ШИФР (не заполнять)
003617

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

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

(отметить галочкой олимпиаду)

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

Олимпиадная работа по физике вариант 2
(указать предмет)

Выполнил (а)

Фамилия: П Е Р Е П Е Л И Ц А

Имя: В А Л Е Н Т И Н А

Отчество: А Л Е К С А Н Д Р О В Н А

Класс: 11

Наименование школы: Назарбаев Интеллектуальная школа

Город (село): город Талдыкорган

Район:

Область: Алматинская область, Казахстан

Дата рождения: 19 / 12 / 1999

Контактный телефон: 8777 657 45 58

E-mail: valushka.perepelitca@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 Перепелица

ШИФР 003617

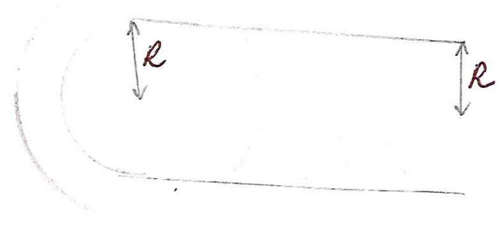
Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
73	21.3.16	Александров И.А	

1) Дано:
ω
R
d $(d < R)$

$\Delta \vartheta$

Анализ и решение



Важно понять, что линейная скорость точек на поверхности катушек одинакова и равна линейной скорости самой нити. Нам известна радиусы обеих катушек ($R_1 = R_2 = R$) и диаметр нити (d). Значит, если мы воспользуемся формулой, связывающей линейную ϑ с ω и R, то сможем определить изменение ϑ за период вращения катушки.

Следует отметить, что каждый оборот катушки увеличивает её радиус R на величину d (величину диаметра нити.

$$R_2 = R + d_{нити}$$

Воспользуемся формулой: $\vartheta = \omega \cdot R$.

Начальная скорость: $\vartheta_0 = \omega \cdot R$

Скорость после первого оборота: $\vartheta_1 = \omega(R + d)$

Скорость после второго оборота: $\vartheta_2 = \omega(R + 2d)$.

$$\Delta \vartheta = \vartheta_1 - \vartheta_0 = \vartheta_2 - \vartheta_1 = \omega R + \omega d - \omega R = \omega R + 2\omega d - \omega R - \omega d = \omega d.$$

А дальше? 4

За 1 период линейная скорость будет меняться на величину ωd.

003617

2) Дано:
толщина $= d$
период $= T$
$\rho_ш < \rho_0$
$\rho_0 = \rho_{водь}$

$\rho_{шайбы}$

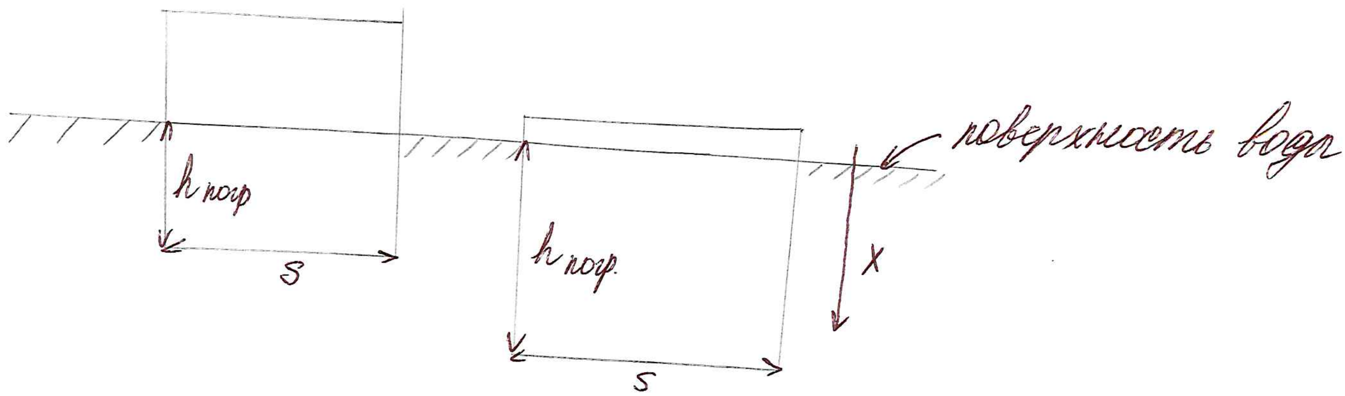
Анализ и решение

Найдем период колебаний шайбы. Если она плавает в воде, то сила тяжести уравновешивает силу Архимеда:

$$mg = \rho_0 \cdot g \cdot h_{погр} \cdot S \;; \quad V_{погр} = S \cdot h_{погр}.$$

S - площадь шайбы

$h_{погр}$ - глубина погруженной части.



Если шайбу погрузить на дополнительную глубину x, то по закону Ньютона:

$$-am = -mg + \rho_0 \cdot g \cdot (h_{погр} + x) \cdot S$$

$$-am = -\rho_0 \cdot g \cdot S \cdot x$$

Минус перед ускорением появляется, т.к. x направлен вниз, а ускорение направлено вверх. Сравним с законом Гука $am = -kx$, из которого следует, что $k = \rho_0 \cdot g \cdot S$

Период колебаний пружины: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$.

Подставим в данную формулу полученное значение k:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{\rho_0 \cdot g \cdot S}}$$

Выразим массу шайбы через плотность: $m = \rho_ш \cdot V = \rho_ш \cdot S \cdot d$. Подставим в формулу:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\rho_ш \cdot \cancel{S} \cdot d}{\rho_0 \cdot g \cdot \cancel{S}}} = 2\pi\sqrt{\frac{\rho_ш \cdot d}{\rho_0 \cdot g}}$$

$$\frac{T^2}{4\pi^2} = \frac{\rho_ш \cdot d}{\rho_0 \cdot g} \Rightarrow \rho_ш = \frac{T^2 \cdot \rho_0 \cdot g}{4\pi^2 \cdot d}.$$

Ответ: $\rho_ш = \frac{T^2 \cdot \rho_0 \cdot g}{4\pi^2 \cdot d}$ 15

3) Дано:

r_1

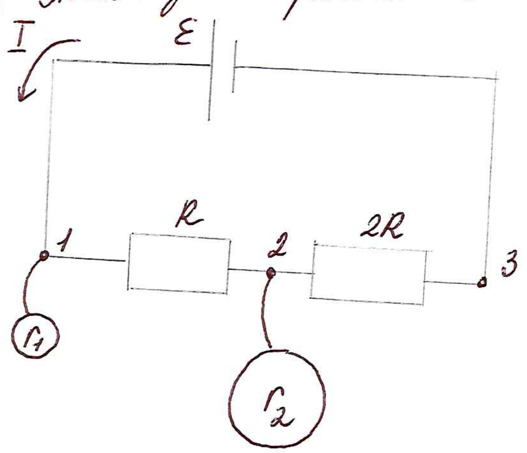
r_2

$\mathcal{E}$

R, $2R$

q_1, q_2 - ?

Анализ и решение



В данной задаче должна быть использована формула силы тока: $I = \frac{\mathcal{E}}{3R}$

Напряжение между точками 3 и 2 равно:

$$U_{32} = I \cdot 2R = \frac{2}{3}\mathcal{E}$$

Напряжение между точками 1 и 2 равно:

$$U_{12} = I \cdot R = \frac{\mathcal{E}}{3}$$

Напряжение между точками 1 и 3 равно:

$$U_{13} = \mathcal{E}$$

Потенциал в точке 3 будем считать равным 0.
Тогда потенциал в точке 2:

$$\varphi_2 = U_{23} = \frac{2}{3}\mathcal{E}$$

До этого потенциала зарядится шар радиусом r_2
Потенциал шара вычисляется по формуле:

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

k - это постоянная ($k = 9 \cdot 10^9 \frac{Н \cdot м^2}{Кл^2}$).

Потенциал точки 1, соответственно, равен:

$$\varphi_1 = \mathcal{E}.$$

4

До этого потенциала зарядится шар радиусом r_1:

$$\varphi_1 = \frac{k \cdot q_1}{r_1} \Rightarrow q_1 = \frac{\varphi_1 \cdot r_1}{k} = \frac{\mathcal{E} \cdot r_1}{k} \quad (k = 9 \cdot 10^9 \frac{Н \cdot м^2}{Кл^2})$$

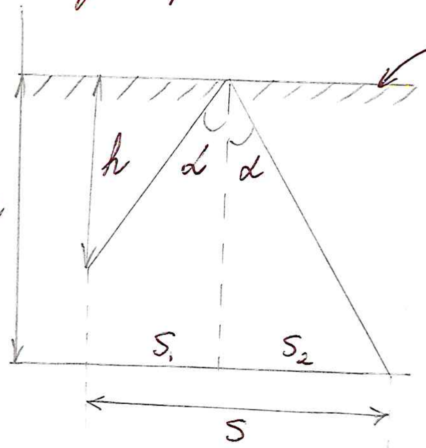
Ответ: $q_1 = \frac{\mathcal{E} \cdot r_1}{k}$; $q_2 = \frac{2 \cdot \mathcal{E} \cdot r_2}{3k}$?

4. Дано:
глубина $= H$
S

---

h

Анализ и решение.



Предельный угол полного внутреннего отражения α.

$$\sin\alpha = \frac{1}{n}$$

n – это показатель преломления

$$tg\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{\sin\alpha}{\sqrt{1-\sin^2\alpha}} = \frac{1}{\sqrt{n^2-1}}$$

$$\frac{S_1}{h} = tg\alpha\ ; \quad \frac{S_2}{H} = tg\alpha\ ; \quad S_1 + S_2 = S$$

Из второго уравнение: $S_2 = H \cdot tg\alpha$

Подставим полученное в третье уравнение:

$$S_1 = S - S_2 = S - H \cdot tg\alpha$$

Подставим результат в первое уравнение:

$$h = \frac{S_1}{tg\alpha} = \frac{S - H\cdot tg\alpha}{tg\alpha} = \frac{S}{tg\alpha} - H =$$

$$= S\sqrt{n^2-1} - H \quad \left(\text{т.к. } tg\alpha = \frac{1}{\sqrt{n^2-1}}\right).$$

Ответ: $h = S\sqrt{n^2-1} - H$.

15

5) Дано:

$r = L$

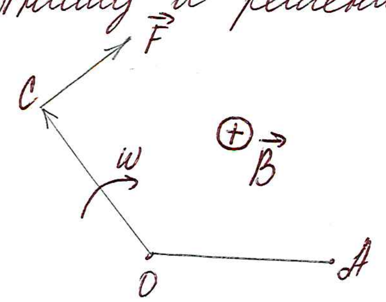
OC - подвижный стержень

B

w

R_{min} - ?

Анализ и решение



В движущемся проводнике появится ЭДС:

$$\varepsilon = B \cdot l \cdot v_{ср}$$

$v_{ср}$ - средняя скорость точек стержня OC.

$$v_{ср} = \frac{w \cdot L}{2} \; ; \; \varepsilon = \frac{B \cdot L^2 \cdot w}{2}$$

Мощность тока в стержне OC равна:

$$P_1 = \frac{\varepsilon^2}{R} = \frac{B^2 \cdot l^4 \cdot w^2}{4R}$$

Мощность, которую создает сила F, равна:

$$P_2 = F \cdot v_{ср} = \frac{F \cdot w \cdot L}{2}$$

Приравниваем значения P_1 и P_2:

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{B^2 \cdot L^4 \cdot w^2}{4R} = \frac{F \cdot w \cdot L}{2}$$

$$\Downarrow$$

$$R_{min} = \frac{B^2 \cdot L^3 \cdot w}{2F}$$

Ответ: $R_{min} = \dfrac{B^2 \cdot L^3 \cdot w}{2F}$.

0

15

б) Дано:

h

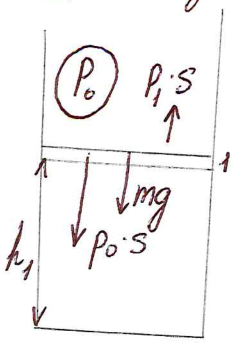
$N = 5$

$mg = p_0 \cdot S$

---

h_3 - ?

Анализ и решение.



1) Опускаем первый поршень по условию равновесия:

$$p_1 \cdot S = mg + p_0 \cdot S$$

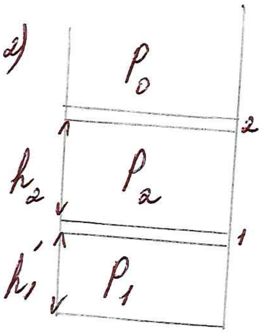
p_1 - давление воздуха под поршнем.

Из уравнение изотермического процесса:

$$p_0 \cdot h = p_1 \cdot h_1 \; ; \; h_1 = \frac{h}{2}$$

h_1 - расстояние от дна до поршня.

2)



Опускаем второй поршень.
Давление под ним составляет:

$$p_2 = 2p_0$$

Давление под первым поршнем, соответственно, будет: $p_1' = 3p_0$

Из уравнение изотермического процесса:

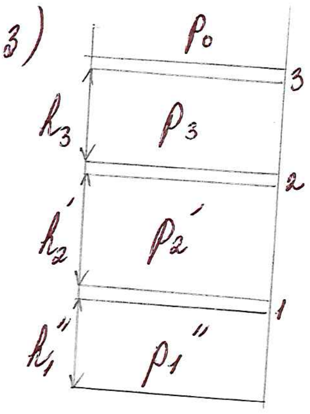
$$h_1' = \frac{h}{3} \quad (p_0 \cdot h = p_1 \cdot h_1)$$

h_2 - расстояние между 1-ым и 2-ым поршнями

Высота 2-ого поршня над дном: $h_1' + h_2 = h\left(\frac{1}{3} + \frac{1}{4}\right) = \frac{7}{12}h$

До верха сосуда осталось: $h - \frac{7}{12}h = \frac{5}{12}h$.

3)



Опускаем третий поршень
Давление под ним: $p_3 = 2p_0$
Под вторым поршнем: $p_2' = 3p_0$
Под первым поршнем: $p_1'' = 4p_0$

$$p_0 \cdot h = p_1'' \cdot h_1'' \; ; \; h_1'' = \frac{h}{4}$$

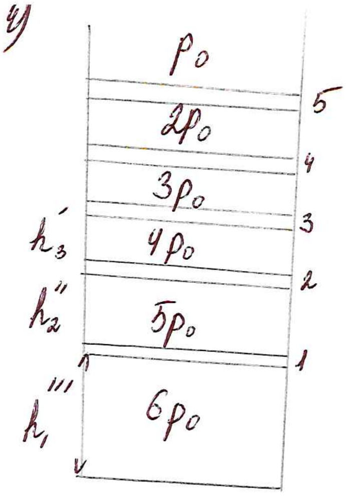
$$p_0 \cdot \frac{h}{2} = p_2' \cdot h_2' \; ; \; h_2' = \frac{h}{6}$$

$$p_0 \cdot \frac{5h}{12} = p_3 \cdot h_3 \; ; \; h_3 = \frac{5}{24}h$$

Стоит заметить, что при добавлении следующего поршня давление возрастает на p_0.

№6

4)



После добавления пятого поршня давление под ним составляет − $2p_0$; под 4-ым − $3p_0$ и т.д. (как показано на рисунке)

По закону изотермических процессов для воздуха под 3-м поршнем:

$$p_0 \cdot \frac{5}{12} h = 4p_0 \cdot h_3'$$

$$h_3' = \frac{5h}{48}$$

Под вторым поршнем:

$$p_0 \cdot \frac{h}{2} = 5p_0 \cdot h_2''$$

$$h_2'' = \frac{h}{10}$$

Под первым поршнем:

$$p_0 \cdot h = 6p_0 \cdot h_1'''$$

$$h_1''' = \frac{h}{6}$$

Высота третьего поршня:

$$h_1''' + h_2'' + h_3' = h\left(\frac{1}{6} + \frac{1}{10} + \frac{5}{48}\right) = \frac{89}{240} h$$

Ответ: $h_3 = \frac{89}{240} h$

20