

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 09

Шифр 3-034

(заполняется секретарём)

Вариант 09-03

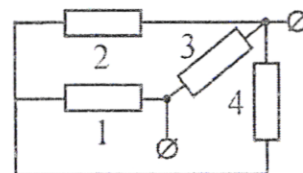
1 Первый вагон поезда прошел мимо наблюдателя, стоящего на платформе, за $\tau_1 = 1$ с, а второй - за $\tau_2 = 1,5$ с. Длина каждого вагона $L = 12$ м. Найдите скорость V_0 поезда в начале наблюдения. Поезд движется по прямой равномерно.

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 шарiku 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).

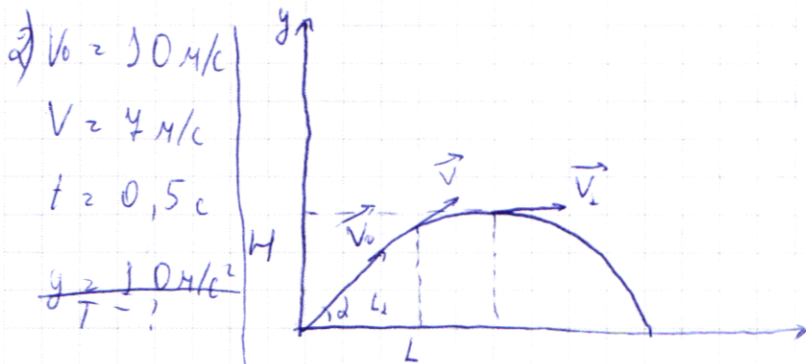
5 Цепь, схема которой показана на рисунке, подключена к источнику постоянного напряжения $U = 18$ В. Сопротивление каждого резистора равно $r = 5$ Ом. Найдите мощность P_1 , рассеиваемую на резисторе 1.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{aligned}
 &1) \begin{cases} t_1 = 1 \text{ c} \\ t_2 = 1,5 \text{ c} \\ L = 12 \text{ м} \\ V_0 = ? \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} L = V_0 t_1 - \frac{a t_1^2}{2} \\ 2L = V_0 t_2 - \frac{a t_2^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 12 = V_0 - \frac{a}{2} \\ 24 = 1,5 V_0 - 2,25 \cdot \frac{a}{2} \end{cases} \Rightarrow \\
 &\Rightarrow \begin{cases} \frac{a}{2} = V_0 - 12 \\ 24 = 1,5 V_0 - 2,25 (V_0 - 12) \end{cases} \\
 &24 = 1,5 V_0 - 2,25 V_0 + 27 \\
 &0,75 V_0 = 3 \\
 &V_0 = 4 \text{ м/с}
 \end{aligned}$$

«Ответ» - $V_0 = 4 \text{ м/с}$:



$$\vec{V}_1 = \vec{V}_0 + \vec{a}T$$

$$V_1 = 0$$

$$0 = V_0 - aT$$

$$aT = V_0$$

$$a = \frac{V_0}{T}$$

$$L = V_0 T + \frac{a T^2}{2}$$

$$L = V_0 T - \frac{a T^2}{2}$$

$$L = 10 T - \frac{10}{2T} \cdot T^2 = 10 T - 5 T = 5 T$$

$$L_1 = \vec{v}_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$L_1 = v_0 t - \frac{at^2}{2}$$

$$L_1 = 10 \cdot 0,5 - \frac{10}{2T} \cdot 0,25 = 5 - \frac{1,25}{T}$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

$$v = v_0 - at$$

$$4 = 10 - \frac{10}{T} \cdot 0,5$$

$$4 = 10 - \frac{5}{T}$$

$$\frac{5}{T} = 3$$

$$3T = 5$$

$$T = \frac{5}{3} \text{ с}$$

Ответ - $T = \frac{5}{3} \text{ с}$

4) $m_0 = 0,1 \text{ кг}$

$m_1 = 0,05 \text{ кг}$

$t_0 = 0^\circ \text{C}$

$t_1 = 20^\circ \text{C}$

$t = 5 \text{ мин} = 300 \text{ с}$

$m_2 = 0,001 \text{ кг}$

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

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

$Q = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ \text{C)}$

$T = ?$

$Q_1 + Q_2 = 0$

m_0 - масса воды

$Q_1 = \lambda m_1$

m_1 - масса льда

$Q_1 = 3,3 \cdot 10^5 \cdot 0,005 = 16500 \text{ Дж}$

$Q_2 = c(m_0 - m_1)(t - t_0) = 4200 \cdot 0,15 = 630 \text{ Дж}$

Для того, чтобы лед растаял и для того, чтобы температура системы увеличилась на 1°C надо сообщить $Q = Q_1 + Q_2 = 17130 \text{ Дж}$

Через 300 секунд $0,001 \text{ кг}$ льда растает, следовательно $0,05 \text{ кг}$ льда растает

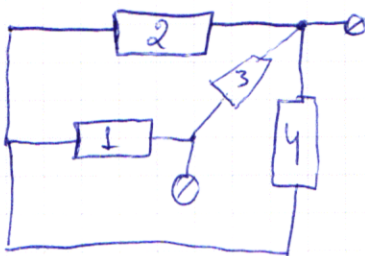
Через $15000 \text{ с} = T$

Ответ - $T = 15000 \text{ с}$

5) $U = 18 \text{ В}$

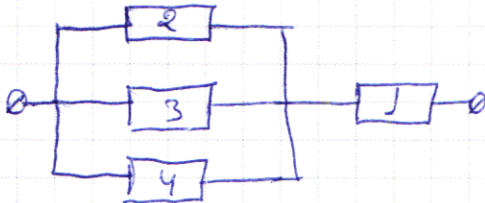
$R_1 = 5 \text{ Ом}$

$R_2 = ?$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Упростить цепь.



$$U_2 = U_3 = U_4 = U = 18 \text{ В}$$

$$Y_{234} = \frac{Y_2 + Y_3 + Y_4}{1}$$

$$Y_{23} = \frac{Y_2 \cdot Y_3}{Y_2 + Y_3} = \frac{2 \cdot 2}{2 + 2} = \frac{4}{4} = 1 \text{ С}$$

$$Y_{234} = \frac{Y_{23} \cdot Y_4}{Y_{23} + Y_4} = \frac{1 \cdot 5}{1 + 5} = \frac{5}{6} \text{ С}$$

$$Y_{234} = \frac{U}{I} = \frac{18}{I} = \frac{5}{6} \Rightarrow I = \frac{18 \cdot 6}{5} = \frac{216}{5} \text{ А}$$

$$Y_{234} = Y_1$$

$$P_1 = Y_1 U_1 = \frac{216}{5} \cdot 18 = 777,6 \text{ Вт}$$

$$\text{Ответ} - P_1 = 777,6 \text{ Вт}$$



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

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)