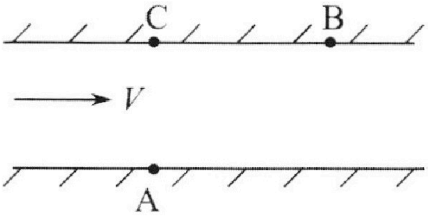
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.

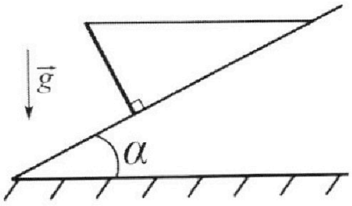
2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

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/с^2. 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 $\alpha = 30^0$.



1) Найдите массу m стержня.

2) Найдите силу F_{TP} трения, действующую на стержень.

3) При каких значениях коэффициента μ трения скольжения стержень будет находиться в покое? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

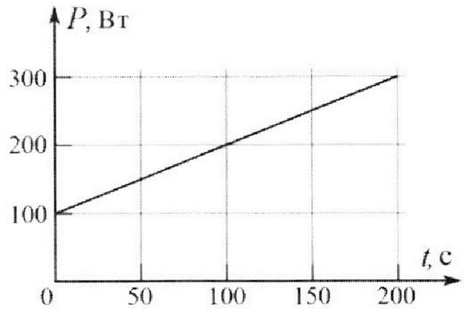
Вариант 09-02

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

4\. Воду объемом $V = 1$л нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $\tilde{t}_0 = 16\,^0$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.

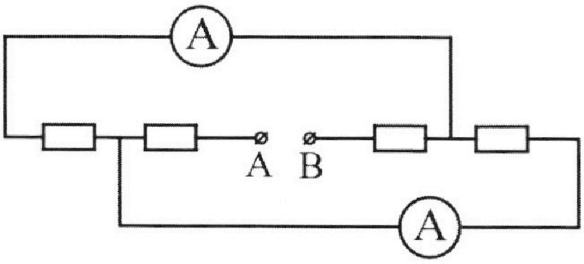
Плотность воды $\rho = 1000$кг/м^3, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг$\cdot^0$C).



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 A и B 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:

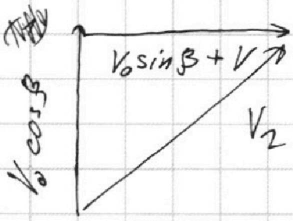
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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

(3) $V_0 \cos\beta = \dfrac{d}{T_2}$

(4) $V + V_0 \sin\beta = \dfrac{L}{T_2}$



$V_2 = \sqrt{\left(\dfrac{d}{T_2}\right)^2 + \left(\dfrac{L}{T_2}\right)^2} =$

$= \sqrt{\left(\dfrac{50}{240}\right)^2 + \left(\dfrac{120}{240}\right)^2} = \sqrt{\dfrac{25}{24^2} + \dfrac{1}{4}} = \sqrt{\dfrac{25}{6^2 \cdot 4^2} + \dfrac{6^2 \cdot 4}{6^2 \cdot 4^2}} =$

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

$= \sqrt{\dfrac{25 + 144}{6^2 \cdot 4^2}} = \sqrt{\dfrac{169}{6^2 \cdot 4^2}} = \dfrac{13}{6 \cdot 4} = \dfrac{13}{24}$ м/с.

$$\begin{array}{r} 36 \\ \times\ 4 \\ \hline 144 \end{array}$$

~~Рассмотрим~~

Из (1) $\cos\alpha = \dfrac{d}{T_1 V_0} = \sqrt{1 - \sin^2\alpha} \Rightarrow \dfrac{d^2}{T_1^2 V_0^2} = 1 - \sin^2\alpha$

Из (2) $V = \dfrac{L}{T_1} - V_0 \sin\alpha$ (5) $\qquad \sin^2\alpha = 1 - \dfrac{d^2}{T_1^2 V_0^2}$

Из (3) $\cos\beta = \dfrac{d}{T_2 V_0} = \sqrt{1 - \sin^2\beta} \qquad \sin\alpha = \sqrt{1 - \dfrac{d^2}{T_1^2 V_0^2}}$

Из (4) $V = \dfrac{L}{T_2} - V_0 \sin\beta$ (6) $\qquad \sin\beta = \sqrt{1 - \dfrac{d^2}{T_2^2 V_0^2}}$

Из (5) и (6):

$$\frac{L}{T_1} - V_0 \sqrt{1 - \frac{d^2}{T_1^2 V_0^2}} = \frac{L}{T_2} - V_0 \sqrt{1 - \frac{d^2}{T_2^2 V_0^2}}$$

$$V_0 \left(\sqrt{1 - \frac{d^2}{T_2^2 V_0^2}} - \sqrt{1 - \frac{d^2}{T_1^2 V_0^2}} \right) = \frac{L}{T_2} - \frac{L}{T_1}$$

$(V_0 \sin\beta + V) T_2 = (V_0 \sin\alpha + V) T_1$

$V_0 \sin\beta\, T_2 + V T_2 = V_0 \sin\alpha\, T_1 + V T_1$

$V(T_2 - T_1) = V_0 (\sin\alpha\, T_1 - \sin\beta\, T_2)$

Ответ: $V_1 = 1{,}3$ м/с
$V_2 = \dfrac{13}{24}$ м/с

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

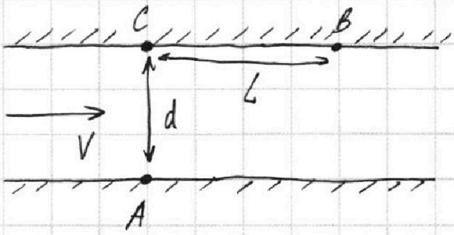
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

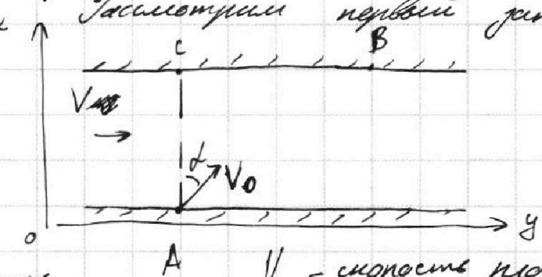
Задача 1.

Дано: $AC = d = 50$ м
$CB = L = 120$ м
$T_1 = 100$ с
$T_2 = 240$ с

Найти: V_1; V_2 - ?
V - ?
S - ?



Рассмотрим первый заплыв:



Рассмотрим перемещение за время T_1 по каждой из осей ox; oy:

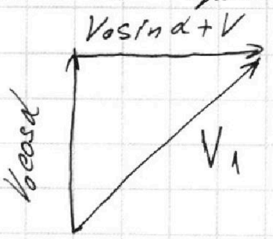
V_0 - скорость пловца в системе отсчёта, связанной с водой.

$$ox: \; T_1 = \frac{d}{V_0 \cos\alpha} \Rightarrow V_0\cos\alpha = \frac{d}{T_1} \quad (1)$$

α - угол между направлением CA и V_0

$$oy: \; T_1 = \frac{L}{V + V_0\sin\alpha} \Rightarrow V + V_0\sin\alpha = \frac{L}{T_1} \quad (2)$$

$V_0\cos\alpha$ - ~~проекция~~ проекция скорости V_1 на ось ox.
$V_0\sin\alpha + V$ - проекция скорости V_1 на ось oy.

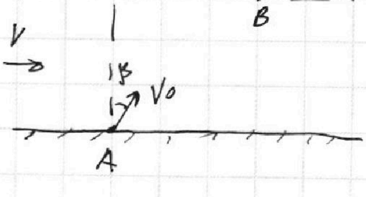


$$V_1 = \sqrt{\left(\frac{d}{T_1}\right)^2 + \left(\frac{L}{T_1}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{50}{100}\right)^2 + \left(\frac{120}{100}\right)^2} =$$

$$= \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{144}{100}} = \sqrt{0{,}25 + 1{,}44} = \sqrt{1{,}69} =$$

$$= 1{,}3 \ \frac{м}{с}$$

Теперь, аналогичным образом рассмотрим второй заплыв:



β - угол между CA и V_0 во время второго заплыва

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

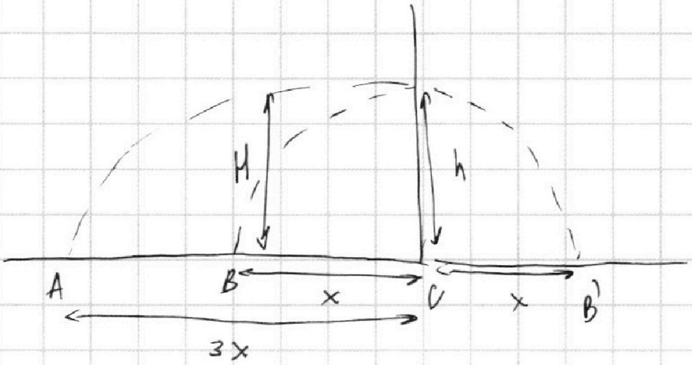
МФТИ

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

Задача 2.

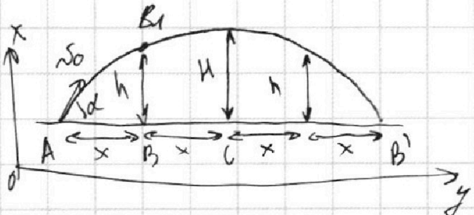
Дано: $h = 5{,}4$ м
$g = 10\ \frac{м}{с^2}$
$d = 1{,}8$ м

Найти: H - ?
t_1 - ?
v - ?



Из условия следует, что t_1 - время необходимое мячу, чтобы преодолеть x по горизонтали (и h по вертикали если мы рассматриваем движение из A в B_1)

Т.к. удар абсолютно упругий $\Rightarrow$ можно просто рассматривать движение мяча, брошенного под углом к горизонту:



Рассмотрим движение по осям ox и oy: v_0 - начальная скорость

α - угол между v_0 и горизонтом.

oy: $x = v_0 \cos\alpha\, t_1$

ox: $h = v_0 \sin\alpha\, t_1 - g\frac{t_1^2}{2}$

$\Leftarrow H = 2v_0 \sin\alpha\, t_1 - g\frac{4t_1^2}{2}$ - т.к. к моменту достижения H по горизонтали он преодолел $2x$.

$H = 2h - g t_1^2$

Из закона сохранения энергии:

$\frac{v_0 \sin\alpha}{g} = 2t_1$ до высоты H $\quad \cancel{\frac{m v_0^2}{2} = mgH}$ + (m - масса мяча)

$t_1 = \frac{v_0 \sin\alpha}{2g}$ $\quad \cancel{\frac{v_0^2}{2} = gH \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gH}}$

Также: $H = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$; $h = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha - (v_0 \sin\alpha - t_1 g)^2}{2g} \Rightarrow$

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

$$\cancel{\sqrt{1-\frac{d^2}{T_2^2V_0^2}}^{\,2} - 2\sqrt{1-\frac{d^2}{T_2^2V_0^2}}\sqrt{1-\frac{d^2}{T_1^2V_0^2}} + 1-\frac{d^2}{T_1^2V_0^2} = \frac{L^2\left(\frac{1}{T_2}-\frac{1}{T_1}\right)^2}{V_0^2}}$$

$$\cancel{2-\frac{d^2}{V_0^2}\left(\frac{1}{T_2^2}+\frac{1}{T_1^2}\right) - \frac{L^2\left(\frac{1}{T_2}-\frac{1}{T_1}\right)^2}{V_0^2} = 2\sqrt{\left(1-\frac{d^2}{T_2^2V_0^2}\right)\left(1-\frac{d^2}{T_1^2V_0^2}\right)}}$$

$$\cancel{V = \frac{V_0\left(\sqrt{1-\frac{d^2}{T_1^2V_0^2}}\,T_1 - \sqrt{1-\frac{d^2}{T_2^2V_0^2}}\,T_2\right)}{(T_2-T_1)}}$$

$$\Rightarrow\ h = \frac{v_0^2\sin^2\alpha - \frac{v_0^2\sin^2\alpha}{4}}{2g} = \frac{\frac{3}{4}v_0^2\sin^2\alpha}{2g} = \frac{3}{4}H$$

$54 \,|\, 3$, 18; $18 \cdot 2 = 36$

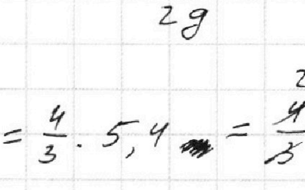
$$h = \frac{3}{4}H \Rightarrow H = \frac{4}{3}h = \frac{4}{3}\cdot 5{,}4 = \frac{4}{3}\cdot\frac{54}{10} = \frac{36}{5} = \frac{72}{10} = 7{,}2\text{ м.}$$

$$t_1 = \frac{v_0\sin\alpha}{2g} = \sqrt{H}\cdot\frac{1}{\sqrt{2g}} = \sqrt{\frac{72}{10\cdot 2\cdot 10}} = \sqrt{\frac{36}{10^2}} = \frac{6}{10} = 0{,}6\text{ с}$$

Если стенка двигалась то:

в с.о. стенки: $\overrightarrow{v_1+U}$ | $\overleftarrow{v_1+U}$

в земной с.о.: $\overrightarrow{v_1}$ | $\overleftarrow{v_1+2U}$



скорость по горизонтали увеличилась на $2U$ т.к. вертикальная составляющая скорости:

$$d = 2U\cdot t_1$$

$$1{,}8 = 2\cdot 0{,}6\,U \Rightarrow U = \frac{1{,}8}{1{,}2} = \frac{3}{2} = 1{,}5\ \frac{м}{с}$$

Ответ: 1) $H = 7{,}2$ м ; 2) $t_1 = 0{,}6$ с; 3) $U = 1{,}5\ \frac{м}{с}$.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

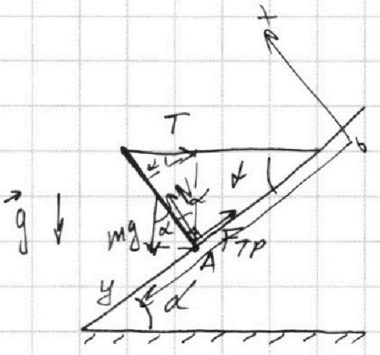
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

Задача 3.

Дано: $T = 17{,}3 H$
$\alpha = 30°$
$g = 10\ \frac{м}{с^2}$

Найти: m - ?
$F_{тр}$ - ?
μ - ?



Рассмотрим силы, действующие на стержень.

Т.к. стержень находится в покое => можем записать правило моментов относительно точки A

$$mg \cdot \frac{l}{2} \cdot \sin\alpha = T \cdot l \cdot \cos\alpha$$, где l - длина стержня.

$$mg \cdot \frac{1}{2} \cdot \sin\alpha = T\cos\alpha$$

$$m = \frac{2T\cos\alpha}{\sin\alpha\, g} = \frac{2 \cdot 17{,}3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2} \cdot 10} = \frac{17{,}3 \cdot \sqrt{3}}{5}\ (кг)$$

Введём оси ox и oy, как показано на рисунке

Второй закон Ньютона на ось oy:

$$-F_{тр} + mg\sin\alpha - T\cos\alpha = 0$$ т.к. ускорение равно 0.

$$F_{тр} = T\cos\alpha - mg\sin\alpha$$

$$F_{тр} = 17{,}3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{17{,}3 \cdot \sqrt{3}}{5} \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} =$$

$$= \cancel{17{,}3\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)} = 17{,}3 \cdot \sqrt{3}\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{2} \cdot 10\right) = -\frac{17{,}3 \cdot \sqrt{3}}{2} (H) \Rightarrow$$

=> направление вектора $F_{тр}$ противоположно указанному на рисунке.

Второй закон Ньютона на ось ox:

$$T \cdot \sin\alpha + mg \cdot \cos\alpha - N = 0$$ т.к. ускорение равно 0.

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

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!

$\Rightarrow$ ~~максимальное~~ ~~движение~~ ~~силы~~ ~~нужное~~ значение сила трения скольжения равно $\mu N \Rightarrow F_{тр} \leq \mu N \Rightarrow$

$$\Rightarrow T\cos\alpha - mg\sin\alpha \leq \mu(T\sin\alpha + mg\cos\alpha)$$

$$\frac{T\cos\alpha - mg\sin\alpha}{T\sin\alpha + mg\cos\alpha} \leq \mu$$

$$\mu \geq \frac{\frac{17{,}3\cdot\sqrt{3}}{2}}{17{,}3\cdot\frac{1}{2} + \frac{17{,}3\cdot\sqrt{3}}{5}\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mu \geq \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}+\frac{3}{10}} \Rightarrow \mu \geq \frac{\frac{\sqrt{3}}{\cancel{2}}}{\frac{8}{\cancel{10}_5}} \Rightarrow \mu \geq \frac{5\sqrt{3}}{8}$$

Ответ: 1) $m = \frac{2T\cos\alpha}{\sin\alpha\, g} = \frac{17{,}3\sqrt{3}}{5}$ (кг)

2) $F_{Tp} = mg\sin\alpha - T\cos\alpha = \frac{17{,}3\sqrt{3}}{2}$ (Н)

3) $\mu \geq \frac{5\sqrt{3}}{8}$.

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!

Задача 4.

Дано: $V = 1\text{ л}$

$\tilde{t}_0 = 16\,^\circ C$

$R = 25\ \Omega$

$U = 100\text{ В}$

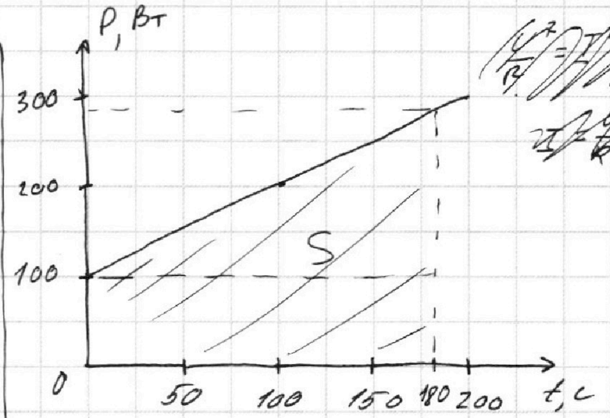
$T = 180\text{ с}$

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

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

Найти: $P_н$ - ?

$\tilde{t}_1$ - ?



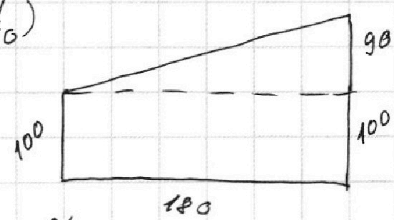
$\cancel{\left(\frac{U^2}{R}\right) = T^2 R}$

$$P_н = \frac{U^2}{R} = \frac{100^2}{25} = \frac{100}{25}\cdot 100 =$$

$$= 4\cdot 100 = 400\text{ Вт}$$

Уравнение теплового баланса для первых $T = 180\text{ с}$:

$$P_н T = \underbrace{S}_{\text{площадь, отмеченная на графике}} + V\rho c(\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0)$$



$$P_н T - S = V\rho c\,\tilde{t}_1 - V\rho c\,\tilde{t}_0$$

$$\frac{P_н T - S + V\rho c\,\tilde{t}_0}{V\rho c} = \tilde{t}_1$$

$$\frac{400\cdot 180 - \frac{100+190}{2}\cdot 180 + 4200\cdot 16}{4200} = \tilde{t}_1$$

$$\tilde{t}_1 = \frac{40\cdot 18 - 29\cdot 9 + 42\cdot 16}{42} = \frac{720 - 261 + 672}{42} = \frac{1651}{42} =$$

$$= 39\frac{13}{42}\,^\circ C.$$

$1651 : 42 = 39$, остаток 13; $42\cdot 3 = 126$; $42\cdot 9 = 378$; $18\cdot 40 = 720$; $29\cdot 9 = 261$; $42\cdot 16 = 672$; $720 + 672 = 1392$; $1392 - 261 = 1651$.

Ответ: 1) $P_н = \frac{U^2}{R} = 400\text{ Вт}$; 2) $\tilde{t}_1 = 39\frac{13}{42}\,^\circ C$.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

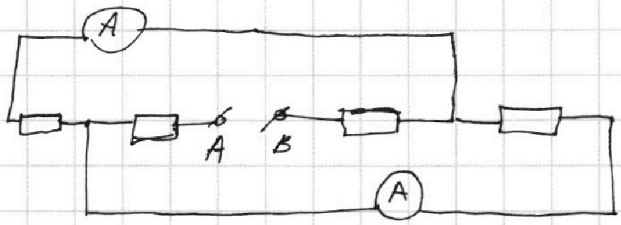
МФТИ

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

Задача 5.

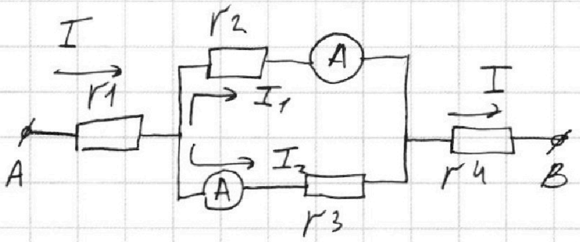
Дано: $R_1 = 30\,\Omega$
$R_2 = 60\,\Omega$
$I_1 = 2\,A$

Найти: I_2 - ?
P - ?



$\downarrow$ эквивалентная схема

Т.к. показания амперметров оказались разными ⇒
⇒ резисторы r2 и r3 обладают разным сопротивлением.



($r_1; r_2; r_3; r_4$ - сопротивления 1, 2, 3 и 4-ого резисторов соответственно).

Если I_1 - большее показание

$\Downarrow$

$r_2 < r_3$, т.к. напряжение U на параллельных участках одинаково, а $I_1 > I_2$ (по условию) ⇒

$\Rightarrow \frac{U}{r_2} > \frac{U}{r_3} \Rightarrow r_2 < r_3 \Rightarrow r_2 = R_1 = 30\,\Omega$, тогда: $I_1 = \frac{U}{R_1} \Rightarrow$

$r_3 = R_2 = 60\,\Omega$

$2 = \frac{U}{30} \Rightarrow U = 60\,В \Rightarrow$

$\Rightarrow I_2 = \frac{U}{r_3} = \frac{60}{60} = 1\,A.$

$I = I_1 + I_2 = 1 + 2 = 3\,A.$

$R_0 = r_1 + r_4 + \frac{r_2 r_3}{r_2 + r_3}$, где $r_1 + r_4 = R_1 + R_2$

R_0 — общее сопротивление цепи

$\Downarrow$

$\left(\frac{1}{30} + \frac{1}{60} = \frac{30+60}{30 \cdot 60}\right)$

$R_0 = 30 + 60 + \frac{30 \cdot 60}{30 + 60} = 90 + \frac{180\cancel{0}}{9\cancel{0}} = 90 + 20 = 110\,\Omega$

$P = I^2 \cdot R_0 = 3^2 \cdot 110 = 9 \cdot 110 = 990\,Вт.$

Ответ: 1) $I_2 = 1\,A$; 2) $P = 990\,Вт$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

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

МФТИ

Задача 2.

Дано: $h = 5{,}4$ м

~~H/-?~~

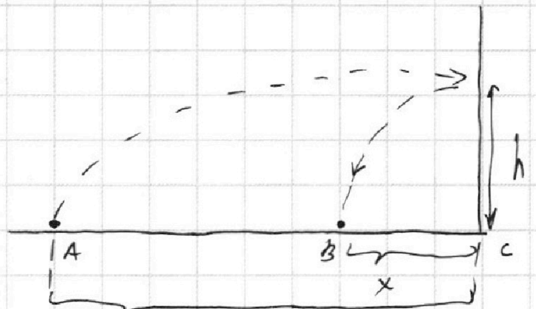
$g = 10\ \frac{м}{с^2}$

$d = 1{,}8$ м

Найти: H-?

t_1-?

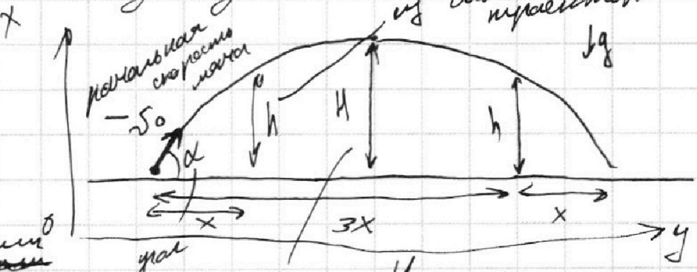
V-?



3x – т.к. из условия $\frac{AC}{BC} = 3$.

Т.к. удар абсолютно упругий $\Rightarrow$ $\Rightarrow$ можно рассматривать обычное движение мяча, брошенного под углом к горизонту, разбивая его траекторию на два участка:

Рассмотрим движение по осям Ox и Oy:



угол между направлением v_0 и горизонтом

высоту H мяч преодолевает до удара о стенку, что следует из отношения

$3 = \frac{AC}{BC} > 1$

Oy: $x = v_0 \cos\alpha\, t_1$

время за которое мяч преодолевает h по ~~вертикали~~ и x по горизонтали

Ox: $h = v_0 \sin\alpha\, t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$

Oy: $\frac{3x + x}{2} = 2x = v_0 \cos\alpha \cdot t_2$

t_2 – время за которое поднимется на высоту H.

$t_2 = \frac{2x}{v_0 \cos\alpha}$

Ox: $H = v_0 \sin\alpha\, t_2 - \frac{g t_2^2}{2} = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$ (1)

Из закона сохранения энергии: $\underbrace{\frac{m v_0^2}{2} = mgH}_{(2)} = \frac{m v_1^2}{2} + mgh$

m – масса мяча

v_1 – скорость на высоте h

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

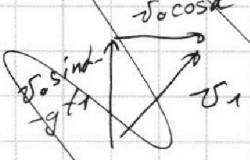
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

Горизонтальная проекция скорости $v_{1y} = v_0 \cos\alpha$

Вертикальная её проекция: $v_{1x} = v_0 \sin\alpha - g t_1$

т.к. на поднятие на высоту h ему нужно время t_1



Из (1) и (2): $\frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} \cdot mg = \frac{v_0^2}{2} \cdot m$

$v_0^2 \sin^2\alpha = v_0^2$

$\sin\alpha = v_0$