



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

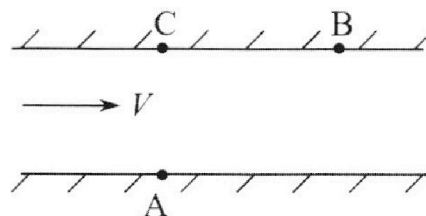
Вариант 09-02

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.

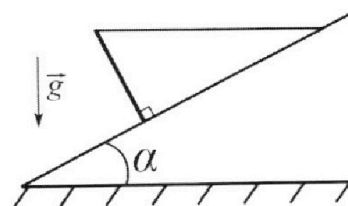
- 1) Найдите наибольшую высоту  $H$ , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время  $t_1$  после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

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<sup>2</sup>. 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  $\mu$  трения скольжения стержень будет находиться в покое? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 09-02



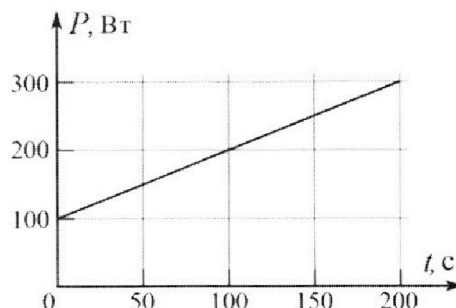
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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/м<sup>3</sup>, удельная теплоемкость воды  $c = 4200$  Дж/(кг·°С).

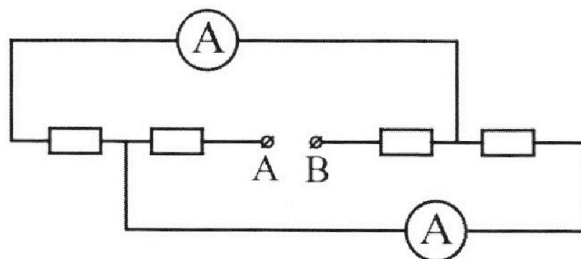


5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 30 Ом, у двух других сопротивление по 60 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

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

$V_0 \cos \beta$   
 $V_0 \sin \beta + V$   
 $V_2$

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

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

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

~~используем~~

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

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

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

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

Из (5) и (6):

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

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

Итого:  $V_1 = 1,3 \frac{m}{c}$   
 $V_2 = \frac{13}{24} \frac{m}{c}$

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

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

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

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!



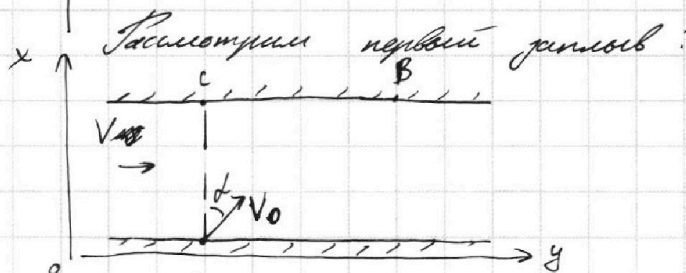
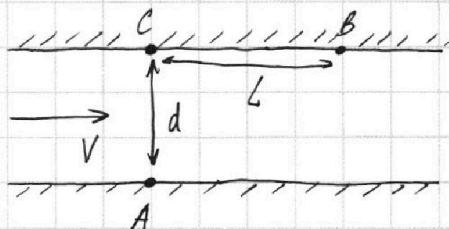
Задача 1.

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 каждой из осей  $ox; oy$ :

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

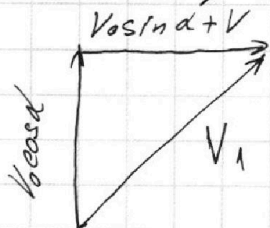
$$oy: T_1 = \frac{L}{V + V_0 \sin d} \Rightarrow V + V_0 \sin d = \frac{L}{T_1} \quad (2)$$

$d$  - угол между направлением  $CA$  и  $V_0$

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

$V_0 \cos d$  - проекция скорости  $V_0$  на ось  $ox$ .

$V_0 \sin d + V$  - проекция скорости  $V_0$  на ось  $oy$ .



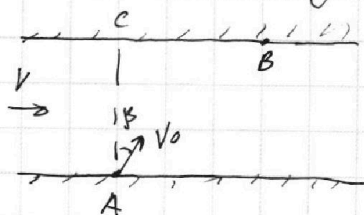
$$V_1 = \sqrt{\left(\frac{d}{T_1}\right)^2 + \left(\frac{L}{T_1}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{50}{100}\right)^2 + \left(\frac{120}{100}\right)^2} =$$

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

$$= 1,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Аналогичным образом рассмотрим второй

flash:



$\beta$  - угол между  $CA$  и  $V_0$  во время второго flashа

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



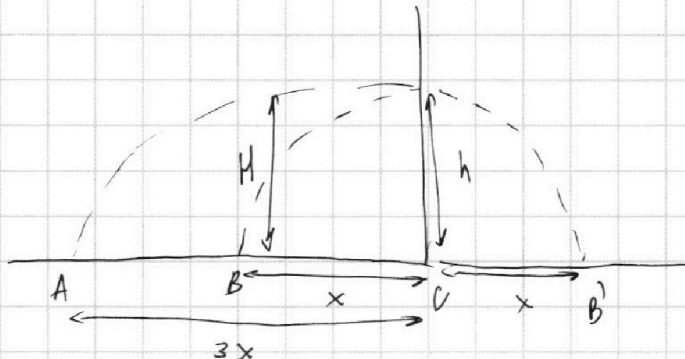
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Задача 2.

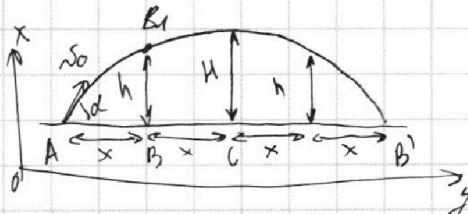
Дано:  $h = 5,4 \text{ м}$   
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$   
 $d = 1,8 \text{ м}$

Найти:  $H$  - ?  
 $t_1$  - ?  
 $v$  - ?



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

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



Рассмотрим движение по осям  $ox$  и  $oy$ :

$v_0$  - начальная скорость  
 дуга между  $v_0$  и горизонтом

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

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

$$H = 2h - g t_1^2$$

- т.к. к маленькому расстоянию  $H$  по горизонтали он преодолел  $2x$ .

Задача сокращения энергии:

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

$$\frac{m v_0^2}{2} = m g H \quad (m - \text{масса мяча})$$

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

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

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!



$$1 - \frac{d^2}{T_2^2 v_0^2} - 2 \sqrt{1 - \frac{d^2}{T_2^2 v_0^2}} \sqrt{1 - \frac{d^2}{T_1^2 v_0^2}} + 1 - \frac{d^2}{T_1^2 v_0^2} = \left( \frac{1}{T_2^2 v_0^2} + \frac{1}{T_1^2 v_0^2} \right)^2$$

$$1 - \frac{d^2}{v_0^2} \left( \frac{1}{T_2^2} + \frac{1}{T_1^2} \right) - \frac{2}{v_0^2} \sqrt{1 - \frac{d^2}{T_2^2 v_0^2}} \sqrt{1 - \frac{d^2}{T_1^2 v_0^2}} = \left( \frac{1}{T_2^2 v_0^2} + \frac{1}{T_1^2 v_0^2} \right)^2$$

$$v_0^2 \left( T_1 - \frac{d}{v_0} \right) \left( T_2 - \frac{d}{v_0} \right) = (T_2 - T_1)^2$$

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

$$\frac{54 \cdot \frac{3}{4}}{\frac{5}{24}} \cdot \frac{1}{36} \quad h = \frac{3}{4} H \Rightarrow H = \frac{4}{3} h = \frac{4}{3} \cdot 5,4 = \frac{4}{3} \cdot \frac{54}{10} = \frac{36}{5} = \frac{72}{10} = 7,2 \text{ м.}$$

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

Если стена движется по:

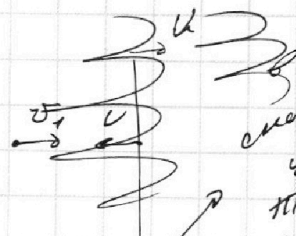
в с.о. стены:

$$v_1 + v$$

в земной с.о.:

$$v_1$$

$$v_1 + 2v$$



скорость по которой увеличивается  $2v$  т.к. вернулись на исходную скорость

$$d = 2v \cdot t_1$$

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



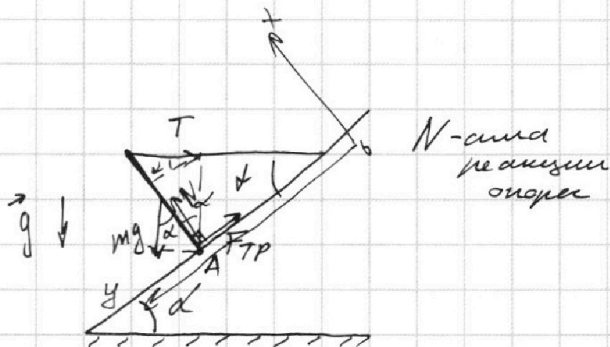
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Задача 3.

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

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



Рассмотрим силы, действующие на стержень.

М.к. стержня находится вне его  $\Rightarrow$  можем считать прямолинейно направленные моменты относительно точки А

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

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

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

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

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

Второй закон Ньютона на ось  $ox$ :

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

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





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!



Задача 4.

Дано:  $V = 100$

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

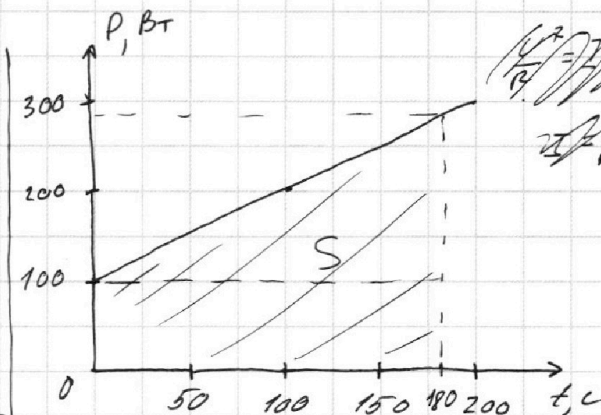
$R = 25 \Omega$

$U = 100 \text{ В}$

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

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

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



Найти:  $P_H$  - ?  
 $\tilde{t}_1$  - ?

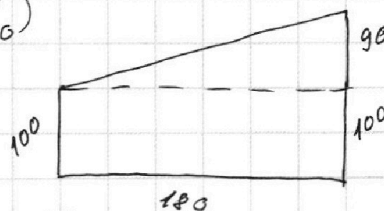
$$P_H = \frac{U^2}{R} = \frac{100^2}{25} = 400 \text{ Вт}$$

$$= 4 \cdot 100 = 400 \text{ Вт}$$

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

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

мощность, отпущенная на нагревание



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

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

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

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

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

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

Handwritten calculations for the final temperature:

$$\begin{array}{r} 1651/42 \\ - 126/39 \\ \hline 391 \\ - 378 \\ \hline 13 \\ + 318 \\ \hline 329 \\ + 40 \\ \hline 369 \\ \times 9 \\ \hline 261 \\ + 252 \\ \hline 513 \\ + 720 \\ \hline 1233 \\ - 1131 \\ \hline 102 \end{array}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1     2     3     4     5     6     7



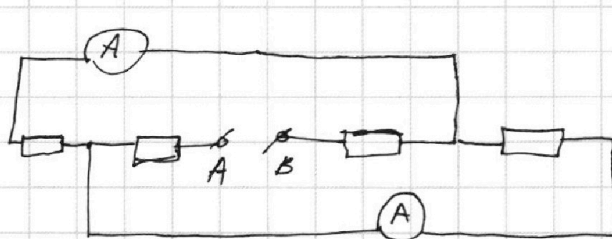
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



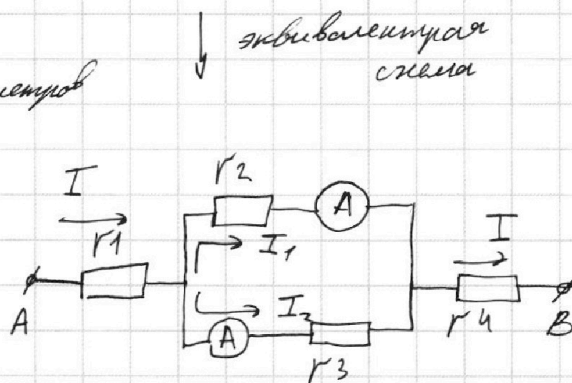
Задача 5.

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

Найти:  $I_2$  ?  
 $P$  ?



т.к. показания амперметров  
 оказались равными  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  резисторы  $V_2$  и  $V_3$   
 обладают равными  
 сопротивлениями.



~~Всё сопротивлении одинаковы~~

Если  $I_1$  - большее  
 показание ~~то~~ ~~равно~~ ~~то~~ ~~то~~

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

$V_2 < V_3$ , т.к. напряжение  $U$  на параллельном  
 участке одинаково, а  $I_1 > I_2$  (по условию)  $\Rightarrow$

$$V_2 < V_3 \Rightarrow \frac{U}{R_2} > \frac{U}{R_3} \Rightarrow R_2 < R_3 \Rightarrow R_2 = R_1 = 30 \Omega, \text{ тогда: } I_1 = \frac{U}{R_1} \Rightarrow$$

$$R_3 = R_2 = 60 \Omega$$

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

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

общее  
сопротивление  
длин

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

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

$$\left( \frac{1}{30} + \frac{1}{60} = \frac{30+60}{90 \cdot 60} \right)$$

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

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

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

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:  $h = 5,4 \text{ м}$

~~Искать~~

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$d = 1,8 \text{ м}$

Найти:  $H$  - ?

$t_1$  - ?

$v$  - ?

Рассмотрим движение по осям  $ox$  и  $oy$ :

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

время которое мяч преодолевает  $h$  по вертикали и  $x$  по горизонтали

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

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

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

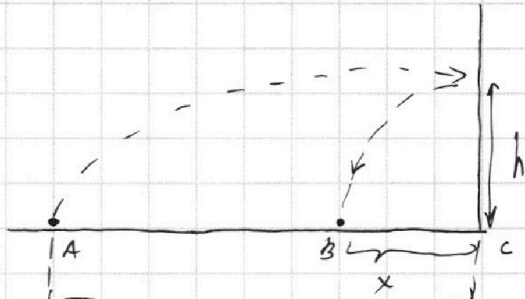
$ox$ :  $H = v_0 \sin \alpha t_2 - \frac{g t_2^2}{2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$  (1)

По закону сохранения энергии:  $\frac{m v_0^2}{2} = m g H = \frac{m v_1^2}{2} + m g h$

$v_1$  - скорость на высоте  $h$

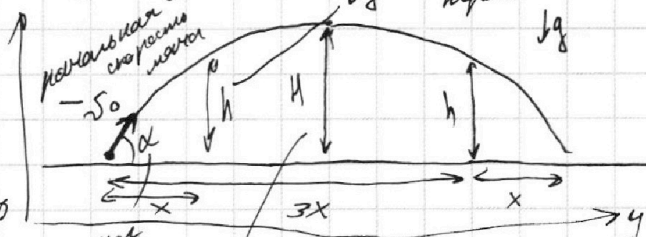
масса мяча

(2)



$3x$  - т.к. угловое  $\frac{AC}{BC} = 3$ .

т.к. удар абсолютно упругий  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  мяч рассматривать  
 свободное движение мяча,  $\vec{v}$   
 брошенное под углом к горизонту,  
 задавая его траекторию на  
 две участка:  $v_0$  симметрич  
 траектории  $g$



мяч преодолевает  $h$   
 углы 0  
 следует из симметрии

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

время  $t_2$  которое поднимется на высоту  $H$ .

$\frac{v_1^2}{2} + m g h$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



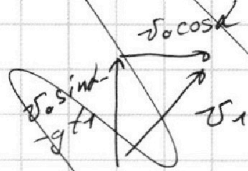
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Горизонтальная

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

Вертикальная

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



т.к. на  
поискание на  
весах  $h$   
или нулю  
время  $t_1$

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

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