

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 09

Шифр 11-004

(заполняется секретарём)

Вариант 09-03

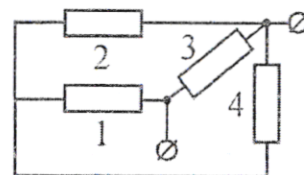
1 Первый вагон поезда прошел мимо наблюдателя, стоящего на платформе, за $\tau_1 = 1$ с, а второй - за $\tau_2 = 1,5$ с. Длина каждого вагона $L = 12$ м. Найдите скорость V_0 поезда в начале наблюдения. Поезд движется по прямой равномерно.

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

Дано:
 $V_0 = 10 \text{ м/с}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $t = 0,5 \text{ сек}$
 $T = ?$

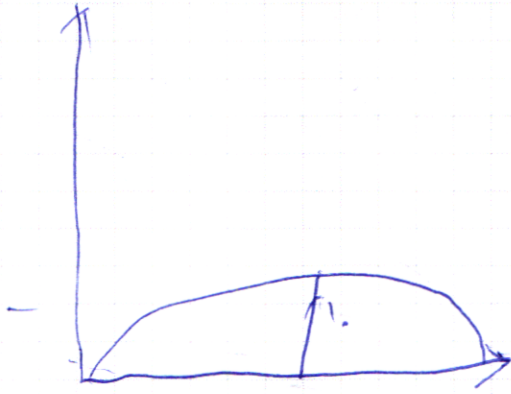
ось x: $V_y = V_0 \sin \alpha + gt$
 $\sin \alpha = \frac{V_y + gt}{V_0}$
 $y = y_0 + V_0 T \sin \alpha - \frac{g T^2}{2}$
 $V_0 T \sin \alpha = \frac{g T^2}{2}$
 $T = 2$

ось y: $V_y = V_0 \sin \alpha - gt$
 $\sin \alpha = \frac{V_y + gt}{V_0} (= 1)$
 $y = y_0 + V_0 T \sin \alpha - \frac{g T^2}{2}$
 $V_0 T \sin \alpha = \frac{g T^2}{2}$
 $T_{\text{max}} = \frac{2 V_0 \sin \alpha}{g}$

$$T_{\text{max}} = \frac{2 V_0 \sin \alpha}{g} = \frac{V_0 \sin \alpha}{\frac{g}{2}} = \frac{V_0 \cdot \frac{V_y + g t}{V_0}}{\frac{g}{2}} = \frac{V_y + g t}{\frac{g}{2}} = 1,2 \text{ сек}$$

ответ: 1,2 сек.

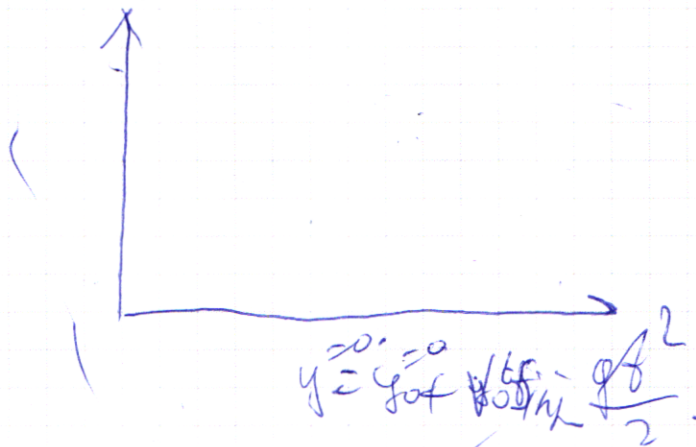
$\sqrt{2}$



$$\sin \alpha = \frac{V + g t}{V_0} =$$

$$= \frac{3 + 5}{10} = \frac{8}{10} = 0.8$$

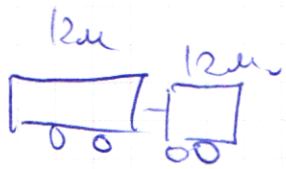
$$\cos \alpha = 0.6$$



$$\frac{g t^2}{2} = V_0 \sin \alpha t$$

$$t = \frac{2 V_0 \sin \alpha}{g}$$

$$\frac{2 \cdot 10 \cdot 0.6}{9.8} = \frac{12}{10} = 1.2 \text{ sec}$$



$\frac{1}{2} a t^2$

$$V = V_0 - at$$

$$V_0 = V + at$$

$$V + at_2 = V_0 - at_2$$

$$S = V_0 t + \frac{at^2}{2} = V_0 t + at \frac{at}{2} = V_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$12 = V_0 \frac{a}{2} \quad a = 2V - 24$$

$\sqrt{1}$ 

OK

$$S_{\text{обш}} = \int_0^t v_0 \, dt - \frac{at^2}{2}$$

$$v_k = v_0 - at$$

$$v_0 = v_k + at$$

$$S_{\text{обш}} = (v_k + at) t - \frac{at^2}{2}$$

$$S_{\text{обш}} = v_k t + \frac{at^2}{2} - \frac{at^2}{2}$$

$$S_{\text{обш}} = v_k t + \frac{at^2}{2}$$

$$v_k = \frac{2S_{\text{обш}} - at^2}{2t}$$

$$v_0 = v_k + at$$

$$v_0 = \frac{2S_{\text{обш}} - at^2}{2t} + at$$

$$v_0 = \frac{2S_{\text{обш}} + at^2}{2t}$$

$$a = \frac{2v_0 t - 2S_{\text{обш}}}{t^2}$$

$$\left(S_{\text{обш}} = v_0 t - \frac{at^2}{2} \right)$$

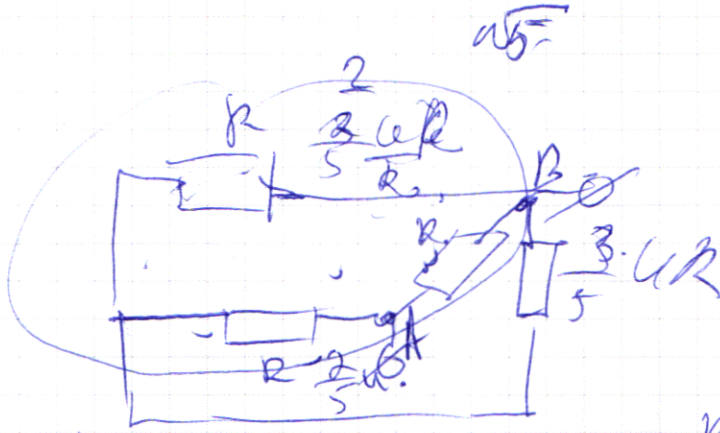
$$S_{\text{обш}} = v_0 t - \frac{2v_0 t - 2S_{\text{обш}}}{t^2} \cdot \frac{t^2}{2}$$

$$S_{\text{обш}} = v_0 t - 2v_0 t + 2S_{\text{обш}}$$

$$v_0 = \frac{S_{\text{обш}}}{t} = \frac{24}{2.5} = 24 \cdot \frac{2}{5} = 9,6 \text{ м/с}$$

Ответ: 9,6 м/с.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$$

$$R_1 + R_2 = 2R$$

$$\frac{2R \cdot R}{2R + R} = \frac{2R^2}{3R} = \frac{2}{3}R$$

$$\frac{2}{3}R + R = \frac{5}{3}R$$

$$I_{\text{об}} = \frac{U}{\frac{5}{3}R} = \frac{3}{5} \frac{U}{R}$$

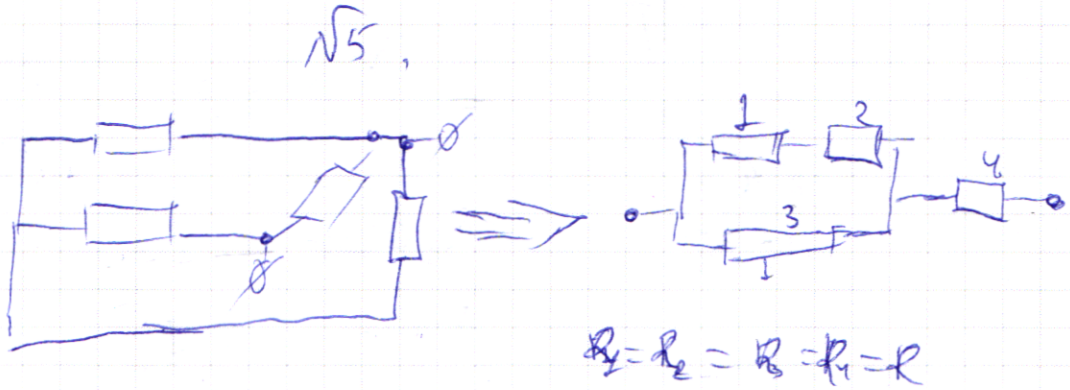
$$U = \frac{3}{5} \frac{U}{R} \cdot R = \frac{3}{5} U$$

2.

$$\frac{2}{5} U = I R = \frac{2}{5} \frac{U}{R} \cdot R$$

$$\frac{3}{5} \frac{U}{R} - \frac{2}{5} \frac{U}{R} = \frac{1}{5} \frac{U}{R}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$R_{\text{общ}} = \frac{(R+R) \cdot R}{R+R+R} + R = \frac{2R^2}{3R} + R = \frac{2R^2 + 3R^2}{3R} = \frac{5}{3} R.$$

$$I_{\text{общ}} = \frac{U}{R_{\text{общ}}} = \frac{U}{\frac{5}{3}R} = \frac{3}{5} \cdot \frac{U}{R}$$

$$U_4 = R \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{U}{R} = \frac{3}{5} U.$$

$$U_{123} = U - \frac{3}{5} U = \frac{2}{5} U.$$

$$I_3 = \frac{2}{5} \frac{U}{R}$$

$$I_{12} = 1 - \frac{2}{5} = \frac{1}{5} \frac{U}{R}.$$

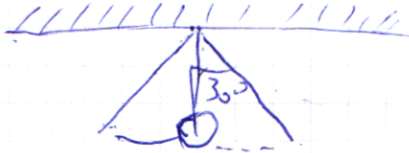
$$I_4 = \frac{1}{5} \frac{U}{R}.$$

$$U_1 = \frac{1}{5} U$$

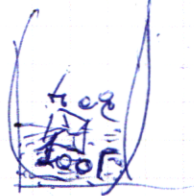
$$P_1 = \frac{1}{5} \frac{U}{R} \cdot \frac{1}{5} U = \frac{1}{25} \frac{U^2}{R} = \frac{324}{125} \approx 2,7 \text{ В}$$

ответ: $P_1 \approx 2,7 \text{ В}$.

13



174.



$$Q = \lambda m = 3,3 \cdot 10^5 \cdot 10^{-3} = 3,3 \cdot 10^2 = 330 \text{ Дж}$$

$$330 \text{ Дж} \rightarrow t_2$$

50г.

$$330 - 50 = \frac{m_1}{t_1} = \frac{m_2}{t_2}$$

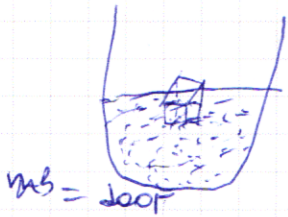
$$\frac{m_1}{t_1} = \frac{m_2}{t_2}$$

$$t_2 = \frac{50 \cdot 50}{330} = 250 \text{ мкс}$$

$$\frac{m_1}{t_1} = \frac{m_2}{t_2}$$

$$t_2 =$$

№4



$$m_3 = 200 \text{ г}$$

$$m_1 = 50 \text{ г}$$

$$t_3 = 0^\circ \text{C} \quad t_1 = 0^\circ \text{C}$$

$$m_2 = 1 \text{ г} \quad \text{за } \tau = 5 \text{ мин}$$

$$\frac{m_1}{\tau_1} = \frac{m_2}{\tau_2}$$

$$m_1 = 1 \text{ г} \quad \tau_1 = 5 \text{ мин}$$

$$m_2 = 50 \text{ г}$$

$$\tau_2 = \frac{m_2 \tau_1}{m_1} = 250 \text{ мин.}$$

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{Q_2}{\tau_2} = \frac{Q_3}{\tau_3}$$

$$Q_2 = c m \Delta t = 5 \cdot 4200 \cdot (20 - 0) = 42 \cdot 10^4 \text{ Дж.}$$

$$Q_3 = c m \Delta t = 5 \cdot 4200 \cdot (20 - 1) = 40,9 \cdot 10^4 \text{ Дж.}$$

$$\frac{Q_2}{\tau_2} = \frac{Q_3}{\tau_3}$$

$$\tau_3 = \frac{Q_3 \tau_2}{Q_2}$$

$$\text{Ответ: } 12,5 \text{ мин.} \quad \Delta T = |\tau_2 - \tau_3| = \left| \tau_2 - \frac{Q_3 \tau_2}{Q_2} \right| =$$

$$= \frac{|Q_2 - Q_3| \cdot \tau_2}{Q_2} = \frac{250 \cdot 25 \cdot 10^4}{42 \cdot 10^4} =$$

$$= \frac{250}{26} = 12,5 \text{ мин.}$$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

71-004 ШИФР

(заполняется секретарём)

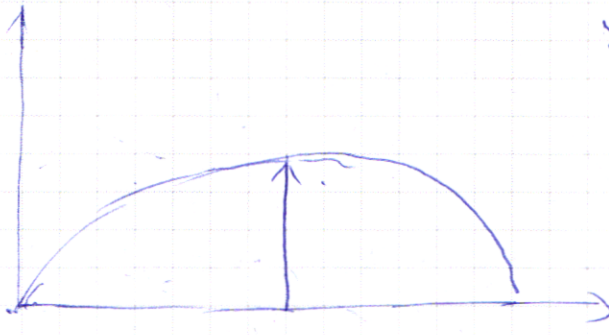
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Grid area for writing the answer.

черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{gt^2}{2}$$

$$y = v_{0y}t + \frac{gt^2}{2}$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha + gt$$

$$0 = v_0 \sin \alpha + gt$$

$$v = v_0 \sin \alpha - gt$$

$$\sin \alpha = \frac{v_0 + gt}{v_0}$$

$$v_y = 0 = v_0 \sin \alpha - gt$$

$$0 = v_0 \sin \alpha - gt$$

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

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

$$v_0 = 24 - 3,15a + 2,5a$$

$$v_0 = 24 - 0,65a$$

$$24 = (24 - 0,65a) \cdot 2,5 - 3,15a$$

$$a =$$

$$v_0 = 24 - 0,55a$$

$$a =$$



$$S_{\text{выс}} = v_0 t_{\text{выс}} - \frac{at^2_{\text{выс}}}{2}$$

$$v_{\text{выс}} = v_0 - at_{\text{выс}}$$

$$v_0 = v_{\text{выс}} + at_{\text{выс}}$$

$$S_{\text{выс}} = v_{\text{выс}} t_{\text{выс}} + \frac{at^2_{\text{выс}}}{2}$$

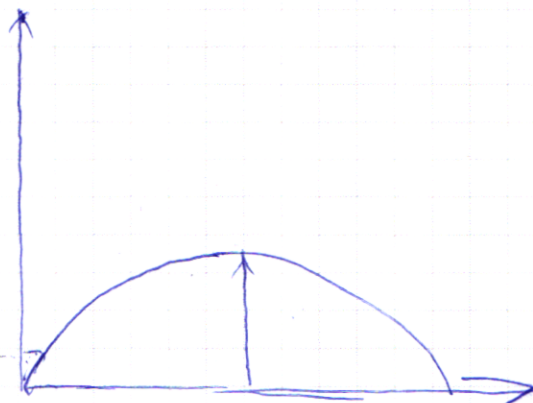
$$S_{\text{выс}} = v_{\text{выс}} t_{\text{выс}} + \frac{g t^2_{\text{выс}}}{2}$$

$$24 = v + 3,15a$$

$$v = 24 - 3,15a$$

Дано:
 $v_0 = 10 \text{ м/с}$
 $\alpha = 0,5 \text{ с}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $T = ?$

$\sqrt{2}$



(Т.к мы зно на ось y: $v_y = v_0 \sin \alpha + gt$
 $v_y = v_0 \sin \alpha - gt$
 $\sin \alpha = 1$)

ось y: $v_y = v_0 \sin \alpha + gt$

$v_y = v_0 \sin \alpha - gt$ тк g направлено вниз

$$\sin \alpha = \frac{v_y + gt}{v_0}$$

а как max h ^{скорость} будет равен 0.

то

$$v_y = 0 = v_0 \sin \alpha - gT$$

$$0 = v_0 \sin \alpha - gT$$

$$T = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{v_0 \cdot \frac{v_0 + gt}{v_0}}{g} = \frac{v_0 + gt}{g}$$

$$v = v_0 + at$$

$$v_0 = v_0 + at$$

$$S = \int_0^t v_0 dt - \frac{at^2}{2}$$

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

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

$$v_2 = v_1 + at_1 - at_2$$

$$12 = \frac{v_1 + a(t_1 - t_2)}{2}$$

$$a = 2 \cdot \frac{12 - 24}{2}$$

$$v = v_1 + 2(v_2 - v_1)(t_2 - t_1)$$