

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 09

Шифр

(заполняется секретарём)

Вариант 09-03

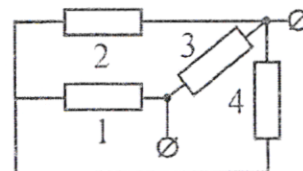
1 Первый вагон поезда прошел мимо наблюдателя, стоящего на платформе, за $\tau_1 = 1$ с, а второй - за $\tau_2 = 1,5$ с. Длина каждого вагона $L = 12$ м. Найдите скорость V_0 поезда в начале наблюдения. Поезд движется по прямой равнозамедленно.

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 шарикку 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?

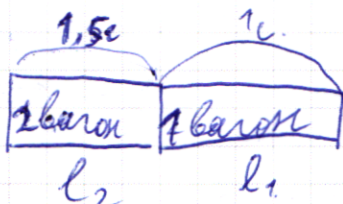
4 В очень легком калориметре находятся вода массой $M = 0,1$ кг и кусок льда массой $m = 0,05$ кг. Температура воды и льда $t_0 = 0^\circ\text{C}$, температура окружающей среды $t_1 = 20^\circ\text{C}$. Из-за притока теплоты лед понемногу плавится – за $\tau = 5$ минут в воду превращается $m_1 = 1$ г 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

$$\begin{aligned} \sqrt{L} &= 12 \text{ м} \\ t_1 &= 1 \text{ с} \\ t_2 &= 1,5 \text{ с} \\ \hline v_0 &= ? \end{aligned}$$



1) Обозначим длину первого вагона через l_1 .

$$l_1 = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t_1$$

$$12 = \frac{v_0 + v}{2}$$

$$24 = v_0 + v$$

2) v — конечная скорость для 1 вагона и начальная для 2-ого. Теперь обозначим длину 2-ого вагона через l_2 .

$$l_2 = \frac{v + v_1}{2} \cdot t_2$$

$$24 = (v + v_1) \cdot 1,5$$

$$16 = v + v_1$$

v_1 — средняя конечная скорость 2 вагона и двух вагонов вместе.

3) Запишем формулу для двух вагонов вместе, приняв как одно тело.

$$l_1 + l_2 = \frac{v_0 + v_1}{2} \cdot (t_1 + t_2)$$

$$48 = (v_0 + v_1) \cdot 2,5$$

$$19,2 = v_0 + v_1$$

4) Составим систему.

$$\begin{cases} 24 = v_0 + v \\ 16 = v + v_1 \\ 19,2 = v_0 + v_1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 24 = V_0 + V & (1) \\ 16 = V + V_1 & (2) \\ 10,2 = V_0 + V_1 & (3) \end{cases}$$

Тогда (1) сложим с (3) почленно

из (3) уравнения вычтем (2) -е

$$\begin{aligned} 10,2 - 16 &= V_0 - V \\ 3,2 &= V_0 - V \end{aligned}$$

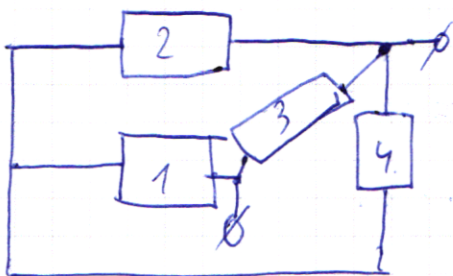
$$3,2 + 24 = V_0 + V_0 + V - V$$

$$27,2 = 2V_0$$

$$V_0 = 13,6 \text{ В. м.л.}$$

Ответ: $V_0 = 13,6 \text{ В. м.л.}$

5)



$$U = 18 \text{ В.}$$

$$r_1 = r_2 = r_3 = r_4 = 5 \text{ (Ом)}$$

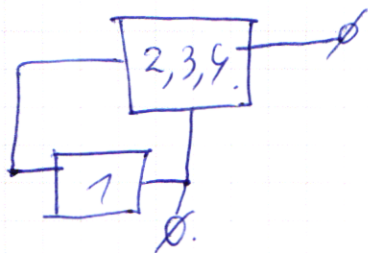
$R_{1-?}$

1) r_2, r_3, r_4 соединены параллельно

$$\frac{1}{r_{2,3,4}} = \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} = \frac{3}{5}$$

$$r_{2,3,4} = \frac{5}{3} \text{ (Ом)}$$

2) Цель нагляднее следующую вид если принять вход, третий и четвертый резистора как один с общим сопротивлением $r_{2,3,4}$.



3) $r_{2,3,4}$ -ые резистора с первым соединены параллельно

$$\frac{1}{r_{2,3,4,1}} = \frac{1}{r_{2,3,4}} + \frac{1}{r_1} = \frac{3}{5} + \frac{1}{5} = \frac{4}{5}$$

$$r_{2,3,4,1} = \frac{5}{4} \text{ (Ом)}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

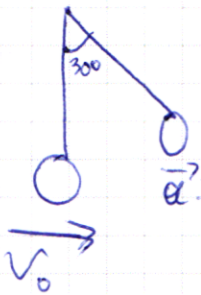
$$4) P_1 = \frac{U^2}{R}$$

R - сопротивление всей цепи, которое равно $2,1,2,3,4$

$$P_1 = \frac{18^2}{\frac{5 \cdot 4}{4}} = \frac{18^2 \cdot 4}{5} = 259,2 \text{ Вт.}$$

Ответ: 259,2 Вт.

3.



$$\alpha = 30^\circ$$

v_0 направлена горизонтально

$$\alpha_{\text{max}} = ? \quad (a = 0 \text{ м/с}^2)$$

1) Три движущихся по окружности тела ~~и~~ ~~не~~ ~~равномерного~~ ~~центрального~~ ускорения a центра центростремительные $a_{\text{ц}}$, ~~то~~ ~~задача~~ ~~согласно~~ ~~задаче~~ ~~то~~ ~~когда~~ $\alpha = 30^\circ$ ускорение направлено горизонтально, т.е. маятник не движется центростремительно. \Rightarrow

\Rightarrow Маятник остановился и угол $\alpha_{\text{max}} = \alpha = 30^\circ$.

Ответ: 30°

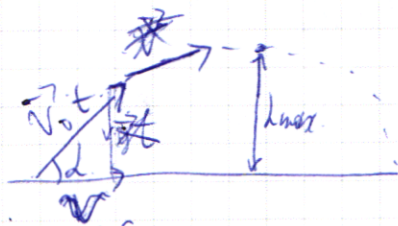
$$2) v_0 = 10 \text{ м/с}$$

$$t = 0,5 \text{ с}$$

$$v = 7 \text{ м/с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

T - ?



$$S = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t = 4,25 \text{ (м)}$$

$$h_{\text{max}} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

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

$$\cos t = \frac{v}{v_0} = \frac{7}{10}$$

$$\sin t = \sqrt{1 - \cos^2 t} = \sqrt{1 - \frac{49}{100}} = \sqrt{\frac{51}{100}} = \frac{\sqrt{51}}{10}$$

$$T = \frac{v_0 \sin t}{g} = \frac{\sqrt{51}}{10}$$

~~Из треугольника образованного ^{векторами} v_0, v, gt следует по теореме Пифагора, равенство косинусов~~

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

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

$$25 = 49 + 100 - 2 \cdot 7 \cdot 10 \cos t$$

$$\cos t = \frac{149 - 25}{140} \approx 0,89$$

$$\sin t = \sqrt{1 - 0,7921} = \sqrt{0,2079} \approx 0,46$$

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

$$\cos t = \frac{v}{v_0} = \frac{7}{10}$$

$$\sin t = \sqrt{1 - \frac{49}{100}} = \frac{\sqrt{51}}{10} \approx 0,71$$

$$T = \frac{v_0 \sin t}{g} \approx 0,71 \text{ с}$$

Ответ: 0,71 с

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$L = 12 \text{ м}$$

$$t_1 = 1 \text{ с}$$

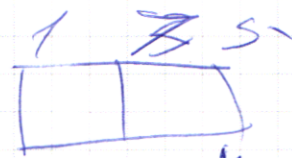
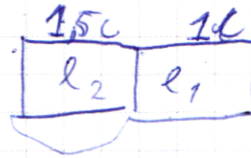
$$t_2 = 1,5 \text{ с}$$

$$\frac{L}{v_0 - v} = ?$$

$$L = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t$$

$$24 = v_0 + v$$

$$L_1 = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t_1$$



$$L_1 = v_0 \cdot t_1 + \frac{a}{2} \cdot t_1^2$$

$$a = \frac{24 - 2v_0}{t_1 - t_2}$$

$$L_2 = L = L_1 + L_2 = 24 \cdot v_0 - 2,5 \cdot a \cdot 6,25$$

$$L_2 = \frac{v + v_1}{2} \cdot t_2$$

$$2) \cdot v_0 = 10 \text{ м/с}$$

$$t = 0,5 \text{ с}$$

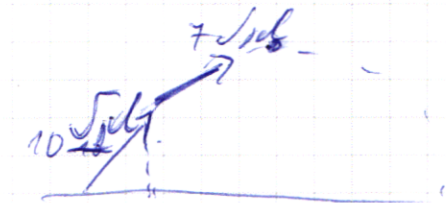
$$v = 7 \text{ м/с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$t_{\text{взр}} = ?$$

$$h_{\text{max}} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$L_{\text{взр}} = \frac{v_0 \sin \alpha \cdot t}{g}$$

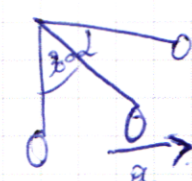
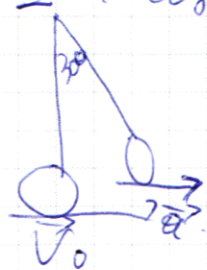


$$L = \frac{10 + 7}{2} \cdot 0,5 = 4,25 \text{ м}$$

$$S_x = v_0 t + \frac{a t^2}{2}$$



$$3) \cdot v_x = 10 \cos 30^\circ$$



$$t + 30^\circ = ?$$



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)