ШИФР
(не заполнять)
Т-11

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

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

(отметить галочкой олимпиаду)

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

Олимпиадная работа по ФИЗИКЕ вариант ____________
(указать предмет)

Выполнил (а)

Фамилия: ПАНИН

Имя: ДЕНИС

Отчество: АЛЕКСАНДРОВИЧ

Класс: 11

Наименование школы: МБОУ „СОШ №9"

Город (село): пгт. Шерегеш

Район: Таштагольский

Область: Кемеровская

Дата рождения: 22 / 07 / 1998

Контактный телефон: +7905 949 09 22

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 Пан/-

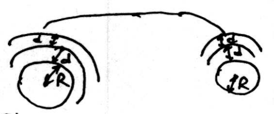
Шифр T-11

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области «ОРМО»

1	2	3	4	5	6
5	15	–	8	12	20

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
60		Мартынова	

№1.



С первой катушки лента снимается, значит $r_1 \downarrow$

$r_1 = R + (n-1)\cdot d$, где n - кол-во витков;

На вторую катушку лента наматывается, значит $r_2 \uparrow$

$r_2 = R + n\cdot d$

$\vartheta = \omega \cdot R = const \Rightarrow \omega_1 \cdot r_1 = \omega_2 \cdot r_2$

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{R+n\cdot d}{R+(n-1)\cdot d}$$

5

За каждый виток угловую скорость второй катушки нужно уменьшать в $\frac{R+n\cdot d}{R+(n-1)\cdot d}$ раз.

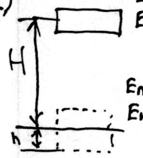
Ответ: уменьшать в $\frac{R+n\cdot d}{R+(n-1)\cdot d}$ раз за каждый виток. $\omega(t)$-?

№2. Дано: ρ_T; $\rho_Ж$; h

H-? T-?

Решение:

1)



$E_{k_1}=0$, $E_{n_1}=mgH$

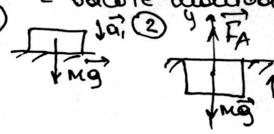
Запишем закон сохранения энергии:

$E_{k_1} + E_{n_1} = E_{n_2} + E_{k_2}$

$mgH = \frac{m\vartheta_1^2}{2} \Rightarrow \vartheta_1^2 = 2gH$ (1)

$E_{n_2}=0$, $E_{k_2}=\frac{m\vartheta_1^2}{2}$

Когда тело погрузится в воду, оно пройдет путь = высоте шайбы = h;



①: шайба вблизи поверхности воды: По II закону Ньютона

$mg = ma_1 \Rightarrow a_1 = g$;

②: шайба полностью погрузилась: По II закону Ньютона: $\vec{F_A} + m\vec{g} = m\vec{a_2}$

oy: $F_A - mg = ma_2$

$\rho_Ж \cdot g \cdot S \cdot h - \rho_T \cdot S \cdot h \cdot g = \rho_T \cdot S \cdot h \cdot a_2$

$$a_2 = \frac{\rho_Ж \cdot g - \rho_T \cdot g}{\rho_T};$$

$$a_{среднее} = \frac{a_1 + a_2}{2};$$

$$a_{ср} = \frac{g + \frac{\rho_Ж \cdot g - \rho_T \cdot g}{\rho_T}}{2} = \frac{\rho_Ж \cdot g}{2\rho_T};$$

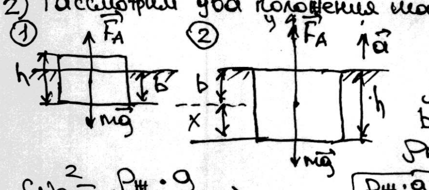
$h = \frac{\vartheta^2 - \vartheta_1^2}{-2a_{ср}}$; т.к. $\vartheta = 0$ (тело остановится), то

$h = \frac{\vartheta_1^2}{2a_{ср}} \Rightarrow \vartheta_1^2 = 2a_{ср}\cdot h$

Подставим ϑ_1^2 в (1) ур-ие:

$$2a_{ср}\cdot h = 2gH \Rightarrow H = \frac{a_{ср}\cdot h}{g} = \frac{\rho_Ж \cdot g \cdot h}{2g\cdot\rho_T} = \frac{\rho_Ж \cdot h}{2\rho_T};$$

2) Рассмотрим два положения шайбы:



①: По II закону Ньютона:

$F_A = mg$ (т.к. тело покоится)

$\rho_Ж \cdot g \cdot S \cdot b = mg$

$b = h - x$

$\rho_Ж \cdot g \cdot S(h-x) = mg$ (1)

②: По II закону Ньютона:

$\vec{F_A} + m\vec{g} = m\vec{a}$

oy: $F_A - mg = ma$

$\rho_Ж \cdot g \cdot S \cdot h - mg = ma$

Вместо mg подставим (1)

$\rho_Ж \cdot g \cdot S \cdot h - \rho_Ж \cdot g \cdot S \cdot h + \rho_Ж \cdot g \cdot S \cdot x = ma$

$\rho_Ж \cdot g \cdot S \cdot x = \rho_T \cdot S \cdot h \cdot a$;

$a = \omega_0^2 x \Rightarrow \rho_Ж \cdot g \cdot S \cdot x = \rho_T \cdot S \cdot h \cdot \omega_0^2 \cdot x$

$$\omega_0^2 = \frac{\rho_Ж \cdot g}{\rho_T \cdot h} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{\rho_Ж \cdot g}{\rho_T \cdot h}};$$

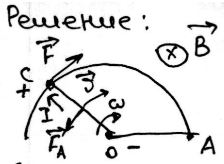
$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi\sqrt{\rho_T \cdot h}}{\sqrt{\rho_Ж \cdot g}};$$

Ответ: $H = \frac{\rho_Ж \cdot h}{2\rho_T}$; $T = \frac{2\pi\sqrt{\rho_T \cdot h}}{\sqrt{\rho_Ж \cdot g}}$; + 15

№5. Дано: I, B, R, ω

F - ?

Решение:



Под действием силы Лоренца электроны начнут двигаться к точке O. Значит т. O получит „-" заряд, а точка C „+". Стержень начнёт выступать в роли источника, в нём протекать ток => на него будет действовать сила Ампера.

Чтобы он вращался с постоянной угловой скоростью, нужно $F=\frac{F_A}{2}$; ? почему

В стержне возникнет ~~ЭДС~~ ЭДС: $\mathcal{E}_i=\frac{B\cdot\vartheta\cdot L}{2}\cdot\sin\alpha$, где ϑ - скорость середины стержня.

$I_i=\frac{\mathcal{E}_i}{R}=\frac{B\cdot\vartheta\cdot L}{2R}$ ($\sin\alpha=1$, т.к. $\alpha=90°$); $\vartheta=\omega\cdot L$ (т.к. L - радиус)

Значит $I_i=\frac{B\cdot L\cdot\omega\cdot L}{2R}=\frac{B\cdot\omega L^2}{2R}$;

нет З-на эл/м. индук. ур-е моментов

$F_A=B\cdot I_i\cdot L\cdot\sin\alpha$ ($\sin\alpha=1$, т.к. $\alpha=90°$) $\Rightarrow F_A=\frac{B\cdot L\cdot B\cdot\omega\cdot L^2}{2R}=\frac{B^2\cdot\omega\cdot L^3}{2R}$

Тогда $F=\frac{F_A}{2}=\frac{B^2\cdot\omega\cdot L^3}{4R}$;

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

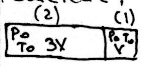
12

T-11

№6. Дано: $V_1=V$; $V_2=3V$; p_0, T_0; $i=3$;

T_4 - ?

Решение:



По уравнению Менделеева - Клапейрона:

(1) $p_0V=\nu_1RT_0$
(2) $p_0\cdot3V=\nu_2RT_0$ $\Rightarrow 3=\frac{\nu_2}{\nu_1}\Rightarrow \nu_2=3\nu_1$; Пусть $\nu_1=\nu$, тогда $\nu_2=3\nu$;

Клапан откроется, когда $p_1-p_0=p_0\Rightarrow p_1=2p_0$;

I нагревание: По уравнению Клапейрона: $\frac{p_0V}{T_0}=\frac{2p_0V}{T}\Rightarrow T=2T_0$;

После открытия клапана будет выполняться закон сохранения энергии.

$U_{01}+U_{02}=U_1+U_2$; $U_{01}=\frac32\nu R\cdot2T_0$, $U_1=\frac32\nu RT_1$; $U_{02}=\frac32\cdot3\nu RT_0$; $U_2=\frac32\cdot3\nu RT_1$

$\frac32\nu R\cdot2T_0+\frac32\cdot3\nu RT_0=\frac32\nu RT_1+\frac32\cdot3\nu RT_1\Rightarrow 2T_0+3T_0=T_1+3T_1$

$\Delta U_1=\frac32\nu R\Delta T$

$T_1=\frac54T_0$

По ур-ию Менделеева - Клапейрона

$2p_0V=\nu RT$
$p_1V=\nu RT_1$ $\Rightarrow \Delta U_1=\frac32V(p_1-2p_0)\Rightarrow \nu R\Delta T=V(p_1-2p_0)$

$\frac{(\frac54-2)T_0\cdot\nu R}{V}=p_1-2p_0\Rightarrow -\frac34p_0=p_1-2p_0\Rightarrow$

$p_1=\frac54p_0$

II нагревание: По ур-ию Клапейрона:

$\frac{5p_0\cdot V\cdot4}{4\cdot5T_0}=\frac{9p_0V}{4\cdot T}\Rightarrow T=\frac94T_0$;

Клапан откр., когда $p_2-\frac54p_0=p_0$
$p_2=\frac94p_0$

По ЗСЭ:

$\frac32\nu R\cdot\frac94T_0+\frac32\cdot3\nu R\cdot\frac54T_0=\frac32\nu R\cdot T_2+\frac32\cdot3\cdot\nu RT_2$

$\frac94T_0+\frac{15}{4}T_0=T_2+3T_2\Rightarrow T_2=\frac64T_0$;

Аналогично

$\Delta U=\frac32\nu R\Delta T\Rightarrow \nu R\Delta T=V(p_2-\frac94p_0)$

$\Delta U=\frac32V(p_2-\frac94p_0)$; $-\frac34\frac{\nu RT_0}{V}=p_2-\frac94p_0$

$-\frac34p_0=p_2-\frac94p_0$

$p_2=\frac64p_0$

III. Нагревание: Клапан откроется, когда $p_3-\frac64p_0=p_0\Rightarrow$
$\Rightarrow p_3=\frac{10}{4}p_0$;

По уравнению Клапейрона:

$\frac{6p_0\cdot V\cdot4}{4\cdot6\cdot T_0}=\frac{10p_0V}{4T}\Rightarrow T=\frac{10}{4}T_0$;

По ЗСЭ:

$\frac32\nu R\cdot\frac{10}{4}T_0+\frac32\cdot3\nu R\cdot\frac64T_0=\frac32\nu R\cdot T_3+\frac32\cdot3\nu R\cdot T_3$

$\frac{10}{4}T_0+\frac{18}{4}T_0=4T_3\Rightarrow T_3=\frac74T_0$;

$\nu R\Delta T=V(p_3-\frac{10}{4}p_0)$

$-\frac{3\nu RT_0}{4\cdot V}=p_3-\frac{10}{4}p_0\Rightarrow p_3=\frac74p_0$

IV нагревание. Клапан откроется, когда $p_4-\frac74p_0=p_0\Rightarrow p_4=\frac{11}{4}p_0$;

По ур-ию Клапейрона:

$\frac{7p_0V\cdot4}{4\cdot7\cdot T_0}=\frac{11\cdot p_0V}{4\cdot T}\Rightarrow T=\frac{11}{4}T_0$;

По ЗСЭ:

$\frac32\nu R\cdot\frac{11}{4}T_0+\frac32\cdot3\nu R\cdot\frac74T_0=\frac32\nu R\cdot T_4+\frac32\cdot3\nu RT_4$

$\frac{11}{4}T_0+\frac{21}{4}T_0=4T_4\Rightarrow T_4=2T_0$;

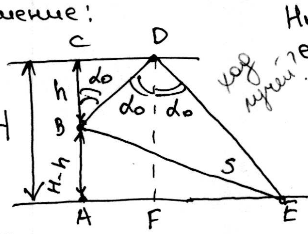
Ответ: $T_4=2T_0$;

+ 20

№4. Дано: $h, S; n$

H – ?

Решение:



Ныряльщик сможет увидеть дно в отражении, если угол падения света будет ≥ угла полного внутреннего отражения.

По закону преломления света: $\sin\alpha_0 = \frac{1}{n}$; +

В $\triangle DFE$: $tg\alpha_0 = \frac{FE}{FD} = \frac{FE}{H} \Rightarrow FE = H\cdot tg\alpha_0$;

$\angle BDF = \angle EDF$ по закону отражения света;

Т.к. $AC \parallel FD$ и BD – секущая, то $\angle CBD = \angle BDF = \alpha_0$ (как накрест лежащие).

Из $\triangle BCD$: $tg\alpha_0 = \frac{CD}{h} = \frac{AF}{h} \Rightarrow AF = h\cdot tg\alpha_0$.

Т.к. $\sin\alpha_0 = \frac{1}{n} \Rightarrow \cos\alpha_0 = \sqrt{1-\frac{1}{n^2}} = \frac{\sqrt{n^2-1}}{n}$; $tg\alpha_0 = \frac{\sin\alpha_0}{\cos\alpha_0} = \frac{1\cdot n}{n\sqrt{n^2-1}} = \frac{1}{\sqrt{n^2-1}}$; +

В $\triangle BAE$ по теореме Пифагора:

$S^2 = (H-h)^2 + (AF+FE)$; $\quad AF+FE = \frac{1}{\sqrt{n^2-1}}\cdot(H+h)$

8

$S^2 = H^2 - 2Hh + h^2 + \frac{H^2+2Hh+h^2}{n^2-1}$;

T – 11

$H^2(n^2-1+1) + H(4h-2hn^2) + h^2n^2 - s^2(n^2-1) = 0$

$H^2\cdot n^2 + H(4h-2n^2h) + h^2n^2 - S^2n^2 + S^2 = 0$

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

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

$\sqrt{D} = 2\sqrt{(n^2-1)\cdot h^2(S^2-4)} = 2h\sqrt{(n^2-1)(S^2-4)}$

$$H_1 = \frac{-4h + 2n^2h + 2h\sqrt{(n^2-1)(S^2-4)}}{2n^2} = \frac{h(n^2-2+\sqrt{(n-1)(n+1)(S-2)(S+2)})}{n^2}$$

$$H_2 = \frac{h(n^2-2-\sqrt{(n-1)(n+1)(S-2)(S+2)})}{n^2}$$

Сразу неверно определено S.

Ответ: $H_{1,2} = \frac{h(n^2-2 \pm \sqrt{(n-1)(n+1)(S-2)(S+2)})}{n^2}$; —