ШИФР (не заполнять)
001842

☒ **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 2

Выполнил (а)

Фамилия: МАЗУРОВА

Имя: АЛЕКСАНДРА

Отчество: СЕРГЕЕВНА

Класс: 11

Наименование школы: МАОУ „Кожевниковская СОШ №1"

Город (село): с. Кожевниково

Район: Кожевниковский

Область: Томская

Дата рождения: 15 / 04 / 1998

Контактный телефон: 89539117592

E-mail: mazurovasasha98@mail.ru

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 А. Мазур

ШИФР 001842

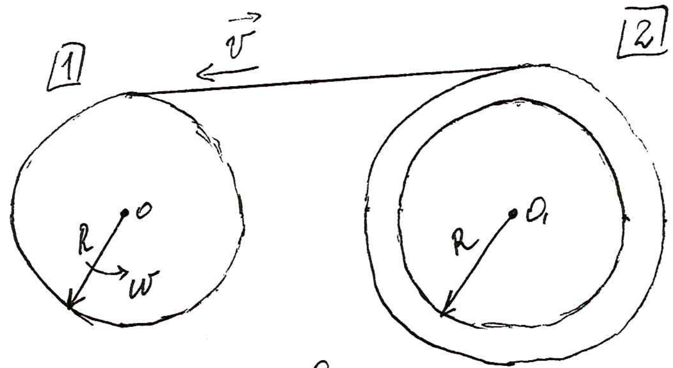
Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
66	10.3.16	Александров И.Н	

[1] Дано:
ω;
$R_1 = R_2 = R$;
d;
$d << R$

$v_n - ?$

Решение:



1) Когда лента перематывается с катушки 2 на катушку 1, угловая скорость катушки 1 остаётся постоянной, а радиус увеличивается засчёт намотанного слоя ленты, толщиной d. Рассмотрим, как изменяется линейная скорость движения ленты со временем:

t_1 – от 0 до T (где T – период вращения катушки) $v_1 = \omega R$

t_2 – от T до $2T$ $v_2 = \omega(R+d)$

t_3 – от $2T$ до $3T$ $v_3 = \omega(R+2d)$

t_4 – от $3T$ до $4T$ $v_4 = \omega(R+3d)$, тогда

t_n – от $(n-1)T$ до nT $v_n = \omega(R+(n-1)d)$.

$v_n = \omega(R + nd - d)$

$v_n = \omega R + \omega nd - \omega d$

$v_n = \omega(R-d) + \omega d n$, т.к. $t = nT$, интервал времени в n периодов.

то $n = \frac{t}{T}$.

$v_n = \omega(R-d) + \omega d \frac{t}{T}$.

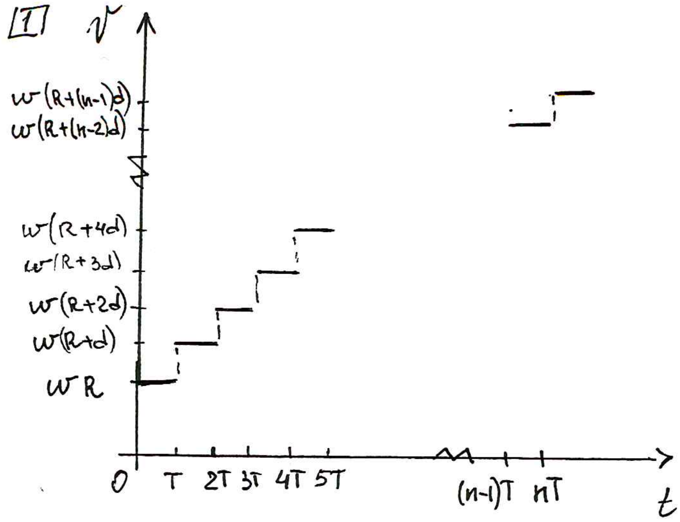
2) угловая скорость связана с периодом следующим образом
$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega}$, значит

$v_n = \omega(R-d) + \frac{\omega^2 d}{2\pi} t$, т.к время меняется скачкообразно, что можно отследить на графике v-t, то $t = nT$, где $n = 0, 1, 2 \ldots$

листочек мин. w

001842

[1]



Ответ: $v_n = w(R-d) + \frac{w^2 t}{2\pi}$. ?

4

[2] Дано:

d

T

ρ_0

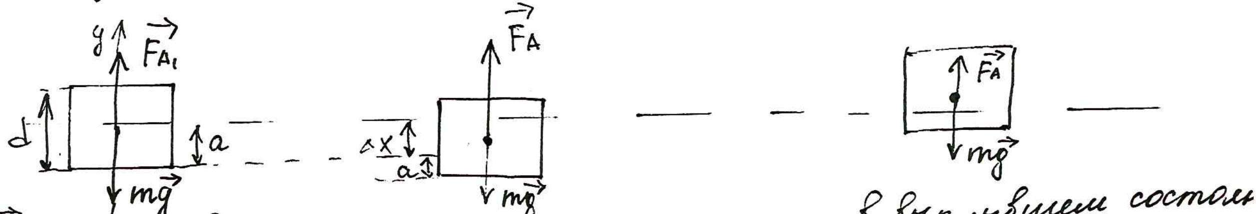
$\rho < \rho_0$

$\rho - ?$?

Решение:

Рассмотрим колебания шайбы после того, как она упала в воду, погрузившись в неё, и всплыла.

Т.к. $\rho < \rho_0$, то шайба будет плавать



по II закону Ньют.: $\vec{F}_{A_1} + m\vec{g} = \cancel{m\vec{a}} = 0$

$Oy:\ F_{A_1} = mg$

$\rho_0 g V = mg$

V - объём погружённой части шайбы

$V = Sa$

$\rho_0 g S a = mg$

$F_A > mg$

в погрузившемся состоянии на дополнительный объём ΔV

$\Delta V = S\Delta x$

в выплывшем состоянии

$F_A < mg$

1) Малые колебания шайбы похожи на колебания пружинного маятника с периодом T.

Тогда сила Архимеда выполняет роль силы упругости.

$$\left.\begin{aligned} F_A &= \rho_0 g \Delta V = \rho_0 g S \Delta x \\ F_y &= -k\Delta x \text{ (закон Гука)} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \rho_0 g S \Delta x = -k \Delta x \Rightarrow k = \rho_0 g S.$$

2) Запишем, чему равен период колебаний шайбы:

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, $m = \rho V_{шайбы} = \rho S d$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{\rho S d}{\rho_0 S g}} = 2\pi\sqrt{\frac{\rho d}{\rho_0 g}}$; $(T)^2 = \left(2\pi\sqrt{\frac{\rho d}{\rho_0 g}}\right)^2$; $T^2 = 4\pi^2 \frac{\rho d}{\rho_0 g}$; $T^2 \rho_0 g = 4\pi^2 \rho d \Rightarrow$

$\rho = \frac{T^2 \rho_0 g}{4\pi^2 d}$. Проверим размерность $\frac{кг}{м^3} = \frac{с^2 \cdot \frac{кг}{м^3} \cdot \frac{м}{с^2}}{м}$

$\frac{кг}{м^3} = \frac{кг}{м^3}$.

10

?

Ответ: $\rho = \frac{T^2 \rho_0 g}{4\pi^2 d}$.

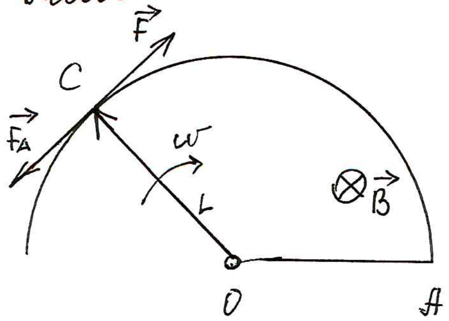
Нет ответа на первый вопрос задачи!

5 Дано:

L;
B;
F;
w

R - ?

Решение:



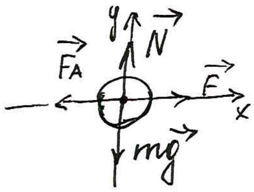
Рассмотрим движение стержня с постоянной угловой скоростью w в однородном магнитном поле.

1) При движении стержня площадь рамки меняется от значения S до 0. $S = \frac{\pi L^2}{2}$ (т.к. площадь всего круга πL^2)
По закону электромагнитной индукции $|\mathcal{E}_i| = \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t}$,
магнитный поток $\Phi = BS\cancel{\cos\beta}^{\,1}$ $\cos\beta = 1$.

$$|\mathcal{E}_i| = \frac{|B\Delta S|}{\Delta t} = \frac{|BS|}{\Delta t}.$$

2) Рассмотрим силы, действующие на стержень:

вид с-боку.



т.к. стержень двигается с постоянной угловой скоростью, то ускорение равно нулю.

II закон Ньютона: $\vec N + m\vec g + \vec F + \vec F_A = \cancel{m\vec a}^{\,0}$

ox: $F - F_A = 0 \Rightarrow F = F_A$

Сила Ампера компенсирует приложенную силу.

N - сила реакции опоры;
mg - сила тяжести;
F - приложенная сила
F_A - сила Ампера ; $F_A = IBL\cancel{\sin\alpha}^{\,1}$ ($\sin\alpha = 1$, т.к $B \perp$ стержню с током I).

3) В стержне возникает индукционный ток.
Согласно закону Ома для участка цепи $I = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = \frac{BS}{\Delta t R} = \frac{B\pi L^2}{2\Delta t R}$

4) Имеем:

$$\begin{cases} I = \frac{F_A}{BL} = \frac{F}{BL} \\ I = \frac{B\pi L^2}{2\Delta t R} \end{cases} \Rightarrow \frac{F}{BL} = \frac{B\pi L^2}{2\Delta t R} \Rightarrow B^2L^3\pi = 2F_A t R \Rightarrow R = \frac{B^2L^3\pi}{2F_A t} = \frac{B^2L^3\cancel{\pi} w}{2F\cancel{\pi}}$$

$$R = \frac{B^2L^3w}{2F}.$$

т.к $\left.\begin{matrix}\Delta t = \frac{T}{2} \\ T = \frac{2\pi}{w}\end{matrix}\right\} \Rightarrow \Delta t = \frac{\pi}{w}$

Проведём проверку: $Ом = \frac{Тл^2 \cdot м^3 \cdot с^{-1}}{Н} = \frac{\frac{Н^2}{А^2 \cdot м^2} \cdot м^3}{с \cdot Н} = \frac{Н \cdot м}{А \cdot А \cdot с} = \frac{Дж}{А \cdot Кл}$

Ом = Ом

Ответ: $R = \frac{B^2L^3w}{2F}$.

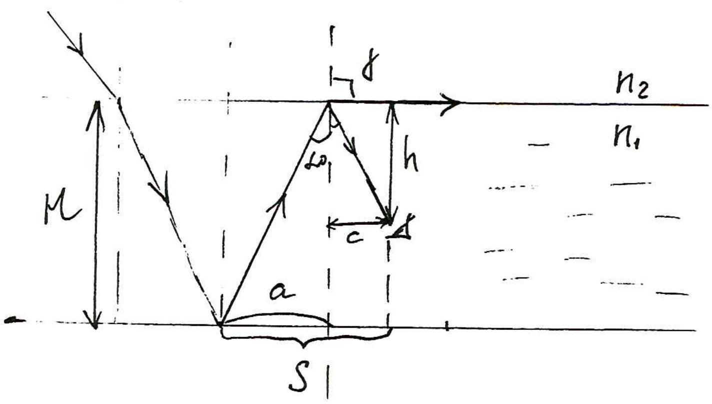
18

Чистобик ...

[4] Дано:
H;
S

$h - ?$

Решение:



1) Пловец, плавающий в пруду, смотрит вверх и видит только те участки дна на собой, от которых отражённые лучи будут испытывать полное внутреннее отражение на границе раздела сред „вода- воздух",
поэтому $\frac{\sin\alpha_0}{\sin\gamma} = \frac{n_2}{n_1}$, α_0 - падающий угол
γ - преломлённый угол
n_2 - показатель преломления воздуха
n_1 - показатель преломления воды.

2) $\sin\alpha_0 = \frac{1}{n_1} \Rightarrow \alpha_0 = \arcsin\frac{1}{n_1}$

$\cos\alpha_0 = \sqrt{1-\frac{1}{n_1^2}} = \sqrt{\frac{n_1^2-1}{n_1^2}} = \frac{\sqrt{n_1^2-1}}{n_1}$; $tg\alpha_0 = \frac{\sin\alpha_0}{\cos\alpha_0} = \frac{1}{\cancel{n_1}} \cdot \frac{\cancel{n_1}}{\sqrt{n_1^2-1}} = \frac{1}{\sqrt{n_1^2-1}}$.

3) Рассмотрим получившиеся прямоугольные треугольники:

а) $\frac{a}{H} = tg\alpha_0 \Rightarrow a = H\,tg\alpha_0$

б) $\frac{c}{h} = tg\alpha_0 \Rightarrow h = \frac{c}{tg\alpha_0} = \frac{S-a}{tg\alpha_0} = \frac{S - H\,tg\alpha_0}{tg\alpha_0} = \frac{S}{tg\alpha_0} - H = S\cdot\sqrt{n_1^2-1} - H.$

$S = a + c \Rightarrow c = S - a$

$h = S\sqrt{n_1^2-1} - H.$

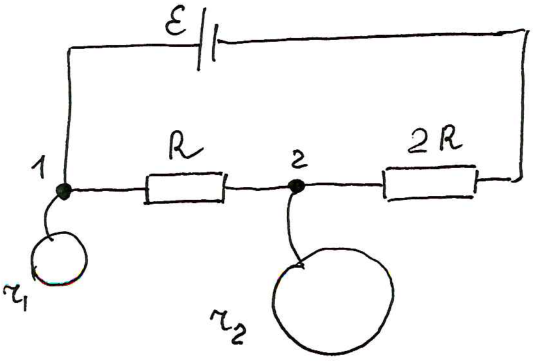
Ответ: $h = S\sqrt{n_1^2-1} - H$ (или $h = \frac{S}{tg\alpha_0} - H$, где $\alpha_0 = \arcsin\frac{1}{n_1}$).

9

[3] Дано:
r_1;
r_2;
$R_1 = R$
$R_2 = 2R$

$q_1 - ?$
$q_2 - ?$

Решение:



1) Найдём напряжение между точками 1 и 2. Воспользуемся законом Ома для полной цепи:
$I = \frac{\mathcal{E}}{R_0 + r}$; r - внутреннее сопротивление, равное по условию нулю.

$R_0 = R_1 + R_2 = R + 2R = 3R$ (общее сопротивление цепи, резисторы подсоедины последовательно).

$I = \frac{\mathcal{E}}{R_0} = \frac{\mathcal{E}}{3R}.$

источник тока

3) 2) Найдём падение напряжения на первом резисторе R_1.

$U_1 = Y \cdot R_1 = Y \cdot R = \frac{\mathcal{E}}{3R_1} \cdot R' = \frac{\mathcal{E}}{3}$.

$U_1 = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{\mathcal{E}}{3}$; $\varphi_1 = \varphi_2 = \frac{\mathcal{E}}{3}$ (1)

По определению потенциал в точке 1 : $\varphi_1 = \frac{q_1}{4\pi\varepsilon_0 r_1}$

в точке 2 : $\varphi_2 = \frac{q_2}{4\pi\varepsilon_0 r_2}$.

3) По условию шары изначально незаряжены.
Согласно закону сохранения зарядов $q_1 + q_2 = 0 \Rightarrow q_1 = -q_2$

$q_1 = q$; $q_2 = -q$.

4) Выполним подстановку в уравнение (1):

$\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r_1} - \left(-\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r_2}\right) = \frac{\mathcal{E}}{3}$; $\frac{q}{4\pi\varepsilon_0} \frac{(r_2 + r_1)}{r_1 \cdot r_2} = \frac{\mathcal{E}}{3}$; $q = \frac{\mathcal{E} 4\pi\varepsilon_0 r_1 \cdot r_2}{3(r_1 + r_2)}$,

тогда $q_1 = \frac{\mathcal{E} 4\pi\varepsilon_0 r_1 \cdot r_2}{3(r_1 + r_2)}$ или т.к. $k = \frac{1}{4\varepsilon_0 \pi}$ $q_1 = \frac{\mathcal{E} r_1 r_2}{3k(r_1 + r_2)}$

$q_2 = -\frac{\mathcal{E} 4\pi\varepsilon_0 r_1 r_2}{3(r_1 + r_2)}$ $q_2 = -\frac{\mathcal{E} r_1 r_2}{3k(r_1 + r_2)}$

Ответ: $q_1 = \frac{\mathcal{E} 4\pi\varepsilon_0 r_1 \cdot r_2}{3(r_1 + r_2)}$; $q_2 = -\frac{\mathcal{E} 4\pi\varepsilon_0 r_1 r_2}{3(r_1 + r_2)}$

или $q_1 = \frac{\mathcal{E} r_1 r_2}{3k(r_1 + r_2)}$ или $q_2 = -\frac{\mathcal{E} r_1 r_2}{3k(r_1 + r_2)}$.

? 14

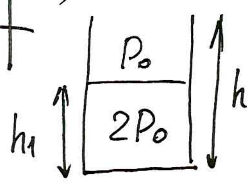
6) Дано:
h
$N = 5$
P_0
$mg = P_0 S$
S

H — ?

Решение:

1) т.к. поршень металлический - он теплопроводящий (теплообмен происходит быстро), температура везде одинакова.

2) Сначала опускаем первый поршень:

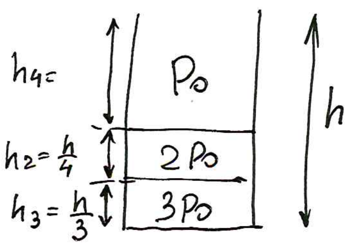


$\frac{mg}{S} = P_0$ (по условию);

$P_0 V_0 = 2P_0 V_1$

$\cancel{P_0 S} h = 2\cancel{P_0 S} h_1$; $h_1 = \frac{h}{2}$.

3) Опускаем следующий поршень:



а) $P_0 \frac{V_0}{2} = 2P_0 V_2$

$\cancel{P_0} \frac{Sh}{2} = 2\cancel{P_0 S} h_2 \Rightarrow h_2 = \frac{h}{4}$

б) $P_0 V_0 = 3P_0 V_3$

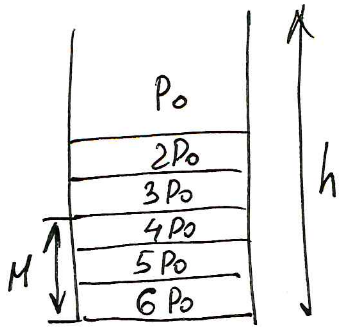
$\cancel{P_0 S} h = 3\cancel{P_0 S} h_3 \Rightarrow h_3 = \frac{h}{3}$

в) $h_4 = h - (h_2 + h_3) = h - \left(\frac{h}{3} + \frac{h}{4}\right) = h - \left(\frac{7h}{12}\right) = \frac{5h}{12}$.

4) Рассмотрим ситуацию когда все поршни опущены:

чистовик лист 6

$\boxed{6}$



H - расстояние между дном и 3 поршнем

а) $6 P_0 S h_1' = P_0 V_0$

$6 \cancel{P_0 S} h_1' = \cancel{P_0 S} h \Rightarrow h_1' = \frac{h}{6}$

б) $5 \cancel{P_0 S} h_2' = \cancel{P_0} \frac{h}{2} \cancel{S} \Rightarrow h_2' = \frac{h}{10}$

в) $4 \cancel{P_0 S} h_3' = \cancel{P_0 S} \frac{5h}{12} \Rightarrow h_3' = \frac{5h}{48}$

$H = h_1' + h_2' + h_3' = \frac{h}{6} + \frac{h}{10} + \frac{5h}{48} = \frac{h(80+48+50)}{480} \approx 0{,}37h$

Ответ: $H \approx 0{,}37h$. ?

12