

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

126233

Шифр

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Богачев Василий Максимович

Город, № школы (образовательного учреждения) Москва, гимназия №1797, 11 класс

Регистрационный номер ШМ 5029

Вариант задания 26

Дата проведения "26" февраля 20 17 г.

Подпись участника



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
8	4	10	10	5	10	5	0	12	12	76

126233

Шифр

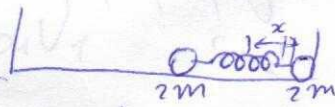
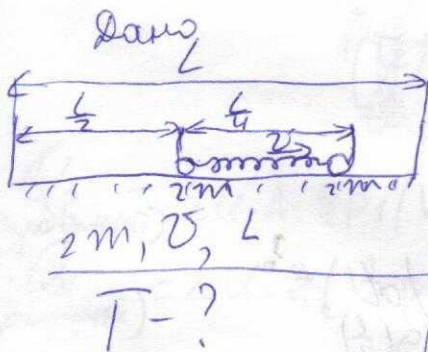
(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

126233

33

Вариант № 26

№10 + 1.0



$$T = 2\left(t + \frac{T_0}{2}\right)$$

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$t = \frac{\frac{L}{2} + \frac{L}{4}}{v} = \frac{3L}{4v}$$

$$k\left(2x - \frac{L}{4}\right)^2 + 4m(\dot{x})^2 = 0$$

$$k\left(2x - \frac{L}{4}\right)^2 + 4m(\dot{x})^2 = 0$$

$$k \cdot 2\dot{x}\left(2x - \frac{L}{4}\right) + 8m\dot{x}\ddot{x} = 0$$

$$2kx + 8m\ddot{x} = \frac{kL}{4}$$

$$kx + 4m\ddot{x} = \frac{kL}{8}$$

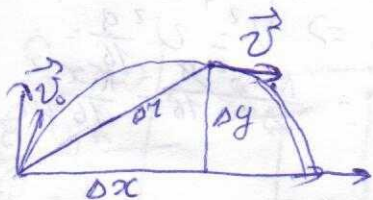
$$\ddot{x} + \frac{k}{4m}x = \frac{kL}{32m}$$

$$\ddot{x} + \omega^2 x = 0$$

Решим на то, что $\frac{kL}{32m} \neq 0$,
это верно, т.к. $\frac{kL}{32m}$ мал
это из-за того, что $\frac{kL}{32m}$ мал
измерений не в том масштабе
времени

$$T = 2\left(t + \frac{T_0}{2}\right) = 2t + T_0 = \frac{3L}{2v} + 2\pi\sqrt{\frac{4m}{k}}$$

Ответ: $T = \frac{3L}{2v} + 2\pi\sqrt{\frac{4m}{k}}$



Дано

$\vec{v} \perp \vec{v}_0 = 90^\circ, T$

$|\vec{v}| = ?$

$$|\Delta \vec{r}| = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}$$

$$\vec{v}_x = v_{0x} = v_0 \cos \alpha$$

$$v_y = v_{0y} - gT = v_0 \sin \alpha - gT$$

$$\Delta x = v_{0x}T = v_0 \cos \alpha T$$

$$\Delta y = v_{0y}T - \frac{gT^2}{2} = v_0 \sin \alpha T - \frac{gT^2}{2}$$

$$v_{0x}v_x + v_{0y}v_y = v_0 v \cos \alpha = 0$$

$$v_{0x}^2 + v_{0y}^2 - v_{0y}gT = 0$$

$$v_0^2 \cos^2 \alpha + v_0^2 \sin^2 \alpha = v_0 g T \sin \alpha$$

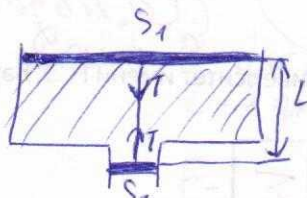
$$v_0^2 = v_0 g T \sin \alpha \Rightarrow v_0 = g T \sin \alpha$$

$$|\Delta \vec{r}| = \sqrt{(gT^2 \sin \alpha \cos \alpha)^2 + (gT^2 \sin^2 \alpha - \frac{gT^2}{2})^2} = \sqrt{\frac{g^2 T^4}{4} (\sin^2 2\alpha + (2\sin^2 \alpha - 1)^2)} = \sqrt{\frac{g^2 T^4}{4} (\sin^2 2\alpha + (-\cos 2\alpha)^2)} = \frac{gT^2}{2} = \frac{10 \cdot 4^2}{2} = 20 \text{ м}$$

Ответ: $|\Delta \vec{r}| = \frac{gT^2}{2} = 20 \text{ м}$

Nº 2. + (0,5)

Dano
 P_1, S_1, S_2, T
 $L = ?$

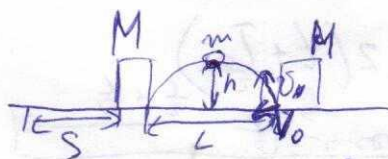


$$\begin{cases} P_0 S_1 - P S_2 + T = 0 \\ (P + \rho g L) S_2 - T + P_0 S_2 = 0 \end{cases} \quad \begin{aligned} P S_2 &= P_0 S_1 + T \\ P &= \frac{P_0 S_1 + T}{S_2} = P_0 + \frac{T}{S_2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (P_0 + \frac{T}{S_2} + \rho g L) S_2 - T + P_0 S_2 &= 0 \\ 2 P_0 S_2 + T (\frac{S_2}{S_1} - 1) + \rho g L S_2 &= 0 \\ \rho g L S_2 &= T (\frac{S_1 - S_2}{S_1}) - 2 P_0 S_2 \end{aligned}$$

$$L = \frac{T (S_1 - S_2) - 2 P_0 S_2 S_1}{S_1 S_2 \rho g}$$

Ombem: $L = \frac{T (S_1 - S_2) - 2 P_0 S_2 S_1}{S_1 S_2 \rho g}$
 $= \frac{T (S_1 - S_2) - 200.000 S_2 S_1}{10 S_1 S_2 \rho g} \mu$



Nº 3.
Dano μ, M, m, L, h
 $S = ?$

+ (1,0)

1) $\frac{3CU_1}{m} V_0 = (M+m) V_1$
 $V_1 = V_0 \frac{m}{M+m}$

2) $\frac{3CU_1}{(M+m)} V_1^2 = (M+m) g S \mu$

3) $\begin{cases} L = V_0 t \\ h = \frac{g (\frac{t}{2})^2}{2} \\ t = \frac{2h}{g} \\ V_0 = \frac{L}{t} = \frac{3L}{\sqrt{8h}} \end{cases}$

5) $S = \frac{V_1^2}{2g\mu}$
 $S = \frac{g L^2 m^2}{8h (M+m)^2 2\mu g} = \frac{g L^2 m^2}{16 \mu g h (M+m)^2}$

4) $V_1 = \frac{3L}{\sqrt{8h}} \cdot \frac{m}{M+m}$

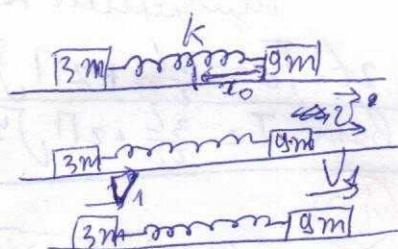
~~$S = \frac{g L^2 m^2}{8h (M+m)^2 2\mu g} = \frac{g L^2 m^2}{16 \mu g h (M+m)^2}$~~

Ombem: $S = \frac{g L^2 m^2}{16 \mu g h (M+m)^2}$

Ombem: $S = \frac{g L^2 m^2}{16 \mu g h (M+m)^2} \mu$

Nº 4. + (1,0)

Dano
 x_0, k, m
 $x = ?$



3C 1
 $\frac{k x_0^2}{2} = \frac{g m V^2}{2}$
 $V^2 = \frac{k x_0^2}{g m}$

3CU1
 $g m V^2 = 12 m V_1$
 $V_1 = \frac{3}{4} V \Rightarrow V^2 = \frac{16}{9} V_1^2$
 $= \frac{k x_0^2 g}{9 m 16} = \frac{k x_0^2}{16 m}$

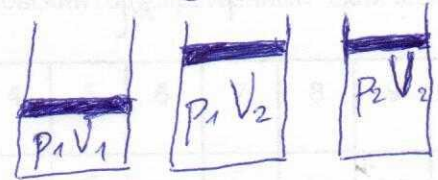
3C 2
 $\frac{k x_0^2}{2} = \frac{(3m + 9m) V_1^2}{2} + \frac{k x^2}{2} / : k$
 $x^2 = x_0^2 - \frac{12 m V_1^2}{k}$
 $x^2 = x_0^2 - \frac{12 m}{k} \cdot \frac{k x_0^2}{16 m} = x_0^2 (1 - \frac{3}{4}) = \frac{x_0^2}{4} \Rightarrow x = \frac{x_0}{2}$

Ombem: $x = \frac{x_0}{2} \mu$

N = 5. + (0.5)

Дано
 $i = 3$
 $F_{\text{уп}} > Mg + P_0 S$
 $V_2 = 3V_1$
 $\frac{P_1}{P_2} = ?$

Решение



$Q_p = Q_v$ $P_2 < P_1$

$Q_p = \Delta U + A = \frac{5}{2} P_1 (V_2 - V_1) = 5 P_1 V_1$
 (изодермный)
 $- Q_v = \Delta U = \frac{3}{2} (V_2 P_2 - V_2 P_1)$
 (изохорный)

$5 P_1 V_1 = \frac{3}{2} (3 V_1) P_1 - \frac{3}{2} (3 V_1) P_2$
 $10 P_1 = 9 P_1 - 9 P_2$

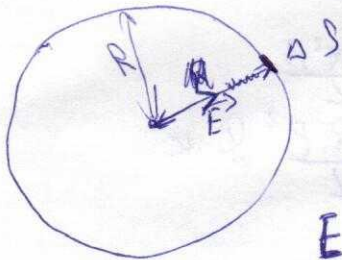
~~$\frac{3}{2} P_1 (3 V_1) - \frac{3}{2} (3 V_1) P_2 = 5 P_1 V_1$~~
 ~~$9 P_1 - 9 P_2 = 10 P_1$~~

~~$P_2 = \frac{10 P_1 - 9 P_1}{9} = \frac{P_1}{9}$~~

$Q_p = \Delta U + A = \frac{5}{2} P_1 (V_2 - V_1) = 5 P_1 V_1$
 (изодермный)
 $- Q_v = \Delta U = \frac{3}{2} (V_2 P_2 - V_2 P_1)$
 (изохорный)

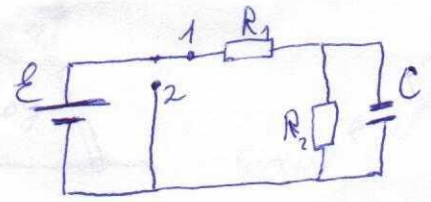
N = 6. + (1.0)

Дано $E, \Delta S, R$
 $q = ?$



$\sigma = \frac{q}{4 \pi R^2}$ $q_0 = \sigma \Delta S = \frac{q \Delta S}{4 \pi R^2} \Rightarrow q = \frac{4 \pi R^2 q_0}{\Delta S}$
 $E = \frac{q_0}{4 \pi \epsilon_0 R^2} \Rightarrow q_0 = 4 \pi \epsilon_0 R^2 E$
 $q = \frac{4 \pi R^2 q_0}{\Delta S} = \frac{4 \pi R^2}{\Delta S} \cdot 4 \pi \epsilon_0 R^2 E = \frac{16 \pi^2 R^4 \epsilon_0 E}{\Delta S}$
 Ответ: $q = \frac{16 \pi^2 R^4 \epsilon_0 E}{\Delta S}$

Дано
 ϵ, C, R
 $Q_1 = ?$



$R_1 = R$
 $R_2 = 2R$

Ответ: $Q_1 = \frac{C \epsilon^2}{3} \text{ Дж}$

N = 4. + 0.5

$Q = \frac{C U^2}{2} = Q_1 + Q_2$
 $I = \frac{\epsilon}{R_1 + R_2} = \frac{\epsilon}{3R} \Rightarrow U = I (R_1 + R_2) = \frac{\epsilon}{3R} \cdot 3R = \epsilon$

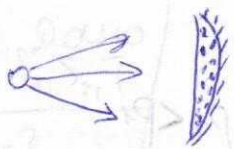
$\begin{cases} Q_1 = \langle i \rangle^2 R_1 t \\ Q_2 = \langle i \rangle^2 R_2 t \end{cases}$ *неправильно, а не по послед.*

$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_1}{R_2} \Rightarrow Q_1 = Q_2 \frac{R_1}{R_2}$

$\frac{C \epsilon^2}{2} = Q_1 + Q_1 \frac{R_1}{R_2}$

$\frac{C \epsilon^2}{2} = Q_1 (1 + \frac{1}{2})$

$Q_1 = \frac{2}{3} \cdot \frac{C \epsilon^2}{2} = \frac{C \epsilon^2}{3} \text{ Дж}$

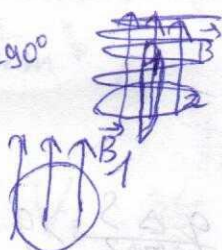


Дано $R = 0.5 \text{ м}$
 $D = 1 \text{ г/см}^3$
 $F = ?$

$N \approx 8$

$$F = \frac{1}{D} \quad - (0)$$

Дано L, R, B
 $\angle = 90^\circ$
 $A = ?$



$R = 0$ (сверхпроводящее) $\Rightarrow \mathcal{E}_c + \mathcal{E}_i = 0$

$$-\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} - \mathcal{E}_c = -L \Delta I - (0 - BS \sin \angle) = -L \Delta I + BS = -L I$$

$$I = -\frac{BS}{L} = -\frac{\pi R^2 B}{L}$$

$$A = \Delta W = \frac{L I^2}{2} = \frac{L \pi^2 R^4 B^2}{2 L^2} = \frac{\pi^2 R^4 B^2}{2 L} \Delta x$$

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