

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 09

Шифр 3-039

(заполняется секретарём)

Вариант 09-04

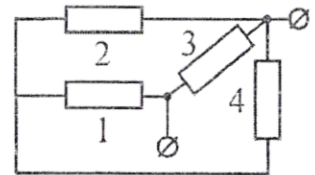
1 Первый вагон поезда прошел мимо наблюдателя, стоящего на платформе, за $\tau_1 = 1$ с, а второй - за $\tau_2 = 1,5$ с. Длина каждого вагона $L = 12$ м. Через какое время T после начала наблюдения поезд остановился? В процессе торможения поезд движется по прямой равномерно.

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) $m_1 = 2 \text{ кг}$ | считаем ту энергию, что надо, чтобы
 $t_1 = -5^\circ\text{C}$ | $m_1 = 2 \text{ кг}$ лёд растаял в 0°C , и убедимся
 $m_2 = 0,2 \text{ кг}$ | что $m_2 = 0,2 \text{ кг}$ вода не может дать ту
 $t_2 = +5^\circ\text{C}$ | энергию

 $m_{\text{л}} = ?$ | $Q_1 = c_1 m_1 (t - t_1) + \lambda m_1 = 681$
 $Q_2 = c_2 m_2 (t - t_2) + \lambda m_2 = -4,2$
 $|Q_1| > |Q_2|$ ❌

Считаем ту энергию, что надо, чтобы $m_2 = 0,2 \text{ кг}$ вода стало льдом в 0°C , и убедимся, что $m_1 = 2 \text{ кг}$ лёд, не может дать ту энергию.

$$Q_1 = c_1 m_1 (t - t_1) = 21000$$

$$Q_2 = c_2 m_2 (t - t_2) + \lambda m_2 = -40,200 \quad Q_1 < Q_2$$

⇒, у нас будет раствор под 0°C , считаем, что $m_{\text{л}}$ массой вода, становится лёд

$$Q_1 = c_1 m_1 (0 - t_1) + \lambda (m_1 +$$

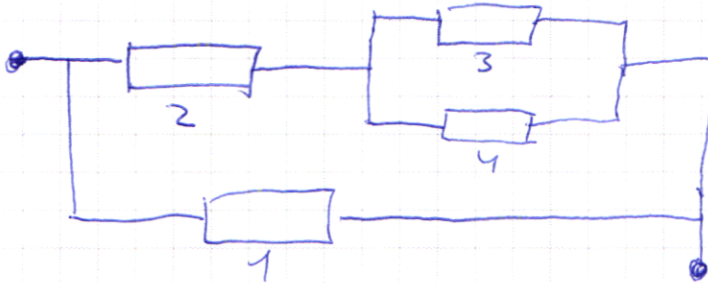


черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

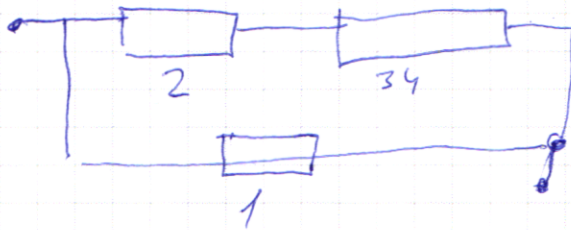
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5) Построим эквивалентную схему.



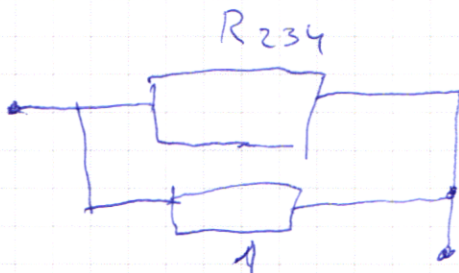
$$R_{34} = R_3 \parallel R_4 = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$$

$$R_{34} = \frac{R \cdot R}{R + R} = \frac{R^2}{2R} = \frac{R}{2}$$



$$R_{234} = R_2 + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$$

$$= R + \frac{R}{2} = \frac{3}{2} R$$



$$R_{1234} = \frac{1,5R \cdot R}{1,5R + R}$$

$$= \frac{1,5R^2}{2,5R} = 0,6 R$$

Ищем что, $N_1 = \frac{U_1^2}{R} \Rightarrow R = \frac{U_1^2}{N_1}$ $0,6 R = \frac{0,6 U^2}{N_1}$

$$N = \frac{U^2}{R_{1234}} = \frac{U^2}{0,6 R} = \frac{U^2 N_1}{0,6 U^2} = \frac{N_1}{0,6} = \frac{10}{0,6} \approx 16,6$$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) $V_0 = 10 \text{ м/с}$

$t = 0,5 \text{ с}$

$V = 4 \text{ м/с}$

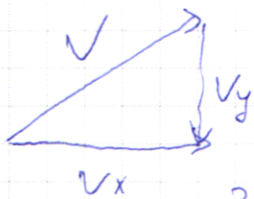
$g = 10 \text{ м/с}^2$

$H_{\text{max}} = ?$

Считаем, что камень был брошен под углом α .

$$H_{\text{max}} = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

Скорость \vec{V} имеет две составляющие \vec{V}_x и \vec{V}_y



$$V_x = V_0 \cos \alpha = 10 \cos \alpha$$

$$V_y = V_0 \sin \alpha - gt = 10 \sin \alpha - 5$$

$$V^2 = V_x^2 + V_y^2 = (V_0 \cos \alpha)^2 + (V_0 \sin \alpha - gt)^2$$

$$4^2 = 100 \cos^2 \alpha + 100 \sin^2 \alpha - 100 \sin \alpha + 25$$

$$\cos^2 \alpha = 1 - \sin^2 \alpha$$

$$49 = 100 - 100 \sin^2 \alpha + 100 \sin^2 \alpha - 100 \sin \alpha + 25$$

$$100 \sin \alpha = 76$$

$$\sin \alpha = 0,76$$

$$H_{\text{max}} = \frac{10^2 \cdot 0,76^2}{20} = 2,888 \text{ м}$$

Ответ: 2,888 м



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) $t_1 = 1 \text{ c}$
 $t_2 = 1,5 \text{ c}$
 $L = 12 \text{ м}$
 $T_{\text{мол}} = ?$

Обозначим ~~эти~~ время торможения
 $T \Rightarrow V_0 = aT$

$$L = V_0 t_1 - a \frac{t_1^2}{2} \Rightarrow L = aT t_1 - \frac{a t_1^2}{2}$$

После 1 c , скорость будет $V = V_0 - at_1$
 $= aT - at_1$

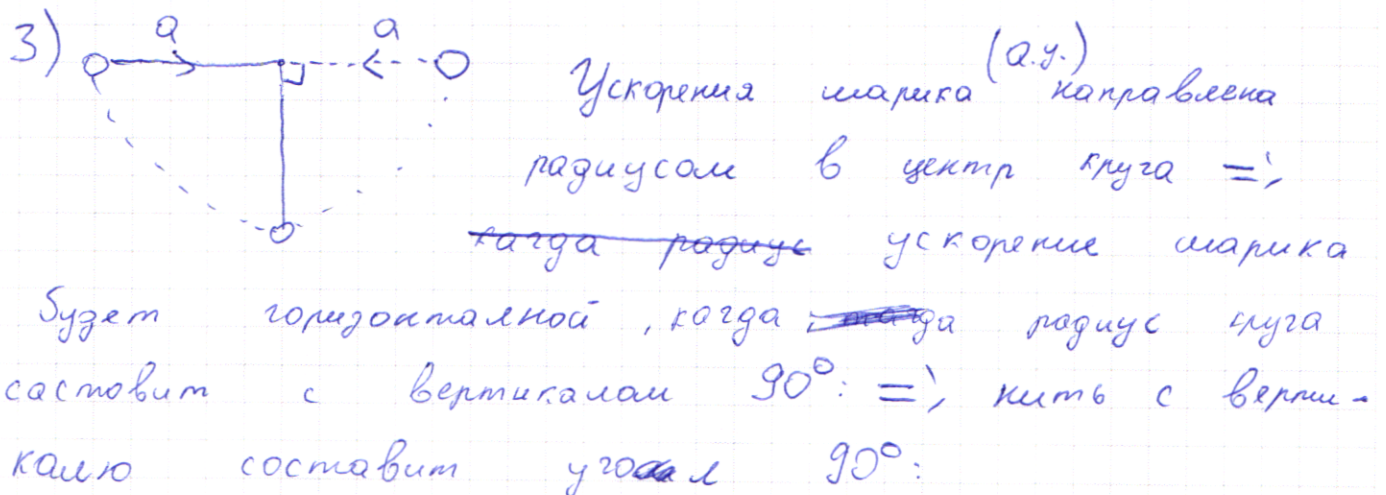
$$L = V t_2 - a \frac{t_2^2}{2} \Rightarrow L = a(T - t_1) t_2 - \frac{a t_2^2}{2}$$

У нас есть $L = a(T t_1 - \frac{t_1^2}{2})$ и $L = a(T - t_1) t_2 - \frac{a t_2^2}{2}$

$$\Rightarrow T t_1 - \frac{t_1^2}{2} = (T - t_1) t_2 - \frac{t_2^2}{2} \Rightarrow T t_1 - \frac{t_1^2}{2} = T t_2 - t_1 t_2 - \frac{t_2^2}{2}$$

$$T t_1 - T t_2 = \frac{t_1^2}{2} - t_1 t_2 - \frac{t_2^2}{2} \Rightarrow T = \frac{\frac{t_1^2}{2} - t_1 t_2 - \frac{t_2^2}{2}}{t_1 - t_2}$$

$$T = \frac{\frac{1^2}{2} - 1,5 - 1,125}{-0,5} = 4,25 \text{ c}$$





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)