

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 09

Шифр 3-036

(заполняется секретарём)

Вариант 09-04

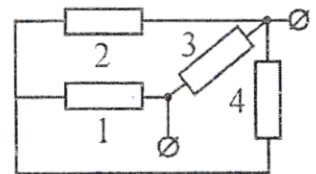
1 Первый вагон поезда прошел мимо наблюдателя, стоящего на платформе, за $\tau_1 = 1$ с, а второй - за $\tau_2 = 1,5$ с. Длина каждого вагона $L = 12$ м. Через какое время T после начала наблюдения поезд остановился? В процессе торможения поезд движется по прямой равномерно.

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

$$4. m_1 = 2 \text{ кг}$$

$$t_1 = -5^\circ \text{C}$$

$$m_2 = 0,2 \text{ кг}$$

$$t_2 = +5^\circ \text{C}$$

$$c_1 = 2100 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$$

$$c_2 = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$$

$$\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$$

$$m = ?$$

Найдём количество тепла, которое нужно, чтобы температура льда поднялась до 0°C

$$Q_1 = c_1 m_1 (0 - t_1) = 2100 \cdot 2 \cdot 5 = 21000 \text{ Дж}$$

Найдём количество тепла, которое отдается от воды, когда температура опускается до 0°C

$$Q_2 = c_2 m_2 (t_2 - 0) = 4200 \cdot 0,2 \cdot 5 = 4200 \text{ Дж}$$

$Q_1 > Q_2 \Rightarrow$ Вода массой m_0 превратится в лёд темп. 0°C

$$Q_1 = Q_2 + \lambda m_0$$

$$c_1 m_1 (0 - t_1) = c_2 m_2 (t_2 - 0) + \lambda m_0$$

$$\lambda m_0 = c_1 m_1 (0 - t_1) - c_2 m_2 (t_2 - 0)$$

$$m_0 = \frac{c_1 m_1 (0 - t_1) - c_2 m_2 (t_2 - 0)}{\lambda}$$

$$M = m_1 + m_0 = 2 + \frac{2100 \cdot 2 \cdot 5 - 4200 \cdot 0,2 \cdot 5}{3,3 \cdot 10^5} = 2,05 \text{ кг}$$

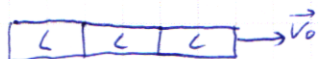
Ответ 2,05 кг

$$1. \tau_1 = t_1$$

$$\tau_2 = 1,5c$$

$$L = 12 \mu$$

$$T = ?$$



$$\tau_3 = \tau_1 + \tau_2 = 1 + 1,5 = 2,5c$$

$$\begin{cases} L = v_0 \tau_1 - \frac{a \tau_1^2}{2} \\ 2L = v_0 \tau_3 - \frac{a \tau_3^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} L = v_0 - \frac{a}{2} \\ 2L = 2,5v_0 - \frac{6,25a}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_0 = 12 + \frac{a}{2} \\ 2L = 2,5(12 + \frac{a}{2}) - \frac{6,25a}{2} \\ 24 = 30 + \frac{2,5a}{2} - \frac{6,25a}{2} \end{cases}$$

$$24 = 30 - 1,875a$$

$$a = \frac{30 - 24}{1,875} = 3,2 \text{ м/с}^2$$

$$s = \frac{v_0^2}{2a} = v_0 T - \frac{a T^2}{2} = 28,9 \mu$$

$$28,9 = 13,6 T - 1,6 T^2$$

$$1,6 T^2 - 13,6 T + 28,9 = 0$$

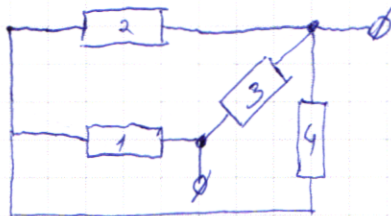
$$D = 184,96 - 184,96 = 0$$

$$T = \frac{13,6}{2 \cdot 1,6} = \frac{13,6}{3,2} = 4,25c$$

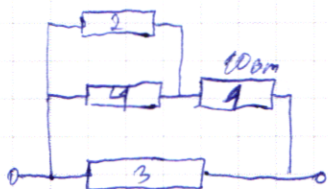
Ответ 4,25c

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5. $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$
 $P_1 = 10 \text{ Вт}$
 $P = ?$



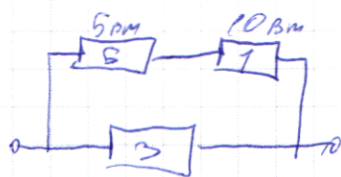
Упростите рисунки цепи (сделайте)



$$P_1 = U_1 I_1 = I_1^2 R$$

$$I_1 \neq I_4$$

$$P_4 = U_4 I_4 = I_4^2 R$$



$$R_5 = \frac{R}{2} \quad I_5 = I_1$$

$$P_1 = I_1^2 R_1$$

$$\frac{P_1}{P_5} = \frac{2R}{R}$$

$$P_5 = I_5^2 R_5$$

$$P_5 = \frac{10}{2} = 5 \text{ Вт}$$



$$U_6 = U_3$$

$$P_6 = 15 \text{ Вт} = \frac{U_6^2}{R_6} = \frac{2U_6^2}{3R}$$

$$R_6 = R_5 + R_1 = \frac{R}{2} + R = \frac{3R}{2}$$

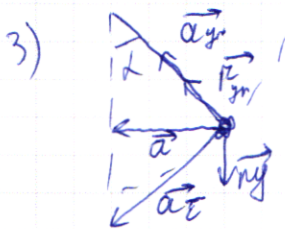
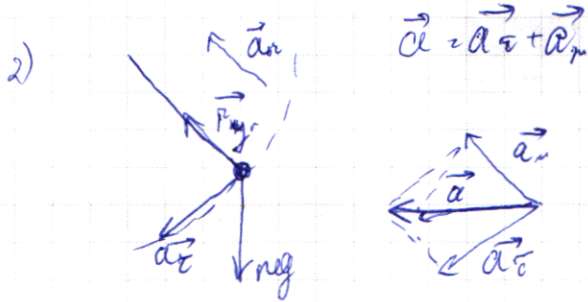
$$P_3 = \frac{U_3^2}{R}$$

$$\frac{P_6}{P_3} = \frac{2U_6^2 \cdot R}{3R U_3^2} = \frac{2}{3}$$

$$P_3 = \frac{3P_6}{2} = \frac{3 \cdot 15}{2} = 22,5 \text{ Вт}$$

$$P = P_6 + P_3 = 37,5 \text{ Вт}$$

Ответ 37,5 Вт



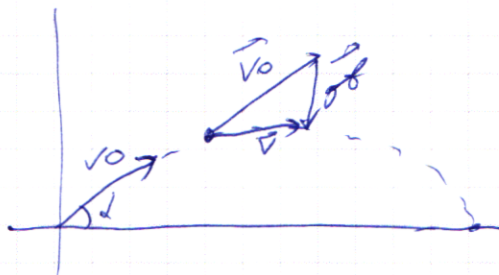
$\alpha = ?$

$$\alpha_n \perp \alpha_t = 90^\circ \Rightarrow \alpha = \frac{90^\circ}{2} = 45^\circ$$

$\alpha = 45^\circ$

Ответ 45°

2. $v_0 = 10 \text{ м/с}$
 $\tau = 0,5 \text{ с}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $v = 4 \text{ м/с}$
 $H_{\text{max}} = ?$



$g \tau = 5$

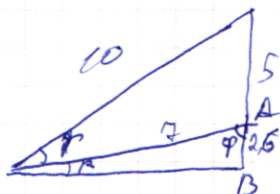
Рассмотрим образовавшийся треугольник

$$H_{\text{max}} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$\sin \alpha = \sin(\gamma + \beta)$$

$$= \sin \gamma \cos \beta +$$

$$\cos \gamma \sin \beta$$



$$25 = 100 + 49 - 140 \cos \gamma$$

$$\cos \gamma = \frac{124}{140} \quad \sin \gamma = \sqrt{1 - \frac{124^2}{140^2}} = \frac{\sqrt{4224}}{140}$$

$$100 = 49 + 25 + 70 \cos \beta$$

$$\cos \beta = \frac{26}{70} \quad AB = 2,6$$

$$\sin \beta = \frac{26}{70} \quad \cos \beta = \sqrt{1 - \frac{26^2}{70^2}} = \frac{\sqrt{4224}}{70}$$

$$\sin \gamma \cos \beta + \cos \gamma \sin \beta = \frac{\sqrt{4224}}{140} \cdot \frac{\sqrt{4224}}{70} + \frac{124}{140} \cdot \frac{26}{70} = \frac{744,8}{980}$$

$$H_{\text{max}} = \frac{100 \cdot \frac{744,8^2}{980^2}}{2 \cdot 10 \cdot 980^2} = 2,888 \text{ м}$$

Ответ $2,888 \text{ м}$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР (заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Grid area for writing the answer.

черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)