

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 09

Шифр 06 002

(заполняется секретарём)

Вариант 09-04

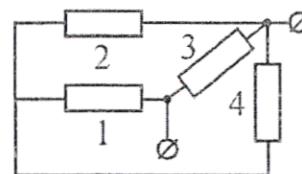
1 Первый вагон поезда прошел мимо наблюдателя, стоящего на платформе, за $\tau_1 = 1$ с, а второй - за $\tau_2 = 1,5$ с. Длина каждого вагона $L = 12$ м. Через какое время T после начала наблюдения поезд остановился? В процессе торможения поезд движется по прямой равномерно.

2 Начальная скорость камня, брошенного под углом к горизонту, равна $V_0 = 10$ м/с, а через $\tau = 0,5$ с величина скорости камня уменьшилась до $V = 7$ м/с. Найдите максимальную высоту H полета камня. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

3 На нити подвешен шарик. Шарик отводят в сторону так, что нить принимает горизонтальное положение, и отпускают. Какой угол α образует нить с вертикалью в тот момент, когда ускорение шарика направлено горизонтально?

4 В калориметр, содержащий $m_1 = 2$ кг льда при температуре $t_1 = -5$ °С, добавили $m_2 = 200$ г воды при температуре $t_2 = +5$ °С. Определите массу m льда в калориметре после установления равновесия. Удельные теплоемкости льда $c_1 = 2100$ Дж/(кг·К), воды $c_2 = 4200$ Дж/(кг·К), удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг.

5 Цепь, схема которой показана на рисунке, подключена к источнику постоянного напряжения. Сопротивления всех резисторов равны. На резисторе 1 рассеивается мощность $P_1 = 10$ Вт. Найдите мощность P , рассеиваемую на всей цепи.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

- 4.
- $m_1 = 2 \text{ кг (лёд)}$
 $m_2 = 0,2 \text{ кг (вода)}$
 $t_1 = -5^\circ\text{C}$
 $t_2 = +5^\circ\text{C}$
 $m = ?$ (масса льда после установления теплового равновесия).

Решение:

Энергия воды: $Q_в = m_2 c t_2 = 4200 \text{ Дж}$. Энергия льда: $Q_л = m_1 c t_1 = -21000 \text{ Дж}$.
 Для того чтобы довести лёд до 0°C нужна теплота равная: $Q = m_1 c \Delta t = 21000 \text{ Дж}$
 $\Delta t_1 = 0 - (-5) = 5^\circ\text{C}$. Так $Q > Q_в$ значит лёд не растает, и масса останется
 прежней $m = m_1 = 2 \text{ кг}$.

2. Скорость камня уменьшилась за $0,5$ секунды на $\Delta v = 3 \text{ м/с}$. Значит
 за время $\frac{1}{6} \text{ с}$ уменьшилась на 2 м/с . Значит начальная скорость

$t = \frac{20}{8} = \frac{5}{3} \text{ с}$. $t = \frac{27,5 \sin \alpha}{g}$ $\frac{5}{3} \cdot 10 = 27,5 \sin \alpha$. Отсюда $\sin \alpha = \frac{5}{6}$.

$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \approx 7 \text{ м}$

1. $x = v_0 t - \frac{at^2}{2}$

$L = v_1 t_2 - \frac{at_2^2}{2} = 1,5 v_1 - 1,125 a$.

v_1 - скорость в начале
 2 - во время.

$L = v_0 - 0,5a$ (1)

$L = 1,5(v_1 - \frac{1}{3}a)$

$v_1 = v_0 - at_1$

$L = 12$ $v_1 - \frac{1}{3}a = 8$ (2)

$v_2 = v_0 - a$

$a = v_0 - v_2$ (3)

~~Подставляем (3) в (1) и (2)~~

из (1) $0,5a = v_0 - 12$

$a = 2(v_0 - 12) = 2v_0 - 24$ (4)

$$\left(L = v_0 - 0,5(v_0 - v_1) = v_0 - 0,5v_0 + 0,5v_1 \right) L = v_1 t_2 - \frac{at_2^2}{2} = 1,5v_1 - 1,125a. \quad (5)$$

$$L = 1,5\left(v_1 - \frac{4}{3}a\right) \quad (6)$$

$$s = v_1 - \frac{4}{3}a \quad (7)$$

Умножим (5) на $\times 2$, а (7) на $\times 3$ получим

$$2v_0 - a = 3v_1 - 4a = 24. \quad (8)$$

Из $v_1 = v_0 - at_1$ получим $a = v_0 - v_1 \quad (9)$.

Подставим (9) в (8). получим $v_0 + v_1 = 7v_1 - 4v_0 \quad (10)$.

Подставим числа в (10) (по формуле я не смог) найдем $v_0 = 13,5 \text{ м/с}$ а

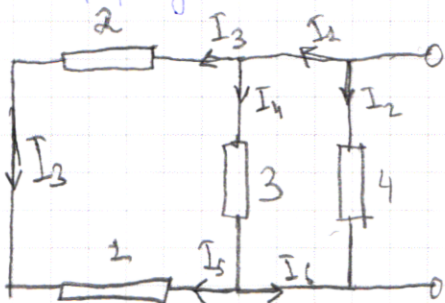
$v_1 = 10,5 \text{ м/с}$, $v_0^2 = 2as \quad (11)$ Из (7) получим что $a = 1,5 \text{ м/с}^2$.

Из (11) получим что $s = 56,25 \text{ м}$ (до остановки пройдет путь s).

$$v_0 = at. \quad \boxed{t = \frac{v_0}{a} = 4,5 \text{ с}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5. Перепишем цепь в эквивалентном виде:



$$I = I_1 + I_2$$

$$I_1 = I_3 + I_4$$

$$I_4 = I_5 + I_6$$

$$P_2 = (I_3 + I_5)U$$

$$P_2 = I_3 U$$

$$P_3 = I_4 U = (I_5 + I_6)U$$

$$P_4 = (I_2 + I_6)U$$

$$I = I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_2 = (I_3 + I_5 + I_6 + I_2)U =$$

$$P = IU = \left(\frac{P_2}{U} + \frac{P_3}{U} + I_2\right)U = \left(\frac{P_2}{U} + \frac{P_4}{U}\right)U = P_2 + P_4$$

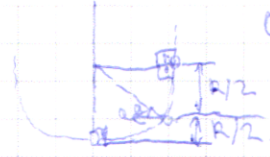
Общая мощность в цепи равно мощности выделяемые в резисторах R_2 и R_4 .



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3.  $a = \frac{v^2}{R} = \omega R$ ускорение всегда направлено в центр.
Ускорение направлено горизонтально в начальном положении, а вертикально книзу в точке.

В центре между начальным положением и книзу точки ускорение направлено горизонтально. Так как в начальном положении ускорение образует 90° , в книзу точки 90° с горизонталю, то между их центрами (где a направлено горизонтально) a должен образовать $90:2=45^\circ$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$L = v_0 t_2 - \frac{at_2^2}{2} = v_0 - 0,5a$$

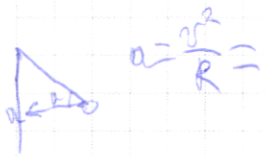
$$L = v_0 t_2 - \frac{at_2^2}{2} = 1,5v_0 - 1,25a$$

$$L = v_0 - 0,5a \quad (2v_0 - 24)$$



$$x = v_0 t - \frac{at^2}{2}$$

$$v_1^2 = 2ax$$



$$a = \frac{v^2}{R}$$



$$\frac{v_0 - 12}{0,5} = 12$$

$$12 = v_0 - 0,5a \quad 12 = v_0 - (1,5v_0 - 1,25a)$$

$$0,5a = v_0 - 12 \quad 12 = v_0 - 0,75v_0 + 1,25a$$

$$a = 2,5v_0 - 24 \quad 0,75v_0 - 9$$

$$12 = v_0 - 0,5a$$

$$0,5a = v_0 - 12$$

$$12 = v_0 - 0,5(1,5v_0 - 1,25a)$$

$$L = v_1 t_2 - \frac{at_2^2}{2}$$

$$a = 2v_0 - 24$$

$$12 = v_0 - 0,75v_0 + 0,9$$

$$L = 1,5v_1 - 1,25a$$

$$12 = v_0 - 0,5(2v_0 - 24)$$

$$3 = 0,25v_0 \quad v_0 = \frac{3}{0,25} = 12 \text{ м/с}$$

$$2v_0 - 24$$

$$v_2 = v_0 - at_2$$

$$v_1 = v_0 - a$$

$$12 = 1,5v_1 - 1,25a$$

$$a = v_0 - v_1 = 2v_0 - 24$$

$$a = v_0 - v_1 = 2v_0$$

2,250

$$29 = 1,5v_1 - 1,25a$$

$$v_2^2 = v_0^2 - 2ax = 24(2v_0 - 24)$$

$$29 = 1,5(v_1 - 1,5v_0)$$

$$0,5v_0 - 0,5v_1 = v_0 - 12$$

$$\begin{array}{r} 1,125 \\ + \\ 2,250 \\ \hline \end{array}$$

$$\frac{290}{25} = \frac{58}{5} = 11,6$$



$$v_2^2 = v_0^2 - 48v_0 + 576$$

$$x = v_0 t - \frac{at^2}{2}$$

$$12 = v_0 - 0,5a^2 \cdot 4$$

$$1,5 = 4 \quad 12,75$$

$$x = at$$

$$v_f^2 = v_0^2 - 2ax$$

$$v_0 = 11 \text{ м/с}$$

$$1,5 = 4$$

$$v_0^2 = 2ax$$

$$v_f = v_0 - at$$

$$196 = 3x$$

$$\begin{array}{r} 1,24 \\ + \\ 4,8 \\ \hline 5,76 \end{array}$$

$$L = v_0 - 0,5(2v_0 - 24)$$

$$L = v_0 - v_0 + 24$$

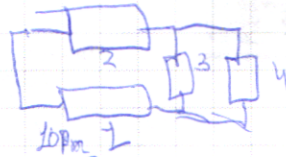
$$\begin{array}{r} 1,125 \\ \times \\ 1,5 \\ \hline 5,625 \\ + \\ 1,125 \\ \hline 1,6875 \end{array}$$

$$y = v_y t - \frac{g t^2}{2} \quad v_x t -$$



$$v_y = \frac{y}{t}$$

$$L = \frac{v_{0x}}{T} \quad v_{0x} = \frac{L}{T}$$



$$I^2 R$$

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{100 \cdot \frac{25}{36}}{20}$$

$$\frac{2500}{36 \cdot 20} =$$

$$= \frac{2500}{720} = \frac{125}{36}$$

$$28.6 \cdot 18.17 = 2260 \text{ m}$$

$$x = v_0 t - \frac{g t^2}{2} \quad v_x = v_0 - g t \quad v_x^2 = v_0^2 - 2 g x \quad v_1 = v_0 - g t_1 \quad g = v_0 - v_1$$

$$12 = v_0 - 0.5 a$$

$$v_0 = 0.5(v_0 - v_1)$$

$$12 = 1.5 v_1 - 1.25 a$$

$$v_0 = 0.5 v_0 + 0.5 v_1$$

$$12 = 0.5 v_0 + 0.5 v_1$$

$$\frac{1.500}{1.225} = \frac{300}{225} = \frac{60}{45} = \frac{4}{3}$$

$$12 = 1.5(v_1 - \frac{4}{3} a)$$

$$v_0 = a t$$

$$2 \cdot 7$$

$$8 = v_1 - \frac{4}{3} a$$

$$\begin{array}{r} 235 \overline{) 3} \\ \underline{225} \\ 105 \\ \underline{105} \\ 0 \end{array}$$

$$2v_0 - a = 24 = 3v_1 - 4a$$

$$a = v_0 - v_1$$

$$2v_0 - a = 3v_1 - 4a$$

$$2v_0 - v_0 + v_1 = 3v_1 - 4(v_0 - v_1)$$

$$v_0 + v_1 = 3v_1 - 4v_0 + 4v_1$$

$$v_0 + v_1 = 7v_1 - 4v_0$$

$$47 - 52 = 25$$

$$14 + 56 = 70 - 56$$

$$70.5 - 54$$

$$5642 = 13.5 \cdot t = \frac{13.5 \cdot t^2}{2}$$

$$14 + 12 =$$

$$13 + 10 \quad 13.5 + 10.5$$

$$12$$

$$x \quad v_1 \quad v_0^2 = 2ax \quad a = 1.5$$

$$169.25 = 37a \quad 5642 \text{ m}$$

$$a = v_0 - v_1$$

$$L = v_0 - 0.5 a$$

$$12 = v_0 - 0.5 a \quad v_1 - \frac{4}{3} a = 8$$

$$\begin{array}{r} 1692613 \\ \underline{15} \\ 19 \\ \underline{18} \\ 13 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$x = v_0 t_1 - \frac{at_1^2}{2}$$

$$12 = v_0 \cdot 1 - \frac{a \cdot 1}{2}$$

$$12 = v_0 - 0,5a$$

$$12 = at \stackrel{?}{=} 0,5a$$

$$v = 12 + 0,5a$$

$$v_f^2 = v_0^2 - 2ax$$

$$v_0^2 = 2ax$$

$$v_f = v_0 - at$$

$$v_0^2 = 2ax =$$

$$v_0 = at \quad v_f = 0$$

$$v_1^2 = v_0^2 - 24a$$

$$x = v_1 t_2 - \frac{at_2^2}{2}$$

$$12 = at \cdot 1,5 - \frac{a \cdot 2,25}{2}$$

$$12 = 1,5at - 1,125a$$

$$v_1 = \frac{12 + 1,125a}{1,5}$$

$$\frac{0,625}{1,5} = \frac{1}{2,4}$$

$$1,25$$

$$x = v_1 t_2 - \frac{at_2^2}{2}$$

$$12 = 1,5v_1 - \frac{a \cdot 2,25}{2}$$

$$12 = 1,5v_1 - 1,125a$$

$$v_0 - 0,5a = 1,5v_1 - 1,125a$$

$$1,25a - 0,5a = 1,5v_1 - v_0$$

$$1,5v_1 - v_0 = 0,625a$$

$$1,25a + 12 - v_0 = 0,625a$$

$$1,5v_1 - 12 - 0,5a = 0,625a$$

$$12 - v_0 = -0,5a$$

$$1,5v_1 = 1,25a + 12$$

$$v_0 - 12 = 0,5a$$

$$v_1 = \frac{1,25a + 12}{1,5}$$

$$1,5v_1 - v_0 = 0,625(2(v_0 - 12))$$

$$1,5v_1 - v_0 = 0,625(2v_0 - 24)$$

$$1,5v_1 - v_0 = 1,25v_0 - 24$$

$$1,5(v_1 - \frac{2}{3}v_0) = 1,25(v_0 - 19,2)$$

$$1,2v_1 - 0,8v_0 = v_0 - 19,2$$

$$1,8v_0 = 1,2v_1 + 19,2$$

$$24 = 2v_0 - a$$

$$a = 2v_0 - 24$$

$$a = 2(v_0 - 12)$$

$$a = \frac{4}{3}v_1 - \frac{32}{3}$$

$$\frac{1500}{1125} = \frac{300}{225} = \frac{60}{45} = \frac{12}{9} = \frac{4}{3}$$

$$\frac{12}{10} = \frac{6}{5}$$

$$\frac{24}{1,25} = \frac{2400}{125} = \frac{480}{25} = \frac{96}{5} = 19,2$$

$$\frac{1,5}{1,25} = \frac{150}{125} = \frac{30}{25} = \frac{6}{5} = 1,2$$

$$\frac{1,25 \cdot 15}{10} = \frac{18,75}{10} = \frac{1875}{1000} = \frac{1875}{1000}$$

$$Q_0 = m_2 c \Delta T = m_2 c t_2 = 840 \cdot 5 = 4200.$$

$$Q_u = m_2 c \Delta T = m_2 c t_1 = 21000.$$

$$Q = m_2 c \Delta T = 2 \cdot 2100 \cdot 5 = 21000 \text{ Дж.}$$

$$\Delta T = 5^\circ \text{C}$$

$$L = v_0 \cdot t_2 - \frac{at_2^2}{2}$$

$$L = v_1 \cdot t_2 - \frac{at_2^2}{2}$$

$$12 = v_0 - 0,5a$$

$$12 = v_1 \cdot 1,5 - a \cdot 1,125$$

$$1,5v_1 - 1,125a = 12$$

$$v_0 - 0,5a = 1,5v_1 - 1,125a$$

$$v_0 = at$$

$$0,625a = 1,5v_1 - v_0 \quad 0,625a = 1,5v_1 - at$$

$$0,625(v_0 - v_1) = 1,5v_1 - v_0$$

$$\frac{1}{1,5} = \frac{10}{12} = \frac{2}{3} v_0$$

$$0,625(v_0 - v_1) = 1,5(v_1 - \frac{2}{3}v_0)$$

$$v_0 - v_1 = 2,4(v_1 - \frac{2}{3}v_0)$$

$$v_f^2 = v_0^2 - 2ax$$

$$12 = v_0 - 0,5a$$

$$12 = 1,5v_1 - 1,125a$$

$$12 = v_1$$

$$v_0 - 0,5a = 1,5v_1 - 1,125a$$

$$1,5v_1 - v_0 = 0,625a$$

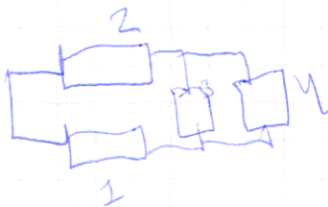
$$v_1 - \frac{2}{3}v_0 = 2,4a$$

$$2,4 = a$$



$$x = v_0 \cos \alpha \cdot t - av$$

$$I^2 R_2 = 108 \text{ м}$$



$$R_{123} = R_1$$

$$R_{1234} = \frac{R_1(R_2 + R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_2 + R_3}$$

$$v = 7u/c$$

$$t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} = 10 \sin \alpha = t = v_0 \sin \alpha$$



$$v_2^2 = v_0^2 - 24a$$

$$v_2 = v_0 - at_2$$

$$v_2 = v_0 - a$$

$$a = v_0 - v_2 =$$

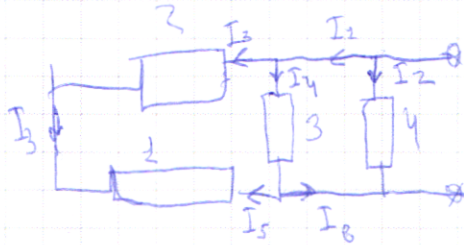
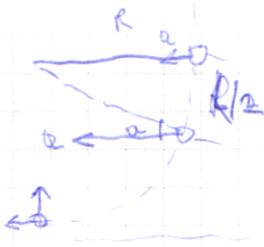
$$v_f = v_1 - at_2$$

$$12 = v_0 t_2 - \frac{at_2^2}{2}$$

$$\frac{1500}{625} - \frac{300}{125} = \frac{60}{25} = \frac{12}{5} = 2,4$$

$$v_1 = \frac{5}{30} = \frac{1}{6} \cdot 120 = \frac{10}{5} = \frac{5}{3} c = 20$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$I_4 = I_5 + I_6$$

$$I = I_1 + I_2$$

$$I_2 = I_3 + I_4$$

$$I_4 = I_5 + I_6$$

$$\sqrt{R^2 + R^2/4}$$

$$P_1 = (I_3 + I_5) U = 10 \text{ Вт} \quad I_3 + 2I_5$$

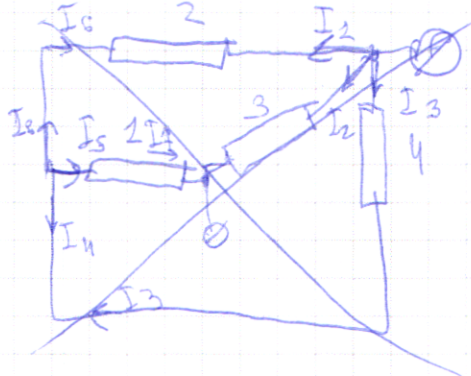
$$P_2 = I_3 U$$

$$P = IU$$

$$P_3 = I_4 U = (I_5 + I_6) U$$

$$P_4 = (I_2 + I_6) U$$

$$I = I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_2 = (I_3 + I_5 + I_6 + I_2) U = \left(\frac{P_2}{U} + \frac{P_3}{U} + I_2\right) U$$



$$= \left(\frac{P_2}{U} + \frac{P_3}{U} + \frac{P_4}{U}\right) U = P_2 + P_4$$

$$P = P_2 + P_4$$



Ускорение всегда направлено в центр. $a = \frac{v^2}{R} = \omega R$

$$\frac{v^2}{R} = a \text{ - У.к.в.ч.}$$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)