



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 09-02

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

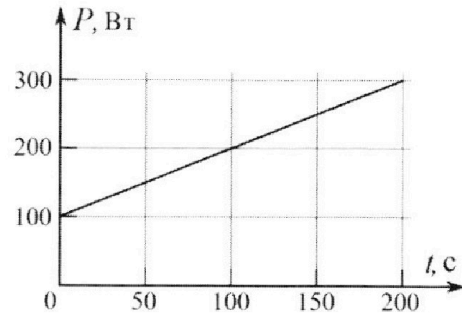


4. Воду объемом $V = 1$ л нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $\tilde{t}_0 = 16$ °С. Сопротивление спирали электроплитки $R = 25$ Ом, напряжение источника $U = 100$ В. Зависимость мощности P тепловых потерь от времени t представлена на графике (см. рис.).

1) Найдите мощность P_H нагревателя.

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

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

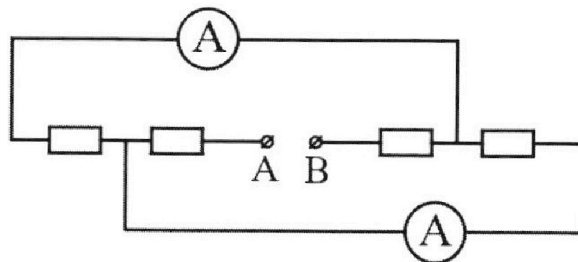


5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 30 Ом, у двух других сопротивление по 60 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

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?





Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

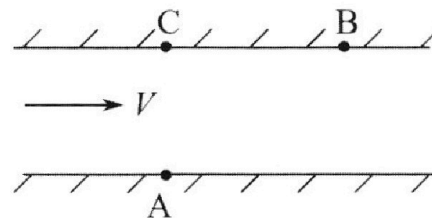
Вариант 09-02



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.

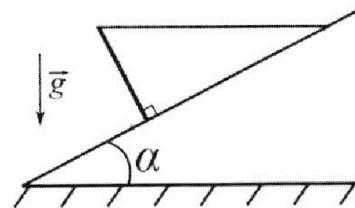
- 1) Найдите наибольшую высоту H , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

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.

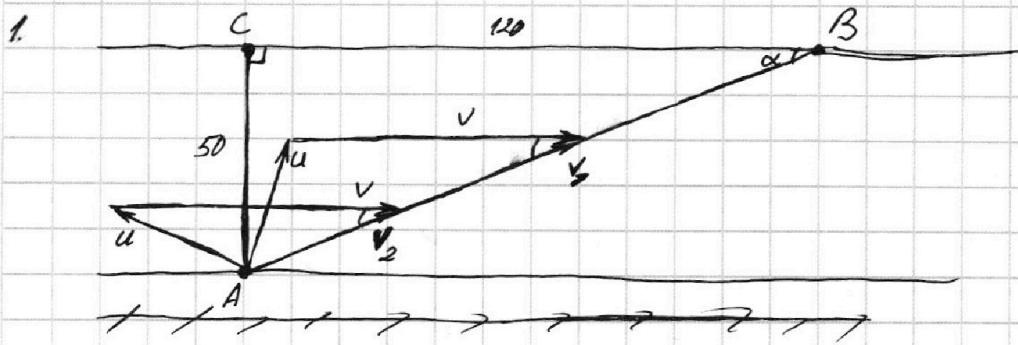
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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

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

Пусть u - скорость течения в CO течении.

Тогда по т. косинусов для α между скоростями в двух

первых замкнутых (углы между (V_1, u) и (V_2, u) равны, т.к. V во всех случаях равен углу α)

$$\begin{cases} V_2^2 + V^2 - 2V_2V \cos \alpha = u^2; & V_1 = \frac{AB}{T_1} = \frac{130 \text{ м}}{100 \text{ с}} = 1,3 \text{ м/с} \\ V_1^2 + V^2 - 2V_1V \cos \alpha = u^2. & V_2 = \frac{AB}{T_2} = \frac{130 \text{ м}}{240 \text{ с}} = \frac{13}{24} \text{ м/с} \end{cases}$$

$$V_1^2 + V^2 - 2V_1V \cos \alpha = V_2^2 + V^2 - 2V_2V \cos \alpha \quad V_1 \neq V_2$$

$$V_1^2 - V_2^2 = 2V \cos \alpha (V_1 - V_2)$$

$$V_1 + V_2 = 2V \cos \alpha$$

$$V = \frac{V_1 + V_2}{2 \cos \alpha} = \frac{\frac{13}{10} \text{ м/с} + \frac{13}{24} \text{ м/с}}{2 \cdot \frac{12}{13}} = 13^2 \cdot \frac{34}{10 \cdot 24^2} \text{ м/с} = 13^2 \cdot \frac{17}{5 \cdot 24^2} \text{ м/с} = \frac{2873}{2880} \text{ м/с} \approx 1 \text{ м/с}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

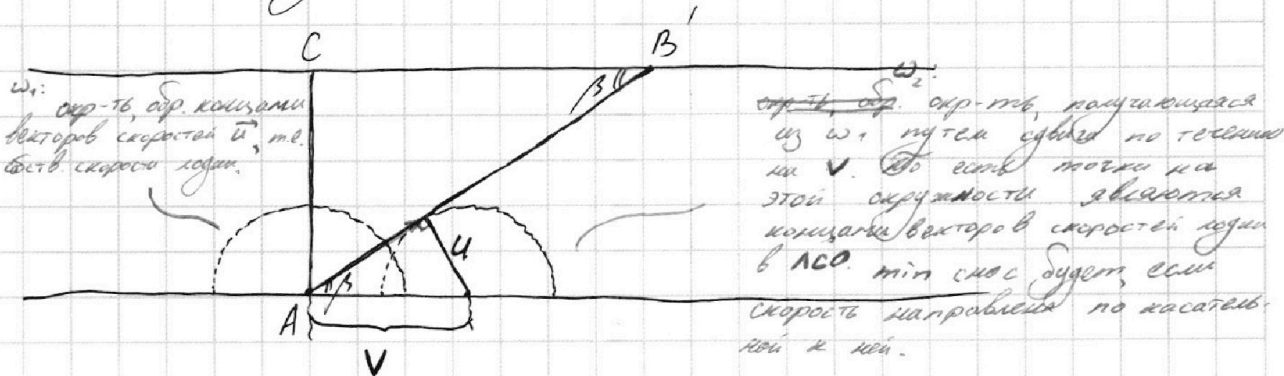
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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

В третьей задаче:



Снос будет наименьшим, если скорость в ЛСО будет направлена по касательной к окружности ω_2

~~спр. снр. концами векторов скорости u , движущаяся на v вправо (на ко-сет.)~~

$$\sin \beta = \frac{u}{\sqrt{v^2 - u^2}} = \frac{AC}{CB'}$$

$$u^2 = \left(\frac{13}{24} \frac{m}{c}\right)^2 + \left(\frac{13 \cdot 17}{5 \cdot 24^2} \frac{m}{c}\right)^2 - 2 \cdot \frac{13}{24} \frac{13 \cdot 17}{5 \cdot 24^2} \frac{m}{c} \cdot \frac{12}{73} =$$
$$= \frac{13^2}{24^2} + \frac{13^4 \cdot 17^2}{5^2 \cdot 24^4} - \frac{13^2 \cdot 17}{5 \cdot 24^2} = \frac{13^2 \cdot 24^2 \cdot 5^2 + 13^4 \cdot 17^2 - 13^2 \cdot 17 \cdot 5 \cdot 24^2}{5^2 \cdot 24^4}$$
$$= u^2 \approx \left(\frac{13}{10} \frac{m}{c}\right)^2 + \left(\frac{1}{10} \frac{m}{c}\right)^2 - 2 \cdot \frac{13}{10} \frac{m}{c} \cdot \frac{1}{10} \frac{m}{c} \cdot \frac{12}{73} =$$
$$= (2,69 - 2,4 \cdot \frac{12}{73}) \frac{m^2}{c^2} = 0,29 \frac{m^2}{c^2}$$

$$S = CB - CB' = CB - AC \sin \beta$$
$$S = 120 \text{ м} - 50 \text{ м} \cdot \sqrt{\frac{0,29}{0,71}} = 120 \text{ м} - 50 \text{ м} \cdot \sqrt{\frac{29}{71}} \approx 120 \text{ м} - 50 \text{ м} \cdot \frac{5}{10} = 120 \text{ м} - 25 \sqrt{10} \text{ м}$$

Ответ: $v_1 = 13 \frac{m}{c}$; $v_2 = \frac{13}{24} \frac{m}{c}$; $S \approx 120 \text{ м} - 50 \text{ м} \cdot \sqrt{\frac{29}{71}} = 42 \text{ м}$; $v = \frac{2873}{2880} \frac{m}{c} \approx 1 \frac{m}{c}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

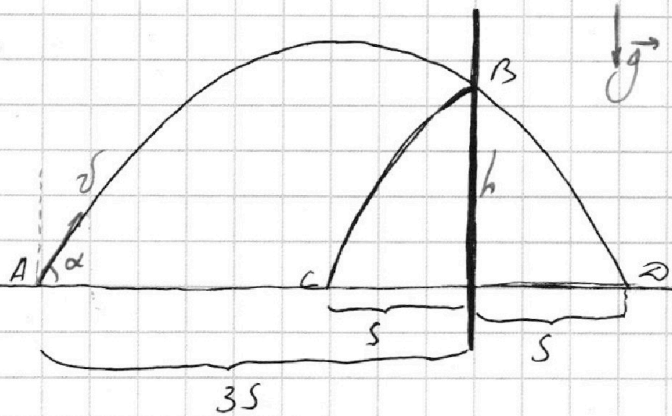
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



2.



Ортогонал BC отн. скорости, тогда BD - продолжение траект. падающей, т.к. удар абсолютно упругий.

t_2 - время полёта AB, t_1 - BC.

Тогда $3S = v \cos \alpha t_2$,

$$S = v \cos \alpha t_1 \Rightarrow t_2 = 3t_1$$

~~$$t_2 = t_1 \Rightarrow t_1 = 3t_1$$~~

max. высота - H.

$$H = v \sin \alpha \cdot \frac{v \sin \alpha}{g} - \frac{g \left(\frac{v \sin \alpha}{g} \right)^2}{2} = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$h = v \sin \alpha \cdot 3t_1 - \frac{g(3t_1)^2}{2}$$

Время всего полёта $4t_1 = \frac{2v \sin \alpha}{g} \Rightarrow v \sin \alpha = 2gt_1$

$$h = 2gt_1 \cdot 3t_1 - \frac{4,5gt_1^2}{2} = 1,5gt_1^2 \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{h}{1,5g}}$$

$$H = \frac{4g^2 t_1^2}{2g} = 2gt_1^2 = 2g \cdot \frac{h}{1,5g} = \frac{4}{3}h = 12m$$

$t_1 = 0,6s$

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

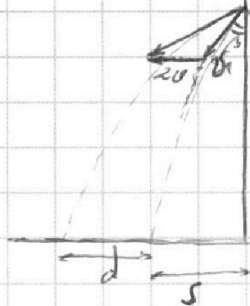
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

Менее стенки движется навстречу мячу со ск. u .



Пусть ск. \vec{v}_1 - скорость мяча перед соударением. В СО стенки мяч движ. со ск. $\vec{v}_1 - \vec{u}$; отталкивает ~~с~~ ~~ск.~~ $|\vec{v}_1 - \vec{u}|$, но в другую сторону, а в ЛСО - со ск. $|\vec{v}_1 - 2\vec{u}|$.

Поэтому, что на время падения видит только вертикальная составляющая скорости, а она одинакова в двух случаях. Значит, время падения равно t_1 .

$$S = v_1 \sin \alpha \cdot t_1;$$

$$S + d = (\vec{v}_1 - 2\vec{u}) \cdot (\vec{v}_1 \sin \alpha + 2\vec{u}) t_1 \Rightarrow d = 2u t_1.$$

$$u = \frac{d}{2t_1} = \frac{1,8 \text{ м}}{2 \cdot 0,6 \text{ с}} = 1,5 \text{ м/с}$$

Ответ: $u = 1,5 \text{ м/с}$;

~~$t_1 = 0,15 \text{ с}$~~ ~~$0,6 \text{ с}$~~

~~$u = 1,5 \text{ м/с}$~~ $1,5 \text{ м/с}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

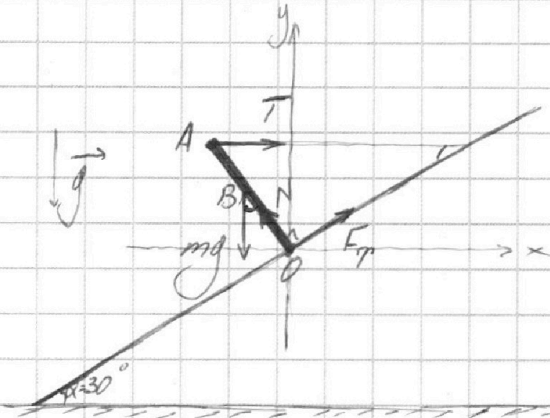
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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



3



Стержень однородный $\Rightarrow OB = \frac{1}{2} OA$

Отм. 1) 0 правило моментов для стержня:

$$mg \cdot OB \sin \alpha = T \cdot OA \cos \alpha$$

$$mg = \frac{2T}{\sin \alpha} = \frac{2T}{\sin 30^\circ}$$

$$m = \frac{2T}{g \cdot \sin 30^\circ} = \frac{2 \cdot 17,3 \text{ Н}}{10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 17,3}{5} \text{ кг} = 6 \text{ кг}$$

ИЗН для стержня на вертикальную и горизонтальную оси:

$$\begin{cases} mg = N \cos \alpha + F_p \sin \alpha \\ N \sin \alpha = F_p \cos \alpha + T \end{cases} \Rightarrow \frac{F_p \cos \alpha + T}{mg - F_p \sin \alpha} = \sin \alpha$$

$$N = \frac{F_p \cos \alpha + T}{\sin \alpha}$$

$$mg \sin \alpha - F_p \frac{\sin^2 \alpha}{\cos \alpha} = F_p \cos \alpha + T$$

$$2T - T = F_p \left(\frac{\sin^2 \alpha}{\cos \alpha} + \cos \alpha \right)$$

$$T = \frac{F_p}{\cos \alpha} \Rightarrow F_p = T \cos \alpha = 17,3 \text{ Н} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 15 \text{ Н}$$

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!

$F_{\text{тр}} \leq \mu N$, иначе стержень начнёт скользить.

$$T \cos \alpha \leq \mu \cdot \frac{F_{\text{тр}} \cos \alpha + T}{\sin \alpha}$$

$$T \cos \alpha \leq \mu \cdot \frac{T(\cos^2 \alpha + 1)}{\sin \alpha}$$

$$\mu \geq \frac{\cos \alpha \cdot \sin \alpha}{\cos^2 \alpha + 1} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2}}{\frac{3}{4} + 1} = \frac{\sqrt{3}}{7}$$

Ответ: $m = 6 \text{ кг}$; $F_{\text{тр}} = 15 \text{ Н}$; $\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{7}$.

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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



4. Масса воды $m = \rho V = 1 \text{ кг}$.

Мощность нагревателя равна $P_H = \frac{U^2}{R} = \frac{(100 \text{ В})^2}{25 \text{ Ом}} = 400 \text{ Вт}$

Рассмотрим Δ промежуток времени от 0 до T .

Суммарное кол-во теплоты Q за это время равно мощности

по закону сохранения $P(t)$ (т.к. $dQ = dt \cdot P \Rightarrow Q = t \cdot P$)

$P = kt + P_0$, где $P_0 = 100 \text{ Вт}$; $k = \frac{(300 - 100) \text{ Вт}}{200 \text{ с}} = 1 \frac{\text{Вт}}{\text{с}}$

УТВ для воды:

$$Q + cm(T_1 - T_0) = P_H T$$

$$Q = T \cdot \frac{P_0 + P_0 + kT}{2} = T \left(P_0 + \frac{k}{2} T \right) = 180 \text{ с} \cdot \left(100 \text{ Вт} + 0,5 \frac{\text{Вт}}{\text{с}} \cdot 180 \text{ с} \right) =$$
$$= 180 \cdot 180 \text{ Дж} = 32400 \text{ Дж}$$

$$T_1 = T_0 + \frac{P_H T - Q}{cm} = 16^\circ \text{C} + \frac{400 \text{ Вт} \cdot 180 \text{ с} - 180 \cdot 180 \text{ Дж}}{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} \cdot 1 \text{ кг}} =$$
$$= 16^\circ \text{C} + \frac{37800 \text{ Дж}}{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} \cdot 1 \text{ кг}} = 16^\circ \text{C} + 9^\circ \text{C} = 25^\circ \text{C}$$

Ответ: $P_H = 400 \text{ Вт}$; $T_1 = 25^\circ \text{C}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

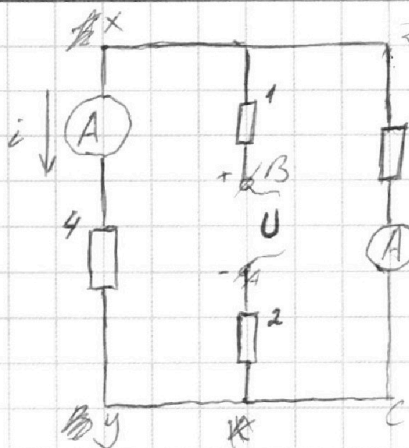
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



5.



Если у резисторов 1 и 2 одинаковые сопротивления, то у 3 и 4 - тоже.

И тогда токи через эти резисторы окажутся равны из симметрии отн. AB.

Значит, $R_1 \neq R_2$. Пусть, без ограничения общности, следовательно, $R_4 \neq R_3$, т.е. одно из них - $R=60 \text{ Ом}$, другое - $r=30 \text{ Ом}$.

Для контура ~~ABCD~~^{XY} второе правило Кирхгофа:

$i R_4 = I R_3$. Полагая, что если $I > i$, то $R_3 < R_4$.

Пусть, д.о.о., I_1 - это I . Тогда $R_3 = 30 \text{ Ом}$; $R_4 = 60 \text{ Ом}$, откуда i , т.е. I_2 , равен $I_1 \cdot \frac{R_3}{R_4} = \frac{1}{2} I_1 = 1 \text{ А}$.

Найдём P . Полагая, что источник тока, это создаёт напряжение U , и при этом через него проходит ток $I+i = I_1 + I_2 = 3 \text{ А}$ (из I пр. Кирхгофа). $P = I U$. $P = (I_1 + I_2) U$

II правило Кирхгофа для контура DCABD:

$I R_3 + (I_1 + I_2)(R+r) = U$. Действ, по AB метр ток

$I+i = I_1 + I_2$ из I правила Кирхгофа; $R_1 + R_2 = R+r$, т.е. $R_1 \neq R_2$.

$I R_3 = I_1 r \Rightarrow U = 330 \text{ В}$; $P = (I_1 + I_2) U = 990 \text{ Вт}$. Ответ: $I_2 = 1 \text{ А}$; $P = 990 \text{ Вт}$.

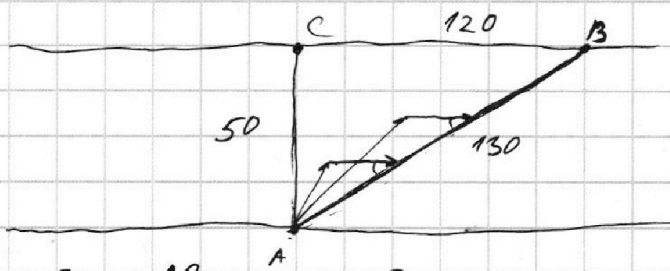
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



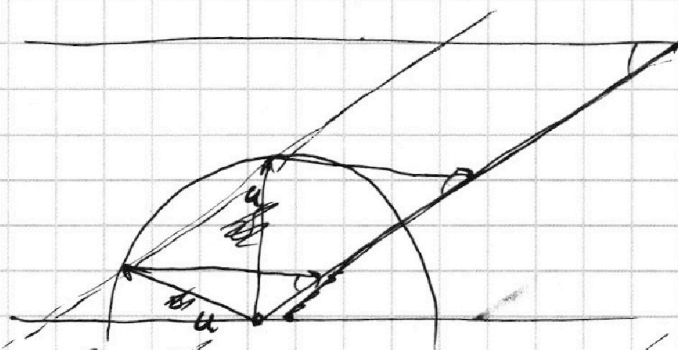
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$v_1 = \frac{AB}{t_1}$$

$$v_2 = \frac{AB}{t_2}$$

4 6
18
12
30



$$v_1^2 + v_2^2 - 2v_1 v_2 \cos \alpha = v_2^2 + v_1^2 - 2v_1 v_2 \cos \alpha$$

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

$$v_1 + v_2 = 2v_2 \cos \alpha$$

$$v_2 = \frac{v_1 + v_2}{2 \cos \alpha}$$

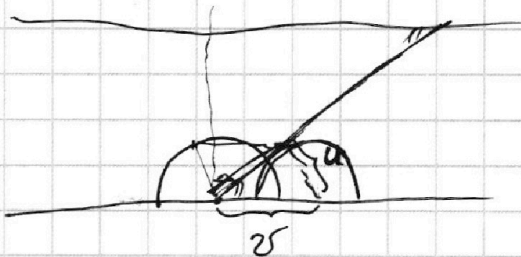
$$\begin{array}{r} 1 \\ 24 \\ \times 24 \\ \hline 96 \\ 48 \\ \hline 576 \end{array}$$

$$5.576 =$$

$$\begin{array}{r} 160 \\ \times 17 \\ \hline 1080 \\ 169 \\ \hline 2873 \end{array}$$

$$= 2880$$

$$\begin{array}{r} 33 \\ \times 576 \\ \hline 5 \\ \hline 2880 \end{array}$$



$$\frac{13^2 \cdot 5^2 \cdot 24^2 + 13^4 \cdot 17^2 - 13^2 \cdot 17 \cdot 5 \cdot 24^2}{5^2 \cdot 24^4}$$

$$= \frac{13^2}{5^2 \cdot 24^4} \cdot (5^2 \cdot 24^2 + 13^2 \cdot 17^2 - 17 \cdot 5 \cdot 24^2)$$

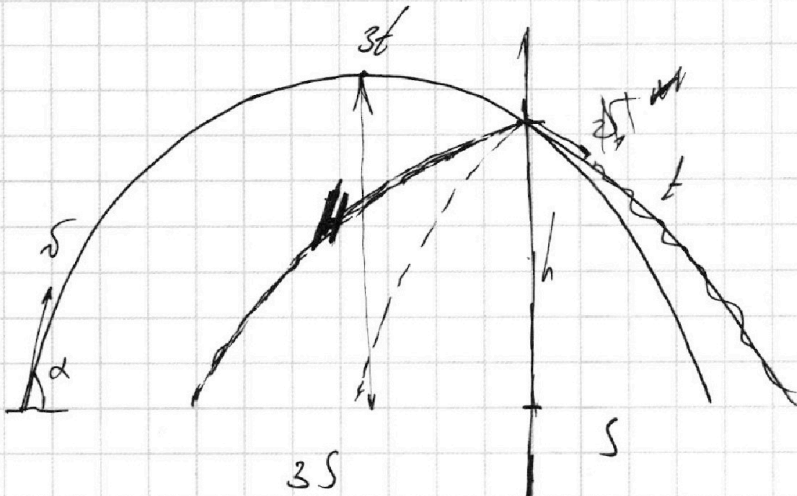
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



$$H = \frac{v \sin \alpha \cdot v \sin \alpha}{g} - g \frac{(v \sin \alpha)^2}{2} =$$

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

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

$$h = v \sin \alpha \cdot 3t - \frac{g \cdot 9t^2}{2}$$

$$\sqrt{3} \cdot 10\sqrt{3} = 30$$

$$\sqrt{\frac{54}{15}} =$$

$$= \sqrt{\frac{1,8}{5}} =$$

$$= \sqrt{\frac{9}{25}} =$$

$$= \frac{3}{5} = 0,6$$

$$\sqrt{\frac{54}{15}} = 0,36 = \frac{54}{15}$$

$$3,6 \cdot 5 =$$

$$2v \sin \alpha = 4t$$

$$v \sin \alpha = 2gt$$

$$h = 2gt \cdot 3t - \frac{g \cdot 9t^2}{2} = 6gt^2 - 4,5gt^2 = 1,5gt^2$$

$$t = \sqrt{\frac{h}{1,5g}}$$

$$v \sin \alpha = 2g \cdot \sqrt{\frac{h}{1,5g}}$$

$$\sqrt{\frac{54}{15}} =$$

$$= \sqrt{\frac{18}{5}} =$$

$$\frac{3,6}{2}$$

$$= \sqrt{3,6} = 1,8 = \sqrt{\frac{36}{20}} = \frac{6}{\sqrt{20}} = \frac{3\sqrt{2}}{2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



4. ~~Решение~~
от.

$$\underline{P_{от} + cm\omega T} = \frac{U^2}{R} \omega t$$

~~$$\left(\frac{U^2}{R} - P\right) \omega t = cm\omega T$$~~

$$P = kt$$

За б. т

$$\left(\frac{U^2}{R} - kt\right) \omega t = cm\omega T$$

$$P_{\Sigma} + cm\omega T = \frac{U^2}{R} t$$

~~$$\sum \frac{U^2}{R} - kt$$~~

$$P_{\Sigma} = \frac{P_0 + P_k}{2} \cdot t =$$

$$P = kt + b$$

$$= \frac{P_0 + P_0 + kt}{2} t =$$

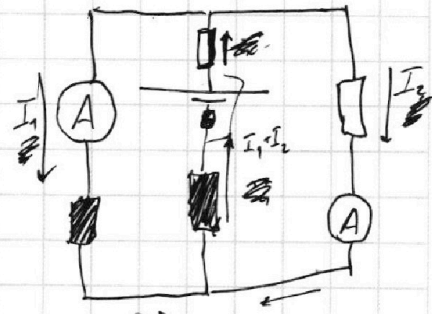
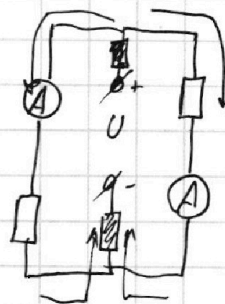
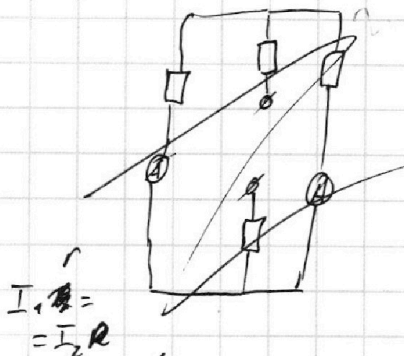
$$\omega t \quad P_{от} = (kt + b) \omega t$$

$$= \left(P_0 + \frac{k}{2} t\right) t =$$

$$= \frac{k}{2} t^2 + P_0 t$$

$$\omega t = \frac{\frac{U^2}{R} t - P_{\Sigma}}{cm}$$

5.



$$(I_1 + I_2)(R + r) + I_2 R = U$$

$$\frac{(I_1 + I_2)(R + r) + I_2 R}{330 \Omega} + \frac{(I_1 + I_2)}{3A} r_0 = U$$

$$U = 330B + r_0 \cdot 3A$$

$$\frac{(U - (I_1 + I_2)r_0)^2}{r_0} =$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

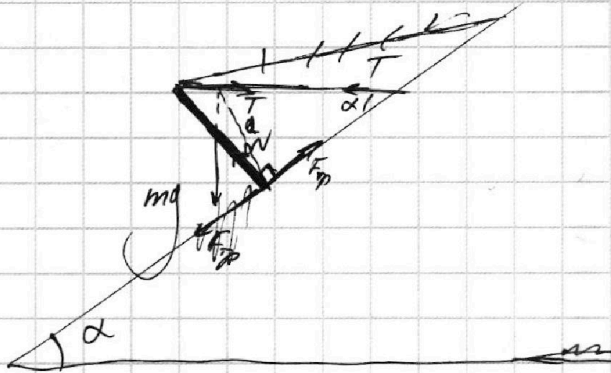
МФТИ

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



$$\begin{array}{r} 71 \overline{) 29} \\ -58 \\ \hline 130 \end{array}$$

$$\frac{71}{29} = 2 + \frac{13}{29} \approx 2,5$$

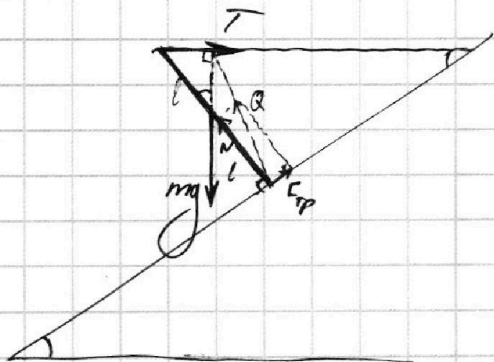


$$\begin{array}{r} 7 \\ \times 18 \\ \hline 126 \\ + 18 \\ \hline 342 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ \times 13 \\ \hline 195 \\ + 180 \\ \hline 375 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 18 \\ \times 210 \\ \hline 3780 \end{array}$$

$$420 - 47,5 = 372,5 \approx 42$$



$$mg = N \cos \alpha + F_{fp} \sin \alpha$$

$$T + F_{fp} \cos \alpha = N \sin \alpha$$

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

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

$$mg = \frac{2T}{\sin \alpha}$$

$$\frac{T + F_{fp} \cos \alpha}{mg - F_{fp} \sin \alpha} = \sin \alpha$$

$$2T - F_{fp} \cdot \sin \alpha \cdot \sin \alpha = T + F_{fp} \cos \alpha$$

$$T = F_{fp} \left(\frac{\sin^2 \alpha}{\cos \alpha} + \cos \alpha \right)$$

$$T = F_{fp} \cdot \frac{1}{\cos \alpha} \quad F_{fp} = T \cos \alpha$$

$$N = T + T \cos^2 \alpha = T(1 + \cos^2 \alpha)$$

$$F_{fp} \leq \mu N$$

$$T \cos \alpha \leq \mu T(1 + \cos^2 \alpha)$$

$$\mu \geq \frac{\cos \alpha}{1 + \cos^2 \alpha}$$

$$37800 = 4200 \cdot 9$$

$$\sqrt{37800} = 194,4$$

$$194,4 - 25 \sqrt{90} = 30$$

$$3,1^2 = 9,61$$