

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 09

Шифр

(заполняется секретарём)

Вариант 09-03

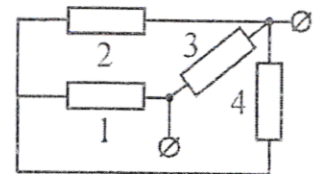
1 Первый вагон поезда прошел мимо наблюдателя, стоящего на платформе, за $\tau_1 = 1$ с, а второй - за $\tau_2 = 1,5$ с. Длина каждого вагона $L = 12$ м. Найдите скорость V_0 поезда в начале наблюдения. Поезд движется по прямой равномерно.

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. Через какое время T после старта камень находился на максимальной высоте? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

3 Подвешенному на нити шарик сообщили начальную скорость в горизонтальном направлении. В тот момент, когда нить отклонилась на угол $\alpha = 30^\circ$ от вертикали, ускорение шарика направлено горизонтально. Какой угол α_{\max} с вертикалью будет образовывать нить в момент остановки шарика?

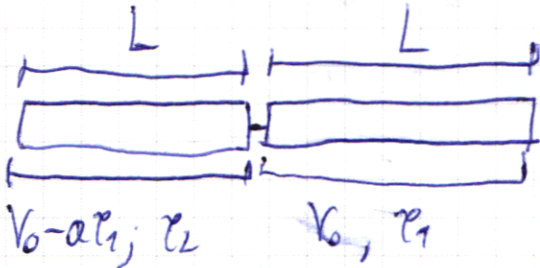
4 В очень легком калориметре находятся вода массой $M = 0,1$ кг и кусок льда массой $m = 0,05$ кг. Температура воды и льда $t_0 = 0^\circ\text{C}$, температура окружающей среды $t_1 = 20^\circ\text{C}$. Из-за притока теплоты лед понемногу плавится - за $\tau = 5$ минут в воду превращается $m_1 = 1$ г льда. Какое время T пройдет (оценить) от момента полного плавления льда до увеличения температуры системы на $\Delta t = 1^\circ\text{C}$? Удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·К).

5 Цепь, схема которой показана на рисунке, подключена к источнику постоянного напряжения $U = 18$ В. Сопротивление каждого резистора равно $r = 5$ Ом. Найдите мощность P_1 , рассеиваемую на резисторе 1.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1.



$$L = 72 \text{ см}$$

$$\tau_1 = 1 \text{ с}$$

$$\tau_2 = 1,5 \text{ с}$$

$$V_0 = ?$$

$$\left. \begin{aligned} (1) \quad L &= V_0 \tau_1 - \frac{a \tau_1^2}{2} \\ (2) \quad L &= (V_0 - a \tau_1) \tau_2 - \frac{a \tau_2^2}{2} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} a &= \frac{2V_0 \tau_1 - L}{\tau_1} \quad (1) \\ a &= \frac{V_0 \tau_2 - L}{\tau_1 \tau_2 + \frac{\tau_2^2}{2}} \quad (2) \end{aligned} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{2V_0 \tau_1 - L}{\tau_1} = \frac{V_0 \tau_2 - L}{\tau_1 \tau_2 + \frac{\tau_2^2}{2}} \Leftrightarrow V_0 \tau_1 \tau_2 - L \tau_1 =$$

$$= (2V_0 \tau_1 - L) \left(\tau_1 \tau_2 + \frac{\tau_2^2}{2} \right) = 2V_0 \tau_1^2 \tau_2 + 2V_0 \tau_1 \frac{\tau_2^2}{2} - L \tau_1 \tau_2 - L \frac{\tau_2^2}{2}$$

$$V_0 \tau_1 \tau_2 - L \tau_1 = 2V_0 \tau_1^2 \tau_2 + 2V_0 \tau_1 \frac{\tau_2^2}{2} - L \tau_1 \tau_2 - L \frac{\tau_2^2}{2} \Rightarrow$$

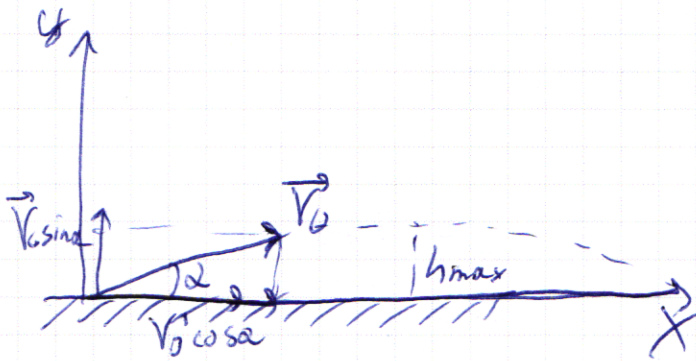
$$\Rightarrow V_0 (2\tau_1^2 \tau_2 + \tau_1 \tau_2^2 - \tau_1 \tau_2) = L \left(\tau_1 \tau_2 + \frac{\tau_2^2}{2} - \tau_1 \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_0 = \frac{L \left(\tau_1 \tau_2 + \frac{\tau_2^2}{2} - \tau_1 \right)}{2\tau_1^2 \tau_2 + \tau_1 \tau_2^2 - \tau_1 \tau_2} = \frac{72 \cdot \left(1,5 + \frac{2,25}{2} - 1 \right)}{2 \cdot 1 \cdot 1,5 + 1 \cdot 2,25 - 1,5} =$$

$$= \frac{72 \cdot (1,625)}{3,75} = 5,2 \text{ км/с}$$

Ответ: 5,2 км/с.

N° 2.



$$V_0 = 10 \text{ м/с}$$

$$\tau = 0,5 \text{ с}$$

$$V = 7 \text{ м/с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$T = ?$

$$V_0^2 = V_0^2 \cos^2 \alpha + V_0^2 \sin^2 \alpha$$

$$V^2 = V_0^2 \cos^2 \alpha + (V_0 \sin \alpha - g \tau)^2 \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_0^2 - V^2 = V_0^2 \sin^2 \alpha - (V_0 \sin \alpha - g \tau)^2$$

$$V_0^2 - V^2 = 2 V_0 \sin \alpha g \tau - g^2 \tau^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{V_0^2 - V^2 + g^2 \tau^2}{2 V_0 g \tau} = \frac{100^2 - 49 + 100^2 \cdot 0,25}{2 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 0,5} =$$

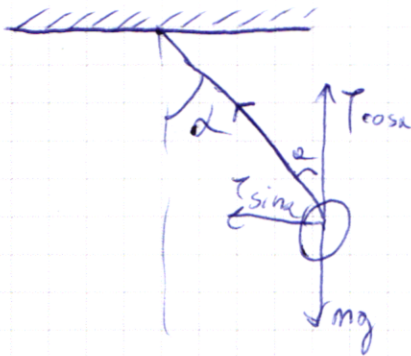
$$= 0,76$$

$$T = \frac{V \sin \alpha}{g} = \frac{7,6}{10} = 0,76 \text{ с}$$

Ответ: 0,76 с.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3.



$$\alpha = 30^\circ$$

$\alpha_{\max} = ?$

Максимальный угол с вертикалью ~~вот~~ будет образован тогда, когда ускорение направлено ~~вниз~~ горизонтально, как сказано в задании \Rightarrow
 $\Rightarrow \alpha = \alpha_{\max} = 30^\circ$

Ответ: $\alpha_{\max} = 30^\circ$

№4.

$$M = 0,1 \text{ кг}$$

$$m = 0,05 \text{ кг}$$

$$\tau = 5m = 300 \text{ с}$$

$$m_1 = m_2 = 0,001 \text{ кг}$$

$$\Delta t = 1^\circ \text{C} = 1 \text{ К}$$

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

$$c = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$$

$$T = ?$$

Мощность притока тепловой энергии обозначим через N

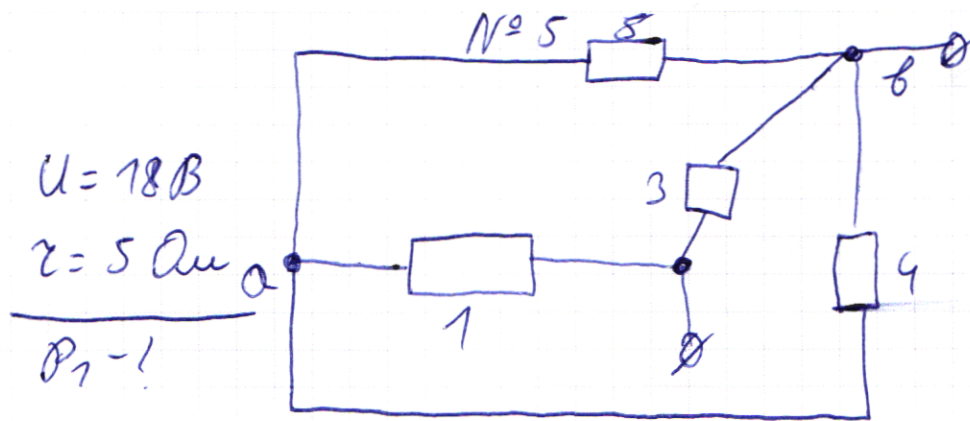
$$N \tau = \lambda m_1 \Rightarrow N = \frac{\lambda m_1}{\tau}$$

$$N \cdot T = (m + M) \cdot \Delta t =$$

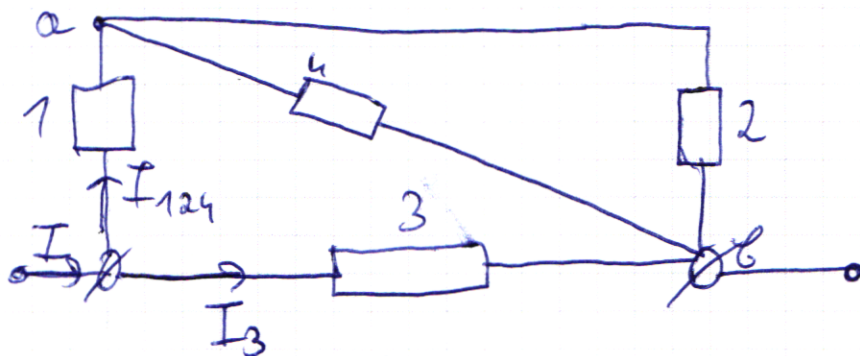
$$\Rightarrow T = \frac{c(m + M) \cdot \Delta t}{N} = \tau \cdot \frac{c(m + M) \cdot \Delta t}{\lambda m_1} =$$

$$= \frac{4200 \cdot 0,15 \cdot 1}{3,3 \cdot 10^5 \cdot 0,001} \cdot 300 = 572,7 \text{ К}$$

Ответ: $572,7 \text{ К}$



Построим эквивалентную схему



$$R_{24} = \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} = \frac{7}{2} = 3,5 \text{ Ом}$$

$$R_{124} = R_1 + R_{24} = 7,5 \text{ Ом}$$

$$R_{1234} = \frac{R_3 R_{124}}{R_3 + R_{124}} = \frac{5 \cdot 7,5}{12,5} = 3 \text{ Ом} =$$

$$\Rightarrow I = \frac{U}{R} = 5 \text{ А}$$

$$U = I_3 R_3 = 7,5 = I_3 \cdot 5 \Rightarrow I_3 = \frac{7,5}{5}$$

$$I_{124} = I - I_3 = 5 - \frac{7,5}{5} = 1,4 \text{ А}$$

$$P_1 = I_{124}^2 \cdot R_1 = 1,4^2 \cdot 5 = 9,8 \text{ Вт}$$

Ответ: 9,8 Вт.



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)



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)