



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

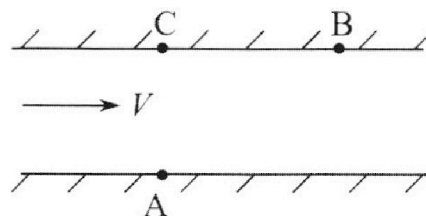
Вариант 09-02

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



1. Пловец трижды переплывает реку. Движение пловца прямолинейное. Скорость пловца в подвижной системе отсчета, связанной с водой, во всех заплывах одинакова по модулю.

В двух первых заплывах А – точка старта, В – точка финиша (см. рис., V – неизвестная скорость течения реки). Ширина реки $AC = d = 50$ м, снос, т.е. расстояние, на которое пловец смещается вдоль реки к моменту достижения противоположного берега, $CB = L = 120$ м.



Продолжительность первого заплыва $T_1 = 100$ с, продолжительность второго заплыва $T_2 = 240$ с.

1) Найдите скорости V_1 и V_2 пловца в лабораторной системе отсчета в первом и втором заплывах.

2) Найдите скорость V течения реки.

В третьем заплыве пловец стартует из точки А и движется так, что снос наименьший.

3) На каком расстоянии S от точки В выше по течению финиширует пловец в третьем заплыве?

2. Футболист на тренировке наносит удары по мячу, лежащему на горизонтальной площадке и направляет мяч к вертикальной стенке. После абсолютно упругого соударения со стенкой на высоте $h = 5,4$ м мяч падает на площадку. Расстояние от точки старта до стенки в 3 раза больше расстояния от стенки до точки падения мяча на площадку.

1) Найдите наибольшую высоту H , на которой мяч находится в полете.

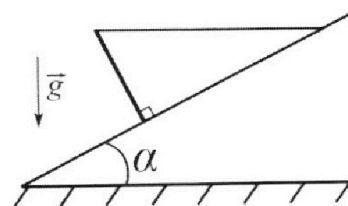
2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

Допустим, что в момент соударения мяча со стенкой на высоте h , стенка движется навстречу мячу. Расстояние между точками падения мяча на поле в случаях: стенка покоится, стенка движется, $d = 1,8$ м.

3) Найдите скорость U стенки в момент соударения.

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Соударения мяча со стенкой абсолютно упругие. Траектории мяча лежат в вертикальной плоскости перпендикулярной стенке.

3. Однородный стержень удерживается на шероховатой наклонной плоскости горизонтальной нитью, прикрепленной к стержню в его наивысшей точке. Сила натяжения нити $T = 17,3$ Н. Угол между стержнем и плоскостью прямой. Наклонная плоскость образует с горизонтальной плоскостью угол $\alpha = 30^\circ$.



1) Найдите массу m стержня.

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

3) При каких значениях коэффициента μ трения скольжения стержень будет находиться в покое? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 09-02

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

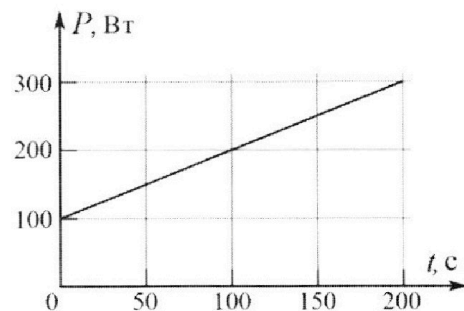


4. Воду объемом $V = 1$ л нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $\tilde{t}_0 = 16^\circ\text{C}$. Сопротивление спирали электроплитки $R = 25$ Ом, напряжение источника $U = 100$ В. Зависимость мощности P тепловых потерь от времени t представлена на графике (см. рис.).

1) Найдите мощность P_H нагревателя.

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

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

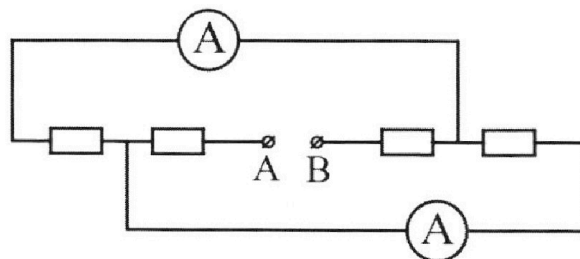


5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 30 Ом, у двух других сопротивление по 60 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

После подключения к клеммам А и В источника постоянного напряжения показания амперметров оказались различными. Больше 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) $V_0 \cos \beta = \frac{d}{T_2}$
 (4) $V + V_0 \sin \beta = \frac{L}{T_2}$

$V_0 \sin \beta + V$
 V_2

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

$= \sqrt{\left(\frac{50}{240}\right)^2 + \left(\frac{120}{240}\right)^2} = \sqrt{\frac{25}{24^2} + \frac{1}{4}} = \sqrt{\frac{25}{6^2 \cdot 4^2} + \frac{6^2 \cdot 4}{6^2 \cdot 4^2}} =$
 $= \sqrt{\frac{25 + 144}{6^2 \cdot 4^2}} = \sqrt{\frac{169}{6^2 \cdot 4^2}} = \frac{13}{6 \cdot 4} = \frac{13}{24} \frac{\text{м}}{\text{с}}.$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 24 \\ \hline 96 \\ + 480 \\ \hline 576 \\ \hline 2 \\ \times 36 \\ \hline 72 \\ + 720 \\ \hline 144 \end{array}$$

~~Решение~~

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

Реш (2) $V = \frac{L}{T_1} - V_0 \sin \alpha$ (5) $\sin^2 \alpha = 1 - \frac{d^2}{T_1^2 V_0^2}$

Реш (3) $\cos \beta = \frac{d}{T_2 V_0} = \sqrt{1 - \sin^2 \beta}$ $\sin^2 \beta = 1 - \frac{d^2}{T_2^2 V_0^2}$

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

Реш (5) и (6):

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

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

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

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

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

Решение: $V_1 = 1,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $V_2 = \frac{13}{24} \frac{\text{м}}{\text{с}}$

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!

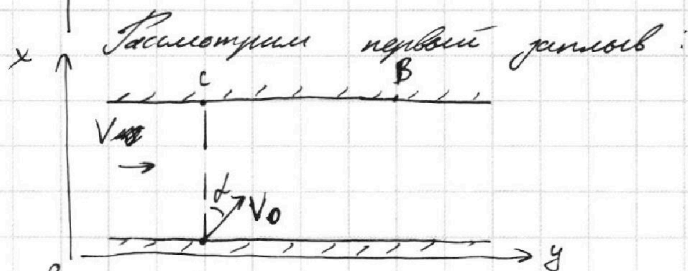
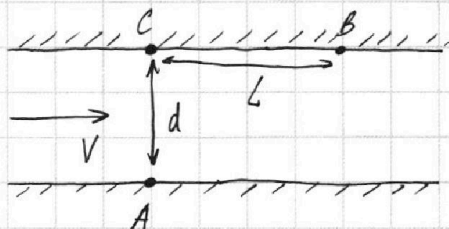
Задача 1.

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

Найти: V_1 ; V_2 - ?

V - ?

S - ?



Рассмотрим перемещение
за время T_1 по координатным осям ox ; oy :

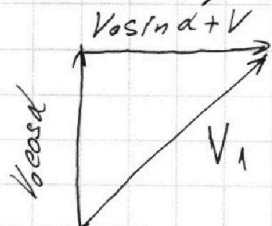
$$ox: T_1 = \frac{d}{V_0 \cos \alpha} \Rightarrow V_0 \cos \alpha = \frac{d}{T_1} \quad (1)$$

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

V_0 - скорость движения
в системе
отсчета, связанной с
вагоном.

α - угол между
направлением CA и
 V_0

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

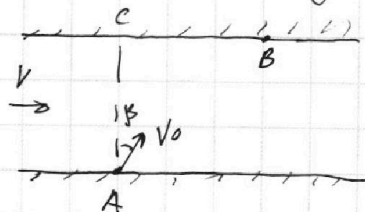


$$V_1 = \sqrt{\left(\frac{d}{T_1}\right)^2 + \left(\frac{L}{T_1}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{50}{100}\right)^2 + \left(\frac{120}{100}\right)^2} =$$

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

$$= 1,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Теперь, аналогичным образом рассмотрим второй
кадр:



β - угол между CA и V_0 во
время второго
кадра

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

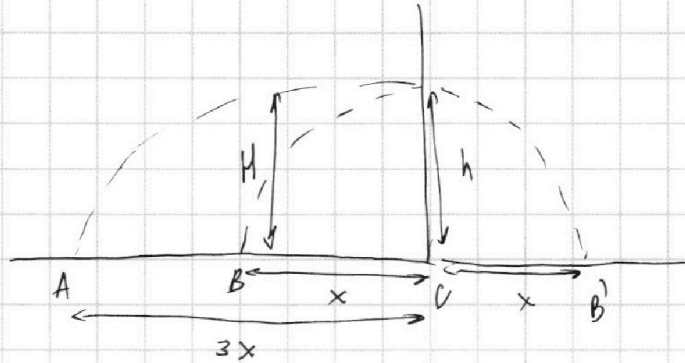
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Задача 2.

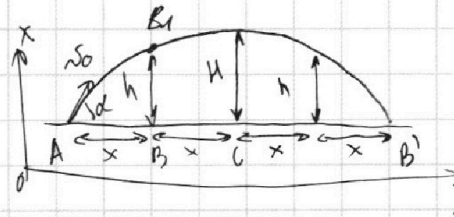
Дано: $h = 5,4 \text{ м}$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $d = 1,8 \text{ м}$

Найти: H - ?
 t_1 - ?
 v - ?



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

т.к. удар абсолютно упругий $\Rightarrow$ можно просто рассмотреть движение мяча, бросаемое под углом к горизонту;



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

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

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

$$H = 2h - g t_1^2 \quad \text{т.к. к началу достигается H по вертикали он преодолел $2x$.$$

Задача сокращения энергии:

$$\frac{v_0 \sin \alpha}{g} = 2 t_1 \quad \text{высота}$$

$$t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{2g}$$

$$\text{Наконец: } H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}, \quad h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha - (v_0 \sin \alpha - t_1 g)^2}{2g}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



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

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

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

$$\Rightarrow h = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha - \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{4}}{2g} = \frac{\frac{3}{4} V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{3}{4} H$$

$$\frac{54}{24} \cdot \frac{1}{18} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{36}$$

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

$$t_1 = \frac{V_0 \sin \alpha}{2g} = \sqrt{H} \cdot \frac{1}{\sqrt{2g}} = \sqrt{\frac{72}{10 \cdot 2 \cdot 10}} = \sqrt{\frac{36}{10^2}} = \frac{6}{10} = 0,6 \text{ с}$$

Если стенка движется по:

в с.о. стены:

$$v_1 + U$$

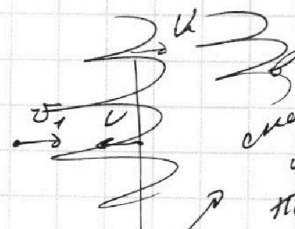
$$\rightarrow$$

$$v_1 + U$$

в данной с.о.:

$$v_1$$

$$v_1 + 2V$$



скорость по
отношению
увеличивается на
2V
т.к. вертикаль-
ная составляющая
скорости

$$d = 2V \cdot t_1$$

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

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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

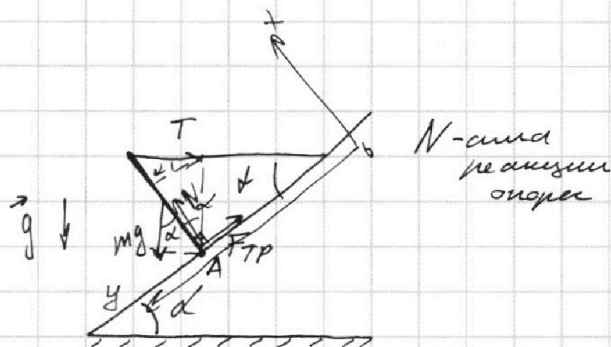
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Задача 3.

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

Найти: m - ?
 $F_{\text{тр}}$ - ?
 N - ?



Рассмотрим силы, действующие на стержень.

М.к. стержня находится внекае $\Rightarrow$ можем выбрать
 произвольное направление относительно точки A

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

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

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

Введем оси ox и oy , как показано на рисунке
 Второй закон Ньютона на ось oy :

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

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

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

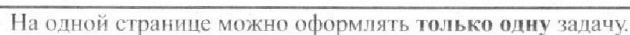
$= 17,3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \left(1 - \frac{1}{5} \cdot 10 \right) = -\frac{17,3 \cdot \sqrt{3}}{2} \text{ (Н)}$

$\Rightarrow$ направление вектора $F_{\text{тр}}$ противоположно указанному на рисунке.

Второй закон Ньютона на ось ox :

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

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



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!



$\Rightarrow$ ~~сумма~~ сумма трех наименьших чисел / ~~разность~~ разности между N и $N \Rightarrow F_{TP} \leq N \Rightarrow$

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

$$\frac{T \cos d - mg \sin d}{T \sin d + mg \cos d} = \mu$$

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

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

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

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

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



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: $V = 1 \text{ м}$

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

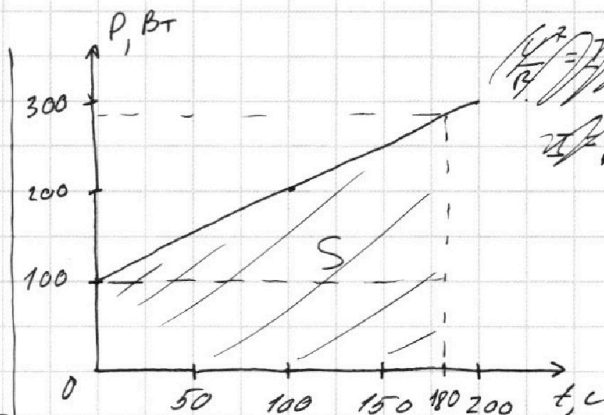
$R = 25 \text{ }\Omega$

$U = 100 \text{ В}$

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

$S = 1000 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{Фм}}$

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



Найти: P_H - ?

$\tilde{t}_1$ - ?

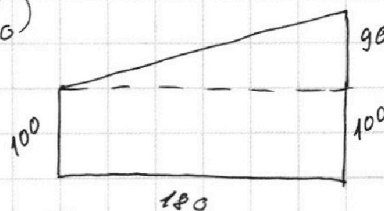
$$P_H = \frac{U^2}{R} = \frac{100^2}{25} = 400 \text{ Вт}$$

$$= 4 \cdot 100 = 400 \text{ Вт}$$

Уравнение теплового баланса для червяка $T = 180^\circ \text{C}$:

$$P_H T = S + V \rho C (\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0)$$

мощность,
отличающаяся
на графике



$$P_H T - S = V \rho C \tilde{t}_1 - V \rho C \tilde{t}_0$$

$$\frac{P_H T - S + V \rho C \tilde{t}_0}{V \rho C} = \tilde{t}_1$$

$$\frac{400 \cdot 180 - \frac{1000 + 190}{2} \cdot 180 + 4200 \cdot 16}{4200} = \tilde{t}_1$$

$$\tilde{t}_1 = \frac{40 \cdot 18 - 29 \cdot 9 + 42 \cdot 16}{42} = \frac{720 - 261 + 672}{42} = \frac{1131}{42} =$$

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

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

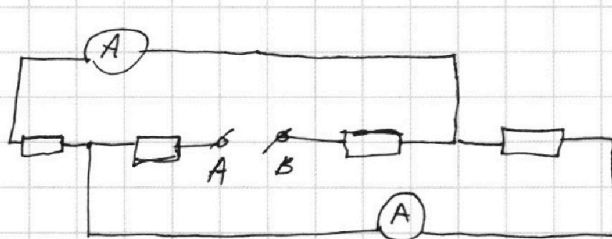
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

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

Задача 5.

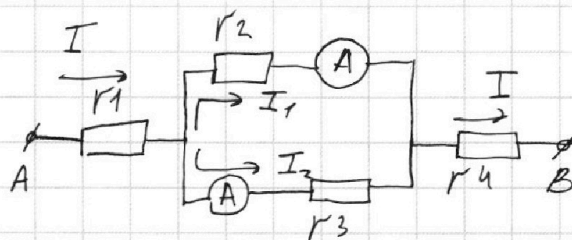
Дано: $R_1 = 30 \Omega$
 $R_2 = 60 \Omega$
 $I_1 = 2 \text{ A}$

Найти: I_2 - ?
 P - ?



эквивалентная схема

т.к. показания амперметров
оказались равными $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ резисторы R_2 и R_3
обладают равными
сопротивлениями.



Всё сводится к сравнению

Если I_1 - большее

показание ~~тогда~~

($R_1; R_2; R_3; R_4$ - сопротивления
1, 2, 3 и 4-ого резисторов
соответственно).

т.к. напряжение U на параллельном
участке одинаково, а $I_1 > I_2$ (по условию) $\Rightarrow$

$$R_2 < R_3 \Rightarrow \frac{U}{R_2} > \frac{U}{R_3} \Rightarrow I_1 > I_2 \Rightarrow R_2 = R_1 = 30 \Omega, \text{ тогда: } I_1 = \frac{U}{R_1} \Rightarrow$$

$$R_3 = R_2 = 60 \Omega$$

$$I = I_1 + I_2 = 1 + 2 = 3 \text{ A.}$$

$$R_0 = R_1 + R_4 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}, \text{ где } R_1 + R_4 = R_1 + R_2$$

общее сопротивление цепи

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

$$\Rightarrow I_2 = \frac{U}{R_3} = \frac{60}{60} = 1 \text{ A.}$$

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

$$R_0 = 30 + 60 + \frac{30 \cdot 60}{30 + 60} = 90 + \frac{1800}{90} = 90 + 20 = 110 \Omega$$

$$P = I^2 \cdot R_0 = 3^2 \cdot 110 = 9 \cdot 110 = 990 \text{ Вт.}$$

Ответ: 1) $I_2 = 1 \text{ A}$; 2) $P = 990 \text{ Вт}$

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 2.

Дано: $h = 5,4 \text{ м}$

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

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$d = 1,8 \text{ м}$

Найти: H - ?

t_1 - ?

V - ?

Рассмотрим
движение по
оси ox и oy :

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

время
за которое
матч
преодолевает
высоту h
и x по
горизонтали

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

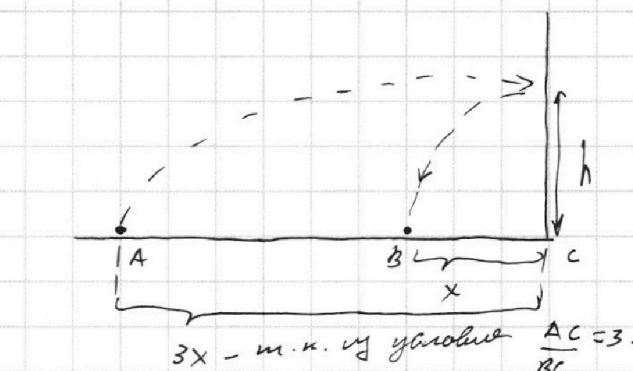
$$oy: \frac{3x + x}{2} = 2x = v_0 \cos \alpha \cdot t_2$$

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

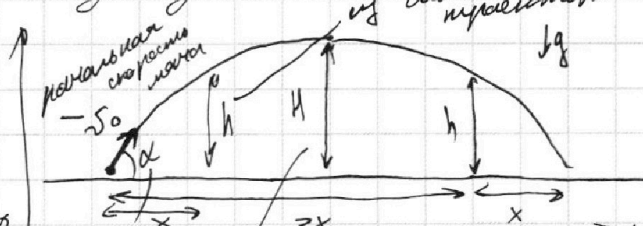
$$ox: H = v_0 \sin \alpha t_2 - \frac{g t_2^2}{2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad (1)$$

по закону сохранения энергии:

v_1 - скорость на
высоте h



т.к. удар абсолютно упругий $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ матч распространит
свое движение матч, в
бросившем под углом к горизонту,
разбивая его траекторию на
две участка: из симметрич
траекторией



начальная
скорость
матча
 $-v_0$
угол
матча
направлений
 v_0 и горизонтал

матч
преодолевает
до
удара о
стенку, что
следует
из анализа

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

время за
которое поднялся на
высоту H .

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

масса
матча



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

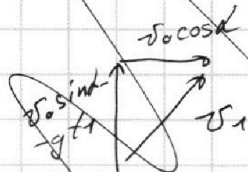
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

~~Горизонтальная~~

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

~~Вертикальная~~

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



~~т.к. на
поднятии на
высоту h
ему равно
время t_1~~

~~Из~~

~~(1) и (2): $\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}, \text{ м} = \frac{v_0^2}{2}, \text{ м}$~~

~~$v_0 \sin \alpha = v_0$
 $\sin \alpha = 1$~~