ШИФР (не заполнять)
F1

☑ **Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области «ОРМО».**

☐ **Северо-Восточная олимпиада школьников «СВОШ».**

(отметить галочкой олимпиаду)

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

Олимпиадная работа по физике (указать предмет) вариант 1

Выполнил (а)

Фамилия: ВОЙЛОШНИКОВ

Имя: НИКОЛАЙ

Отчество: КИРИЛЛОВИЧ

Класс: 11 „Б"

Наименование школы: Лицей №1

Город (село): Киселевск

Район: Красный Камень

Область: Кемеровская

Дата рождения: 12 / 05 / 1998

Контактный телефон: 8-960-912-00-52

E-mail:

Даю согласие на обработку моих персональных данных и информирование меня посредством sms и e – mail о моих результатах и всех дальнейших мероприятиях, связанных с олимпиадой

Личная подпись Войлош

Шифр F1

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области «ОРМО»

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
65б	19.03.16	Лисичко Е. В.	[подпись]

№1

Дано: R, d; $v = const$

$\omega - ?$

1) Начальная угловая скорость
$$\omega_0 = \frac{v}{R}$$

2) После 1 витка $\Rightarrow$ $\omega_1 = \frac{v}{(R+d)}$ $\Rightarrow$

$$\frac{\omega_0}{\omega_1} = \frac{v}{R} \cdot \frac{(R+d)}{v} = \frac{R+d}{R}$$

После 1 витка $\frac{\omega_1}{\omega_0} = \frac{R+d}{R}$ $\Rightarrow$ нужно уменьшить угловую скорость в $\frac{R+d}{R}$ раз.

3) После 2 витка $\Rightarrow$ $\omega_2 = \frac{v}{R+2d}$ $\Rightarrow$

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{v}{(R+d)} \cdot \frac{(R+2d)}{v} = \frac{R+2d}{R+d}$$

5б.

Таким образом после n-ого витка угловую скорость нужно уменьшать.

$$\frac{\omega_n}{\omega_{n+1}} = \frac{R+n \cdot d}{R+(n-1)d}.$$

Просят определить $\omega(t) = ?$

от v не зависит?

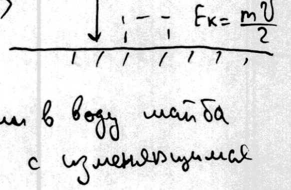
№2

Дано: h, $\rho < \rho_0$

$H - ?$

$T - ?$

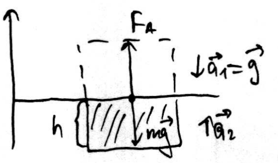
1) Рассчитаем высоту с которой упало тело



При падении выполняется Закон сохранения энергии $\Rightarrow$

$mgH = \frac{mv^2}{2}$; $v^2 = 2gH$.

2)



При погружении в воду шайба будет двигаться с изменяющимся ускорением.

В начальный момент $a_1 = g$

в конце погружения: $\vec{F}_A \pm m\vec{g} = m\vec{a}_2$

$F_A - mg = ma_2$ F1

$\rho_0 g h S - \rho g h S = \rho h S a_2$

$g(\rho_0 - \rho) = \rho \cdot a_2 \Rightarrow a_2 = \dfrac{g(\rho_0 - \rho)}{\rho}$

$\Rightarrow \vec{a}_{ср} = \dfrac{\vec{a}_1 + \vec{a}_2}{2}$ это что?

$a_{ср} = \dfrac{a_2 - a_1}{2} = \dfrac{\frac{g(\rho_0-\rho)}{\rho} - g}{2} = \dfrac{g\rho_0 - g\rho - g\rho}{2g} = \dfrac{g(\rho_0 - 2\rho)}{2\rho}$

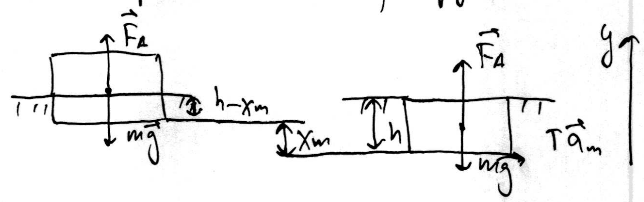
$a_{ср} = \dfrac{g(\rho_0 - 2\rho)}{2\rho}$

$h = \dfrac{v_1^2 - v^2}{2a_{ср}}$; $(v_1 = 0) \Rightarrow h = \dfrac{v^2}{-2a_{ср.}} = \dfrac{2gH}{-2a_{ср.}}$ ошибка в расчет. и преобр.

$h = \dfrac{gH \cdot 2\rho}{-g(\rho_0 - 2\rho)}$; $h = \dfrac{2\rho H}{(2\rho - \rho_0)} \Rightarrow H = \dfrac{h\cdot(2\rho - \rho_0)}{2\rho}$

рассчитаем период

а) положение равновесия б) погружение



x_m - амплитуда колебаний

а) $F_A = mg$

$\rho_0 g S \cdot (h - x_m) = mg$

б) $\vec{F}_A + m\vec{g} = m\vec{a}_m$

oy: $F_A - mg = ma_m$

$\rho_0 g h S - mg = ma_m$

$\rho_0 g h S - \rho_0 g S(h - x_m) = ma_m$

$\rho_0 g S x_m = ma_m$; $a_m = \omega_0^2 \cdot x_m$

$m = \rho g h S$

$\rho_0 g S x_m = \rho h S \omega_0^2 \cdot x_m$

$\rho_0 g = \rho h \cdot \omega_0^2$, $\omega_0 = \dfrac{2\pi}{T}$

$\rho_0 g = \rho h \cdot \dfrac{4\pi^2}{T^2} \Rightarrow T^2 = \dfrac{\rho h \cdot 4\pi^2}{\rho_0 g}$

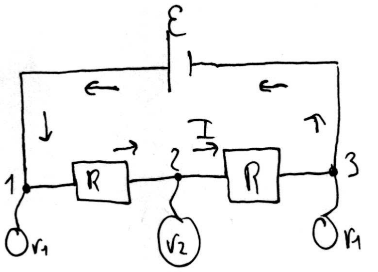
10б

Ответ: $H = \dfrac{h(2\rho - \rho_0)}{2\rho}$; $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{\rho h}{\rho_0 g}}$

№3 F1

Дано:
$\mathcal{E}, R$
$r_1; r_2$

$q_1 - ?$
$q_2 - ?$
$q_3 - ?$



$I = \frac{\mathcal{E}}{2R}$ – сила тока в цепи.

$\Rightarrow U_1 = I \cdot R = \frac{\mathcal{E} R}{2R} = \frac{\mathcal{E}}{2}$

$U_2 = I \cdot R = \frac{\mathcal{E}}{2}$

$U_1 = \varphi_1 - \varphi_2$ (разность потенциалов на 1 резисторе)

$U_2 = \varphi_2 - \varphi_3$ (разность потенциалов на 2 резисторе)

нет пояснений

$U_1 + U_2 = \mathcal{E}$

$(\varphi_1 - \varphi_2) + (\varphi_2 - \varphi_3) = \mathcal{E} \Rightarrow \varphi_1 - \varphi_3 = \mathcal{E}$

$\varphi_3 = \mathcal{E}$; $\varphi_2 = \mathcal{E} + U$, $\varphi_1 = \mathcal{E} + 2U = 2\mathcal{E}$

$\varphi_1 = \frac{kq_1}{r_1} \Rightarrow q_1 = \frac{\varphi_1 r_1}{k} = \frac{2\mathcal{E} r_1}{k}$

$\varphi_2 = \frac{kq_2}{r_2} \Rightarrow q_2 = \frac{\varphi_2 r_2}{k} = \frac{3\mathcal{E} r_2}{2k}$

$\varphi_3 = \frac{kq_3}{r_1} \Rightarrow q_3 = \frac{\varphi_3 r_1}{k} = \frac{\mathcal{E} r_1}{k}$

ошибка в рисунке.
$\varphi_2 = 0 \Rightarrow q_2 = 0$.

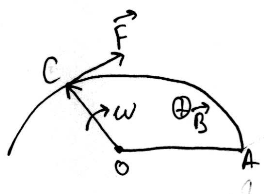
Ответ: $q_1 = \cancel{\varphi_1 r_1} \frac{2\mathcal{E} r_1}{k}$; $q_2 = \frac{3\mathcal{E} r_2}{2k}$; $q_3 = \frac{\mathcal{E} r_1}{k}$

5б.

№5

Дано:
L, B, R
$\omega = const$

$F - ?$



Т.к стержень OC движется, в нем индуцируется $\mathcal{E}_i$;

$\mathcal{E}_i = B\frac{v}{2} L \sin\alpha$ $(\alpha = 90^\circ) = \mathcal{E}_i = B\frac{v}{2}L$

(где $\frac{v}{2}$ – скорость вращения центра стержня OC)

$v = \omega L \Rightarrow \mathcal{E}_i = \frac{B\omega L^2}{2}$ – ЭДС индукции в движущемся проводнике.

В контуре будет возникать индукционный ток: $I_i = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = \frac{B\omega L^2}{2}$

На проводник OC будет действовать сила Ампера

$F_A = BI_iL\sin\alpha$ $(\alpha = 90^\circ)$; $F_A = BI_iL = \frac{B^2\omega L^3}{2R}$

чтобы $\omega = const$ нужно $F = \frac{F_A}{2} \Rightarrow F = \frac{B^2\omega L^3}{4R}$

Ответ: $F = \frac{B^2\omega L^3}{4R}$.

15б

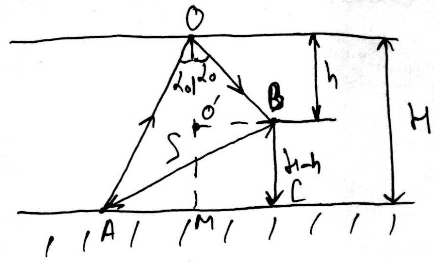
№4

Дано:
$h, S.$
n

$H-?$

F1

В_наблюдатель



Свет будет отражаться, если угол падения будет больше угла отражения $\alpha > \alpha_0$

$\sin\alpha_0 = \frac{1}{n} \Rightarrow \alpha_0 = \arcsin\frac{1}{n}$

Рассмотрим ΔABC: $AB = S$, $BC = H-h$

$AC = AM + MC$; $tg\,\alpha_0 = \frac{AM}{H} \Rightarrow AM = H\,tg\,\alpha_0$

$O'B = MC$; $tg\,\alpha_0 = \frac{O'B}{h} = \frac{MC}{h} \Rightarrow MC = h\cdot tg\,\alpha_0$

$\Rightarrow AC = H\,tg\,\alpha_0 + h\,tg\,\alpha_0$

Из т. Пифагора для ΔABC

$S^2 = (H-h)^2 + ((H+h)\cdot tg\,\alpha_0)^2$

$S^2 = H^2 - 2Hh + h^2 + tg^2\alpha_0\,(H^2 + 2Hh + h^2)$

$\sin\alpha_0 = \frac{1}{n}$; $\cos^2\alpha_0 + \sin^2\alpha_0 = 1 \Rightarrow \cos\alpha_0 = \sqrt{1-\sin^2\alpha_0}$

$\cos\alpha_0 = \sqrt{1-\frac{1}{n^2}} = \sqrt{\frac{n^2-1}{1}} \Rightarrow tg\,\alpha_0 = \frac{\sin\alpha_0}{\cos\alpha_0}$

$tg\,\alpha_0 = \frac{1}{n}\cdot\frac{n}{\sqrt{n^2-1}} = \frac{1}{\sqrt{n^2-1}}$

ошибка в преобр.

$S^2 = (H^2 - 2Hh + h^2) + \left(\frac{1}{\sqrt{n^2-1}}\right)^2\cdot(H^2 \cdot 2Hh + h^2)$

$S^2(n^2-1) = (H^2 - 2Hh + h^2)(n^2-1) + H^2 + 2Hh + h^2$

$S^2(n^2-1) = H^2n^2 - 2Hh\cdot n^2 + 4Hh + h^2\cdot n^2$

$S^2(n^2-1) = H^2\cdot n^2 - 2Hh(n^2-2) + h^2\cdot n^2$

$H^2n^2 - 2Hh(n^2-2) + h^2n^2 - S^2(n^2-1) = 0$

$D = 4h^2(n^2-2)^2 - 4n^2(h^2n^2 - S^2(n^2-1)) = 16h^2(1-n^2) - 4S^2n^2(1-n^2) =$

$= (16h^2 - 4S^2n^2)(1-n^2)$

10б

$H = \frac{2h(n^2-2) + \sqrt{(16h^2 - 4S^2n^2)(1-n^2)}}{2n^2}$

Ответ: $H = \frac{2h(n^2-2) + \sqrt{(16h^2 - 4S^2n^2)(1-n^2)}}{2n^2}$

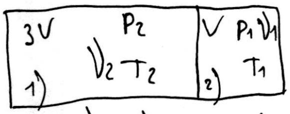
№ 6

F1

$V_1 = V$
$V_2 = 3V$
$\Delta p = p$
$p_1 = p_2 = p$
$T_1 = T_2 = T$
$N = 4$

$T_к - ?$

I



$\nu_1; \nu_2$ - кол-во вещества в 1 и 2 отсеке

1) нагрев : $\frac{p_1 V}{T_1} = \frac{p_1' V}{T_1'}$ $\quad p_1' = p_1 + p = 2p.$

$\frac{pV}{T_1} = \frac{2pV}{T_1'} \Rightarrow T_1' = 2T$ - температура после 1 ~~от~~ нагревания, перед открыт. клапана

$U_1 = \frac{3}{2}\nu_1 R\, 2T$ внутренняя энергия в 1 отсеке.

$U_2 = \frac{3}{2}\nu_2 RT$ - внутренняя энергия во 2 отсеке.

$U_1' = \frac{3}{2}\nu_1 RT'$
$U_2' = \frac{3}{2}\nu_2 RT'$
} внутренняя энергия газов после теплового равновесия.

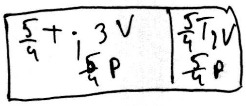
$U_1 + U_2 = U_1' + U_2'$; $\frac{3}{2}\nu R\, 2T + \frac{3}{2} 3\nu RT = \frac{3}{2}\nu RT' + \frac{3}{2} 3\nu RT'$

$\frac{3}{2}\nu R(2T + 3T) = \frac{3}{2}\nu RT' \cdot 4.$

$5T = 4T' \Rightarrow T' = \frac{5T}{4}$ - температура после теплового равновесия.

$p'V = \nu RT'$
$pV = \nu RT$
$\Rightarrow \frac{p'}{p} = \frac{5}{4} = p' = \frac{5}{4}T'$

II



$\frac{p'V}{T'} = \frac{p''V}{T''}$ $\quad p'' = p' + p = \frac{5}{4}p + p = \frac{9}{4}p$

$\frac{5pV}{4T'} = \frac{9pV}{4T''}$ $\quad T'' = \frac{9T'}{5} = \frac{9 \cdot 5T}{5 \cdot 4} = \frac{9}{4}T$ - температура после 2 открытия.

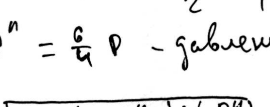
$U_1' = \frac{3}{2}\nu R \cdot \frac{9}{4}T$; $\quad U_1'' = \frac{3}{2}\nu RT''$
$U_2' = \frac{3}{2}3\nu R\frac{5}{4}T$; $\quad U_2 = \frac{3}{2}3\nu RT''$

$\frac{3}{2}\nu R\frac{9}{4}T + \frac{3}{2}3\nu R \cdot \frac{5}{4}T = \frac{3}{2}\nu RT'' + \frac{9}{2}\nu RT'' \Rightarrow \nu RT\left(\frac{27}{8} + \frac{45}{8}\right) = \nu RT'' \cdot \frac{12}{2} \Rightarrow$

$T \cdot \frac{72}{8} = \frac{12T''}{2}$; $T'' = \frac{6}{4}T$ - температура после 2 открыт.

$p'' = \frac{6}{4}p$ - давление после 2 открытия

III



$\frac{p'' \cdot V}{T''} = \frac{p''' \cdot V}{T'''}$; $p''' = p'' + p$

$p''' = \frac{6}{4}p + p = \frac{10}{4}p$

$T''' = \frac{10}{4}T$ - после 3 открытия

F1

$$\left.\begin{aligned} U_1'' &= \frac{3}{2}\nu R\,\frac{10}{4}T \\ U_2'' &= \frac{3}{2}3\nu R\,\frac{6}{4}T \end{aligned}\right\}$$ внутренняя энергия до открытия

$$\left.\begin{aligned} U_1''' &= \frac{3}{2}\nu R T''' \\ U_2''' &= \frac{3}{2}3\nu R T''' \end{aligned}\right\}$$ после открытия.

$$\frac{3}{2}\nu R\,\frac{10T}{4} + \frac{3}{2}3\nu R\,\frac{6}{4}T = \frac{3}{2}\nu R T''' + \frac{9}{4}\nu R T'''$$

$$\frac{84}{8}\nu R T = \frac{12}{2}\nu R T''' \Rightarrow T''' = \frac{7}{4}T$$

$\Rightarrow$ после 4 открытий $T_{кон} = \frac{8}{4}T = 2T$

Ответ: $T_{кон} = 2T$.

20б