 \cos^2 \alpha \cdot g} = \frac{2v^2 \sin^2 \alpha}{4g} = \frac{v^2 \cdot 4 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha}{g \cdot 32 \cos^2 \alpha \cdot g}$$

$$H = \frac{1}{5.4} \cdot \frac{5}{2} = 1.8 = 7.2 \text{ м}$$

$$= \frac{2v^2 \sin^2 \alpha}{4g} - \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{g} = \frac{3v^2 \sin^2 \alpha}{8g} = 5.4$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

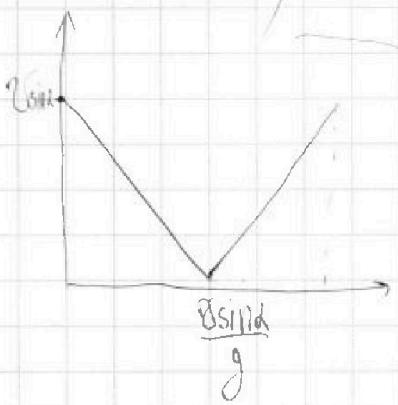
1 2 3 4 5 6 7



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



$$\begin{array}{r} 1,73 \\ 1,73 \\ \hline 519 \\ 1311 \\ 173 \\ \hline 3,4029 \end{array}$$



$$t_1 = \frac{3}{4} t + \frac{3}{4} \cdot \frac{2v \sin \alpha}{g} = \frac{1,5 v \sin \alpha}{g}$$

$$\frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g} = 7,2$$

$$\frac{2v \sin \alpha}{g} = 4,8$$

$$S = v \cos \alpha \cdot \frac{t}{2}$$

$$4,8 = v \cos \alpha \cdot \frac{t}{2} = 2v \cos \alpha \sin \alpha$$

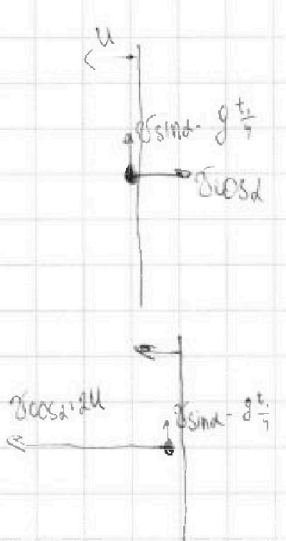
$$v^2 \sin^2 \alpha = 7,2 \cdot 2g = 144 - g = 144$$

$$v \sin \alpha = 12$$

$$v \cos \alpha = 1,8$$

$$t_1 = \frac{1,5 \cdot 12}{10} = 1,8 \text{ c}$$

3)

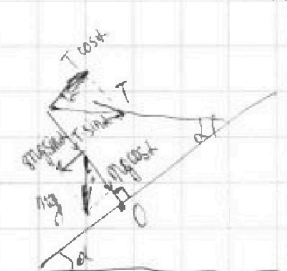


$$\frac{3}{4} t \cdot v \cos \alpha = \frac{3}{4} t (v \cos \alpha + 2U) - 1,8$$

$$v \cos \alpha = v \cos \alpha + 2U - 1,8$$

$$U = 0,9 \frac{m}{c}$$

Ответ: 7,2 м; 1,8 с; 0,9 $\frac{m}{c}$



1)

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

$$m = \frac{2T \cos \alpha}{g \sin \alpha} = \frac{2 \cdot 11,5 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{10 \cdot \frac{1}{2}} = 1,73 \cdot \frac{\sqrt{3}}{1} = 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 1,73 \approx 6 \text{ кг}$$

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!



$$2) F_{TP} = \cancel{mg} = \cancel{mg \cos \alpha} + T \sin \alpha$$

$$F_{TP} = mg \sin \alpha = 6 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} = 30 \text{ Н}$$

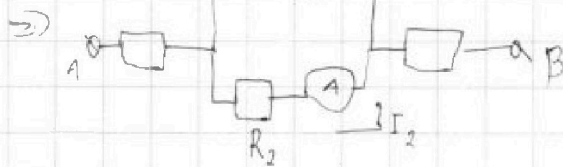
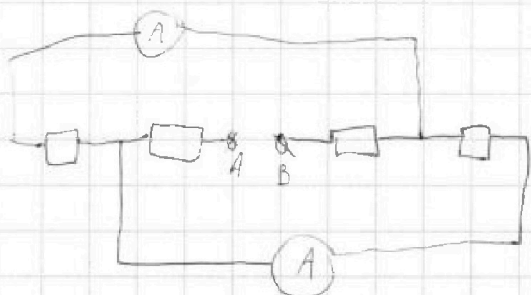
$$3) 30 \text{ Н} = (mg \cos \alpha + T \sin \alpha) \mu = \left(6 \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{10\sqrt{3}}{2} \right) \mu = \left(7 \cdot \frac{10\sqrt{3}}{2} \right) \mu =$$

$$= \left(7 \cdot \frac{17,3}{2} \right) \mu = 7 \cdot 8,65 \mu$$

$$\mu = \frac{30}{60,55} \approx 0,5$$

$$\begin{array}{r} \times 8,65 \\ 7 \\ \hline 60,55 \end{array}$$

~~$\mu \in [0,5, +\infty)$~~ $\mu \in [0,5, +\infty)$



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

$$P_1 = I_1^2 R_1 = 3^2 \cdot 30 = 270 \text{ Вт}$$

$$P_2 = I_2^2 R_2 = 3^2 \cdot 60 = 540 \text{ Вт}$$

$$P_3 = I_1^2 R_1 = 1^2 \cdot 30 = 30 \text{ Вт}$$

$$P_4 = I_2^2 R_2 = 1^2 \cdot 60 = 60 \text{ Вт}$$

$$I_1 R_1 = I_2 R_2$$

$$I_1 > I_2 \Rightarrow R_1 < R_2 \Rightarrow R_1 = 30 \Omega, R_2 = 60 \Omega$$

$$I_2 = I_1 \cdot \frac{R_1}{R_2} = 2 \cdot \frac{30}{60} = 1 \text{ A}$$

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

$$1) P_H = \frac{U^2}{R} = \frac{100^2}{25} = 400 = 400 \text{ Вт}$$

2) Чтобы найти \bar{t} , нужно знать сколько энергии потеряна вода из-за P тепл. потерь. Для этого т.к. график, надо найти коэф. наклона графика и найти площадь под ним. $k = \frac{(300-100) \text{ Вт}}{200 \text{ с}} = 1 \frac{\text{Вт}}{\text{с}}$

~~Найти~~ Также поминим, что коэф. $b = 100 \text{ Вт} \Rightarrow P = kt + b = 1t + 100$

При $t = 180 \text{ с}$

$$P = 1 \cdot 180 + 100 = 280 \text{ Вт} \Rightarrow Q_H = \frac{100 + 280}{2} \cdot 180 = 380 \cdot 90 = 38000 - 3800 = 34200 \text{ Дж}$$

Посчитаем энергию переданную нагревателем:

$$Q_H = P_H \cdot 180 \text{ с} = 400 \cdot 180 = 400 \cdot (200 - 20) = 400 \cdot 2 \cdot (100 - 10) = 800(100 - 10) = 80000 - 8000 = 72000 \text{ Дж}$$

$$Q_H - Q_H = cm \Delta t = c \rho V \Delta t$$

$$72000 - 34200 = 4200 \cdot 1 \cdot (\bar{t} - 16)$$

$$\frac{37800}{4200} = \bar{t} - 16$$

$$\bar{t} = 9 + 16 = 25^\circ \text{C}$$

72000
- 34200

37800

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



$$V \cos \alpha \cdot 100 = 50 \Rightarrow V = \frac{50}{2 \cos \alpha}$$

$$- V \sin \alpha \cdot 100 + V \cdot 100 = 120$$

$$V \cos \beta \cdot 240 = 50 \quad \frac{\cos \beta}{240} = \frac{50}{240} = \frac{5}{24} \quad \frac{\cos \beta}{\cos \alpha} = \frac{5}{12}$$

$$240V - 240V \sin \beta = 120$$

$$\frac{1 - \sin^2 \beta}{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{5}{12}$$

$$\frac{1 - \sin^2 \beta}{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{25}{144}$$

$$144 - 144 \sin^2 \beta = 25 - 25 \sin^2 \alpha$$

$$25 \sin^2 \alpha = 144 \sin^2 \beta - 119$$

$$100V - \frac{100 \cos \alpha}{2 \cos \alpha} = 240V - \frac{240 \sin \beta}{2 \cos \alpha}$$

$$\frac{240 \sin \beta - 100 \sin \alpha}{2 \cos \alpha} = 190V$$

$$V_1 = \frac{\sqrt{120^2 + 50^2}}{100} = \frac{130}{100} = 1,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$V_2 = \frac{\sqrt{120^2 + 100^2}}{240} = \frac{160}{240} = \frac{2}{3} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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!



$$120 = (V - v \sin \alpha) 100$$

$$120 = (V - v \sin \beta) 240$$

$$\frac{1}{2} = V - v \sin \beta$$

$$v \sin \beta + 0,5 = V$$

$$v \sin \beta = V - 0,5$$

$$v \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{v^2 - v^2 \sin^2 \beta}$$

$$240 \sqrt{v^2 - (V - 0,5)^2} = 50$$

$$v^2 - V^2 + V - 0,25 = \frac{25}{24^2}$$

$$v^2 - V^2 + 2,4V - 1,44 = \frac{1}{4}$$

$$2,4V - 1,44 + 0,25 = \frac{1}{4} - \frac{25}{24^2}$$

$$\frac{1}{4} - \frac{25}{576} = \frac{144 - 25}{576} = \frac{119}{576}$$

$$2,4V = \frac{119}{576} + 1,44 - \frac{1}{4} = \frac{119 + 400 - 144}{576} = \frac{375}{576}$$

$$V = \frac{375}{2,4 \cdot 576} = \frac{375}{1382,4} \approx \frac{1}{2,15}$$

$$\frac{1}{2,15} = \frac{1}{2,15} = \frac{1}{2,15}$$

$$v^2 - \frac{1}{2,15^2} + \frac{2,4}{2,15} - 1,44 = \frac{1}{4}$$

$$v^2 + \frac{2,4 \cdot 2,15 - 1}{2,15^2} - 1,44 = \frac{1}{4}$$

$$\begin{array}{r} 8064 \overline{) 3750} \\ 7500 \quad 2,1514 \\ \hline 5640 \\ - 3750 \\ \hline 18900 \\ - 16750 \\ \hline 21500 \end{array}$$

$$1,2 = V - v \sin \alpha$$

$$v \sin \alpha = V - 1,2$$

$$v \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{v^2 - v^2 \sin^2 \alpha}$$

$$100 \sqrt{v^2 - (V - 1,2)^2} = 50$$

$$25^2 - V^2 + 2,4V - 1,44 = \frac{1}{4}$$

$$\begin{array}{r} \times 24 \\ \times 24 \\ \hline 96 \\ + 48 \\ \hline 576 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 576 \overline{) 4} \\ 4 \quad 191 \\ \hline 17 \\ - 16 \\ \hline 16 \\ - 16 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 576 \times 1,1 \\ \hline 2304 \\ 576 \\ \hline 8064 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3750 \overline{) 14} \\ 28 \quad 1267,25 \\ \hline 95 \\ - 88 \\ \hline 70 \\ - 70 \\ \hline 0 \end{array}$$

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!



$$\begin{array}{r} \times 2,15 \\ 2,4 \\ \hline 260 \\ + 430 \\ \hline 5,700 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,15 \\ 2,15 \\ \hline 1075 \\ + 215 \\ \hline 430 \\ + 4625 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} - 416000 \mid 46225 \\ 416025 \mid 0,9 \\ \hline - 25 \end{array}$$

$$v^2 + \frac{4,16}{4,6225} - 1,44 = 0,25$$

$$v^2 = 1,44 + 0,25 - \frac{4,16}{4,6225} \approx 1,44 + 0,25 - 0,9 = 1,69 - 0,9 \approx 0,8$$

$$v \approx \sqrt{0,8} = \sqrt{\frac{2,4}{3}} = 2\sqrt{\frac{1}{5}} \approx \frac{2}{2,2} = \frac{1}{1,1}$$

~~$$\begin{array}{r} \times 2,3 \\ 2,3 \\ \hline 69 \\ + 48 \\ \hline 5,29 \end{array}$$~~

$$\begin{array}{r} \times 2,2 \\ 2,2 \\ \hline 44 \\ + 44 \\ \hline 4,84 \end{array}$$



$$V - v \sin \alpha = 0$$

$$V = v \sin \alpha$$

$$\frac{1}{2,15} = \frac{\sin \alpha}{1,1}$$

$$\frac{1,1}{2,15} = \sin \alpha$$

$\sin \alpha < 1 \Rightarrow$ Путь может быть \Rightarrow

$$\Rightarrow S = CB \cdot L = 120 \text{ м}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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

