

# Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 09

Шифр 1-005

(заполняется секретарём)

## Вариант 09-04

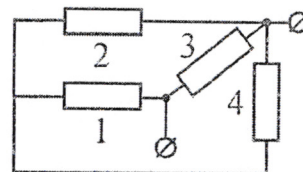
**1** Первый вагон поезда прошел мимо наблюдателя, стоящего на платформе, за  $\tau_1 = 1$  с, а второй - за  $\tau_2 = 1,5$  с. Длина каждого вагона  $L = 12$  м. Через какое время  $T$  после начала наблюдения поезд остановился? В процессе торможения поезд движется по прямой равнозамедленно.

**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. Найдите максимальную высоту  $H$  полета камня. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

**3** На нити подвешен шарик. Шарик отводят в сторону так, что нить принимает горизонтальное положение, и отпускают. Какой угол  $\alpha$  образует нить с вертикалью в тот момент, когда ускорение шарика направлено горизонтально?

**4** В калориметр, содержащий  $m_1 = 2$  кг льда при температуре  $t_1 = -5$  °С, добавили  $m_2 = 200$  г воды при температуре  $t_2 = +5$  °С. Определите массу  $m$  льда в калориметре после установления равновесия. Удельные теплоемкости льда  $c_1 = 2100$  Дж/(кг·К), воды  $c_2 = 4200$  Дж/(кг·К), удельная теплота плавления льда  $\lambda = 3,3 \cdot 10^5$  Дж/кг.

**5** Цепь, схема которой показана на рисунке, подключена к источнику постоянного напряжения. Сопротивления всех резисторов равны. На резисторе 1 рассеивается мощность  $P_1 = 10$  Вт. Найдите мощность  $P$ , рассеиваемую на всей цепи.



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1. Дано:

$$T_1 = 1 \text{ с,}$$

$$T_2 = 1,5 \text{ с}$$

$$L = 12 \text{ м}$$

$$T = ? \text{ с}$$

Решение

$$v = v_0 - at \Rightarrow v_1 = 12 - \frac{a}{2}; v_k = v_0 - at \Leftrightarrow v_0 = at$$

$$S = v_0 t - \frac{at^2}{2}; S = L \Rightarrow L = v_0 T_1 - \frac{aT_1^2}{2}$$

$$12 = v_0 - \frac{a}{2} \Leftrightarrow v_0 = 12 + \frac{a}{2}$$

$$L = v_1 T_2 - \frac{aT_2^2}{2}$$

$$12 = 12 - 0,15a - \frac{a \cdot 2,25}{2}$$

$$0 = -1,815 a$$

$$a = \frac{6,8}{1,5} = \frac{48}{25} = \frac{16}{5} = 3,2 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right)$$

$$v_0 = at$$

$$0 = 12 + \frac{a}{2} \neq at$$

$$0 = 12 + 1,6 \cdot 3,2$$

$$T = \frac{19,6}{3,2} = 4,25 \text{ (с)}$$

Ответ: 4,25 (с)



2. Дано:

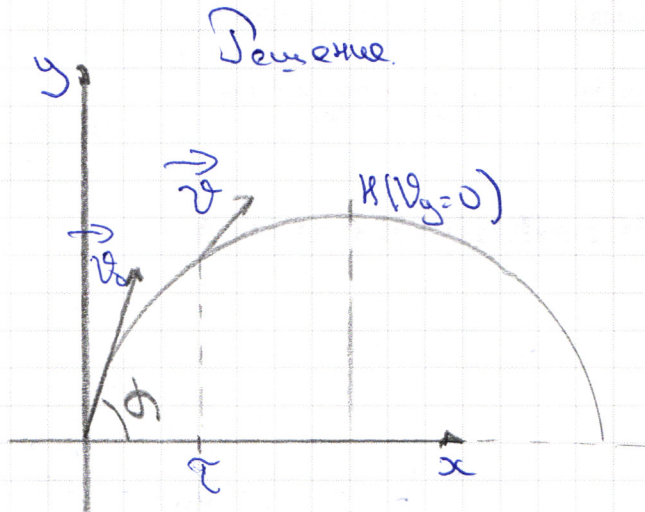
$$V_0 = 10 \frac{m}{c}$$

$$\tau = 0.5 c$$

$$g = 10 \frac{m}{c^2}$$

$$g = 10 \frac{m}{c^2}$$

H = ?



$$y = V_0 t - \frac{gt^2}{2}; H = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{g}$$

$$x = V_0 t \cos \alpha$$

$$V_y = V_0 \sin \alpha - gt$$

$$V_x = V_0 \cos \alpha$$

$$V^2 = V_y^2 + V_x^2 = V_0^2 \sin^2 \alpha + g^2 t^2 - 2V_0 \sin \alpha gt + V_0^2 \cos^2 \alpha =$$
$$= V_0^2 (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) + g^2 t^2 - 2V_0 \sin \alpha gt = V_0^2 + g^2 t^2 - 2V_0 \sin \alpha gt =$$
$$= 100 + 25 - 100 \sin \alpha$$

$$4g = 125 - 100 \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{16}{100} = 0.16$$

$$H = \frac{100 \cdot 0.16^2}{10} = \frac{100 \cdot 0.0256}{10} = 3,156 \text{ (m)}$$

Ответ: 3,156 м.

$$80m_3^2 - 8,25m_3 - 0,42 = 0$$

$$m_3 = \frac{8,25 \pm \sqrt{\frac{1089}{16} + 134,4}}{160} = \frac{8,25 \pm 20}{160} \text{ (E)}$$

$$m_3 = \frac{28,25}{160}$$

$$m_3 = \frac{-11,75}{160}$$

0,18  
 $m_3 = 0,18 \text{ кг}$

$$\begin{array}{r} 21 \\ \times 18 \\ \hline 108 \\ 168 \\ \hline 378 \\ 33 \\ \hline 378 \\ 45 \\ \hline 1089 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 210 \\ \times 46 \\ \hline 1260 \\ 840 \\ \hline 920 \\ 51600 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 21 \\ \times 18 \\ \hline 168 \\ 1680 \\ \hline 1650 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 32 \\ \times 4,2 \\ \hline 128 \\ 64 \\ \hline 134,4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3,3 \\ \times 1,8 \\ \hline 264 \\ 33 \\ \hline 594 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1089 \mid 16 \\ - 96 \\ \hline 129 \\ 128 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\Phi = 68 + 134,4 = 202,4 \approx 20^2$$

$$\frac{110}{4} \cdot 4 \cdot 20 =$$

$$\begin{array}{r} 11300 \mid 640 \\ - 640 \\ \hline 4900 \\ - 4900 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$8,4 \cdot 10^2 k - 4,2 \cdot 10^3 + 3,3 \cdot 10^5 \cdot 1,8 \cdot 10^{-1} = 0$$

$$8,4 k - 42 + 3,3 \cdot 1,8 \cdot 10^2 = 0$$

$$8,4 k = 420 - 4,2 \cdot 10^2 + 59,4 \cdot 10$$

$$k = \frac{-59,2 \cdot 10}{8,4}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

У. Дано:

$m_1 = 2 \text{ кг}$

$t_1 = -5^\circ \text{C}$

$m_2 = 0,2 \text{ кг}$

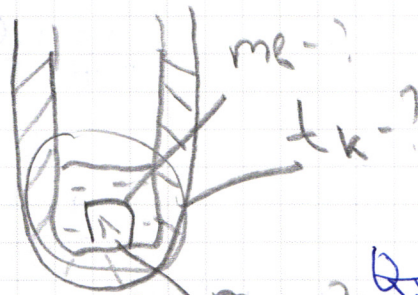
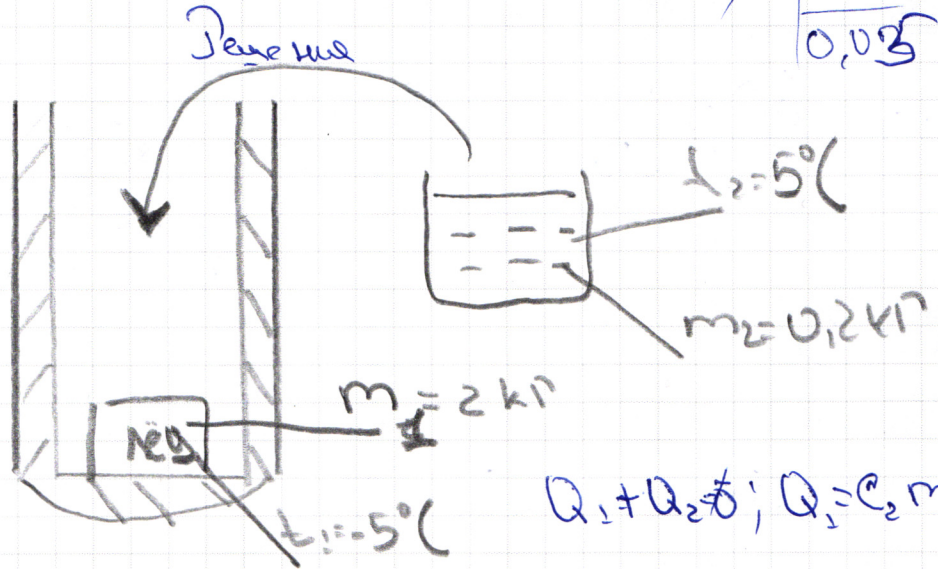
$t_2 = 5^\circ \text{C}$

$c_1 = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$

$c_2 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$

$\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

$m_3 = ?$



$Q_1 + Q_2 = 0; Q_1 = c_2 m_2 (t_k - t_2) =$   
 $= 42 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-1} \cdot (t_k - 5) =$   
 $= 8,4 \cdot 10^3 t_k - 4,2 \cdot 10^3 \text{ (Дж)}$

$Q_2 = \lambda m_3 = 3,3 \cdot 10^5 m_3$

$Q_3 = Q_2 = c_1 m_3 (t_k - t_2) =$

$8,4 \cdot 10^3 t_k - 4,2 \cdot 10^3 + 3,3 \cdot 10^5 m_3 = 0 \quad (1)$

$8,4 \cdot 10^3 t_k - 4,2 \cdot 10^3 + 2,1 \cdot 10^3 m_3 t_k + 1,05 \cdot 10^6 m_3 = 0$

$8,4 \cdot 10^3 t_k - 4,2 \cdot 10^3 + 2,1 \cdot 10^3 m_3 t_k + 1,05 \cdot 10^6 m_3 = 0 \quad (2) \quad Q_1 + Q_3 = 0$

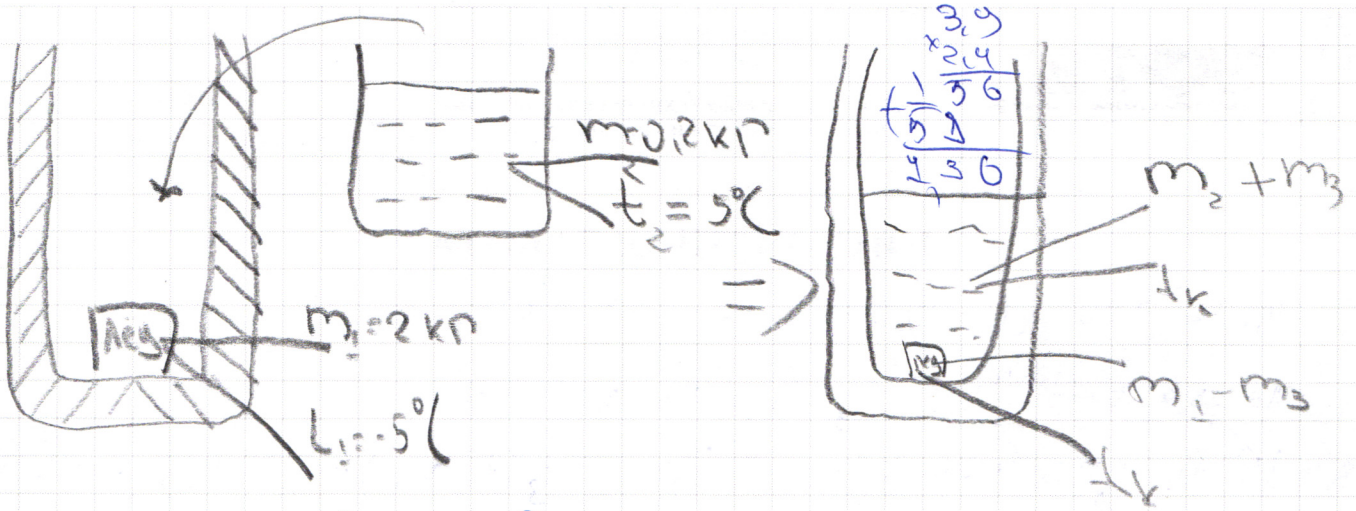
893	380
612	0802
210	
-168	

$8,4 t_k - 4,2 \cdot 10 + 3,3 \cdot 10^3 m_3 = 0$   
 $3,3 \cdot 10^3 m_3 = 4,2 \cdot 10 - 8,4 t_k$

$8,4 t_k = 4,2 \cdot 10 - 3,3 \cdot 10^3 m_3$   
 $t_k = \frac{42 - 3300 m_3}{8,4}$

(2)  $42 - 33 \cdot 10^3 m_3 + 2,1 \cdot 10^3 m_3$   
 $4,2 \cdot 10^{-1} - 3,3 \cdot 10^3 m_3 + 2,1 \cdot 10^3 m_3$   
 $4,2 \cdot 10^{-1} + 1,2 \cdot m_3 + \frac{864}{8,4} m_3 - \frac{612 \cdot 10^3 m_3^2}{8,4} = 0$   
 $4,2 \cdot 10^{-1} + 8,25 m_3 - 8,4 \cdot 10 m_3^2 = 0$





$$Q_1 = c_2 m_2 (t_k - t_2) = 8.4 \cdot 10^3 t_k - 4.2 \cdot 10^3$$

$$Q_2 = \lambda m_3 = 9.9 \cdot 10^5 m_3$$

$$t_k = \frac{1}{2} - 3.4 \cdot 10^2 m_3$$

$$Q_3 = \lambda (m_2 + m_3) = 6.6 \cdot 10^5 - 3.3 \cdot 10^5 m_3$$

$$Q_4 = c_2 (m_2 + m_3) (t_k - t_2) = 8.4 \cdot 10^3 t_k - 4.2 \cdot 10^3 + 4.2 \cdot 10^3 m_3 t_k - 2.1 \cdot 10^3 m_3$$

$$6.6 \cdot 10^5 - 3.3 \cdot 10^5 m_3 + 8.4 \cdot 10^3 (4.2 \cdot 10^2 (1 - 1.8 \cdot 10^2 m_3 - 10) + 2.1 \cdot 10^3 (1 - 1.8 \cdot 10^2 m_3 - 10)) = 0$$

$$6.6 \cdot 10^5 - 3.3 \cdot 10^5 m_3 + (4.5 m_3 + 9) (4.2 \cdot 10^2 + 2.1 \cdot 10^3 m_3) = 0$$

$$6.6 \cdot 10^5 - 3.3 \cdot 10^5 m_3 - 2.1 \cdot 10^2 (35.6 m_3 t_{18} + 18 m_3^2 + 8 m_3) = 0$$

$$6.6 \cdot 10^5 - 3.3 \cdot 10^5 m_3 - 2.1 \cdot 10^2 (2.46 m_3 - 2.1 \cdot 18 \cdot 10^3 - 2.1 \cdot 10^2 \cdot 7.8 m_3^2) = 0$$

$$6.6 \cdot 10^5 - 3.3 \cdot 10^5 m_3 - 51.6 m_3 - 16.38 m_3^2 = 0$$

$$16.38 m_3^2 + 381.6 m_3 - 656.22 = 0$$

$$4.2 \cdot 10^3 t_k + 2.1 \cdot 5 \cdot 10^3 - 2.1 \cdot 10^3 t_k m_3 - 2.1 \cdot 5 \cdot 10^3 m_3 + 8.4 \cdot 10^3 t_k - 4.2 \cdot 10^3 + 4.2 \cdot 10^3 m_3 t_k - 2.1 \cdot 10^3 m_3 = 0$$

$$2 \cdot 10^3 t_k - 5 \cdot 10^3 - 10^3 t_k m_3 - 5 \cdot 10^3 m_3 + 4 \cdot 10^3 t_k - 2 \cdot 10^3 + 2 \cdot 10^3 m_3 t_k - 10^4 m_3 = 0$$

$$2.4 t_k + 9 \cdot 10^3 + 3 \cdot 10^3 m_3 t_k - 10^4 m_3 = 0$$

$$4.2 - 1.36 \cdot 10^3 m_3 + 3 + 0.1 m_3 - 3.9 \cdot 10^2 m_3^2 - 10 m_3 = 0$$

$$3.9 \cdot 10^2 m_3^2 + 14.5 \cdot 10 m_3 + 4.2 = 0$$

$$m = \frac{-145 \pm \dots}{2 \cdot 390}$$



### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$Q_1 = 4,2 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^2 (t_k - 5) = 8,4 \cdot 10^5 t_k - 4,2 \cdot 10^3 \quad (\text{Дж})$$

~~$$Q_2 = 1 m = 6,6 \cdot 10^3 (t_k - 10)$$~~

$$Q_2 = 1 m_3 = 3,3 \cdot 10^5 m_3$$

~~$$8,4 \cdot 10^5 t_k - 4,2 \cdot 10^3 = 6,6 \cdot 10^3 = 0$$~~

$$Q_3 = c_2 \cdot m_3 (t_k - t_2) = 2,1 \cdot 10^3 m_3 t_k + 1,05 \cdot 10^4 m_3$$

~~$$8,4 t_k = 6,6 \cdot 10^3 = 6,5 \cdot 10^3$$~~

$$\begin{cases} Q_1 + Q_2 = 0 \\ Q_1 + Q_3 = 0 \end{cases}$$

~~$$t_k = \dots$$~~

$$\begin{array}{r} 33084 \\ 252 \overline{) 0592} \approx 0,39 \\ \underline{180} \\ 150 \\ \underline{150} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 42 \\ 148 \\ \underline{33} \\ 204 \\ \underline{204} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 21 \\ 39 \\ \underline{189} \\ 160 \\ \underline{160} \\ 0 \end{array}$$

$$Q_2 = Q_3$$

$$3,3 \cdot 10^5 m_3 = 1,05 \cdot 10^4 m_3 + 2,1 \cdot 10^3 m_3 t_k$$

~~$$2,1 \cdot 10^3 m_3 t_k = 3,195 \cdot 10^5 m_3$$~~

~~$$t_k = \dots$$~~

$$Q_1 + Q_3 = 0$$

$$8,4 \cdot 10^5 t_k - 4,2 \cdot 10^3 + 3,3 \cdot 10^5 m_3 = 0$$

$$8,4 t_k = 4,2 - 3,3 \cdot 10^3 m_3$$

$$t_k = \frac{4,2}{8,4} - 3,9 \cdot 10^3 m_3$$

$$Q_3 = 2,1 \cdot 10^3 m_3 t_k + 1,05 \cdot 10^4 m_3 = m_3 (1,05 \cdot 10^3 + 1,05 \cdot 10^3 t_k - 8,19 \cdot 10^5)$$

~~$$Q_1 = 8,4 \cdot 4,2 \cdot 10^2 (t_k - 5) = 4,2 \cdot 10^2 (t_k - 5) = -9,42 \cdot 10^2 - 3,246 \cdot 10^5 m_3$$~~

~~$$= -3,18 \cdot 10^3 = 3,246 \cdot 10^5 m_3$$~~

~~$$3,248 \cdot 10^3 - 3,246 \cdot 10^5 m_3$$~~

~~$$0,1155 \cdot 10^6 m_3 - 3,19 \cdot 10^5 m_3 - 9,42 \cdot 10^2$$~~

~~$$\begin{array}{r} 31 \\ 3,246 + 3,19 = 0,1155 \cdot 10^6 = 3,48 \cdot 10^5 \end{array}$$~~



2. Дано:

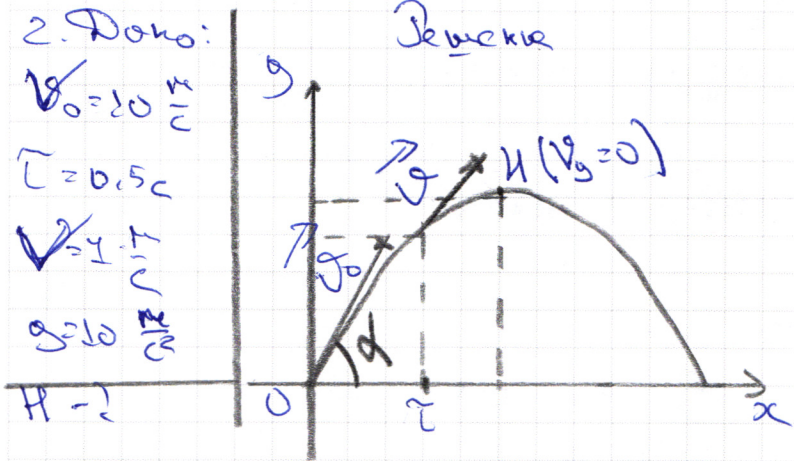
$v_0 = 20 \text{ м/с}$

$t = 0.5 \text{ с}$

$v = 4 \text{ м/с}$

$g = 10 \text{ м/с}^2$

Решение



$y = h_0 + v_{y0} t - \frac{g t^2}{2}$

$x = v_{x0} t$

$v_y = \sin \alpha v_0 - g t$

$v_{x0} = v_0 \cos \alpha$

345  
x 445  
-----  
4525  
4520  
5215  
569025

$v_0^2 = \sqrt{v_{y0}^2 + v_{x0}^2} = \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + v_0^2 \cos^2 \alpha} =$   
 $= \sqrt{v_0^2 (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)} = v_0$

$v = \sqrt{v_y^2 + v_{x0}^2} = \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + g^2 t^2 - 2 v_0 \sin \alpha g t + v_0^2 \cos^2 \alpha} =$

569025

$= \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2 - 2 v_0 \sin \alpha g t} = \sqrt{100 + 25 - 100 \sin \alpha} = \sqrt{125 - 100 \sin \alpha}$

$40 = \sqrt{125 - 100 \sin \alpha}$

$\sin \alpha = \frac{16}{100} = 0.16$

$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} = \frac{100 \cdot 0.0256}{10} = 3.56 \text{ (м)}$

Ответ: 3.56 м

x 390.0  
x 26.8  
-----  
0.0

0.16  
x 0.16  
-----  
4.56  
37.82  
-----  
0.3526

x 108  
x 350  
-----  
13722  
504  
-----  
63620  
569025  
-----  
132645

132645 | 3  
-----  
12  
-----  
64  
-----  
63  
-----  
15

3.5.5.5.5  
2.5.5.5.5.35  
3.5.5.5.5.7

$25 \sqrt{21} \approx 25 \cdot 4.6 = 115$

x 4.8  
x 1.8  
-----  
109.24

x 4.14  
x 4.4  
-----  
17.929

x 4.6  
x 1.6  
-----  
14.6



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$L_1 = 8 \text{ с,}$$

$$L_2 = 1,5 \text{ с}$$

$$L = 12 \text{ м}$$

$T = ?$

Решение

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

$$v = v_0 - at$$

$$12 = v_0 - \frac{a}{2}$$

$$v_1 = v_0 - a$$

$$v_0 = 12 - \frac{a}{2}$$

$$v_2 = 12 - 1,5a$$

$$s = v_1 t - \frac{at^2}{2}$$

$$12 = 1,5(12 - 1,5a) - \frac{a \cdot 2,25}{2}$$

$$12 = 18 - 2,25a - 1,125a$$

$$6 = 3,375a$$

$$3,375a = 6$$

$$a = \frac{6 \cdot 8}{27}$$

$$a = \frac{1,333}{27} \left( \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right)$$

$$v_k = v_0 - at$$

$$0 = 12 - \frac{48}{27}t - \frac{48}{27}t$$

$$\frac{48}{27}t = 12 - \frac{48}{27}$$

$$\frac{48}{27}t = \frac{11}{3}$$

$$t = \frac{100 - 27}{27 \cdot \frac{48}{27}} = 6,25 \text{ с}$$

Ответ: 6,25 с

$$\begin{array}{r} 136 \phantom{0} \\ \underline{128} \phantom{0} \\ 80 \phantom{0} \\ \underline{64} \phantom{0} \\ 160 \phantom{0} \\ \underline{160} \phantom{0} \\ 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 32 \\ \underline{4,25} \end{array}$$

$$\frac{13,6}{3,2} = \frac{160}{120}$$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

1-005

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)

# Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

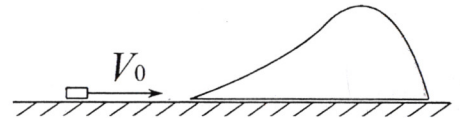
Шифр 1-017

(заполняется секретарём)

## Вариант 11-03

1. Небольшой шарик висит на легкой нити длиной 50 см. Какую минимальную горизонтальную скорость надо сообщить шарiku, чтобы он, двигаясь по окружности, совершил полный оборот в вертикальной плоскости? Принять  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

2. Небольшая шайба массой  $m$  скользит по гладкому горизонтальному столу со скоростью  $v_0$  к неподвижной незакрепленной горке массой  $3m$  (см. рис.). Шайба въезжает на горку, движется по ней без трения и отрыва и съезжает с горки в обратном направлении.

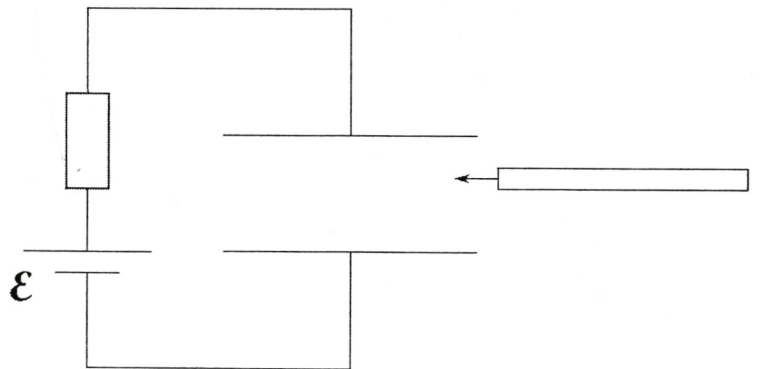


- 1) На какую максимальную высоту поднимается шайба?
- 2) С какой скоростью шайба съезжает с горки?

3. Теплоизолированный сосуд объемом  $V = 8,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$  разделен перегородкой на две части с различными объемами. В первой части находится гелий при температуре  $27^\circ \text{C}$  в количестве  $\nu_1 = 0,2$  моль. Во второй части находится гелий при температуре  $7^\circ \text{C}$  в количестве  $\nu_2 = 0,3$  моль. Перегородка прорывается.

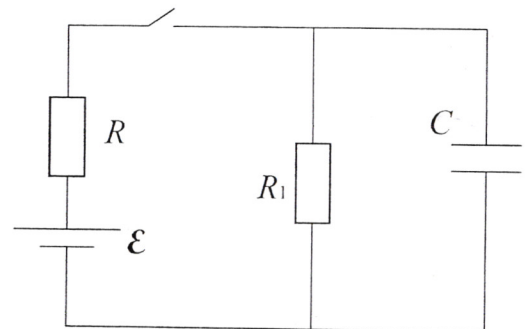
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

4. Плоский воздушный конденсатор емкостью  $C_0$  подсоединен через резистор к источнику с ЭДС  $\varepsilon$  (см. рис.). В конденсатор вводят параллельно обкладкам незаряженную проводящую пластину и располагают ее напротив обкладок. Форма поверхности пластины совпадает с формой поверхности обкладок. Толщина пластины в 4 раза меньше расстояния между обкладками.



- 1) Найти емкость конденсатора с пластиной.
- 2) Какой заряд пройдет через резистор после начала введения пластины?

5. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут. Параметры цепи указаны на схеме. Внутреннее сопротивление источника «содержится» в  $R$ ,  $R_1=3R$ . Ключ замыкают. После достижения в цепи установившегося режима ключ размыкают. Известными величинами считать  $C$ ,  $\varepsilon$ ,  $R$ .



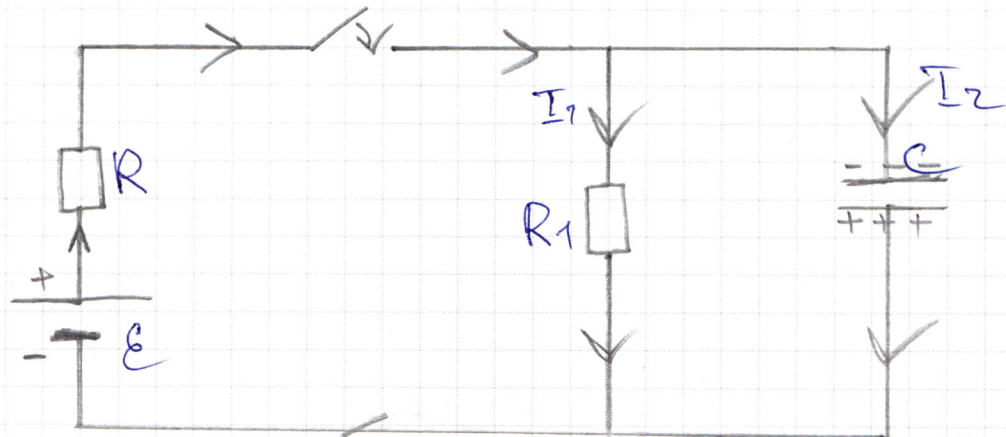
- 1) Найти ток через источник сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти установившееся напряжение на конденсаторе при замкнутом ключе.
- 3) Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано!  
 $R$   
 $R_1 = 3R$   
 $C, \varepsilon, R$   
 1)  $I - ?$   
 2)  $U - ?$   
 3)  $Q - ?$

№5.  
 Решение



$$1) I = \frac{\varepsilon}{R} ; I = I_1 + I_2 = \frac{\varepsilon}{4R} + \frac{\varepsilon}{R} = \frac{5\varepsilon}{4R}$$

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R+R_1} = \frac{\varepsilon}{4R} ; I_2 = \frac{\varepsilon}{R}$$

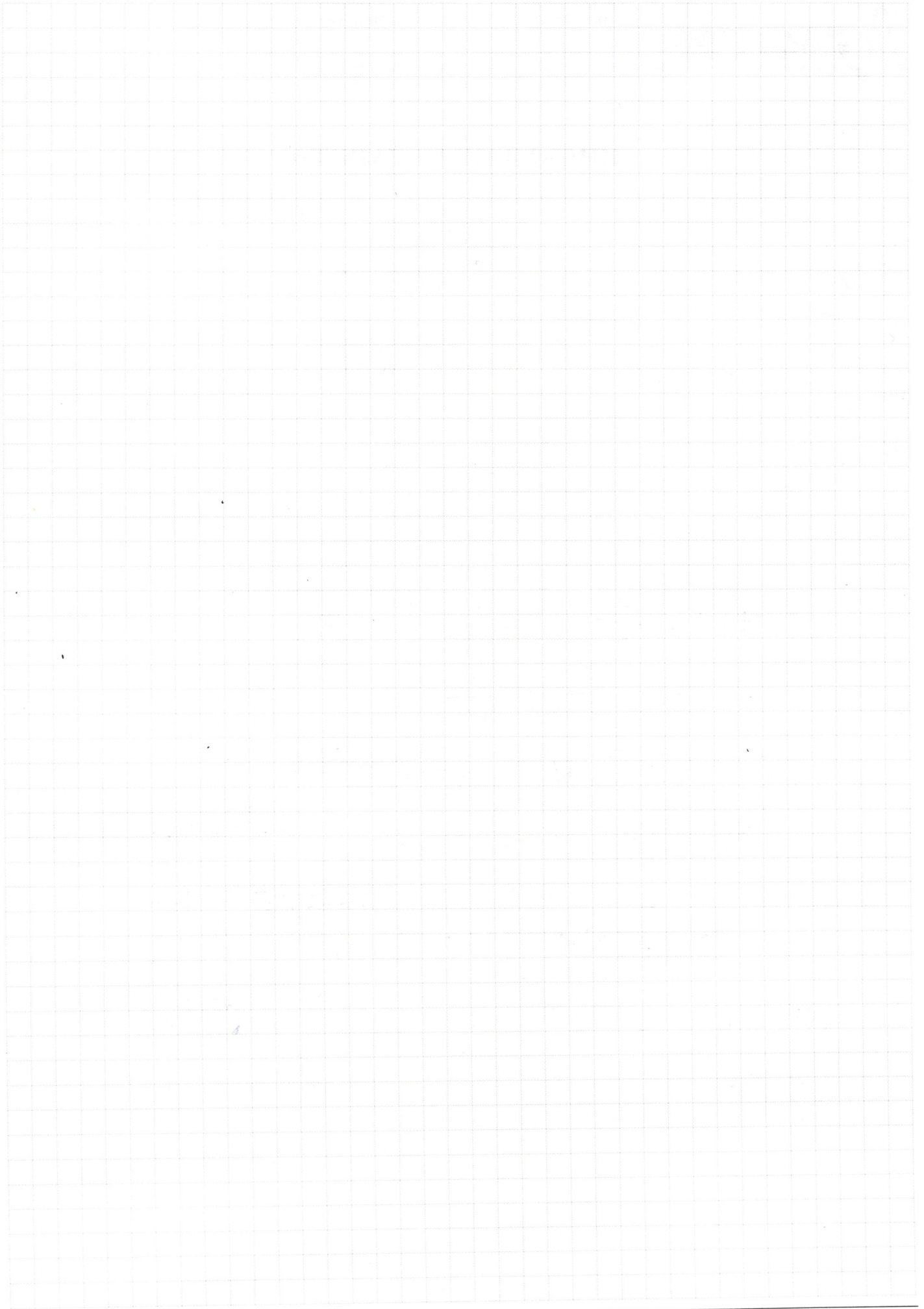
$$2) U = I \cdot R = \frac{5\varepsilon}{4R} \cdot R = \frac{5}{4} \varepsilon$$

$$3) Q = I^2 \cdot R \cdot t = \left(\frac{5\varepsilon}{4R}\right)^2 \cdot R \cdot (RC)^2 = \frac{25}{16} \varepsilon^2 \cdot R \cdot C^2$$

$$I = \frac{Q}{t} \Rightarrow t = \frac{Q}{I} = \frac{\frac{25}{16} \varepsilon^2 \cdot R \cdot C^2}{\frac{5\varepsilon}{4R}} = RC$$

$$C = \frac{Q}{U} \Rightarrow Q = CU = C \cdot \frac{5}{4} \cdot \varepsilon = \frac{5}{4} C\varepsilon$$

Ответ: 1)  $\frac{5\varepsilon}{4R}$  ; 2)  $\frac{5}{4} \varepsilon$  ; 3)  $\frac{25}{16} \varepsilon^2 \cdot R \cdot C^2$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)



№3.

Дано:  
 $V = 8,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$   
 $t_1 = 27^\circ\text{C}$   
 $T_1 = 273 + 27 = 300\text{K}$   
 $\nu_1 = 0,2 \text{ моля}$   
 $t_2 = 7^\circ\text{C}$   
 $T_2 = 273 + 7 = 280\text{K}$   
 $\nu_2 = 0,3 \text{ моля}$

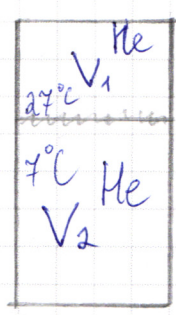
1)  $t_k = ?$

2)  $p_k = ?$

$V = 8,31 \text{ л}$

$R = 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

$\nu_m = 22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}$



Решение.

1)  $Q_k = Q_1 + Q_2 \Leftrightarrow \nu m_{\text{об}} t = \nu_1 m_1 t_1 + \nu_2 m_2 t_2$   
 $\Leftrightarrow \frac{V}{\nu_m} M t = \nu_1 M t_1 + \nu_2 M t_2$   
 $m_{\text{об}} = \frac{V}{\nu_m} \cdot M$

$m_1 = \nu_1 \cdot M ; m_2 = \nu_2 \cdot M$

$\Leftrightarrow t = \frac{\nu_m}{V} (\nu_1 t_1 + \nu_2 t_2) = \frac{8,31 \cdot 10^3}{22,4} \cdot \frac{22,4}{8,31 \cdot 10^3} \times$   
 $\times (0,2 \cdot 27 + 0,3 \cdot 7) \approx 2,7 \cdot 10^3 \cdot 7,5 = 20,25 \cdot 10^3$   
 $t = 20,25^\circ\text{C} \Rightarrow T = 273 + 20,25 = 293,25(\text{K})$

2)  $pV = \nu RT \Rightarrow p = \frac{\nu RT}{V} = \frac{(\nu_1 + \nu_2) \cdot 8,314 \cdot 293,25}{8,31 \cdot 10^{-3}}$   
 $\approx \frac{0,5 \cdot 8,31 \cdot 293}{8,31 \cdot 10^{-3}} \approx 147 \cdot 10^3 (\text{Па}) \approx 147(\text{кПа})$

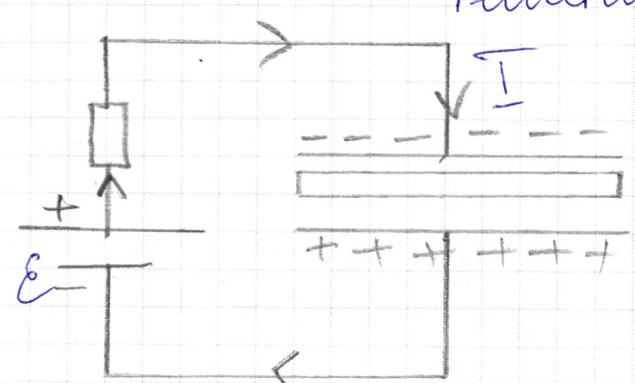
Ответ: 1)  $20,25^\circ\text{C}$  ; 2)  $147 \text{ кПа}$

№4.

Дано:  
 $C_0 = \frac{q}{U}$   
 $J_m = \frac{q}{S_{\text{об}}}$   
 $S_m = S_{\text{об}}$

1)  $C = ?$

2)  $q = ?$



Решение.

1)  $C_0 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S_{\text{об}}}{d}$

$C = \frac{\epsilon \epsilon_2 \epsilon_0 S_{\text{об}}}{d}$

$\epsilon \epsilon_2 = -\Phi = -L \cdot I$

2)  $C = \frac{q}{U} \Rightarrow q = C \cdot U$



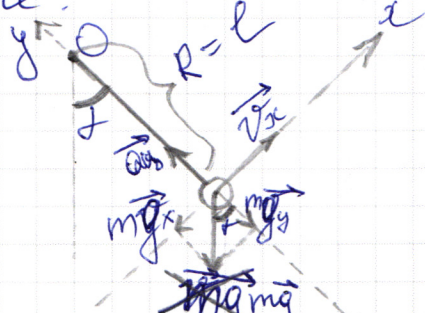
## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.

Дано:  
 $l = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$   
 $g = 10 \text{ м/с}^2$   
 $v_{x \text{ min}} - ?$



Решение



Один вертикальный оборот — это  $\alpha = 2\pi$

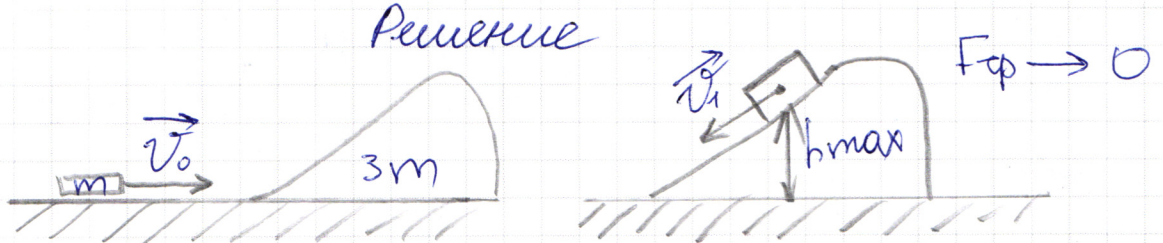
$$mg_y = ma_y \Leftrightarrow g \cos \alpha = \frac{v_{x \text{ min}}^2}{R} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow v_{x \text{ min}} = \sqrt{R \cdot g \cdot \cos 2\pi} = \sqrt{0,5 \cdot 10 \cdot 1} = \sqrt{5} \text{ (м/с)}$$

Ответ:  $\sqrt{5} \text{ м/с}$

№2.

Дано:  
 $m$   
 $v_0$   
 $3m$   
 $h_{\text{max}} - ?$   
 $v_1 - ?$



Решение

1) по Закону Сохранения энергии:

$$W_{k \text{ max}} = W_{h \text{ max}} \Leftrightarrow \frac{m v_0^2}{2} = m g h_{\text{max}} \Leftrightarrow$$

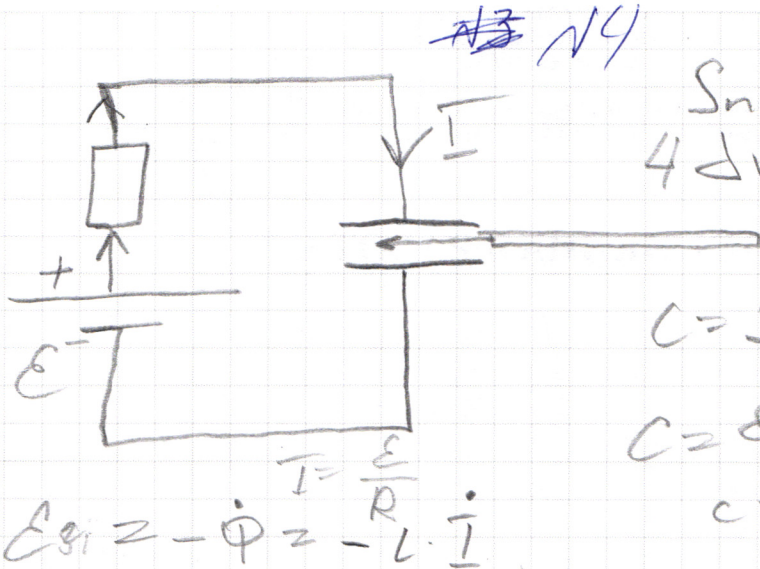
$$\Leftrightarrow h_{\text{max}} = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$2) m v_0 = 4m v \Leftrightarrow v = \frac{1}{4} v_0$$

$$4m v = m v_1 \Leftrightarrow v_1 = 4v = 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot v_0 = v_0$$

Ответ: 1)  $\frac{v_0^2}{2g}$ ; 2)  $v_0$





$S_n = S_{05}$   
 $4 \Delta n = f_{05}$

$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$   
 $u = E \cdot d$   
 $C = \epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d}$   
 $C = \frac{q}{U}$  146

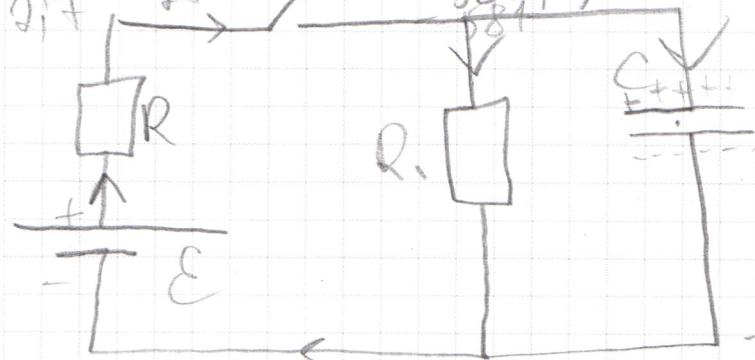
$\mathcal{E}_{\text{ind}} = -\dot{\Phi} = -L \cdot \dot{I}$

$P = I^2 R$  100 N3  
 $P_1 = \frac{V_1 R T_1}{V_1} = 0,2 \cdot 300 R$

$P_2 = \frac{V_2 R T_2}{V_2} = 0,3 \cdot 280 R$

$P = (V_1 + V_2) R \cdot T \cdot V_2$

$\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$   
 $\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{15} = \frac{3+2}{30} = \frac{5}{30} = \frac{1}{6}$   
 $R_{\text{eq}} = 6 \Omega$



$C, \epsilon, R$   
 $R_1 = 3R$   
 $T_0 = \frac{V_m}{V} (\frac{1}{2} T_1 + \frac{1}{2} T_2)$

$I = \frac{\mathcal{E}}{R}$   
 $I = I_1 + I_2$   
 $U = \text{const}$

$C = \frac{q}{U} = \frac{I \cdot t}{I R} = \frac{t}{R}$

$I = \frac{U}{R} \Rightarrow I R = U$

$q = I \cdot t$   
 $I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R+R}$   
 $I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R}$

$I = \frac{\mathcal{E}}{R}$

$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R+R} = \frac{\mathcal{E}}{2R+R}$

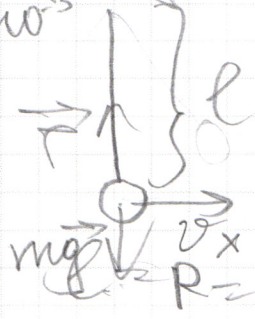
$I = \frac{\mathcal{E}}{R}$

$I = I_1 + I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R} + \frac{\mathcal{E}}{3R} = \frac{4\mathcal{E}}{3R}$



**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

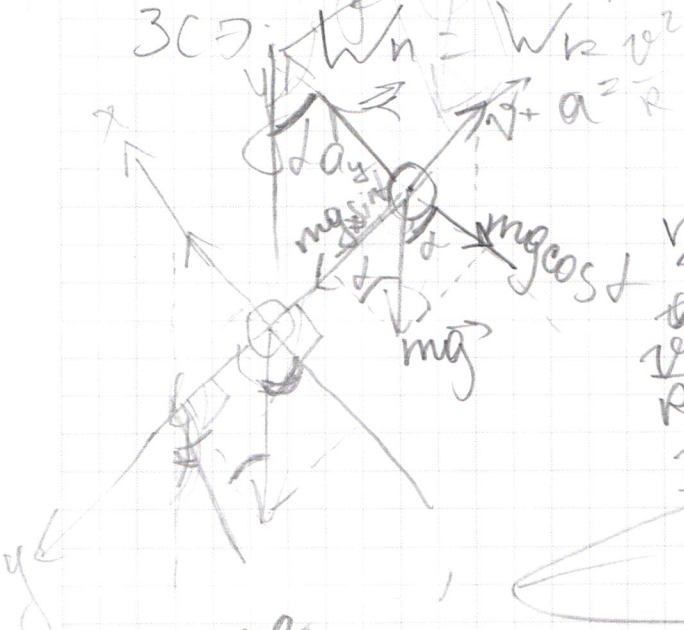
$1 \text{ м}^3 = 1000 \text{ г/м}^3 = 1000 \text{ н}$   
 $1 \text{ н} = 10^{-3}$



$l = 50 \text{ см}$   
 $v_{x \text{ min}} = ?$   
 $v = \omega \cdot R$   
 $\tau = \frac{2\pi \sqrt{gl}}{\omega}$   
 $\tau = \frac{2\pi}{\omega} \cdot \frac{2\pi}{\sqrt{gl}}$   
 $\omega = \sqrt{\frac{R}{m}}$   
 $2\pi = \sqrt{\frac{gl}{g}}$

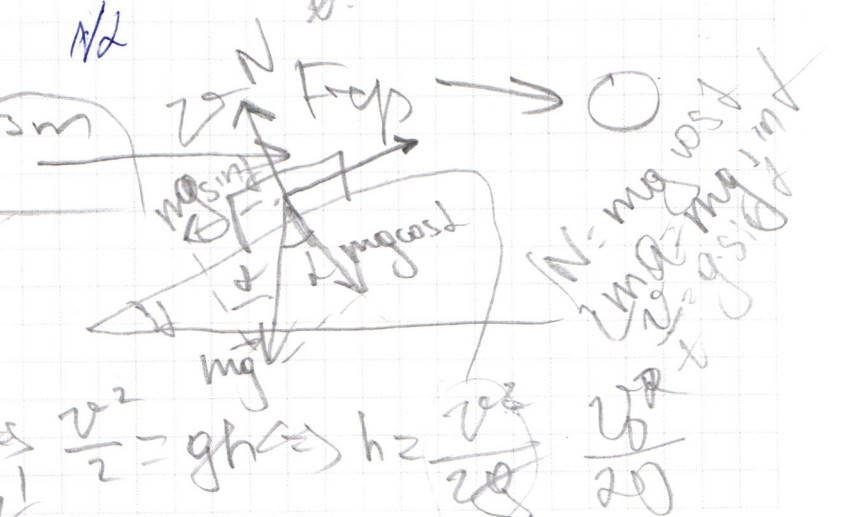
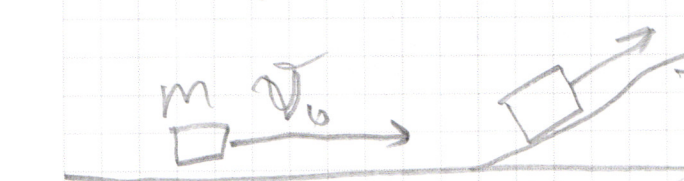
$v = a \cdot t$   
 $T = mg$

$N = T$   
 $R = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$   
 $X = X_m \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$   
 $v = X_m \cdot \omega \cdot \cos(\omega t + \varphi_0)$   
 $a = -X_m \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$   
 $a_{\text{max}} = A \cdot \omega^2 = v_{\text{max}} \cdot \omega$   
 $v_x = mg \sin t$   
 $v_z = 2v_{\text{max}}$



$W_k = W_n$   
 $W_k = \frac{1}{2} m v^2$   
 $W_n = mgh$   
 $\frac{1}{2} m v^2 = mgh$   
 $\frac{v^2}{2} = gh \Rightarrow h = \frac{v^2}{2g}$   
 $\frac{v_z^2}{R} = 10 \cos^2 t$   
 $\omega = 2\pi \sqrt{0,5}$   
 $v = \sqrt{R \cdot 10} = \sqrt{0,5 \cdot 10} = \sqrt{5} \text{ м/с}$

$4m v =$



СО: шарика  $m v_0 = 4m v$   
 $v_m = v_k$   
 $W_k = W_n$   
 $\frac{1}{2} m v^2 = mgh$   
 $4m v = m v_m + 3m v_2$   
 $\frac{v^2}{2} = gh \Rightarrow h = \frac{v^2}{2g}$





ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

1-017

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)