Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

126451

+1 лист

Шифр ____________________
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету ФИЗИКА
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Михальчук Матвей Михайлович

Город, № школы (образовательного учреждения) Москва, лицей №1580

Регистрационный номер ШМ0742

Вариант задания 25

Дата проведения "26" февраля 2017 г.

Подпись участника

С работой ознакомлен 01.03.2017.

Михальчук.М.М.

73 (семьдесят три)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
8	8	5	10	5	10	5	10	6	6	73

126451

Шифр ____________

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

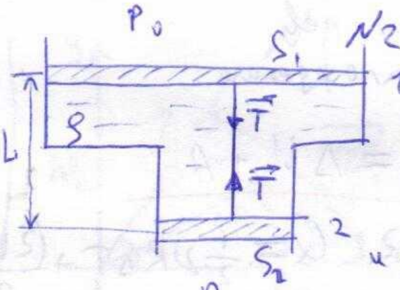
6451

Вариант № 25

№2

Дано:
$S_1; S_2$
$\rho; g; L$

T - ?



На верхний поршень действует сила T и давление воздуха p_0, поэтому верхний поршень создаёт давлении на жидкость: $p_1 = p_0 + \frac{T}{S_1}$

и поршень неподвижен: $p_0 = p_1 - \frac{T}{S_1} \Rightarrow p_1 = p_0 + \frac{T}{S_1}$

Аналогично для нижнего поршня $p_2 = \cancel{p_0}\frac{T}{S_2}$

$p_0 = p_2 - \frac{T}{S_2} \Rightarrow p_2 = p_0 + \frac{T}{S_2}$

Тогда $p_2 - p_1 = \frac{T}{S_2} + p_0 - p_0 - \frac{T}{S_1} = \frac{T}{S_2} - \frac{T}{S_1}$

т.к. это столб жидкости: $p_2 = p_1 + g\rho L \Leftrightarrow p_2 - p_1 = g\rho L$.

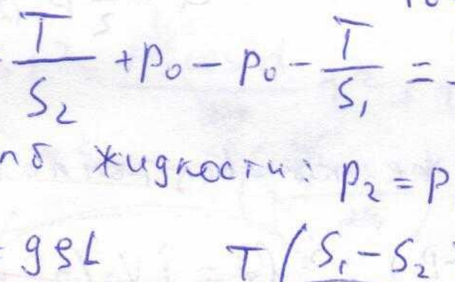
$\Rightarrow \frac{T}{S_2} - \frac{T}{S_1} = g\rho L \quad T\left(\frac{S_1 - S_2}{S_1 S_2}\right) = g\rho L \quad T = \frac{g\rho L}{S_1 - S_2} S_1 S_2$

Ответ: $T = \rho g L \cdot \frac{S_1 S_2}{S_1 - S_2}$

№3

Дано:
$L; M; m; h$
μ

S - ?



Найдём время, которое летел мяч: $0 = h - \frac{g\tau^2}{2}$

$\Rightarrow \tau = \sqrt{2gh}$ размерность $[\tau]$

найдём скорость u, с которой кинули мяч: u_x

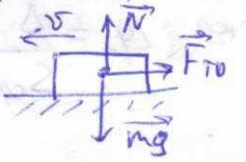
$u = \frac{L}{\tau}$ т.к. горизонтальная скорость мяча не меняется.

$u = \frac{L}{\sqrt{2gh}}$,

по закону сохранения импульса: $x: 0 = -Mv + mu$

$v = \frac{m}{M}\frac{L}{\sqrt{2gh}}$, время, которое будет катиться мальчик: $t = \frac{vM}{F_{тр}}$, $F_{тр} = \mu M g$

$t = \frac{vM}{\mu M g} = \frac{v}{\mu g}$



$S = vt - \frac{t^2}{2}\frac{\mu g M}{M} = \frac{v^2}{\mu g} - \frac{v^2}{2\mu^2 g^2}\mu g$

$$S=\frac{v^2}{2\mu g}=\frac{m^2}{M^2}\frac{L^2}{2gh\,2\mu g}=\frac{m^2}{M^2}\cdot\frac{L^2}{4gh\mu g}$$ 0,5

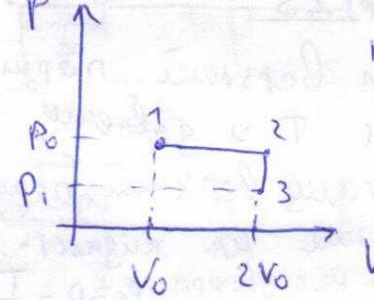
Ответ: $S=\dfrac{m^2L^2}{4M^2 gh\mu g^2}$??

№5

Дано:
$i=3$
$p=const$ – при расшир.
$V_0\to 2V_0$

$\frac{P_0}{P_1}$ – ?

При расширении $p=const$ по условию.
Когда охлаждали, как понял, поршень не двигался, поэтому там $V=const$



1-2 – нагрев.
2-3 – охлаждение:

$$Q=\Delta U+A$$

1-2: $Q=\frac{i}{2}\nu R\Delta T+\frac{(2V_0-V_0)}{\cancel{P_0-P_1}}(P_0-P_1)$

$$Q=\frac{i}{2}\nu R(T_2-T_1)+\frac{V_0(P_0-P_1)}{\cancel{P_0-P_1}},\quad PV=\nu RT \Rightarrow Q=\frac{i}{2}P_0(2V_0-V_0)+\frac{V_0(P_0-}{\cancel{P_0-P_1}}$$

$$Q=\frac{i}{2}P_0V_0+\frac{V_0(P_0-P_1)}{\cancel{P_0-P_1}}$$

В процессе 2-3 отняли то же кол-во теплоты:

$$-Q=\frac{i}{2}\nu R(T_3-T_2)=\frac{i}{2}2V_0(P_1-P_0) \Rightarrow Q=iV_0(P_0-P_1)$$

Приравняем ур-я для Q:

$$\frac{i}{2}P_0V_0+\frac{V_0(P_0-P_1)}{\cancel{P_0-P_1}}=iV_0(P_0-P_1),\ \text{т.к. } i$$

$$\frac{3}{2}P_0+(P_0-P_1)=3(P_0-P_1) \Leftrightarrow \frac{5}{2}P_0-P_1=3P_0-3P_1 \Leftrightarrow 2P_1=\frac{1}{2}P_0$$

$$\frac{P_0}{P_1}=4$$

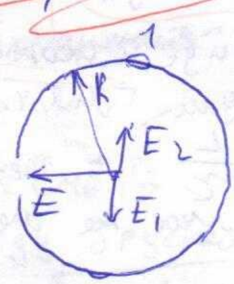
0,5

Ответ: $\frac{P_0}{P_1}=4$

№6.

Дано:
$R;\ Q\ \Delta S$

E – ?



В силу симметрии при сложении E_1 и E_2 от противоположных частей (…) сферы, получается 0.

т.к. кусочек ΔS вырезан, то напряж… не равна нулю, а равна напряжённости от участк… лежащего напротив отверстия.

+

Найдем заряд этого участка: $q=\frac{\Delta S}{S_{сферы}}Q=\frac{\Delta S}{4\pi R^2}Q$

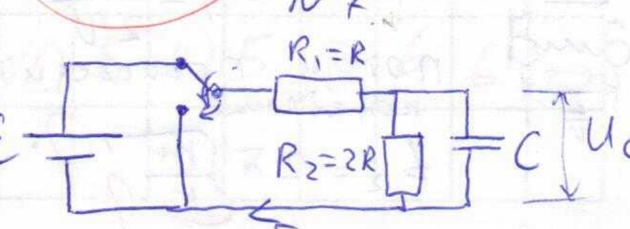
$$E = \frac{kq}{R^2} = \frac{k\Delta S\,Q}{4\pi R^4}$$

Ответ: $E = \frac{k\Delta S\,Q}{4\pi R^4}$ 1

№7.

Дано:
$\mathcal{E}; R_1 = R; C$
$R_2 = 2R$

$Q - ?$



по закону Ома: $I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2} = \frac{\mathcal{E}}{3R}$. 0,5

$$U_C = I \cdot R_2 = \frac{2R \cdot \mathcal{E}}{3R} = \frac{2}{3}\mathcal{E}$$ Q_2?

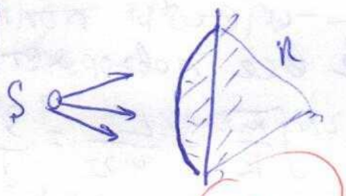
При замыкании ~~тела~~ ключа, вся энергия конденсатора переходит в тепло: $Q = \frac{CU_C^2}{2}$ $Q = \frac{C}{2}\,\frac{4}{9}\mathcal{E}^2 = \frac{2}{9}C\mathcal{E}^2$

Ответ: $Q = \frac{2}{9}C\mathcal{E}^2$? $Q_2 = ?$

№8.

Дано:
$R = 0{,}5$ м.
$D = 1$ дптр.

$D_{системы} - ?$



т.к. лучи отражаются от зеркала и второй раз проходят линзу, зеркало и линза близко:

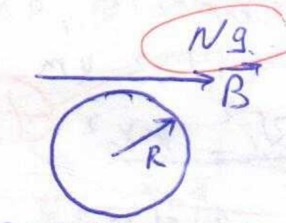
$$D_{системы} = 2D + \cancel{D}^{\,0}_{\substack{плоского\\зеркала}} = 2D$$

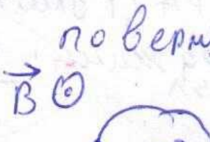
$D_{системы} = 2D = 2$ дптр. 1

Ответ: $D_{системы} = 2D$; 2 дптр. +

№9.

Дано:
$R; L$
$I_0 = 0.$
$\alpha = 90°$
$A; B - ?$





повернули, потек ток, чтобы поток не поменялся. Почему? появляется B_i и I.

сначала поток $\varphi_1 = 0$.

$\varphi_1 = \varphi_2 = 0$ – сверхпроводник.

$$\varphi_2 = B \cdot \pi R^2 - B_i \pi R^2 = 0 \Rightarrow B = B_i;\ B_i = \frac{\mu\mu_0 I}{R}$$

$$\boxed{B = \frac{\mu\mu_0 I 2\pi}{R}}$$ 0,5

$0 + A = \frac{LI^2}{2}$ – закон сохр. энергии

$\Rightarrow I = \sqrt{\frac{2A}{L}}$, тогда $B = \frac{\mu\mu_0}{R}\sqrt{\frac{2A}{L}} \cdot 2\pi$?

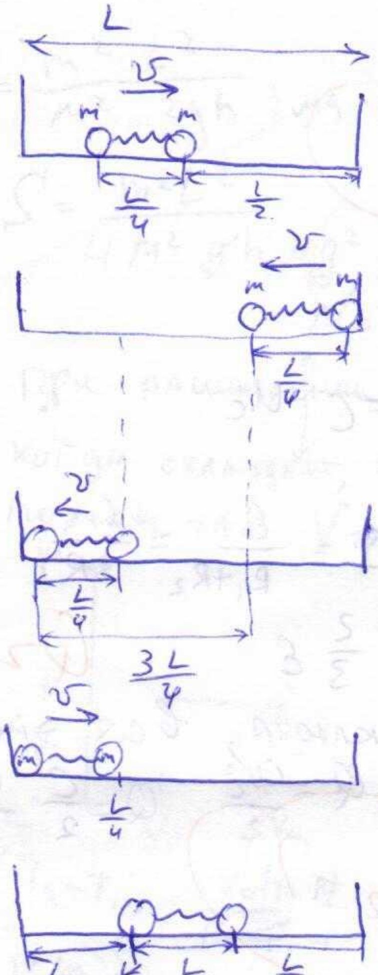
Ответ: $B = \frac{\mu_0}{R}\sqrt{\frac{2A}{L}} \cdot 2\pi$ $\Delta\Phi = \mathcal{E}$

№10

Дано:

$m; k; v; L$

T



, вначале нужно доехать до правой стенки, это займёт время $t_1 = \frac{L}{2v}$.

Потом происходит полное колебание: $t_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$?

система едет влево, путь $\frac{3L}{4}$

$t_3 = \frac{3L}{4v}$.

Происходит полное колебание $t_4 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

0,5

система возвращается в исходную точку: $t_5 = \frac{L}{4v}$.

Это и есть полный период, далее всё повторяется.

$$T = \sum_{i=1}^{5} t_i = \frac{L}{2v} + 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} + \frac{3L}{4v} + 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} + \frac{L}{4v} = \frac{3L}{2v} + 4\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

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

№4

Дано:

$m; x_0$

$X - ?$

найдем скорость, до которой разгонится груз 4m при распрямлении пружины: $\frac{4m v_1^2}{2} = \frac{k x_0^2}{2}$ + $v_1^2 = \frac{k x_0^2}{4m}$

+ $v_1 = \frac{x_0}{2}\sqrt{\frac{k}{m}}$, скорость центра масс, ~~которая~~ после отрыва от стенки:

По закону сохранения импульса: $6m v_{ц.м} = 4m v_1$

$v_{цм} = \frac{2}{3} v_1 = \frac{x_0}{3}\sqrt{\frac{k}{m}}$

В системе отсчёта связанной с ц.м. при минимальном расстоянии между брусками, эти бруски скорости не имеют, поэтому вся энергия тратится на деформ. и движение ц.

по закону сохр-я энергии: $\cancel{4m v_1}$ $\frac{k x_0^2}{2} = \frac{6m v_{цм}^2}{2} + \frac{kX^2}{2}$.

$\frac{k x_0^2}{2} = \frac{3m x_0^2 k}{\cancel{9}_3 \cancel{m}} + \frac{kX^2}{2}$ $\quad \frac{k x_0^2}{2} = \frac{k x_0^2}{3} + \frac{kX^2}{2} \Leftrightarrow \frac{k x_0^2}{\cancel{6}_3} = \frac{kX^2}{2}$ $\quad X^2 = \frac{x_0^2}{3}$

$X = \frac{x_0}{\sqrt{3}}$ Ответ: $X = \frac{x_0}{\sqrt{3}}$. +

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

126451

Шифр ________________

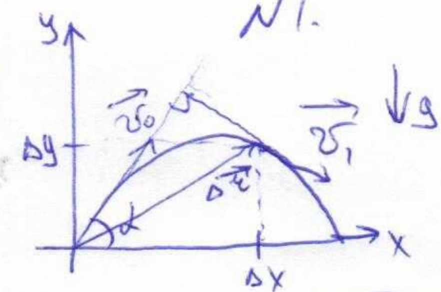
(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

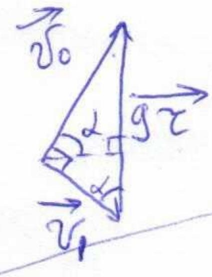
Вариант № 25.

N1.

Дано:
$\tau = 1\ c.$
g
α

$\Delta r - ?$





$\Delta x = v_0 \cos\alpha\, \tau$

$\Delta y = v_0 \sin\alpha\, \tau - \frac{g\tau^2}{2}$

$\Delta r^2 = \Delta x^2 + \Delta y^2$, $\Delta x = \frac{\cancel{v_0 \cos\alpha}}{\cancel{}}\tau$

$\Delta r^2 = \frac{\cancel{v_0}\cos^2\alpha}{\cancel{}}\tau^2 + v_0^2\sin^2\alpha\, \tau^2 - \frac{g^2\tau^4}{4}$

$\Delta r^2 = \tau^2\left(\left(\frac{\cancel{v_0}\cos\alpha}{\cancel{}}\right)^2 + (v_0\sin\alpha)^2 - \frac{g^2\tau^2}{4}\right)$

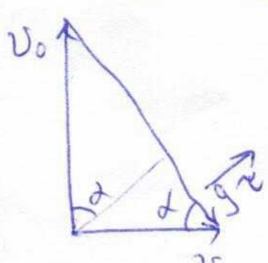
$\Delta r^2 = \tau^2\left(v_0^2\cos^2\alpha + v_0^2\sin^2\alpha - \frac{g^2\tau^2}{4}\right) = \tau^2\left(v_0^2 - \frac{g^2\tau^2}{4}\right)$

$\Delta r^2 = \tau^2\left(v_0^2 - \frac{g^2\tau^2}{4}\right)$ $\Delta r = \tau\sqrt{v_0^2 - \frac{g^2\tau^2}{4}}$

$\Delta x = v_0 \cos\alpha\, \tau.$; $\Delta y = v_0 \sin\alpha\, \tau - \frac{g\tau^2}{2}$

$\Delta r^2 = \Delta x^2 + \Delta y^2 = v_0^2\cos^2\alpha\, \tau^2 + v_0^2 \sin^2\alpha\, \tau^2 - \cancel{2}\frac{v_0 \sin\alpha\, \tau^3 g}{\cancel{2}} + \frac{g^2\tau^4}{4}$

$\Delta r^2 = v_0^2\tau^2 - v_0 \sin\alpha\, \tau^3 g + \frac{g^2\tau^4}{4} = v_0\tau^2(v_0 - g\sin\alpha\, \tau) + \frac{g^2\tau^4}{4}$



видно, что $g \sin\alpha\, \tau = v_0$ (по модулю).

$\Rightarrow \Delta r^2 = v_0\tau^2(v_0 - v_0) + \frac{g^2\tau^4}{4}$, $\Delta r^2 = \frac{g^2\tau^4}{4}$

$\Delta r = \frac{g\tau^2}{2}$

$\Delta r = \frac{10 \cdot 1\ м}{2} = 5\ м$

Ответ: $\Delta r = \frac{g\tau^2}{2}$, $\Delta r = 5\ м$.