

# Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 09

Шифр 3-046

(заполняется секретарём)

## Вариант 09-03

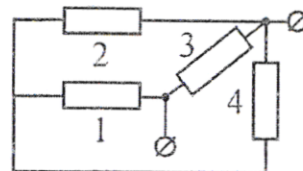
1 Первый вагон поезда прошел мимо наблюдателя, стоящего на платформе, за  $\tau_1 = 1$  с, а второй - за  $\tau_2 = 1,5$  с. Длина каждого вагона  $L = 12$  м. Найдите скорость  $V_0$  поезда в начале наблюдения. Поезд движется по прямой равномерно.

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/с<sup>2</sup>.

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  $\alpha_{\max}$  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

$$L = v_0 t_1 + \frac{a t_1^2}{2} \quad \text{и}$$

$$12 = v_0 - \frac{a}{2} \quad v_1 = v_0 - a t_1 \quad v_0 = 12 + \frac{a}{2}$$

$$L = \left( v_0 - \frac{a}{2} \right) t_1 - \frac{a t_1^2}{2} \quad t_1 = 1,5 \quad a = 7,2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$t_1 = 1,5$$

$$t_2 = 1,5$$

$$L = 12 \text{ м}$$

$$v_0$$

$$12 = \left( 12 - \frac{a}{2} \right) 1,5 - \frac{a}{2} \cdot 1,5^2$$

$$12 = \left( 18 - \frac{7,2 \cdot 1,5}{2} \right) 1,5 - \frac{7,2 \cdot 1,5^2}{2}$$

$$v_0 = 12 + \frac{a}{2} = 12 + 3,6 = 15,6$$

$$\rho_1 = \rho_m = 0,05 \cdot 3,3 \cdot 10^5 = 16500 \text{ г/мл}$$

$$M = 0,1 \text{ кг}$$

$$m = 0,05 \text{ кг}$$

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

~~...~~

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

$$\tau = 5 \text{ м}$$

Смычок растает в 4 + 10 г

$$0,05 \text{ кг} = 50 \text{ г}$$

концы

~~$$50 \text{ г}$$~~

~~$$t = \frac{50}{5} = 10$$~~

$$t \text{ - смычок} = 50 \text{ г}$$

$$t = \frac{50 \cdot 5}{1} = 250 \text{ м/с}$$

$$\rho_{\text{ст}} = 7,7 \cdot 10^5 \text{ г/мл}$$

$$\rho_{\text{вода}} = 1000 \text{ г/мл}$$

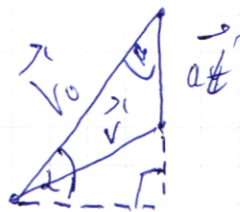
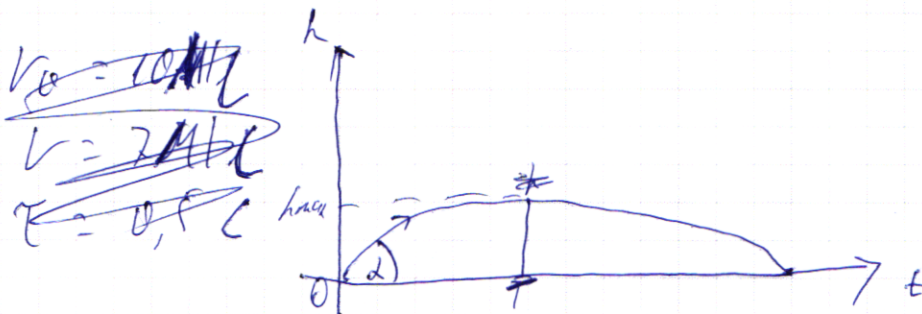
$$\frac{16500}{250} = 66 \text{ г/мл}$$

$$Q_2 = cm\Delta t = 4200 \cdot (0,1 + 0,05) \cdot 1 =$$

$$= 4200 \cdot 0,15 = 42 \cdot 15 = 630 \text{ г/мл}$$

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

n 2



$$v^2 = v_0^2 + g^2 t^2 - 2v_0 g t \cos \beta$$

$$\cos \beta = \cos(90 - \alpha) = \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) =$$

$$= \sin \alpha$$

$$49 = 100 + 100 \cdot 0,25 - 2 \cdot 10 \cdot 0,5 \sin \alpha$$

$$49 = 125 + 100 \sin \alpha$$

$$-76 = -100 \sin \alpha$$

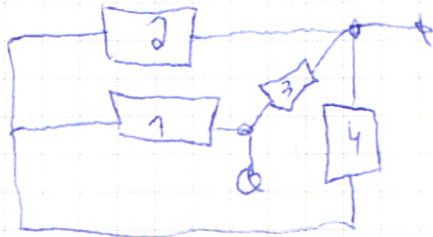
$$\sin \alpha = 0,76$$

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

$$= 0,76 \text{ с}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

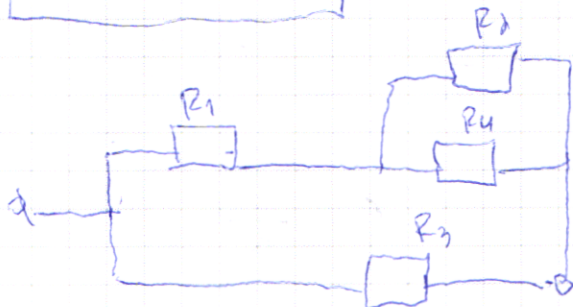
27



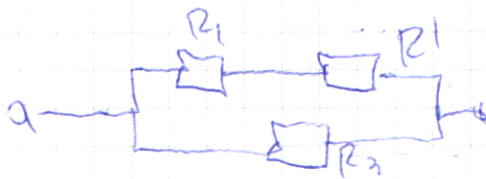
$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 5 \text{ Ом}$$

$$U = 18 \text{ В}$$

$$P_1 = ?$$



$$R' = \frac{R_2 \cdot R_4}{R_2 + R_4} = 2,5 \text{ Ом}$$



$$R'_1 = R_1 + R' = 7,5 \text{ Ом}$$



$$R = \frac{R'_1 \cdot R_3}{R'_1 + R_3} = 3 \text{ Ом}$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{18}{3} = 6 \text{ А}$$

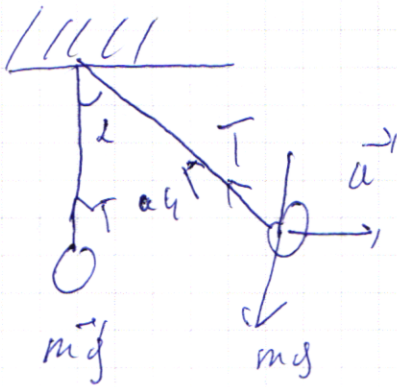
$$U = U_1 = U_3 = 18$$

$$I_1 = I' = 2,4 \text{ А}$$

$$U_1 = 12 \text{ В}$$

$$P_1 = I_1 \cdot U_1 = 28,8 \text{ В}$$

$$\frac{L = 30^\circ}{\text{max}}$$



$$ma_y = m\vec{g} - \vec{T}$$

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

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

$$ma = -T \sin \alpha$$

$$T = \frac{|ma|}{\sin \alpha}$$

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

$$= \frac{|a|}{\left|\frac{v^2}{R} - g\right|}$$



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<br>(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)