Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

126455

+1 OП

Шифр ______________________
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Базанов Даниил Борисович

Город, № школы (образовательного учреждения) ГБОУ ЦО №654 им. А.Д. Фридмана; Москва

Регистрационный номер ШМ 4474

Вариант задания №25

Дата проведения "26" февраля 2017 г.

Подпись участника

83 (восемьдесят три)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
8	8	10	10	5	8	10	0	12	12	83

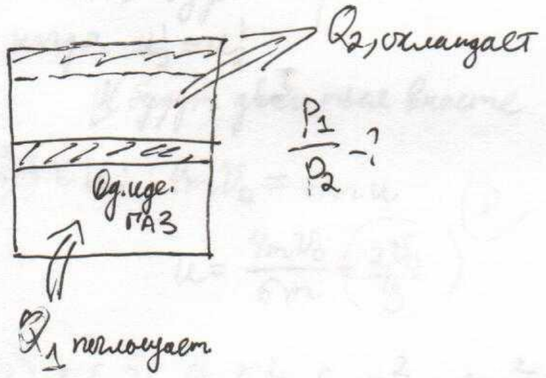
Шифр 126455

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

455

Вариант № 25

№5



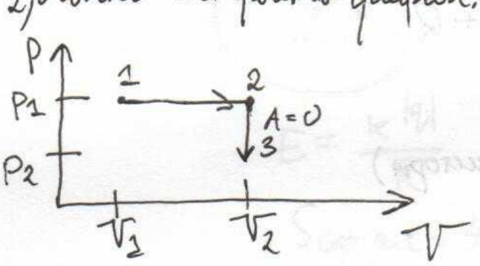
$\frac{p_1}{p_2}$ – ?

1) $F_{тр.} > mg + P_0 S$

⇓

Поршень останется наверху. (V не будет меняться)

2) Можно построить график.



12 - изобарный процесс; 23 - изохорный процесс

3) $Q_1 = Q_2$; $V_2 = 2V_1$ (по услов.)

$Q_1 = \Delta U + A$ ($I_з$. термодинамики)

$Q_2 = \Delta U$ (т.к. $A = 0$)

$Q_1 = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + \nu R\Delta T = \frac{5}{2}\nu R\Delta T$

$Q_2 = \frac{3}{2}\nu R\Delta T$

4) $\frac{5}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2)$

$\frac{5}{2}(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}(T_3 - T_2)$

5) Уравн. Менд. Клапп.

$p_1 V_1 = \nu R T_1$

$p_1 V_2 = \nu R T_2$

$p_2 V_2 = \nu R T_3$

6) $T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R}$

$T_2 = \frac{2p_1 V_1}{\nu R}$

$T_3 = \frac{2p_2 V_1}{\nu R}$

7) подст. в 4.

$\frac{5}{2}\left(\frac{2p_1 V_1}{\nu R} - \frac{p_1 V_1}{\nu R}\right) = \frac{3}{2}\left(\frac{2p_2 V_1}{\nu R} - \frac{2p_1 V_1}{\nu R}\right)$

$\frac{5}{2}\frac{p_1 V_1}{\nu R} = \frac{3}{2}\cdot\frac{6V_1(p_2 - p_1)}{2\nu R}$

$\frac{5 p_1 V_1}{2\nu R} = \frac{6V_1 p_2 - 6V_1 p_1}{2\nu R}$

$5p_1 V_1 = 6p_2 V_1 - 6p_1 V_1$

$11 p_1 V_1 = 6 p_2 V_1$

$11 p_1 = 6 p_2$

8) $\frac{11 p_1}{p_2} = 6$

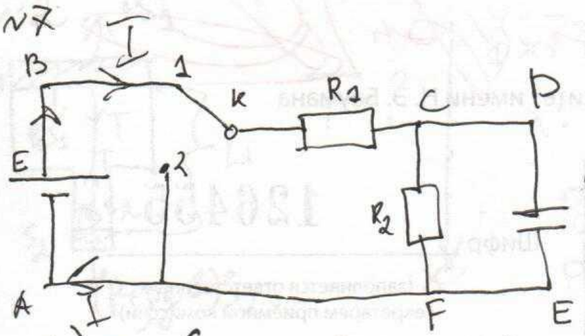
$\frac{p_1}{p_2} = \frac{6}{11}$

Ответ. $\frac{6}{11}$

5

Q_1

№7



Q_2-?

1) $I = \dfrac{\mathcal{E}}{R_1+R_2} = \dfrac{\mathcal{E}}{R+2R} = \dfrac{\mathcal{E}}{3R}$ (по обходу ABCF)

2) $u = IR_2$ (по обходу CDEF)

$u = \dfrac{\mathcal{E}\cdot 2R}{3R} = \dfrac{2\mathcal{E}}{3}$

3) $W_1 = \dfrac{Cu^2}{2} = \dfrac{C\cdot 4\mathcal{E}^2}{9\cdot 2} = \dfrac{2C\mathcal{E}^2}{9}$

$W_2 = 0$

$A_{ист.} = (q_2 - q_1)\cdot \mathcal{E}$

4) З.С.Э. $W_1 + \underbrace{A_{ист.}}_{0} = \underbrace{W_2}_{0} + Q$

$W_1 = Q = Q_1 + Q_2$ (т.к. 2 резистора)

5) $\div\begin{cases} Q_1 = \dfrac{u^2}{R_1}\cdot t \\ Q_2 = \dfrac{u^2}{R_2}\cdot t \end{cases}$ (по закону Дж. Ленца)

$\dfrac{Q_1}{Q_2} = \dfrac{u^2\cdot t\cdot R_2}{R_1\cdot u^2\cdot t}$; $\dfrac{Q_1}{Q_2} = \dfrac{R_2}{R_1} = \dfrac{2R}{R} = 2$

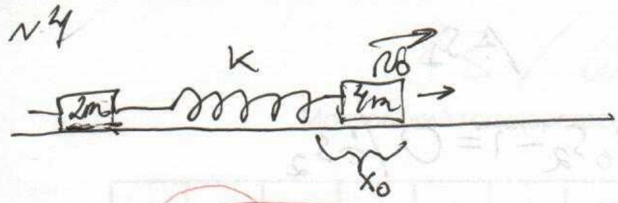
$Q_1 = 2Q_2$

$W_1 = 2Q_2 + Q_2 = 3Q_2$

$Q_2 = \dfrac{W_1}{3}$; $Q_2 = \dfrac{2C\mathcal{E}^2}{9\cdot 3} = \dfrac{2C\mathcal{E}^2}{27}$

Ответ: $\dfrac{2C\mathcal{E}^2}{27}$

№4



$x - ?$

1) З.С.Э.: $\frac{kx_0^2}{2} = \frac{4mv_0^2}{2}$ (+)

$kx_0^2 = 4mv_0^2$

$v_0^2 = \frac{kx_0^2}{4m}$

$v_0 = \sqrt{\frac{k}{4m}}\, x_0$ (+)

2) x_{min} будет верно только тогда, когда $u_1' = u_2'$

$\Downarrow$ будут двигаться вместе

3) З.С.И.: $4mv_0 = 6mu$

$u = \frac{4mv_0}{6m} = \frac{2v_0}{3}$ (+)

4) З.С.Э.: $\frac{4mv_0^2}{2} = \frac{6mu^2}{2} + \frac{kx^2}{2}$

$4mv_0^2 = 6mu^2 + kx^2$

$kx^2 = 4mv_0^2 - 6mu^2$

$x^2 = \frac{4mv_0^2 - 6mu^2}{k}$

$x^2 = \frac{\frac{4m\,kx_0^2}{4m} - \frac{6m\cdot 4\cdot v_0^2}{9}}{k}$

$x^2 = \frac{kx_0^2 - \frac{24mv_0^2}{9}}{k}$

$x^2 = \frac{kx_0^2 - \frac{24m\cdot kx_0^2}{4m9}}{k}$

$x^2 = \frac{kx_0^2 - \frac{6kx_0^2}{9}}{k}$

$x^2 = \frac{kx_0^2 - \frac{2kx_0^2}{3}}{k}$

$x^2 = \frac{\frac{3kx_0^2 - 2kx_0^2}{3}}{k}$

$x^2 = \frac{kx_0^2}{3k}$

$x^2 = \frac{x_0^2}{3}$ (+)

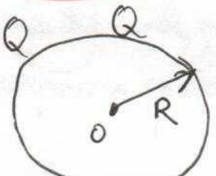
$x = \sqrt{\frac{x_0^2}{3}}$

$x = \frac{x_0}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}x_0}{3}$

Ответ. $\frac{\sqrt{3}x_0}{3}$ (+)

1

№6

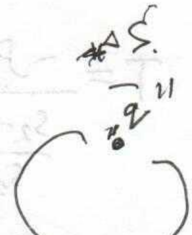


E в центре? ΔS

$E = \frac{k|q|}{R}$

$S_{сферы} = 4\pi R^2$

когда замкнута $\longrightarrow$



Отрезать маленький кусок! Это эквивалентно помещению в этот участок отрицательного заряда равного по модулю положительному

(+)

$\Downarrow$

$q = \frac{Q}{4\pi R^2} \cdot \frac{\pi \Delta S^2}{4}$??

вырезанная часть

$E = \frac{kq}{R}$

$E = \frac{\frac{kQ \cdot \pi \cdot \Delta S^2}{4\pi R^2 \cdot 4}}{R} =$

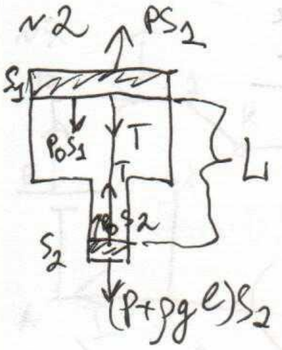
k – табличная величина
$k = 9 \cdot 10^9$
$\pi = 3{,}14$

$= \frac{kQ\pi\Delta S^2}{16\pi R^3}$

Ответ. $\frac{kQ\pi\Delta S^2}{16\pi R^3} =$

0,75

№2



$T-?$

1) $x: T + P_0 S_1 - P S_1 = 0 \quad / \div S_1$

$x: (\cancel{P_0}P + \rho g l) S_2 - P_0 S_2 - T = 0 \ / \div S_2$

P_0 – атмосф. давл.

P – давление жидкости

$F_{Арх} = \rho_{жид.}\, g\, l_{объем\,погр.}$

2)
$$\begin{cases} \dfrac{T}{S_1} + P_0 - P = 0 \\ P + \rho g l - P_0 - \dfrac{T}{S_2} = 0 \end{cases}$$

$$\frac{T}{S_1} - \frac{T}{S_2} + \rho g l = 0$$

$$\frac{T}{S_1} - \frac{T}{S_2} = -\rho g l$$

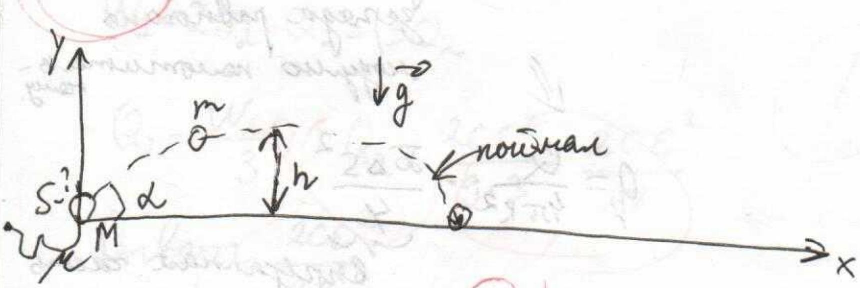
$$T\left(\frac{1}{S_1} - \frac{1}{S_2}\right) = -\rho g l$$

$$T = \frac{-\rho g l}{\frac{1}{S_1} - \frac{1}{S_2}}$$

$$T = \frac{-\rho g l}{\frac{S_2 - S_1}{S_1 S_2}} = \frac{-\rho g l S_1 S_2}{S_2 - S_1} = \frac{\rho g l S_1 S_2}{S_1 - S_2}$$

Ответ: $\dfrac{\rho g l S_1 S_2}{S_1 - S_2}$

№3



$S-?$ раст.

1) ЗСИ: $Mu = m v_0 \cos\alpha$

$$u = \frac{m v_0 \cos\alpha}{M}$$

2) ЗСЭ: $\Delta E = A$

$$\frac{Mu^2}{2} = \mu M g S$$

$$\frac{u^2}{2} = \mu g S$$

$$2\mu g S = u^2$$

$$S = \frac{u^2}{2\mu g}$$

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

126455

Шифр ______________________

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 25

3) Продолжение решения 3 задача.

$y: h = v_0 \sin\alpha \cdot t_{под.} - \frac{g t^2_{под.}}{2}$ $x: l = v_0 \cos\alpha \cdot t_{полн.}$

$y: 0 = v_0 \sin\alpha - g t_{под.}$ $y: 0 = v_0 \sin\alpha \cdot t_{полн.} - \frac{g t^2_{полн.}}{2}$

$t_{под.} = \frac{v_0 \sin\alpha}{g}$ $t_{полн.} = \frac{2 v_0 \sin\alpha}{g}$

$h = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$; $v_0 \sin\alpha = \sqrt{2gh}$ $l = \frac{2 v_0^2 \sin\alpha \cos\alpha}{g}$

$v_0 \cos\alpha = \frac{l}{t_{полн.}} = \frac{lg}{2 v_0 \sin\alpha} = \frac{lg}{2\sqrt{2gh}}$

4) из 1:

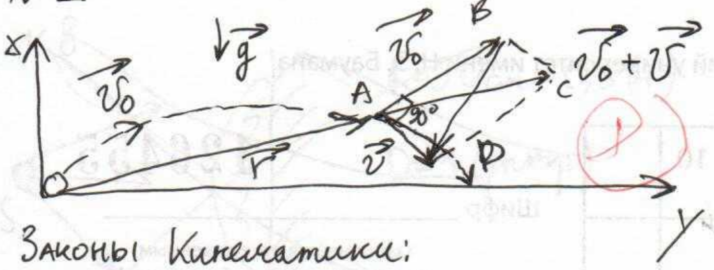
$u = \frac{m l g}{2\sqrt{2gh} \cdot M}$

5) подставляем. в 2.

$S = \frac{m^2 l^2 g^2}{4M^2 \cdot 2gh \cdot 2\mu g} = \frac{m^2 l^2 g^2}{16 M^2 \mu h g^2} = \frac{m^2 l^2}{16 M^2 \mu h}$

Ответ. $\frac{m^2 l^2}{16 M^2 \mu h}$

№1



$\vec r - ?$

Законы Кинематики:
Векторы

① $\begin{cases} \vec v = \vec v_0 + \vec g t \\ \vec r = \vec r_0 + \vec v_0 t + \dfrac{\vec g t^2}{2} \end{cases}$, $\vec r_0 = 0$

из 1

$2\vec r = 2\vec v_0 t + \vec g t^2$

$\vec r = \dfrac{2\vec v_0 t + \vec g t^2}{2}$

$\vec r = \dfrac{\vec v_0 + [\vec v_0 + \vec g t]}{2} \cdot t$

② $\vec r = \dfrac{\vec v_0 + \vec v}{2} \cdot t$

Видим, что ABCD - прямоуг. (90° по усл.) => Диагонали равны ⇐ т.к. $\vec v - \vec v_0 = \vec g t$ из ①

$AC = BD = \vec v_0 + \vec v = \vec v - \vec v_0 = \vec g t$

подставляем в ②

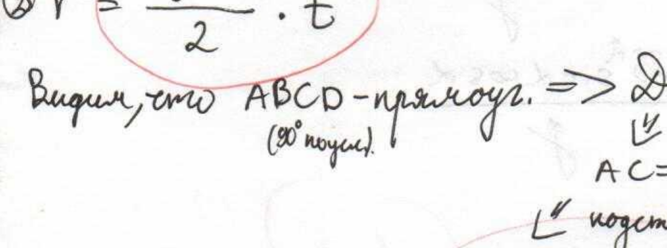
$\vec r = \dfrac{\vec g t}{2} \cdot t$

$r = \dfrac{g t^2}{2}$

$r = \dfrac{10 \cdot 1}{2} = 5$

Ответ. 5

№9



$\alpha = 90°$

B-?

1) $A = \Delta W = \dfrac{LI^2}{2}$ (по зак.)

$\mathcal{E}_i = \mathcal{E}_S$ (возникает ЭДС индукции и самоиндукции, т.к. изменяется магнитный поток, пронизыв. контур кольца, и присутств. индуктивн.).

$-\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{L\Delta I}{\Delta t}$

$\Delta\Phi = L\Delta I$

$BS = LI$ ~~[illegible]~~

$I = \frac{BS}{L}$, подставляем в 1

$A = \frac{LB^2S^2}{2L^2}$

$LB^2S^2 = 2AL^2$

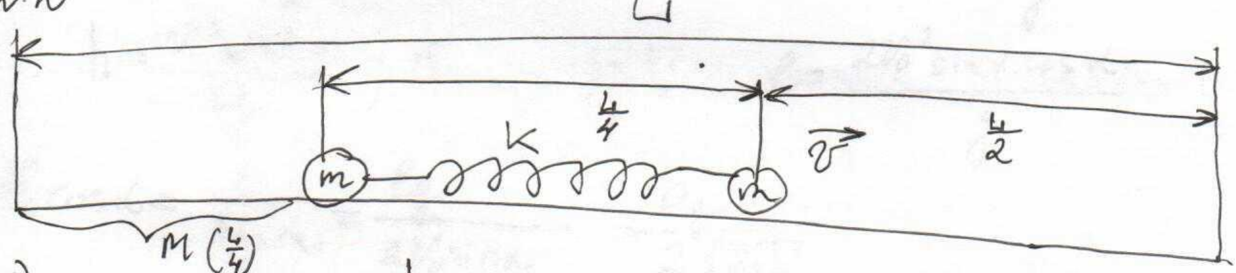
$B^2 = \frac{2AL^2}{LS^2}$

$S_{кольца} = \pi R^2$

$B = \sqrt{\frac{2AL^2}{LS^2}} = \sqrt{\frac{2AL}{S^2}} = \sqrt{\frac{2AL}{\pi^2 R^4}} = \frac{\sqrt{2AL}}{\pi R^2}$

Ответ. $\frac{\sqrt{2AL}}{\pi R^2}$

№10



АУУ

T – ?

1) $M = L - \frac{L}{2} - \frac{L}{4} = \frac{L}{4}$

Fтрения нет.

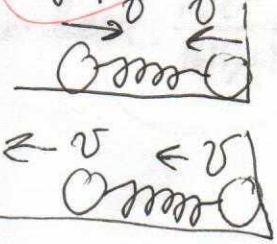
2) $T = t_{ударов} + t_{движ.}$

1 сторон. 2 стороны

$\frac{T}{2} + \frac{T}{2}$ (ударится 2 раза о стенку)

$\frac{3L}{4}$

Удар:



Движение шариков получается, как:

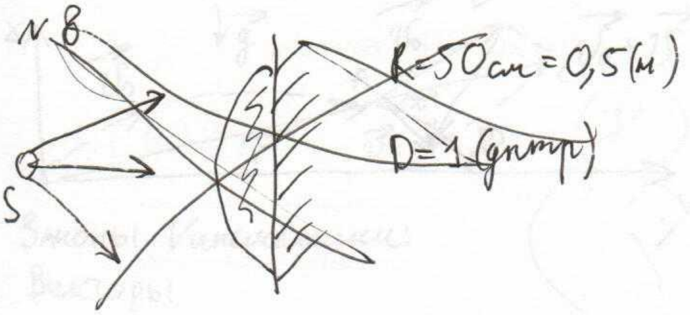
Удар → Сжатие → Разжатие → Удар → в другую сторону едут.

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}}$; т.к. $k \sim \frac{1}{L}$

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

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

Ответ. $2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}} + \frac{3L}{2v}$


N
B
S
R=50см=0,5(м)
D=1 (дптр)