

# Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 09

Шифр 3-051

(заполняется секретарём)

## Вариант 09-04

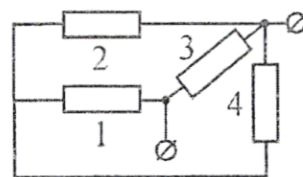
**1** Первый вагон поезда прошел мимо наблюдателя, стоящего на платформе, за  $\tau_1 = 1$  с, а второй - за  $\tau_2 = 1,5$  с. Длина каждого вагона  $L = 12$  м. Через какое время  $T$  после начала наблюдения поезд остановился? В процессе торможения поезд движется по прямой равномерно.

**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. 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.





3-051

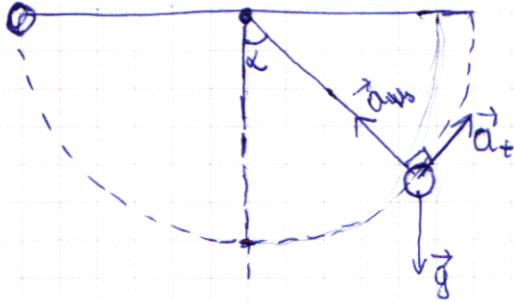


3-051  
ШИФР

(заполняется секретарём)

### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3



Когда шарик в воздухе, на него действует сила тяжести и ~~он~~ ~~не~~ ~~от~~ ~~преоб~~ ~~ре~~ ~~та~~ ~~ет~~ ускорение в миз  $\vec{g}$ . У него есть ускорение

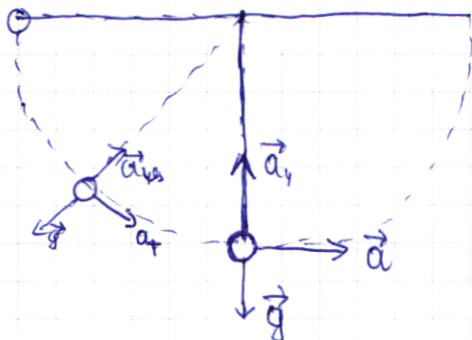


черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3



Когда шарик отпускают, на него начинают действовать сила тяжести и он приобретает направленный в низ ускорение  $\vec{g}$ . Шарик имеет ускорение направленное по верёвке  $\vec{a}_n$  и из-за силы тяжести он приобретает ускорение  $\vec{a}_t$  (тангенциальное). Но когда  $\alpha = 0^\circ$ , тогда  $\vec{a}_t$  не возникает и  $\vec{a}_n + \vec{g}$  направлены по горизонтали.

Ответ:  $\alpha = 0^\circ$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$I_1 = I_{2,4}$  так как они соединены последовательно  $\rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{P}{U_1} = \frac{U_{2,4}}{R_{2,4}}$$

$$U_{2,4} = \frac{P \cdot R_{2,4}}{U_1} = \frac{10 \cdot \frac{R}{2}}{\sqrt{10R}}$$

$$U_{2,4} = \frac{5R}{\sqrt{10R}}$$

так как 1-ый и 2,4 соединены последовательно  $\rightarrow$

$$U = U_1 + U_{2,4} = \sqrt{10R} + \frac{\sqrt{10R}}{2} = \frac{3\sqrt{10R}}{2}$$

$$P = I \cdot U = \frac{U^2}{R}$$

$$\frac{1}{R_{\text{д}}} = \frac{1}{R_1 + R_{2,4}} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{R + \frac{R}{2}} + \frac{1}{R} = \frac{5}{3R}$$

$$R_{\text{д}} = \frac{3R}{5}$$

$$P = \left( \frac{3\sqrt{10R}}{2} \right)^2 \cdot \frac{5}{3R}$$

$$P = \frac{150}{4}$$

$$P = 37,5 \text{ Вт}$$

Ответ: 37,5 Вт

④ Дано

$$m_1 = 2 \text{ кг}$$

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

$$m_2 = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$$

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

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

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

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

$$m_{\text{л}} = ?$$

 $m_{\text{л}}$  — окончательная масса льда $Q_0$  — количество теплоты, которое превратит лёд в воду ( $0^\circ\text{C}$ )

$$Q_0 = m_1 \cdot \lambda$$

$$Q_0 = 2 \cdot 3,3 \cdot 10^5 = 660000 \text{ Дж}$$

Уравнение теплового баланса

$$Q_1 = Q_2$$

$$Q_1 = m_1 \cdot c_1 \cdot (t_1 - t_0)$$

$$Q_2 = m_2 \cdot c_2 \cdot (t_0 - t_2)$$

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (t_1 - t_0) = m_2 \cdot c_2 \cdot (t_0 - t_2)$$

$$2 \cdot 2100 \cdot (-5 - t_0) = 4200 \cdot 0,2 \cdot (t_0 - 5)$$

$$-5 - t_0 = 0,2 t_0 - 1$$

$$-4 = 1,2 t_0$$

$$t_0 \approx -3,3^\circ\text{C}$$

В этой температуре вода превращается в лёд

$$Q_1 = 2100 \cdot 2 \cdot (-5^\circ\text{C} - (-3,3^\circ\text{C}))$$

$$Q_1 = -4200 \cdot 1,7$$

$$Q_1 = -7140 \text{ Дж}$$

$$m_{\text{л}} = \frac{Q_0 - Q_1}{\lambda} + m_2$$

$$m_{\text{л}} = \frac{660000 - (-7140)}{3,3 \cdot 10^5} + 0,2$$

Ответ: 2,18 кг



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

① Дано

$$\tau_1 = 1\text{с}$$
$$\tau_2 = 1,5\text{с}$$
$$L = 12\text{м}$$

---

$$T = ?$$

$a$  - ускорение вагонов

$v_0$  - начальная скорость первого вагона

$v$  - начальная скорость второго вагона

$$L = v_0 \tau_1 - \frac{a \tau_1^2}{2}$$

начальная скорость второго вагона составит

$$v = v_0 - a \tau_1 \quad \Rightarrow \quad v_0 = v + a \tau_1$$

длина второго вагона равна первой  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow L = v \tau_2 - \frac{a \tau_2^2}{2}$$

$$v = \frac{L + \frac{a \tau_2^2}{2}}{\tau_2}$$

$$v = \frac{12 + \frac{a \cdot 2,25}{2}}{1,5}$$

$$v = \frac{12 + 1,125a}{1,5} \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_0 = \frac{12 + 1,125a}{1,5} + a = \frac{12 + 2,625a}{1,5}$$

ставив полученное в первую формулу получаем

$$12 = \frac{12 + 2,625a}{1,5} - 0,5a$$

$$18 = 12 + 2,625a - 0,75a$$

$$1,875a = 6$$

$$a = 3,2 \text{ м/с}^2$$

начальная скорость первого вагона составит

$$v_0 = \frac{12 + 2,625 \cdot 3,2}{1,5}$$

$$v_0 = 13,6 \text{ м/с}$$

~~когда~~ когда поезд остановится,  $v_k = 0 \text{ м/с}$

$$v_k = v_0 - aT$$

$$0 = v_0 - aT \text{ где } T \text{ время остановки поезда}$$

$$T = \frac{v_0}{a}$$

$$T = \frac{13,6}{3,2}$$

$$T = 4,25 \text{ с}$$

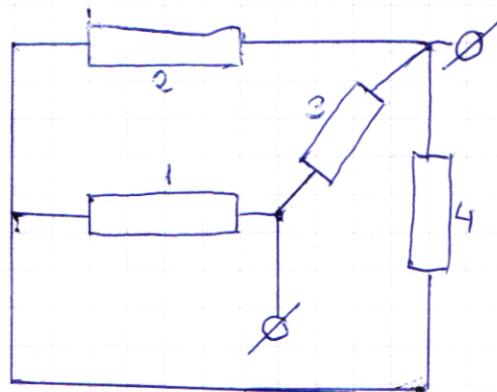
Ответ: 4,25 с

5) Дано

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4$$

$$P_1 = 10 \text{ Вт}$$

$$P = ?$$



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

$$P_1 = I_1 U_1 = \frac{U_1^2}{R} \Rightarrow U_1^2 = P_1 R$$

$$U_1 = \sqrt{R \cdot P_1} = \sqrt{10R}$$

общая ~~длина~~ <sup>сила тока</sup> ~~длина~~ 2-ого и 4-ого резисторов

$$I_{2,4} = \frac{U_{2,4}}{R_{2,4}}$$

общая сопротивление 2-ого и 4-ого резисторов

$$\frac{1}{R_{2,4}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4} = \frac{2}{R} \Rightarrow R_{2,4} = \frac{R}{2}$$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

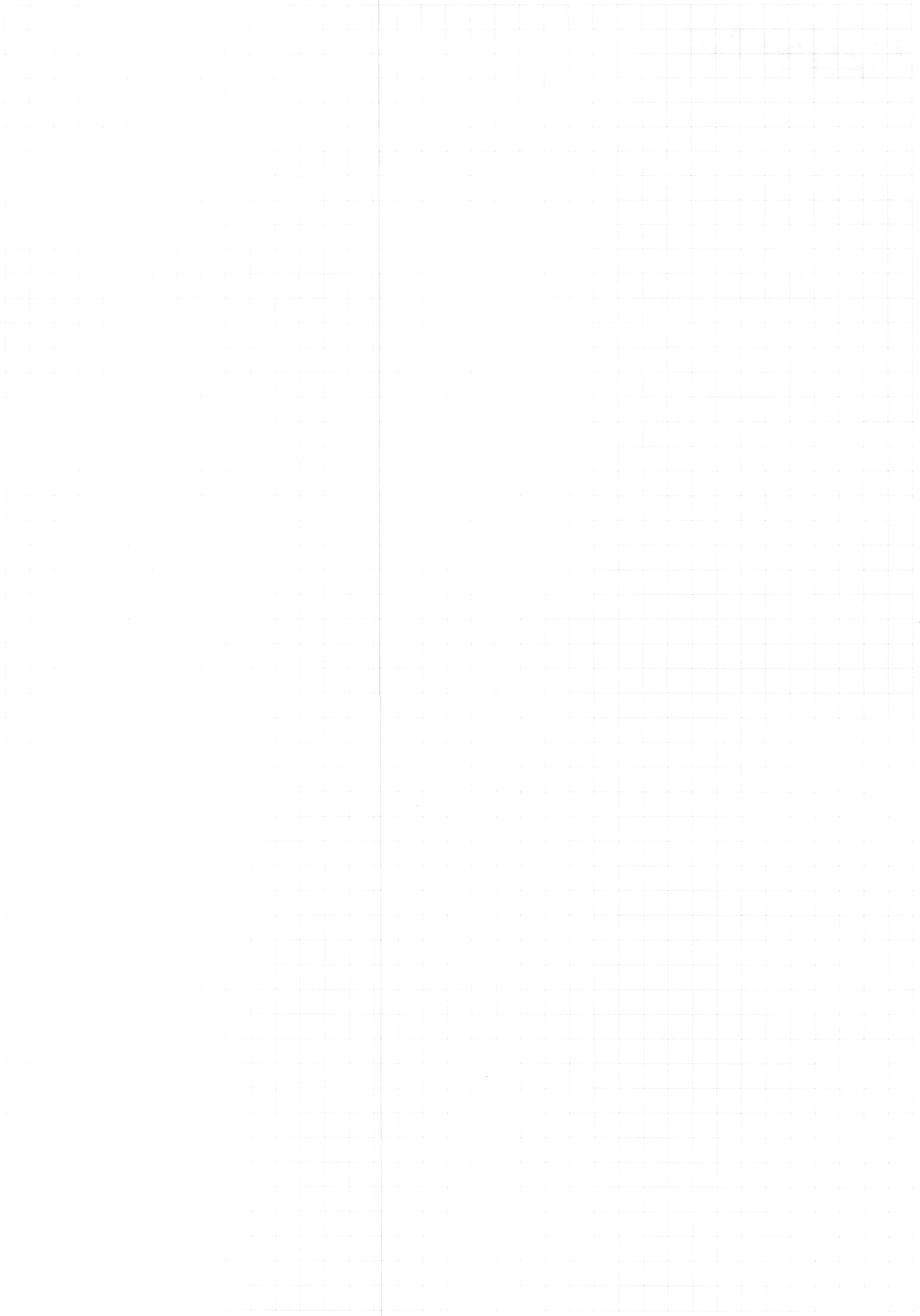
(заполняется секретарём)

## 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)