

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 09

Шифр 3-047

(заполняется секретарём)

Вариант 09-03

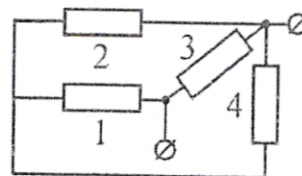
1 Первый вагон поезда прошел мимо наблюдателя, стоящего на платформе, за $\tau_1 = 1$ с, а второй - за $\tau_2 = 1,5$ с. Длина каждого вагона $L = 12$ м. Найдите скорость V_0 поезда в начале наблюдения. Поезд движется по прямой равномерно.

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)



$$L = 12 \text{ м}, \quad t_1 = 1 \text{ с} = t_1$$

$$t_2 = 1,5 \text{ с} = t_2$$

$$v_0 = ?$$

$$\begin{cases} L = v_0 t_1 - \frac{a t_1^2}{2} \\ L = (v_0 - a t_1) \cdot t_2 - \frac{a t_2^2}{2} \end{cases}$$

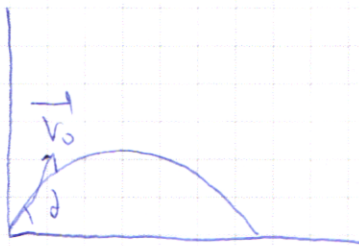
$$\begin{cases} 12 = v_0 - \frac{a}{2} \\ 12 = (v_0 - a) \cdot 1,5 - 2,25 \frac{a}{2} \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} 12 = 18 - \left(3,75 \frac{a}{2}\right) \\ a = 3,25 \text{ м/с}^2 \end{cases}$$

$$12 = v_0 - 1,6$$

Ответ: $13,6 \text{ м/с}$; $v_0 = 13,6 \text{ м/с}$

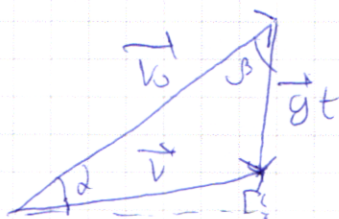
2)



$$v_0 = 10 \text{ м/с}$$

$$t = 0,5 \text{ с}, \quad v = 7 \text{ м/с}$$

$$T = ?$$



$$v^2 = v_0^2 + (gt)^2 - 2 v_0 g t \cdot \cos 2\beta$$

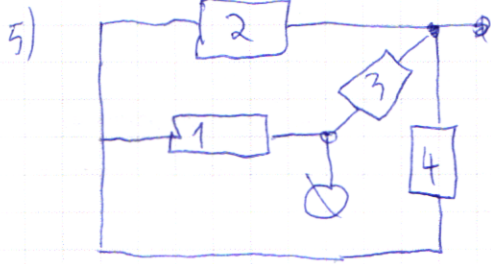
$$100 \cdot \cos 2\beta = 76$$

$$\cos 2\beta = 0,76$$

$$\cos 2\beta = 2 \sin^2 \alpha = 0,76$$

$$T = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{10 \cdot 0,76}{10} = 0,76 \text{ с}$$

Ответ: $0,76 \text{ с}$

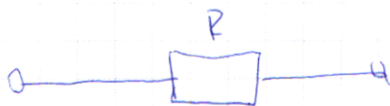
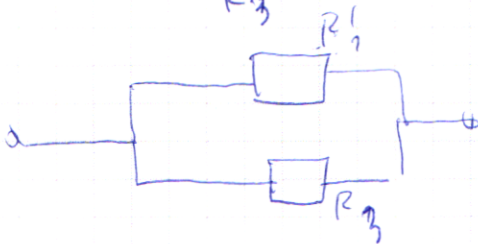
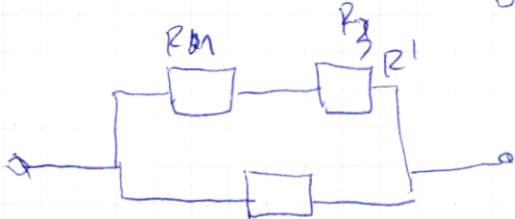
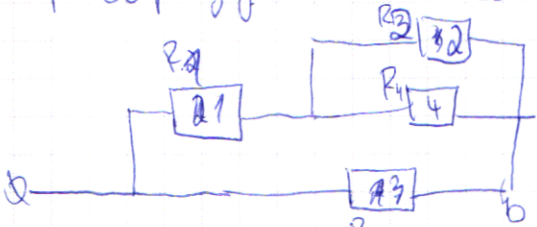


$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 5 \text{ (ohm)}$$

$$U = 18 \text{ V}$$

$$P_1 = ?$$

переобразуем схему



$$R' = \frac{R_2 \cdot R_4}{R_2 + R_4} = \frac{5 \cdot 5}{10} = 2,5 \text{ (ohm)}$$

$$R'_1 = R_1 + R' = 5 + 2,5 = 7,5 \text{ (ohm)}$$

$$R = \frac{R'_1 \cdot R_3}{R'_1 + R_3} = \frac{7,5 \cdot 5}{7,5 + 5} = 3 \text{ (ohm)}$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{18}{3} = 6 \text{ (A)}$$

$$U = U_1 = U_3 = 18 \text{ V}$$

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{18}{5} = 3,6 \text{ A}$$

$$I_2 = I_3 = \frac{U_1}{R'_1} = \frac{18}{7,5} = 2,4 \text{ A}$$

$$U_1 = I_1 \cdot R_1 = 3,6 \cdot 5 = 18 \text{ V}$$

$$\text{Ответ: } 64,8 \text{ Вт}$$

$$P_1 = I_1 \cdot U_1 = 3,6 \cdot 18 = 64,8 \text{ Вт}$$

$$\text{Ответ: } 28,8 \text{ Вт}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4) $M = 0,1 \text{ кг}$, $m = 0,05 \text{ кг}$, $t_0 = 0^\circ \text{C}$, $t_1 = 20^\circ \text{C}$,
 $\tau = 5 \text{ мин}$, $m_1 = 12$, $\Delta t = 1^\circ \text{C}$, $\alpha = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$,
 $c = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$, $T = ?$

$$Q_1 = \alpha m = 0,05 \cdot 3,3 \cdot 10^5 = 16500 \text{ Дж}$$

5 минут растает - 12 лед

8 минут - 402 лед

8 - 250

чтобы узнать за одну минуту сколько теплоты отдают $\frac{Q_1}{\tau} = 66 \text{ Дж/с}$

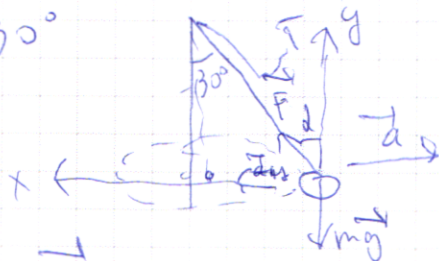
$$Q_2 = c m \Delta t = 4200 \cdot 0,1 + 0,05 \cdot 1 = 630 \text{ Дж}$$

$$T = \frac{630}{66} = 9,5 \text{ мин}$$

Ответ: 9,5 мин:

3) $\alpha = 30^\circ$

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



$$m \vec{a}_n = \vec{a}_g + \vec{T}$$

$$\frac{m v^2}{R} = mg + T$$

$$T = m \left(\frac{v^2}{R} - g \right)$$

~~$$y) F \cos \alpha = mg \quad F = \frac{mg}{\cos \alpha}$$~~

~~$$x) F \sin \alpha = m a_{\text{вд}}$$~~

$$mg \cdot \tan \alpha = m a_{\text{вд}}$$

$$a_{\text{вд}} = g \cdot \tan \alpha$$

~~$$l_{\text{max}} = 45^\circ$$~~
$$m a = -T \sin \alpha \quad T = \frac{|m a|}{\sin \alpha}$$

$$\sin \alpha = \frac{|m a|}{m \left(\frac{v^2}{R} - g \right)} = \frac{|a|}{\left(\frac{v^2}{R} - g \right)}$$



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)



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)