

# Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 09

Шифр 3-044

(заполняется секретарём)

## Вариант 09-03

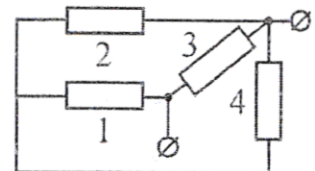
1 Первый вагон поезда прошел мимо наблюдателя, стоящего на платформе, за  $\tau_1 = 1$  с, а второй - за  $\tau_2 = 1,5$  с. Длина каждого вагона  $L = 12$  м. Найдите скорость  $V_0$  поезда в начале наблюдения. Поезд движется по прямой равномерно.

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).

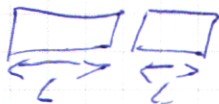
5 Цепь, схема которой показана на рисунке, подключена к источнику постоянного напряжения  $U = 18$  В. Сопротивление каждого резистора равно  $r = 5$  Ом. Найдите мощность  $P_1$ , рассеиваемую на резисторе 1.





## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

7.



$$r_1 = 1$$

$$r_2 = 1.5$$

$$S = \sigma_0 \tilde{r} - \frac{a \tilde{r}^2}{2}$$

$$U = \sigma_0 - a \tilde{r}_1$$

$$\begin{cases} L = \sigma_0 \tilde{r}_1 - \frac{a \tilde{r}_1^2}{2} \\ L = (\sigma_0 - a \tilde{r}_1) \tilde{r}_2 - \frac{a \tilde{r}_2^2}{2} \end{cases}$$

$$a = \frac{2(L - \sigma_0 \tilde{r}_1)}{\tilde{r}_1^2} = \frac{24 - 200}{1} = 24 - 200$$

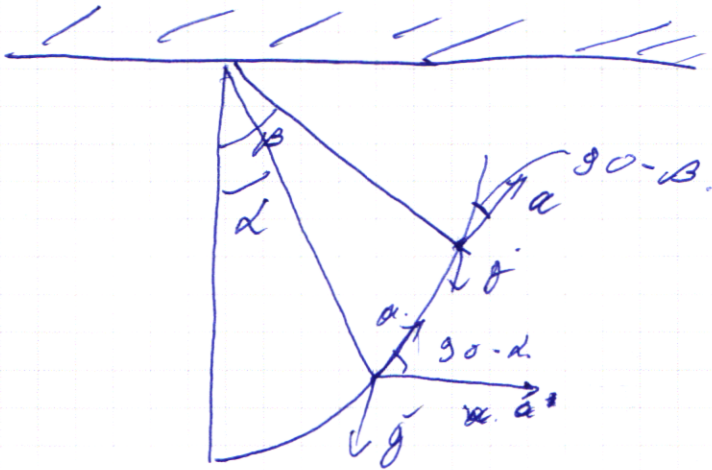
$$r_2 = (\sigma_0 - 24 - 200) \tilde{r}_2 - \frac{(24 - 200) \tilde{r}_2^2}{2} =$$

$$= \cancel{200} - 24 \tilde{r}_2 - \tilde{r}_2 \sigma_0 + \cancel{100} \tilde{r}_2^2 - \tilde{r}_2 \tilde{r}_2^2$$

$$75 = 0,75 U$$

$$U = \frac{75}{0,75} = 100 \text{ (В/м)}$$

3.



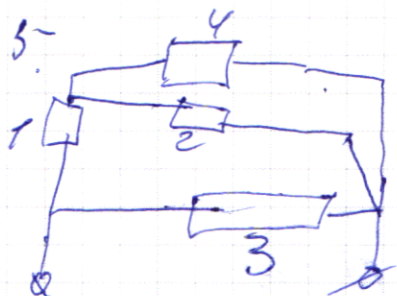
$$a \cos(90 - \alpha) = a \sin \alpha (90 - \beta)$$

$$\cos 60 = \sin \alpha \cos \beta$$

$$\beta = 60^\circ$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\left. \begin{aligned} U_1 + U_3 &= U \\ I_1 &= I_3 \\ I &= \frac{U}{R} \\ R_1 &= R_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$U_1 = U_3 = \frac{U}{2}$$

$$P_3 = I_3 U_3 = \frac{U_3^2}{R_3} = \frac{I^2}{5} = 16 \text{ Вт.}$$

4.  $R_2$

Время за которое  
самое  
покажет  
диг.

$$t_2 = \frac{I \cdot m}{m_1} = \frac{5 \cdot 50}{1} = 250 \text{ (диг.)} = 4 \text{ ч. } 10 \text{ мин.}$$

температура  
поднимется  
на  $1^\circ \text{C}$

~~4 диг~~

$$C(m+4) \cdot t =$$

$$= \cancel{400} 5 \cdot 4200 \cdot 0,15 = 63 \text{ (диг.)}$$

за 5 диг.

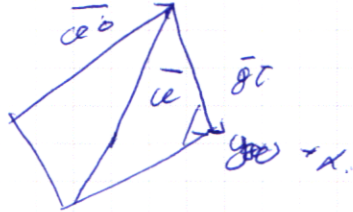
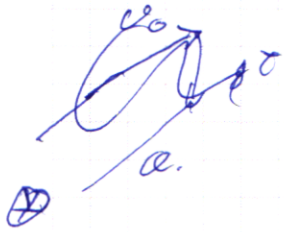
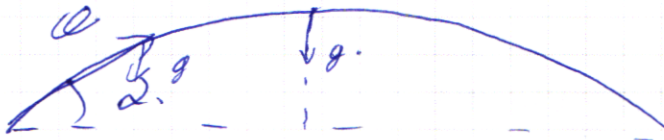
Время за которое поднимается на градус.

$$t = \frac{63 \cdot 0,5}{330}$$

$$\approx 10,6 \text{ (мин.)} \Rightarrow$$

$$T = t_2 + t_3 = 4 \text{ ч. } 20,6 \text{ мин.}$$

2.



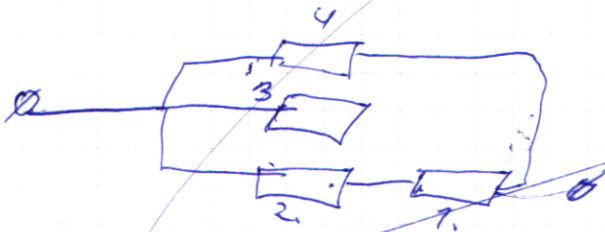
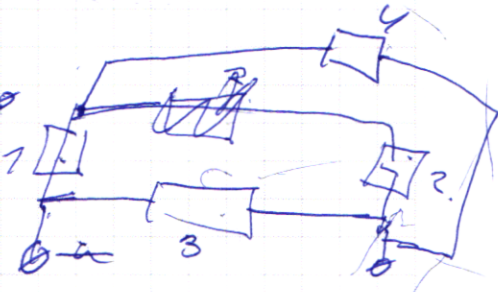
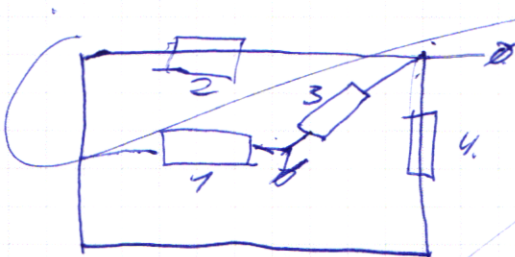
$$v^2 = g^2 t^2 + v_0^2 - 2 \cos(\beta_0 + \alpha) g t v_0$$

$$\sin \alpha = \frac{-v^2 + g^2 t^2 + v_0^2}{2 g t v_0}$$

$$= \text{т.е. } 0,46$$

$$T_{\text{т}} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{40 \cdot 0,46}{4,9} = 0,46 \text{ (с)}$$

5.



$$Y_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{9}{5}$$

$$P_1 = Y_1 U_1 = 9 \cdot \frac{9}{5} = \frac{81}{5} = 16,2$$

$$U_3 + U_4 = U$$

$$U_3 = U_1 = \frac{U}{2}$$

$$I_2 + I_3 = I$$

$$I_1 = I_3 = I$$

$$I_2 = I_3 = I_4 = I$$

$$U_1 + U_3 = U$$

$$U_3 + U_2 + U_4 = U$$

$$U_1 + U_3 + U_4 = 0$$

$$U_2 + U_3 + U_4 = 0$$

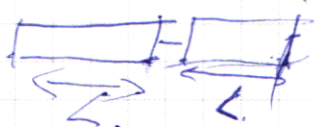
$$I_1 = I_3 = I$$

$$I_2 = I_3 = I_4 = I$$

U\_2

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1



$$\gamma_1 = 1$$

$$\gamma_2 = 1.5$$

$$L = \frac{at^2}{2} + v_0 t$$

$$v = at + v_0$$

$$\begin{cases} L = -\frac{a\gamma_1^2}{2} + v_0\gamma_1 \\ L = -\frac{a\gamma_2^2}{2} + (a\gamma_2 + v_0)\gamma_2 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} L &= \frac{2v_0\gamma_2 - a\gamma_2^2}{2} \\ 2L &= 2v_0\gamma_2 - a\gamma_2^2 \\ a &= \frac{2L - 2v_0\gamma_2}{\gamma_2^2} \\ &= \frac{2 \cdot 12 - 2v_0}{1.5^2} \end{aligned}$$

$$L = v_0\gamma_1 - \frac{a\gamma_1^2}{2}$$

$$\begin{cases} L = v_0\gamma_1 - \frac{a\gamma_1^2}{2} \\ L = (v_0 + a\gamma_2)\gamma_2 - \frac{a\gamma_2^2}{2} \end{cases}$$

$$a = \frac{2(L - v_0\gamma_1)}{\gamma_2^2}$$

$$L = \left( 2(L - v_0\gamma_1 + v_0\gamma_2) - \frac{2(L - v_0\gamma_1 + v_0\gamma_2) \cdot \gamma_2^2}{\gamma_2^2} + \frac{v_0\gamma_2^2}{\gamma_2^2} \right) - \frac{a\gamma_2^2}{2}$$

$$= 2 \cdot \left( \frac{12 - v_0 \cdot 1}{1} + v_0 \right) - \frac{2 \cdot 12 + v_0 \cdot 1}{1} \cdot 1.5^2$$

$$12 = 24 - 2v_0 + v_0 - \frac{24 + v_0}{2} \cdot 2.25$$

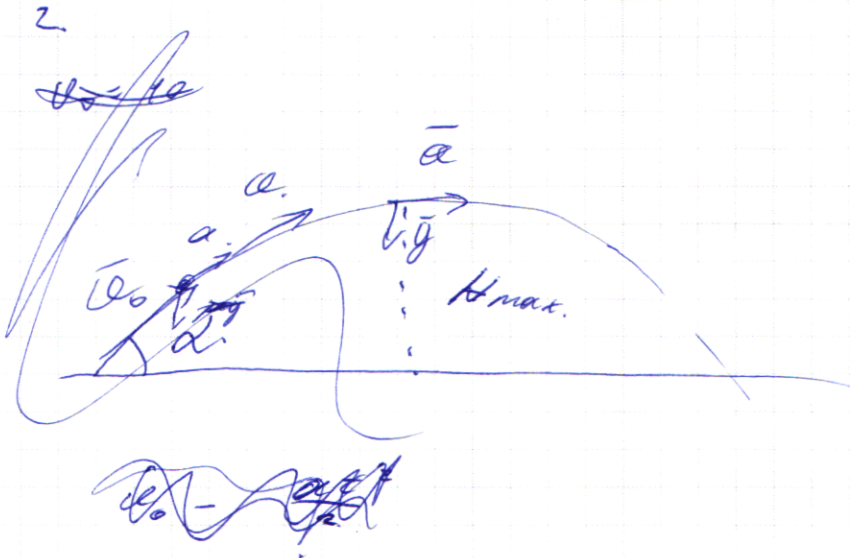
$$v_0 + 2.5v_0 = 25$$

$$v_0 = 5$$

$$3g = 2, 125v_0$$

$$v_0 = \frac{3 \cdot 12}{1.25}$$





4. ...

$$r_{M.} = 0.1 \cdot 3.3 \cdot 10^5 = 3.3 \cdot 10^4 \text{ (м)}$$

$$\frac{r_1}{r_M}$$

$r_{M.} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ (м)}$

$r_2 = \dots \text{ м}$

дл. волны -  $r_2 = \frac{r_1 \cdot \lambda}{1 \cdot 10^{-3}} = \frac{3.3 \cdot 10^4 \cdot 1}{1 \cdot 10^{-3}} = 3.3 \cdot 10^7 = 33000000 \text{ м}$   
 $= 2500 \text{ (м)}$

по формуле  $\lambda = 200 \cdot (M + M) \cdot 1 =$   
 на 1 ч.  
 боч.  $= 4200 \cdot 0.15 = 630 \text{ (м)}$

в формуле  $\lambda = 3.3 \cdot 10^5 \cdot 0.1 =$   
 $\lambda = 3.3 \cdot 10^4 = 33000 \text{ м}$   
 $= 330 \text{ (м)}$

по формуле  $\lambda_3 = \frac{630 \cdot 1.5}{380} \approx 2.5 \text{ (м)}$

$T = r_2 + r_3 = 2510.6 \text{ (м)}$

3-044



3-044  
ШИФР

(заполняется секретарём)

### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

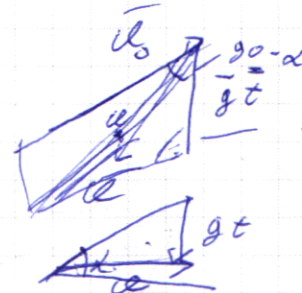
$$s = \frac{v^2}{2} \text{ с.д.б.}$$

$$s = \frac{v_0^2 - v^2}{2a}$$

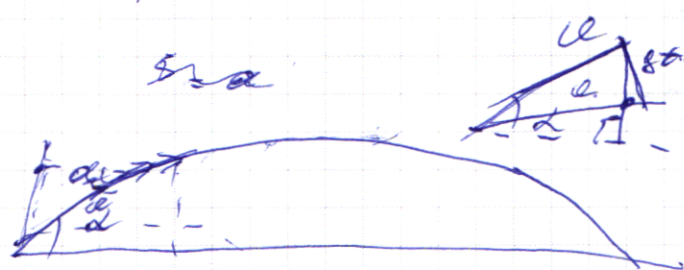
$$a t^2 + v_0 t = v^2 - v_0^2$$

$$a = \frac{v^2 - v_0^2 - v_0 t}{t^2}$$

$$180 - 90 - \alpha = 90 - \alpha$$



$$180 - 90 + \alpha = 90 + \alpha$$



$$v = v_0 \sin \alpha$$
$$v = \sqrt{g t^2 + v_0^2}$$

$$a \sin \alpha = g$$

$$v = -(a \sin \alpha - g) t + v_0 \sin \alpha$$

$$v = v_0 \sin \alpha$$

$$\frac{g t^2}{2}$$

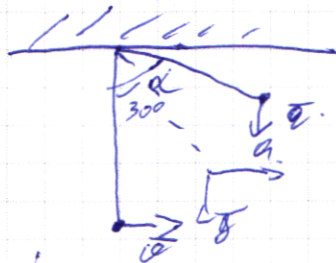
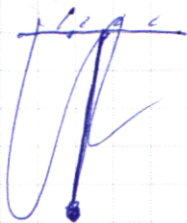
$$v = \frac{v}{\sin \alpha}$$

$$t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$v \sin \alpha$$

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

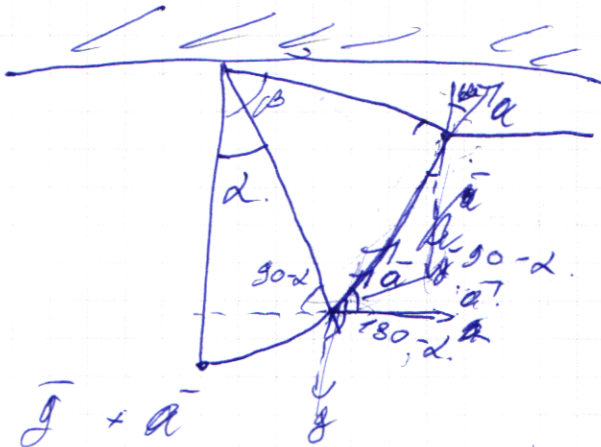
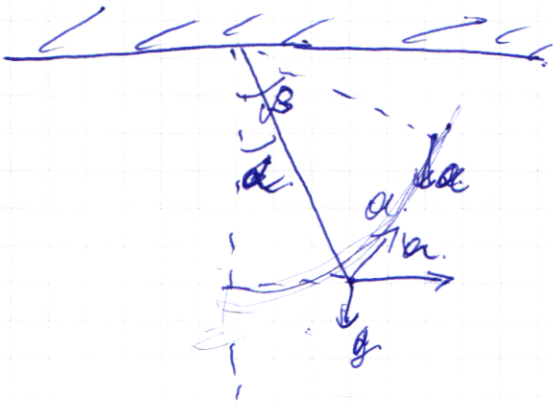
$$\cos \alpha = \frac{g^2 t^2 + v_0^2 - v^2}{2 g t v_0}$$



~~УЧ~~

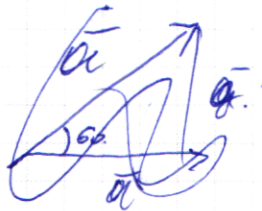
$$y = \frac{w p}{V} \Rightarrow$$
$$p = y V$$





~~cos~~

$$a' = a^2 + g^2 - 2 \cos$$



cos

$$a \cos \alpha = g$$





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)