Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

126464

Шифр ______________
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету ФИЗИКА
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника КОЗИЧЕВ ИГНАТИЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ

Город, № школы (образовательного учреждения) г. МОСКВА, № 1580

Регистрационный номер ШМ 4654

Вариант задания 26

Дата проведения «26» февраля 2017 г.

С работой ознакомлен
01.03.2017

Подпись участника

79 (семьдесят девять) [signature]

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

126464

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
4	8	3	10	—	10	10	10	12	12	79

126464

Шифр ____________

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

126464

Вариант № 26

Задача 3. ~~+~~ 0,25

Дано: $M, L, m, h, \mu;\ R = ?$

Решение: $t_{под} = \frac{V_0 \sin\alpha}{g};$

$h = \frac{V_0^2 \sin^2\alpha}{g} - \frac{V_0^2 \sin^2\alpha}{2g} = \frac{V_0^2 \sin^2\alpha}{2g}; \Rightarrow \sin\alpha = \frac{\sqrt{2gh}}{V_0};$

$m V_0 \cos\alpha = (m+M)u; // ЗСИ$ верно

$\Delta W = A_{тр} \Rightarrow 0 - (m+M)u = -\mu(m+M) g R;$ (т.к. $N = (m+M)g$

нонсенс $\Delta p = A_{тр}$

$V_0 \cos\alpha \cdot 2t_{под} = L \Rightarrow V_0\cos\alpha \cdot \frac{2V_0 \sin\alpha}{g} = L;$

$V_0^2 \cdot \cos\alpha \cdot \frac{2}{g} \cdot \frac{\sqrt{2gh}}{V_0} = L; \quad V_0\cos\alpha = \frac{gL}{2\sqrt{2gh}} = L\sqrt{\frac{g}{8h}};$

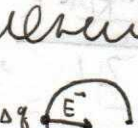
$mL\sqrt{\frac{g}{8h}} = \mu(m+M) g R \Rightarrow R = \frac{mL}{\mu(m+M)\sqrt{8gh}}.$

Ответ: $R = \frac{mL}{\mu(m+M)\sqrt{8gh}}.$

Задача 6. + 1,0

Дано: $R, \Delta S, E;\ q_0 = ?$

Решение:



$E = \frac{k\Delta q}{R^2}$ (ничем не компенсируется с другой стороны).

$\frac{\Delta q}{q_0} = \frac{\Delta S}{S} \Rightarrow q_0 = \frac{\Delta q S}{\Delta S} = \frac{\Delta q \cdot 4\pi R^2}{\Delta S};$

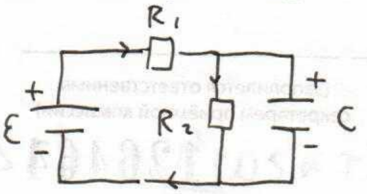
$E = \frac{k}{R^2} \cdot \frac{q_0 \Delta S}{4\pi R^2}; \quad q_0 = \frac{E \cdot 4\pi R^4}{k \Delta S} = \frac{E R^4 16\pi^2 \varepsilon_0}{\Delta S}.$

Ответ: $\frac{16 E R^4 \pi^2 \varepsilon_0}{\Delta S} = q_0$

Задача 7. + 1,0

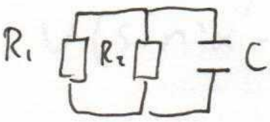
Дано: R_1, R_2, $Q_1 = ?$

Решение:



$$\begin{cases} -\mathcal{E} + IR_1 + IR_2 = 0 \\ -\mathcal{E} + IR_1 + U = 0 \end{cases}$$

$Q_1 = \frac{U^2}{R_1}t$; $Q_2 = \frac{U^2 t}{R_2}$; (паралл. соединение)



$$\begin{cases} \frac{CU^2}{2} = Q_1 + Q_2; \\ \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_2}{R_1} \end{cases}$$

$I = \frac{\mathcal{E}}{R_1+R_2}$; $-\mathcal{E} + \frac{\mathcal{E}R_1}{R_1+R_2} + U = 0$; $U = \frac{\mathcal{E}R_1 + \mathcal{E}R_2 - \mathcal{E}R_1}{R_1+R_2} = \frac{\mathcal{E}R_2}{R_1+R_2}$

$\frac{CU^2}{2} = Q_1 + \frac{R_1 Q_1}{R_2} \Rightarrow \frac{C\mathcal{E}^2 R_2^2}{2(R_1+R_2)^2} = \frac{Q_1(R_1+R_2)}{R_2}$;

$Q_1 = \frac{C\mathcal{E}^2 R_2^3}{2(R_1+R_2)^3} = \frac{C\mathcal{E}^2\, 8R}{2\cdot 27R} = \frac{8C\mathcal{E}^2}{54} = \frac{4C\mathcal{E}^2}{27}$.

Ответ: $Q = \frac{4C\mathcal{E}^2}{27}$.

Задача 8. + 1,0

Дано: R, D; $D_1 = ?$

Решение: $D_1 = 2D + D_{сф.з.} = 2D + \frac{1}{F} = 2D + \frac{2}{R} =$
$= 2м^{-1} + \frac{2}{0,5\,м} = 2м^{-1} + 4м^{-1} = 6\,м^{-1} = 6$ дптр.

Ответ: $D_1 = 2D + \frac{2}{R} = 6$ дптр.

Задача 9. + 1,0

Дано: R, L, B

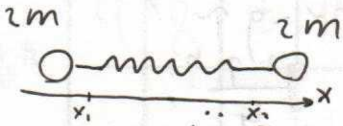
Решение: $A = \Delta W = \frac{LI^2}{2} - 0$; $\Phi = LI = BS \Rightarrow$
$\Rightarrow I = \frac{BS}{L} = \frac{B\cdot\pi R^2}{L}$; $A = \frac{L}{2}\cdot\frac{B^2\cdot\pi^2 R^4}{L^2} = \frac{B^2\pi^2R^4}{2L}$.

Ответ: $A = \frac{\pi^2 B^2 R^4}{2L}$;

Задача 10. + 1,0

Дано: L, k, m; $T = ?$

Решение: $T = \cancel{\ldots}\ \dfrac{\frac{3L}{4}\cdot 2}{V} + 2\dfrac{T_1}{2}$;



$\frac{3L}{2}$ – проезжает конструкция;
$\frac{T_1}{2}$ – между ударами одного шарика о стен (далее V сохраняется вследствие ЗС

$$\left.\begin{aligned} 2m\ddot{x}_2 &= -k(x_1 + x_2) \\ 2m x_1 &= 2m x_2 \end{aligned}\right| \Rightarrow \begin{aligned} &2m\ddot{x}_1 + 2kx_1 = 0; \\ &\omega^2 = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}; \end{aligned}$$

$T = \dfrac{3L}{2V} + 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$; Ответ: $T = \dfrac{3L}{2V} + 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$.

Задача 4. + 10

Дано: x_0, m, k; $x_1 = ?$

Решение: $\dfrac{kx_0^2}{2} = \dfrac{9mv_0^2}{2}$ (скорость бруска 9m в тот момент, когда деформация пружины равна нулю);

$v_{ц.м.} = \dfrac{3m\cdot 0 + 9m\cdot v_0}{12m} = \dfrac{3}{4}v_0$ (скорость центра масс в этот момент; она остается постоянной на протяжении движения пружины). Теперь в своих амплитудных положениях бруски будут не покоиться, а двигаться со скоростью центра масс.

ЗСЭ: $\dfrac{kx_0^2}{2} = \dfrac{kx_1^2}{2} + \dfrac{3m\frac{9}{16}v_0^2}{2} + \dfrac{9m\frac{9}{16}v_0^2}{2} = \dfrac{kx_1^2}{2} + \dfrac{27}{8}mv_0^2$;

$\dfrac{kx_0^2}{2} = \dfrac{kx_1^2}{2} + \dfrac{27}{8}\cdot\dfrac{kx_0^2}{9}$; $\dfrac{kx_0^2}{2} - \dfrac{27kx_0^2}{72} = \dfrac{kx_1^2}{2}$

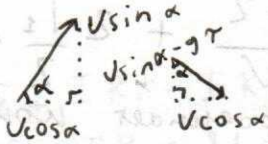
$\dfrac{9}{72}kx_0^2 = \dfrac{kx_1^2}{2}$; $x_1^2 = \dfrac{18x_0^2}{72} = \dfrac{x_0^2}{4}$; $x_1 = \sqrt{\dfrac{x_0^2}{4}} = \dfrac{x_0}{2}$.

Ответ: $x_1 = \dfrac{x_0}{2}$.

Задача 1. ∓ 0,5

Дано: τ; $\Delta r = ?$

Решение:



$$\Delta r = \sqrt{(V\cos\alpha\,\tau)^2 + \left(V\sin\alpha\,\tau - \frac{g\tau^2}{2}\right)^2}$$

$$tg\alpha = \frac{V\cos\alpha}{V\sin\alpha - g\tau};$$

$$\Delta r^2 = V^2\cos^2\alpha\,\tau^2 + V^2\sin^2\alpha\,\tau^2 - Vg\sin\alpha\,\tau^3 + \frac{g^2\tau^4}{4};$$

$$V\sin^2\alpha - g\tau\sin\alpha = V\cos^2\alpha;$$

$$V(\sin^2\alpha - \cos^2\alpha) = g\tau\sin\alpha; \quad V = \frac{g\tau\sin\alpha}{\sin^2\alpha - \cos^2\alpha};$$

$$\Delta r^2 = V^2\tau^2 - Vg\sin\alpha\,\tau^3 + \frac{g^2\tau^4}{4};$$

$$\Delta r^2 = \frac{g^2\tau^4\sin^2\alpha}{(\sin^2\alpha - \cos^2\alpha)^2} - \frac{g^2\tau^4\sin^2\alpha}{\sin^2\alpha - \cos^2\alpha} + \frac{g^2\tau^4}{4};$$

$$\Delta r^2 = \frac{g^2\tau^4\sin^2\alpha}{(2\sin^2\alpha - 1)^2} - \frac{g^2\tau^4\sin^2\alpha(2\sin^2\alpha - 1)}{(2\sin^2\alpha - 1)^2} + \frac{g^2\tau^4}{4};$$

$$\Delta r^2 = \frac{g^2\tau^4\sin^2\alpha - 2g^2\tau^4\sin^4\alpha + g^2\tau^4\sin^2\alpha}{(2\sin^2\alpha - 1)^2} + \frac{g^2\tau^4}{4};$$

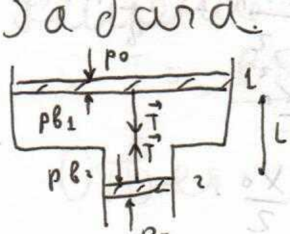
$$\Delta r^2 = \frac{2g^2\tau^4\sin^2\alpha(1 - \sin^2\alpha)}{(2\sin^2\alpha - 1)^2} + \frac{g^2\tau^4}{4};$$

$$\Delta r^2 = \frac{2g^2\tau^4\left(\frac{\sin 2\alpha}{2}\right)^2}{\cos^2 2\alpha} + \frac{g^2\tau^4}{4};$$

$$\Delta r^2 = 2\frac{g^2\tau^4}{4}tg^2 2\alpha + \frac{g^2\tau^4}{4}; \quad \Delta r = \frac{g\tau^2}{2}\sqrt{2tg^2 2\alpha + 1}$$

? нет в условии

Задача 2. + 10



$$\begin{cases} p_{в1}S_1 = p_0S_1 + T \\ p_{в2}S_2 = p_0S_2 + T \\ p_{в2} = p_{в1} + \rho gL \end{cases}$$

$$p_{в1}S_2 + \rho gLS_2 = p_0S_2 + T$$

$$p_{в1} = p_0 + \frac{T}{S_1};$$

$$\cancel{p_0S_2} + \frac{TS_2}{S_1} + \rho gLS_2 = \cancel{p_0S_2} + T; \quad \rho gLS_2 = \frac{T(S_1 - S_2)}{S_1};$$

$$L = \frac{T(S_1 - S_2)}{\rho gS_1S_2}.$$ Ответ: $$L = \frac{T(S_1 - S_2)}{\rho gS_1S_2}.$$