

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1

Перебегёт в СО, связанная с тепловым излучением на платформе, который начинает двигаться навстречу неподвижному поезду со скоростью  $V_0$ .

Тогда, запишем следующие уравнения:

$$L = V_0 \tau_1 - \frac{a \tau_1^2}{2}; \quad L = V_1 \tau_2 - \frac{a \tau_2^2}{2}; \quad L = \frac{V - V_0}{2} \tau_2; \quad a = \frac{V^2 - V_0^2}{2L}$$

И приравняем первые два:

$$V_0 \tau_1 - V_1 \tau_2 = \frac{a}{2} (\tau_1^2 - \tau_2^2) \text{ и подставит сюда } V_1 \text{ и } a$$

из приведённых выше уравнений.

И, подставляя известные значения, получим:

$$V_0 = 5,6 \text{ м/с}$$

Ответ: 5,6 м/с.

№ 4

Сначала начнет таять лёд. Для того, чтобы его полностью расплавить, нужно потратить  $Q_1 = \Delta m \cdot \lambda = 15,5 \times 10^3 \text{ Дж}$

А для того, чтобы нагреть воду до  $t_1 = 1^\circ\text{C}$ , понадобится  $Q_2 = c(M+m)(t_1 - t_0) = 630 \text{ Дж}$ .

Отсюда находим, что  $n = \frac{Q_1}{Q_2}$  - во сколько раз больше

нужно найти.

Отсюда получаем:  $\frac{I_1}{I} = n \Rightarrow I = \frac{I_1}{n}$ , где

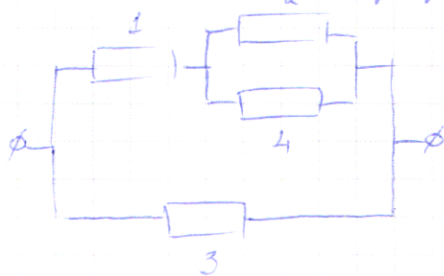
$$I_1 = 50;$$

$$I \approx 576 \text{ с.}$$

Ответ: 576 с.

№ 5

Для начала, перерисуем нашу исходную цепь:



Так как наша цепь соединена параллельно, то  $U = U_1 = U_2$ , где  $U_1$  - напряжение на верхней участке,  $U_2$  - на нижней.

~~$$I_2 = I_1 = \frac{U}{R_2} = \frac{3}{5} \text{ A}$$
 где  $U_{общ} = \frac{3V}{5}$  Тогда сила тока  $I_2$  на верхней~~

~~участке тоже равна  $I_2 = \frac{3}{5} \text{ A}$ .~~

Теперь найдём сопротивление на верхней участке:

~~$$R_2 = \frac{3V}{2} \text{ и напряжение: } U_2 = I_2 \times R_2 = 45 \text{ В}$$~~

Отсюда  $I_2 = \frac{U}{R_2}$  - где  $U_2 = \frac{3V}{2}$ ,  $\frac{\sqrt{3}}{2} = \sin(30^\circ)$

$$I_2 = 1,4 \text{ A.}$$

И, так как при последов. соединении сила тока равна, получаем, что  $P$  на резисторе 1:

$$P = I_2^2 R = 115,2 \text{ Вт.}$$

Ответ: 115,2 Вт

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

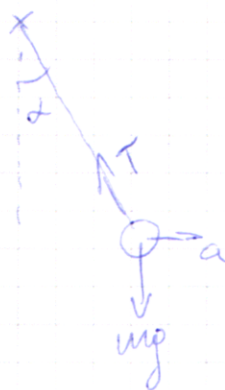
№ 3

Рассмотрим три положения шарика:

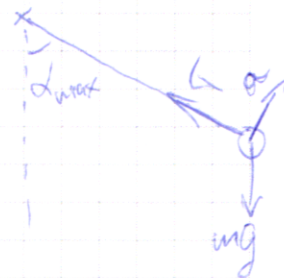
①



②



③



Из первого положения мы можем определить, что  $T = mg$   
Из второго положения получаем, что в проекции на ось  $Ox$ :  $T \sin \alpha = ma$ . Отсюда получаем, что  $a = g \sin \alpha$ . ~~И представляем~~

~~Из третьего положения получаем, что в проекции на ось  $Oy$ :  $T \cos \alpha_{\max} = mg \Rightarrow \cos \alpha_{\max} = 1$~~

~~В третий момент сила, пока как шарик остановился,  $T = 0$ . Значит,~~

~~Отсюда можно сделать вывод, что  $\sin \alpha_{\max} = 1$ .~~

~~Значит,  $\alpha_{\max} = 90^\circ$ .~~

Время  $T$  можно найти по формуле:

$$T = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \quad (1)$$

Как можно найти, под каким углом  $\alpha$  бросит камень.

Угол  $\alpha$  можно найти через данную формулу:

$$v \sin \alpha = v_0 \sin \alpha - g t \Rightarrow \sin \alpha = \frac{g t}{v_0 - v} \quad (2)$$

И подставляем выражение (2) в (1):

$$T = \frac{v_0}{g} \times \frac{g t}{v_0 - v} = \frac{5}{3} \text{ (с)}$$

$$\text{Ответ: } \frac{5}{3} \text{ с.}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$V_0 \delta_1 - \delta_1 \times \left( \frac{2L}{t_1} + V_0 \right) = \left( \frac{V_1^2 - V_0^2}{2L} \right) (\delta_1^2 - \delta_2^2)$$

$$V_0 \delta_1 - \frac{2L \delta_1}{t_1} + V_0 \delta_1 = \text{Const} \times \left( \frac{V_1^2 - V_0^2}{2L} \right) (\delta_1^2 - \delta_2^2)$$

$$L = V_0 \delta_1 - \frac{a \delta_1^2}{2} \Rightarrow \frac{V_1^2 - V_0^2}{2a}$$

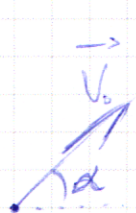
$$L = \frac{V_1 - V_0}{a} \delta_1$$

$$L = V_1 \delta_2 - \frac{a \delta_2^2}{2}$$

$$a = \frac{V_1^2 - V_0^2}{2L} \quad \frac{2L}{t_1} + V_0 = V_1 \quad \frac{V_1}{L} - \frac{V_0}{L} = C$$

$$V_0 \delta_1 - \frac{a \delta_1^2}{2} = V_1 \delta_2 - \frac{a \delta_2^2}{2} \Rightarrow V_0 \delta_1 - V_1 \delta_2 = \frac{a}{2} (\delta_1^2 - \delta_2^2)$$

$$2V_0 \sin \alpha = H \quad H = 1,2 \text{ м}$$



$$O_x: V_0 \cos \alpha \cdot t = L$$

$$O_y: V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2} = H$$

$$\frac{V_y}{\sin \alpha} = \frac{V_y \sin \alpha - g t}{\sin \alpha}$$

$$V_y = V \sin \alpha - g t$$

$$7 = 10 \times \sin \alpha - 10 \times 0,5$$

$$V_0 (\delta_1 + \delta_2) + \frac{V_0 C}{L} = \frac{C}{L} \left( \frac{2L}{t_1} + V_0 \right) \times \frac{2L \delta_1}{t_1}$$

$$\frac{V_0^2}{2g} = H$$

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

$$\frac{100 \times 1,2}{10} = h = 12 \text{ м}$$

$$V_0 \sin \alpha \cdot T - \frac{g T^2}{2} = h$$

$$7 \text{ м/с} = 10 \text{ м/с} - \frac{10 \text{ м/с}^2 \times 0,5}{2}$$

$$\frac{g T^2}{2} - V_0 \sin \alpha T + h = 0 \quad \frac{5 \text{ м/с}}{\sin \alpha} = 3 \text{ м/с}$$

$$5T^2 - 12T + 12 = 0$$

$$5T^2 - 12T - 12 = 0$$

$$\sin \alpha = \frac{5}{3} = \frac{1}{3}$$

$$D = 144 - 4 \times 5 \times 12$$

$$D = 144 - 4 \times (-5) \times (-12)$$

$$\sin \alpha = \frac{V_0 - V}{g \delta} = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$V_{0y} - g t = V_y$$

$$V_y = V \sin \alpha$$

$$V_0 \sin \alpha - g \delta = V \sin \alpha$$

$$g \delta = \sin \alpha (V_0 - V)$$

$$H = \frac{100 \times 0,6}{10} = 6 \text{ м}$$

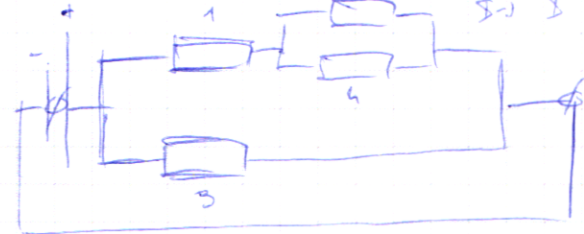
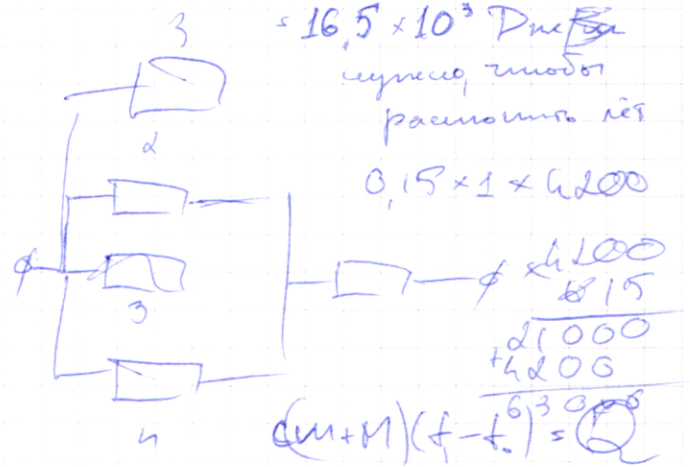
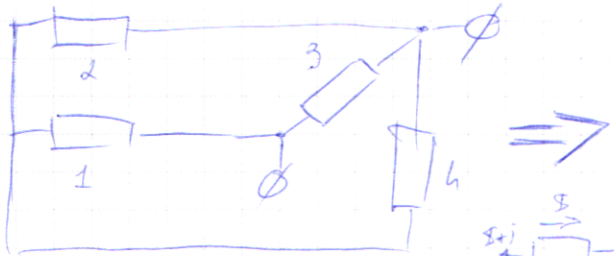
M-вода, m-лөг,  $t_0, t_1 = 20^\circ\text{C}$

$$\frac{33}{5} = 18500$$

$$\frac{165}{1000} = 0,165$$

Лөг рараагт за 25 минут;  $Q_{\text{лөг}} = \rho c m \Delta t = 3,3 \times 0,05 \times 10^5 \text{ Днж} = 16,5 \times 10^3 \text{ Днж}$

Уулгаар харь. вода:  $c(M+m)\Delta t$

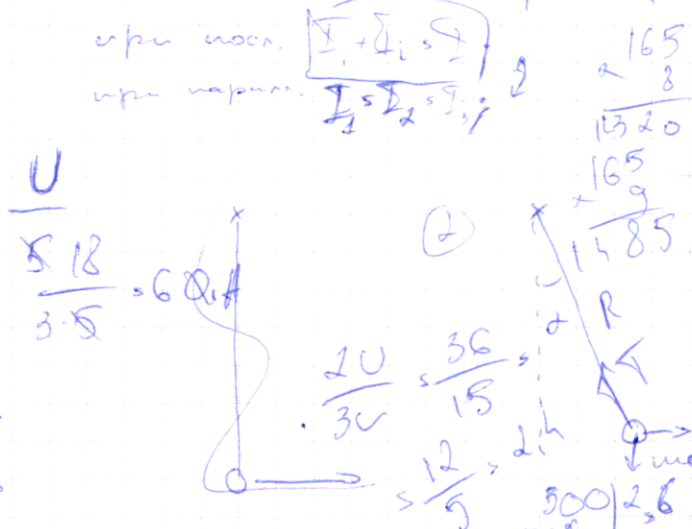
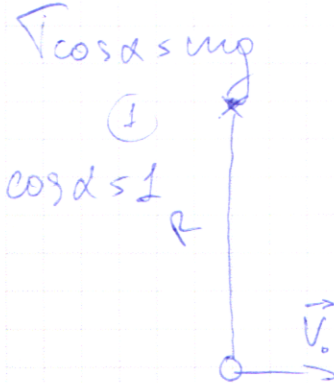


$$\frac{U^2}{2R} = R$$

$$R_1 = \frac{3u}{2} = 63000 \text{ Днж}$$

$$R_{\text{общ}} = \frac{R_1 \cdot u}{R_1 + u} = \frac{3u^2}{2} \times \frac{2}{5u} = \frac{33}{5}$$

$$P_1 = \frac{U^2}{R} = \frac{18^2}{5}$$



$$\frac{2U}{3u} = \frac{36}{15} = 2,4$$

$$\frac{12}{5} = 2,4$$

$$U_1 = U_2 = U_3 \text{ харанг.}$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3 \text{ харанг.}$$

$$1,25 \quad \text{u} \quad 2,4$$

$$U = IR + IR$$

$$\frac{U}{I} = R_1 + R_2 \dots \text{ харанг.}$$

### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$0 \cdot (\tau_1 + \tau_2) - \frac{e}{4L} \left( \frac{4L^2}{\tau_1^2} + V_0^2 + \frac{4V_0^2}{\tau_1} \right) - \frac{2L\tau_2}{\tau_1} + 0 + \frac{V_0^2}{4L} C = 0$$

$$V_0(\tau_1 + \tau_2) - \frac{V_0^2 C}{4L} - \frac{V_0 C}{\tau_1} - \frac{LC}{\tau_1^2} + \frac{V_0^2 C}{4L} - \frac{2L\tau_2}{\tau_1} = 0$$

$$V_0(\tau_1 + \tau_2 - \frac{(\tau_1^2 - \tau_2^2)}{\tau_1}) - L \left( \frac{(\tau_1^2 - \tau_2^2)}{\tau_1^2} + \frac{2\tau_2}{\tau_1} \right) = 0$$

$$V_0 \left( 2,5 + \frac{(+1,25)}{1} \right) + 12 \left( \frac{-1,25 - 1,75}{1} - \frac{3}{1} \right) = 0$$

$$V_0 \times 3,75 + 5100 = 0 \quad V_0 = \frac{2100}{3,75} = 560$$

$$\begin{array}{r} 2100 \mid 3,75 \\ - 1675 \\ \hline 2250 \\ - 2250 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 560 \\ \times 3,75 \\ \hline 2100 \end{array}$$

$V_0 = 5,6 \text{ м/с}$

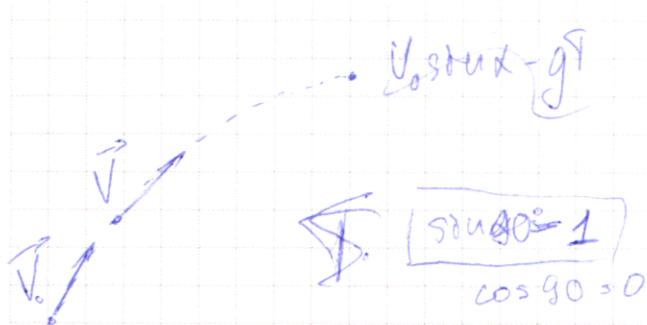
$$6T - 5T^2 - 6 = 0$$

$$D = 25 - 4 \times 6 \times (-6)$$

$$V_0 \sin \alpha T - \frac{gT^2}{2} = 0$$

$$-5T^2 + 6T - 6 = 0 \Rightarrow T^2 - \frac{6}{5}T + \frac{6}{5} = 0$$

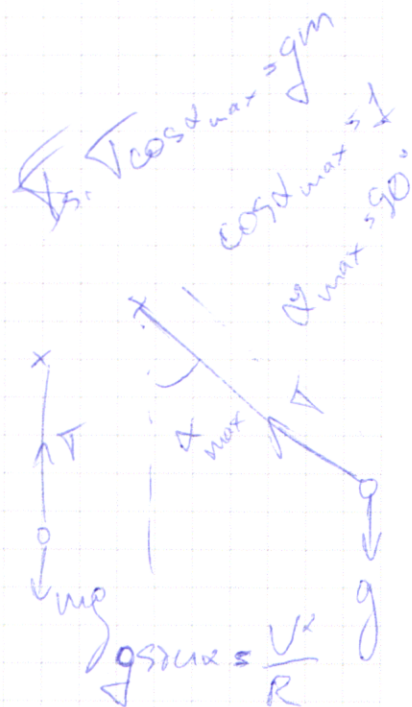
$$D = 36 - D = \frac{36}{25} - 4 \times \frac{6}{5} < 0$$



$$ma = T \sin \alpha$$

$$mg = T$$

$$ma = mg \sin \alpha \Rightarrow a = g \sin \alpha$$



$$a_{\max} = 10 \text{ м/с}^2$$

$$V_y = V_{0y} - g\delta$$

$$V \sin \alpha = V_0 \sin \alpha - g\delta$$

$$g\delta = \sin \alpha (V_0 - V)$$

$$\sin \alpha = \frac{g\delta}{V_0 - V} = \frac{5}{3}$$

$$\delta L = V_0 \cos \alpha T$$

$$V_y = V_{0y} + g\delta$$

$$V_y \sin \alpha = V_0 \sin \alpha + 5$$

$$(V_y - V_0) \sin \alpha = -5$$

$$\sin \alpha = \frac{5}{3} ?$$

$$V_{0y} = gT$$



$T$

$$T \cos \alpha = mg$$

$$T \cos \alpha = mg$$

$$T = \frac{mg}{\cos \alpha_{\max}}$$

$T \sin \alpha = m$

$$T \cos \alpha = ma$$

$$T \cos \alpha = mg \sin \alpha$$

$$\cos \alpha \sin \alpha = 0$$

$$\sin \alpha = 0$$

$T \sin \alpha = ma$

$$V_0 \cos \alpha T = \frac{L}{2}$$

$$V_0 \sin \alpha T - \frac{gT^2}{2} = 0$$

$$V_0 \sin \alpha T = \frac{gT^2}{2}$$

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

$$\frac{V_0 \sin \alpha}{g} = T$$

$$\frac{10 \times \frac{5}{3}}{10}$$

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

$$\frac{10}{2}$$

$$10 \times \frac{\sqrt{3}}{2} > a = 5\sqrt{3}$$





ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

5-018

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)



# Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 09

Шифр 5-018

(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/с<sup>2</sup>.

**3** Подвешенному на нити шарикун 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.

