

# Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 09

Шифр 3-040

(заполняется секретарём)

## Вариант 09-03

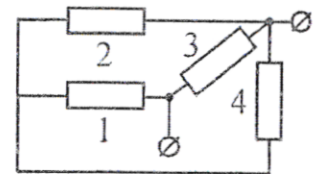
**1** Первый вагон поезда прошел мимо наблюдателя, стоящего на платформе, за  $\tau_1 = 1$  с, а второй - за  $\tau_2 = 1,5$  с. Длина каждого вагона  $L = 12$  м. Найдите скорость  $V_0$  поезда в начале наблюдения. Поезд движется по прямой равномерно.

**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/с<sup>2</sup>.

**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  $\alpha_{\max}$  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.



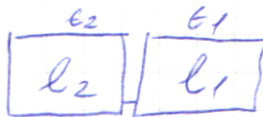


## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$1) L = 12 \text{ м}$$

$$t_1 = 1 \text{ с}$$

$$t_2 = 1,5 \text{ с}$$



$$L = l_1 = l_2$$

$$v_0 = ?$$

Обозначим длину 1 вагона  $l_1$

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

$$2 l_1 = (v_0 + v) t_1$$

$$24 = v_0 + v$$

$v$  — окончательная скорость первого  
и начальная скорость второго вагона  
Длина второго вагона обозначим  $l_2$

$$l_2 = \frac{v + v'}{2} t_2$$

$$\frac{2 l_2}{t_2} = v + v'$$

$$\frac{24}{1,5} = v + v'$$

$$16 = v + v'$$

В итоге обозначим уравнения  
для первого и второго вагона  
как ~~оригинал~~ тела

$$l_1 + l_2 = \frac{V_0 + V' (t_1 + t_2)}{2}$$

$$\frac{2 \cdot 24}{2,5} = V_0 + V'$$

$$V_0 + V' = 19,2$$

~~$$\left\{ \begin{array}{l} V_0 + V = \end{array} \right.$$~~

В итоге получаем уравнение

$$\left\{ \begin{array}{l} V_0 + V = 24 \\ V + V' = 16 \\ V_0 + V' = 19,2 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} V_0 + \cancel{V} - \cancel{V} - V' = 24 - 16 \\ V_0 + V' = 19,2 \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} V_0 - V' = 8 \\ V_0 + V' = 19,2 \end{array} \right.$$

$$V_0 - \cancel{V} + V_0 + \cancel{V} = 8 + 19,2$$

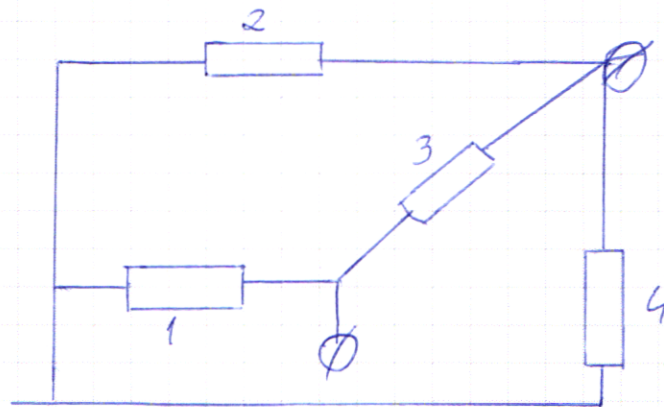
$$2V_0 = 27,2$$

$$V_0 = 13,6 \text{ (м/с)} \quad \text{ответ: } 13,6 \text{ м/с}$$

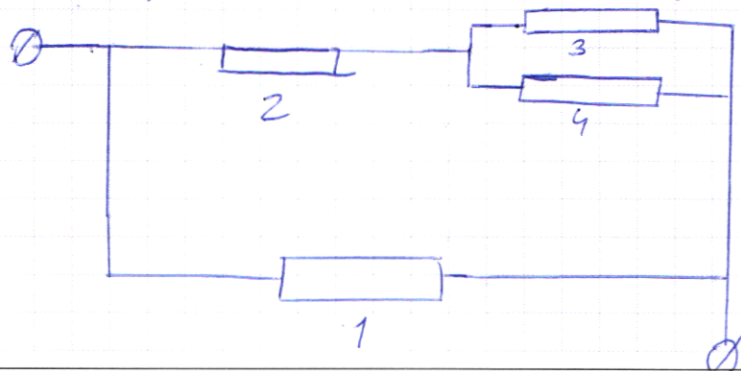
$$5) U = 18 \text{ В}$$

$$R = 5 \text{ Ом}$$

$$P_1 = ?$$



Преобразуем ~~в~~ схему



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$R_{34} = \frac{\Gamma}{A} = 2,5 \text{ (Ом)}$$

$$R_{234} = \Gamma + R_{34} = 7,5 \text{ (Ом)}$$

$$R_{\text{общ}} = \frac{7,5 \cdot 5}{7,5 + 5} = 3 \text{ (Ом)} = \frac{R_{234} \cdot R_4}{R_{234} + R_4}$$

$$I_{\text{общ}} = \frac{U}{R_{\text{общ}}} = \frac{18}{3} = 6 \text{ А}$$

$$I_1 = \frac{U}{R_{234}} = \frac{18}{7,5} = 2,4 \text{ А}$$

$$I_2 = I_{\text{общ}} - I_1 = 3,6 \text{ А}$$

$$P_2 = I_2 U = 3,6 \cdot 18 = 64,8 \text{ Вт}$$

Ответ: 64,8 Вт

4)  $m = 0,1$

$m = 0,05$

$t_0 = 0^\circ\text{C}$

$t_1 = 20^\circ\text{C}$

$c_2 = 5$

$\Delta t = 1^\circ\text{C}$

$m_1 = 0,001 \text{ кг} = 1 \text{ г}$

$c = 4200 \text{ Дж / (кг} \cdot \text{K)}$

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

$T = ?$

В 5 минут  $\rightarrow 12$  м<sup>3</sup> г<sub>лет</sub>

X минут  $\rightarrow 502$  м<sup>3</sup> г<sub>лет</sub>

$X = 250 \text{ (мин)}$

$Q = \lambda m = 3,3 \cdot 10^5 \cdot 0,05 =$   
 $= 16500 \text{ (Дж)}$

~~16500 Дж~~

~~16500 Дж~~

250.  $\rightarrow 16500 \text{ Дж}$

мин.  $\rightarrow$

~~Анализ задачи~~

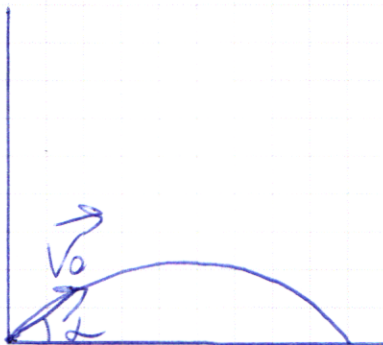
$$y = \frac{1650 \text{ Дж}}{25 \text{ Дж}} = 66 \text{ Дж}$$

$$Q = cm\Delta t = c(M+m)\Delta t =$$
$$= 4200 \cdot 0,15 \cdot t = 630 \text{ Дж}$$

$$t = \frac{630}{66} = 9,5 \text{ (мин)}$$

Ответ: 9,5 минут

2)



$$v_0 = 10 \text{ м/с}$$

$$t = 0,5 \text{ с}$$

$$v = 7 \text{ м/с}$$

$$t = ?$$

$$v^2 = v_0^2 + (gt)^2 - 2v_0gt \cos \beta$$

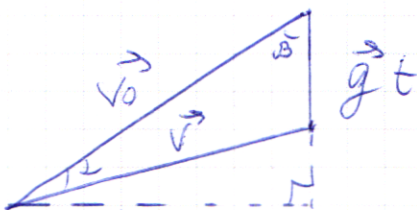
$$100 \cos \beta = 70$$

$$\cos \beta = 0,7$$

$$\cos \beta = \sin \alpha = 0,7$$

$$t = \frac{v \sin \alpha}{g} = \frac{7 \cdot 0,7}{10} = 0,49 \text{ с}$$

Ответ: 0,49 с





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)



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)