

122025

Шифр

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Светлова Елена Алексеевна

Город, № школы (образовательного учреждения) Солнечногорск, МО
МБОУ СОШ №5 с УИОП, 11 класс

Регистрационный номер ШМ7079

Вариант задания 33

Дата проведения «22» марта 2018 г.

Подпись участника Светлу

С работой ознакомлена

Светлу

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

122025

Шифр _____

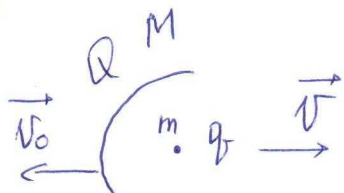
(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 33

Задача 5.

Дано:
R
Q
q
M = 8m
V = ?

Решение:



$$W_p = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{R}$$

$$W_k = \frac{mv^2}{2} \quad W_{k0} = \frac{Mv_0^2}{2}$$

ЗСЗ:

$$W_p = W_k + W_{k0}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Qq}{R} = \frac{mv^2}{2} + \frac{Mv_0^2}{2}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Qq}{R} = \frac{mv^2}{2} + \frac{8mv^2}{64 \cdot 2}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Qq}{R} = \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{16}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Qq}{R} = \frac{9mv^2}{16}$$

$$v = \sqrt{\frac{16Qq}{9mR} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0}}$$

$$v = \frac{4}{3} \sqrt{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Qq}{Rm}}$$

Ответ: $v = \frac{4}{3} \sqrt{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Qq}{Rm}}$

ЗСН:

$$0 = M\vec{v}_0 + m\vec{v}$$

$$x: 0 = mv - Mv_0$$

$$Mv_0 = mv$$

$$8mv_0 = mv$$

$$8v_0 = \frac{v}{8}$$

1

2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
9	12	12	10	20	20					83

122025

Шифр _____

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 33

Дано: $V = 60 \text{ dm}^3$
 $m_A = 44 \text{ г}$
 $m_B = 54 \text{ г}$
 $T = 100^\circ \text{C}$
 $V_B = ?$

СИ:
 $60 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$
 $44 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$
 $54 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$
 373 К

Задача 3.
 Решение:
 $p_B V_B = \frac{m_B}{M_B} RT$ (уравнение Менделеева-Клапейрона)
 $p_A V_A = \frac{m_A}{M_A} RT$
 в правой части находится вода (H_2O):
 $M_B = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \text{ г/моль} = 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
 в левой части находится угл. газ (CO_2):
 $M_A = 12 + 16 \cdot 2 = 44 \text{ г/моль} = 44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Подвижная перегородка останавливается, когда давление в частях сосуда становится равным $\Rightarrow p_A = p_B = p$

$$p V_B = \frac{m_B}{M_B} RT$$

$$p V_A = \frac{m_A}{M_A} RT$$

$$V_A = V - V_B \Rightarrow p(V - V_B) = \frac{m_A}{M_A} RT$$

Затем два уравнения в систему и поделим:

$$\begin{cases} p V_B = \frac{m_B}{M_B} RT \\ p(V - V_B) = \frac{m_A}{M_A} RT \end{cases} \quad \frac{p V_B}{p(V - V_B)} = \frac{\frac{m_B}{M_B} RT}{\frac{m_A}{M_A} RT}$$

$$\frac{V_B}{V - V_B} = \frac{m_B M_A}{m_A M_B}$$

$$V_B m_A M_B = m_B M_A (V - V_B)$$

$$m_A M_B V_B = m_B M_A V - m_B M_A V_B$$

$$m_A M_B V_B + m_B M_A V_B = m_B M_A V$$

$$V_B (m_A M_B + m_B M_A) = m_B M_A V$$

$$V_B = \frac{m_B M_A V}{m_A M_B + m_B M_A} \quad V_B = \frac{54 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль} \cdot 60 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{44 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль} + 54 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}} = 45 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 45 \text{ dm}^3$$

Ответ: 45 dm³

0,75

Дано:

$$\epsilon$$

$$C_1 = 3C$$

$$C_2 = C$$

Q - ?

Решение: Задача 4

$$C_{общ} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{3C \cdot C}{4C} = \frac{3}{4} C$$

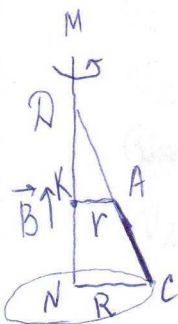
$$q = C_{общ} \cdot \epsilon = \frac{3}{4} C \epsilon$$

$$q_1 = q_2 = q = \frac{3}{4} C \epsilon$$

$$U_R = U_{C_2} = \frac{q}{C_2} = \frac{(\frac{3}{4} C \epsilon)}{C} = \frac{3}{4} \epsilon$$

$$Q = W = \frac{q^2}{2C_2} = \frac{(\frac{3}{4} C \epsilon)^2}{2C} = \frac{9}{32} C \epsilon^2$$

Ответ: $Q = \frac{9}{32} C \epsilon^2$



Дано:

$$\omega = 100 \text{ рад/с}$$

$$B = 10^{-2} \text{ Тл}$$

$$AC = \frac{1}{3} CD$$

$$R = 0,5 \text{ м}$$

$$U_{AC} = ?$$

Задача 6.

Решение:

$$U_{AC} = \varphi_A - \varphi_C$$

$$\varphi_A = \varphi_A - \varphi_C$$

$$\varphi_C = \varphi_C - \varphi_B$$

$$\varphi_C = \omega R$$

$$\varphi_A = \omega r$$

$$\triangle KDA \sim \triangle NDC$$

$$CD = 3AC$$

$$\frac{DA}{DC} = \frac{KA}{NC}$$

$$\frac{2AC}{3AC} = \frac{KA}{NC}$$

$$\frac{2AC}{3AC} = \frac{KA}{NC}$$

$$\frac{2AC}{3AC} = \frac{KA}{R}$$

$$KA = r = \frac{2R}{3}$$

$$\varphi_A = \omega \left(\frac{2}{3} R \right)^2 B = \frac{4}{9} \omega R^2 B$$

$$\varphi_C = \omega R^2 B$$

$$U_{AC} = \omega R^2 B - \frac{4}{9} \omega R^2 B = \frac{5}{9} \omega R^2 B$$

$$U_{AC} = \frac{5}{9} \cdot 100 \text{ рад/с} \cdot (0,5 \text{ м})^2 \cdot 10^{-2} \text{ Тл} = 0,14 \text{ В}$$

Ответ: $U_{AC} = 0,14 \text{ В}$

Задача 2.

Дано:

$$m$$

$$k$$

$$\omega$$

$$M - ?$$

Решение:

$$y = m R^2 - \text{момент инерции блока}$$

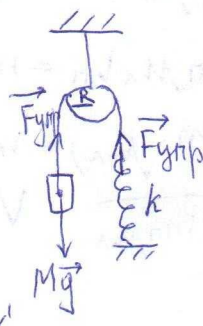
Условие равновесия груза:

$$Mg = F$$

$$\text{Блока: } FR = kx_0 R \Rightarrow F = kx_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Mg = kx_0$$

$$x = x_{\max} \cos(\omega t)$$



Выведем систему из равновесия
пруж-кабалетной; блок-вращающейся

$$-Mg(x+x_0) + \frac{Mv^2}{2} + \frac{y\omega^2}{2} + \frac{k(x_0+x)^2}{2} = \text{const}$$

$$v = (x+x_0)' = x'$$

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{x'}{R} \text{ с учётом этого условия}$$

$$-Mgx + \frac{M2xx'}{2} + \frac{m2xx'}{2} + \frac{k2(x+x_0)}{2} = 0$$

сократим и учтём, что $Mg = kx_0$

$$\text{получим } x + \frac{k}{m+M} x = 0$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m+M}}$$

$$\omega^2 = \frac{k}{m+M}$$

$$m+M = \frac{k}{\omega^2}$$

$$M = \frac{k}{\omega^2} - m$$

$$\text{Ответ: } M = \frac{k}{\omega^2} - m$$

Дано:

$$M = 5 \text{ кг}$$

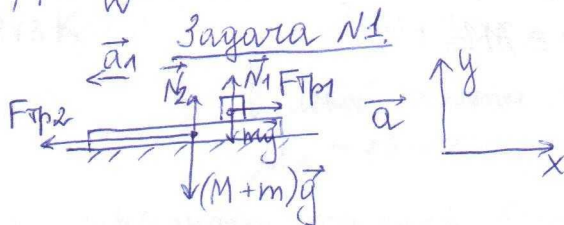
$$m = 0,5 \text{ кг}$$

$$\mu_1 = 0,1$$

$$\mu_2 = 0,2$$

$$v_0 = 8 \text{ м/с}$$

$$t = ?$$



Рассмотрим доску:

$$\vec{R} = (M+m)\vec{g} + \vec{N}_2 + \vec{F}_{тр2}$$

$$x: (M+m)a = -F_{тр2}$$

$$y: 0 = N_2 - (M+m)g$$

$$N = (M+m)g$$

$$F_{тр} = \mu_2 N_2 = \mu_2 (M+m)g$$

$$(M+m)a = -\mu_2 (M+m)g$$

$$a = -\mu_2 g$$

Рассмотрим груз:

$$\vec{R}_1 = m\vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{F}_{тр1}$$

$$x: -ma_1 = F_{тр1}$$

$$y: 0 = N_1 - mg$$

$$N_1 = mg$$

$$F_{тр1} = \mu_1 N_1 = \mu_1 mg$$

$$-ma_1 = \mu_1 mg$$

$$a_1 = -\mu_1 g$$

Для груза: $v_1 = \text{константа}$

$$v_1 = 0$$

ЗУ:

$$(M+m)\vec{v}_0 = m\vec{v}_1 + (M+m)\vec{v}_2$$

$$x: (M+m)v_0 = (M+m)v_2 - mv_1$$

$$mv_1 = (M+m)v_2 - (M+m)v_0$$

$$v_1' = v_1 - a_1 t$$

$$v_1 = a_1 t$$

$$v_0 = v_0 - a t$$

$$t = \frac{v_1}{a_1}$$

$$v_2 = v_0 - a \frac{v_1}{a_1}$$

$$v_2 = v_0 - \frac{a}{a_1} v_1$$

$$v_2 = v_0 - \frac{\mu_2}{\mu_1} v_1$$

$$v_2 = v_0 - 2v_1$$

$$mv_1 = (M+m)(v_0 - 2v_1) - mv_1$$

$$mv_1 = Mv_0 - 2Mv_1 + mv_0 - 2mv_1 - mv_1$$

$$mv_1 + 2mv_1 + mv_1 + 2Mv_1 = Mv_0 + mv_0$$

$$4mv_1 + 2Mv_1 = v_0(M+m)$$

$$2v_1(2m + M) = v_0(M+m)$$

$$v_1 = \frac{v_0(M+m)}{2(2m+M)}$$

$$t = \frac{v_1}{a_1} = \frac{v_0(M+m)}{2(2m+M)\mu_1 g}$$

$$t = \frac{8 \mu / c \cdot (5 \text{ к} + 0,5 \text{ к})}{2(2 \cdot 0,5 \text{ к} + 5 \text{ к}) \cdot 0,1 \cdot 10 \mu / c^2} = 3,7 \text{ с}$$

Ответ: $t = 3,7 \text{ с}$

0,45