ШИФР (не заполнять)
ОРМО-II-16 Ф-260

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

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

(отметить галочкой олимпиаду)

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

Олимпиадная работа по ФИЗИКЕ вариант 1
(указать предмет)

Выполнил (а)

Фамилия: ГРЕФЕНШТЕЙН

Имя: АЛЕКСАНДР

Отчество: ВИТАЛЬЕВИЧ

Класс: 11

Наименование школы: МБОУ „Лицей №23"

Город (село): Кемерово

Район: Ленинский

Область: Кемеровская

Дата рождения: 16 / 03 / 1998г.

Контактный телефон: 8-913-406-71-09

E-mail: G_aleksandr_98@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 Греф

ШИФР ОРМО-II-16 Ф-260

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
91	12.03.16	Мерзляков	[signature]

Задача № 1.

Дано:

v – const.

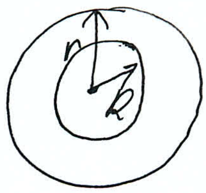
R.

d ($d \ll R$).

$\omega(t)$ – ?

Решение:

рассмотрим катушку, на которую наматывается лента



где r — радиус с учётом толщины ленты, а R — непосредственно радиус катушки.

отсюда можно найти площадь ленты в тонком разрезе — $S_л = \pi r^2 - \pi R^2 = \pi \cdot (r^2 - R^2)$.

также $S_л = v \cdot t \cdot d$

приравняв эти площади, найдем радиус r.

$$\pi \cdot (r^2 - R^2) = vtd \Rightarrow r^2 = \frac{vtd}{\pi} + R^2.$$

$$r = \sqrt{\frac{vtd}{\pi} + R^2}.$$

из формулы линейной скорости.

$$v = \omega r \Rightarrow \omega_{(t)} = \frac{v}{r} = \frac{v}{\sqrt{\frac{vtd}{\pi} + R^2}}.$$

13

Ответ: $\dfrac{v}{\sqrt{\frac{vtd}{\pi} + R^2}}$.

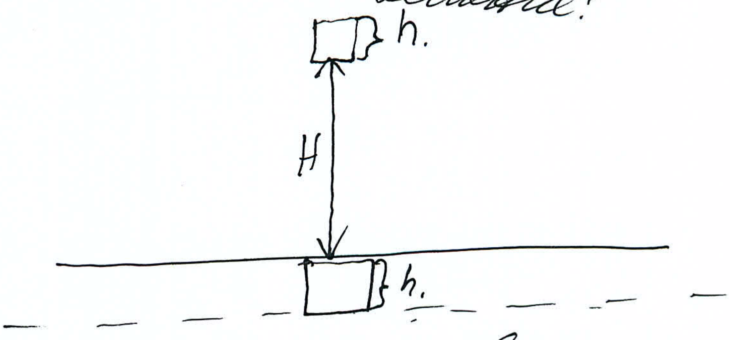
Задача №2

ОРМО-II-16
Ф-260

Дано:
h.
ρ. ρ < ρ₀
ρ₀.

H – ?
T – ?

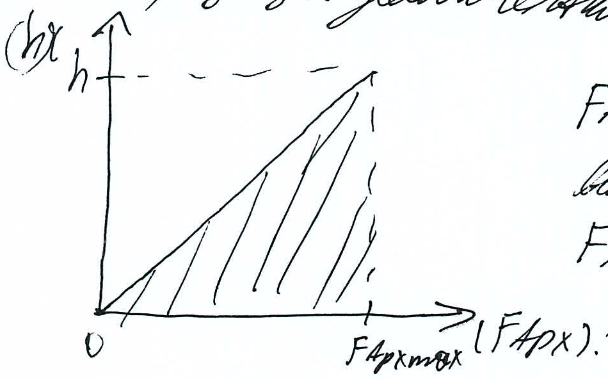
Решение:



систему отсчёта свяжем с нижней частью шайбы, в тот момент когда она полностью погрузилась в воду.

Исходя из этого, в момент, когда шайба полностью погрузится в воду Еп.м. → ~~Е~~ А силы архимеда. ?

Заметим, однако, что $A_{FA} = Fh.$, но F – линейно возрастает, из-за увеличения V погруженного тела.



$F_{Apx(t)} = \rho_0 \cdot V_n \cdot h(t).$ что такое?

Вследствие этого, работу силы FApx найдем как площадь фигуры под графиком.

$$A_{FApx} = \frac{F_{Apx\,max}}{2}.$$

запишем закон сохранения Ем.п.

$$mgH + mgh. = A_{FApx}$$

$$mg\cdot(H+h) = \frac{F_{Apx\,max}}{2}\cdot h; \text{ где } F_{Apx\,max} = \rho_0 \cdot V_n \cdot g$$

$$mg\cdot(H+h) = \frac{\rho_0 V_n \cdot g \cdot h}{2}; \text{ где } V_n \text{ (из } \rho) = \frac{m}{\rho}.$$

$$H+h = \frac{\rho_0 \cdot h}{2\rho} \Rightarrow H = \frac{\rho_0 \cdot h}{2\rho} - h = h\cdot\left(\frac{\rho_0}{2\rho} - 1\right).$$

8

ОЛМО-II-16
Ф-260

Продолжение задачи № 2.

в конечный момент времени, из-за установления механического равновесия $F_{Арх} = F_{тяж.}$ шайба начнёт колебаться, при этом её колебания сравнимы с колебаниями пружинного маятника.

$$F_A = F_т$$

$$\rho_0 g \cdot V_п = mg \ ; V_п = \frac{m}{\rho}$$

$$X \cdot \frac{\rho_0 \cancel{g}\, m}{h \cdot \rho} = \cancel{mg} \quad ; \text{где } x = h_{погружения}$$

$$\frac{X \rho_0}{h\rho} = 1 \Rightarrow X = \frac{h\rho}{\rho_0} = h_{погружения}$$

по II з. Н. $\Rightarrow ma = KX. \Rightarrow K = \frac{ma}{X}$; где $a = g$.

$$K = \frac{mg\rho_0}{h\rho}$$

отсюда следует. $\Rightarrow$

$$\Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} = 2\pi\sqrt{\frac{h\rho}{g\rho_0}}$$

7

Ответ: $H = h \cdot \left(\frac{\rho_0}{2\rho} - 1\right)$; $T = 2\pi\sqrt{\frac{h\rho}{g\rho_0}}$

15

Задача № 3.

Дано:

r_1 ε.
r_2

Q_1 - ?
Q_2 - ?
Q_3 - ?

Решение:

т.к. шары первоначально не заряжены, а в самой схеме заряд не выделяется, то выполняется условие

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0.$$

Найдём разность потенциалов между $\varphi_2 - \varphi_1$ и $\varphi_3 - \varphi_2$.

3.

ОРМО-II-16
Ф-260

Продолжение задачи № 3.

учтём, что т.к. шары соединены последовательно и внутреннего ~~соединения~~ сопротивления источника нет, то $\mathcal{E}$ распределяется поровну

$$\begin{cases} \frac{\mathcal{E}}{2} = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{KQ_2}{r_2} - \frac{KQ_1}{r_1} \\ \frac{\mathcal{E}}{2} = \varphi_3 - \varphi_2 = \frac{KQ_3}{r_1} - \frac{KQ_1}{r_2} \end{cases}$$ где $K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$

$$0 = (\varphi_2 - \varphi_1) - (\varphi_3 - \varphi_2) = \frac{KQ_2}{r_2} - \frac{KQ_1}{r_1} - \frac{KQ_3}{r_1} + \frac{KQ_2}{r_2} =$$

$$= \frac{2KQ_2}{r_2} - \frac{K}{r_1}\cdot(Q_1 + Q_3) = \frac{2KQ_2}{r_2} - \frac{K\cdot(-Q_2)}{r_1} =$$ $Q_1 + Q_3 = -Q_2$?

$= KQ_2\cdot\left(\frac{2}{r_2} + \frac{1}{r_1}\right)$; т.к. $\cancel{K}\ \frac{2}{r_2} + \frac{1}{r_1}$ – не равно 0 и $K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ – не равен 0 $\Rightarrow$

$KQ_2\cdot\left(\frac{2}{r_2} + \frac{1}{r_1}\right) = 0$

$$\Rightarrow Q_2 = 0 \Rightarrow \frac{\mathcal{E}}{2} = \frac{KQ_3}{r_1} \Rightarrow Q_3 = \frac{r_1\mathcal{E}}{2K}$$

$$\Downarrow$$

$$Q_3 = -Q_1 = -\frac{r_1\mathcal{E}}{2K}$$

8

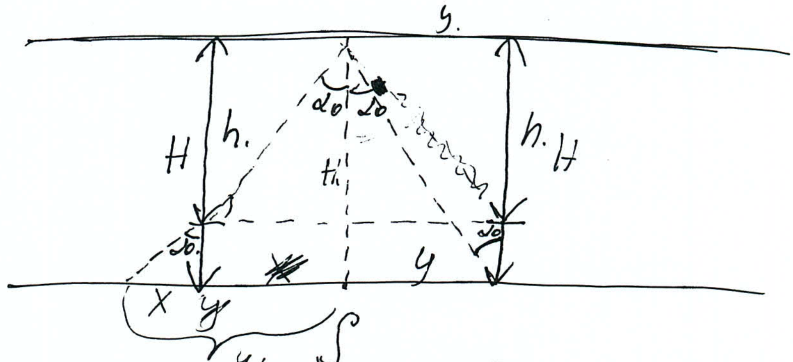
Ответ: $Q_1 = \frac{-r_1\mathcal{E}}{2K}$, $Q_2 = 0$, $Q_3 = \frac{r_1\mathcal{E}}{2K}$; где $K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$

Задача № 4.

Дано:
h. n.
S

H – ?

Решение:



Купальщик не может наблюдать точки ближе S вследствие полного внутреннего отражения.

ОРМО-II-16
Ф-260

продолжение задачи № 4.

следовательно $\frac{\sin\beta}{\sin\alpha_0} = n = \frac{1}{\sin\alpha_0} \Rightarrow \sin\alpha_0 = \frac{1}{n}$.

из рисунка $tg\alpha_0 = \begin{cases} \frac{y}{H}. \Rightarrow y = Htg\alpha_0. \\ \frac{x}{H-h}. \end{cases}$

из рисунка $x = 2y - S. = 2Htg\alpha_0 - S. \Rightarrow$

$$\Rightarrow tg\alpha_0 = \frac{2Htg\alpha_0 - S}{H-h.}$$

$$Htg\alpha_0 - htg\alpha_0 = 2Htg\alpha_0 - S.$$

$$S - htg\alpha_0 = Htg\alpha_0. \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = \frac{S - h\,tg\alpha_0}{tg\alpha_0} = \frac{S}{tg\alpha_0} - h.$$

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

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

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

Ответ: $S\sqrt{n^2-1} - h.$

15

Задача № 5.

Дано:

L
B
R
F
w

F-?

Решение:

$\mathcal{E}_i = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$. исходя из условия задачи, мы заметили, что $\Delta\Phi$ в данной формуле обусловленно ΔS контура

$$\begin{cases} \mathcal{E}_i = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta S \cdot B}{\Delta t.} \\ \mathcal{E}_i = I_i \cdot R. \end{cases}$$

ФРМО-II-16
Ф-260

Продолжение задачи № 5.

Заметим, что I_i, вследствие того что возникает он вследствие ΔS направлен туда же, куда и вектор $\vec{B}$ (от нас) $\Rightarrow$ (по правилу правого буравчика) ток направлен по часовой стрелке $\Rightarrow$ что на проводник направлена сила Ампера действующая против часовой стрелки (по правилу левой руки). т.к. FA равномерно действует на проводник, то её плечо ~~при~~ есть - половина длины проводника.

Заметим, что изменение площади контура мы получаем вследствие угловой скорости вращения проводника вокруг собственной оси. $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{w}{2\pi}\cdot S_{кр.}; \text{ где } S_{кр} = \pi L^2$$

$\Rightarrow$

$\frac{w}{2\pi}$ - это некоторый сектор круга в данный момент времени.

$$\Rightarrow \mathcal{E}_i = \frac{B\Delta S}{\Delta t} = \frac{Bw S_{кр}}{2\pi} = \frac{Bw\pi L^2}{2\pi} =$$

$$= \frac{BwL^2}{2} = I_i R \Rightarrow I_i = \frac{BwL^2}{2R}$$

по второму закону Ньютона и правилу моментов сил.

$$F\cdot 2l = FA\cdot l$$

$$F = \frac{FA}{2}; \quad FA = BI_iL = \frac{B^2wL^3}{2R}.$$

$$F = \frac{B^2L^3w}{4R}.$$

Ответ: $\frac{B^2L^3w}{4R}.$

20

ОРМО-II-16
Ф-260

Задача № 6.

Дано:
P. T.
n=4
T_{K4}-?

Решение:

Для начала разберёмся с процессами, которые происходят с газами во время работы данного алгоритма.

1) Когда в меньшей части сосуда нагревают газ, то идет изохорный процесс $\frac{P}{T}$ - const $\Rightarrow \Delta P \sim \Delta T$.

2) если принять, что вначале $P_1 - P_2 = 0 \Rightarrow P_1 = P_2$, то чтобы клапан открылся нужно газу в меньшей части сообщить такую T, чтобы $P_2' = P + P = 2P$, тогда $P_2' - P_1 = 2P - P = P$ будет давать открытие клапана.

3) после открытия клапана термодинамическое равновесие наступает в тот момент, когда $T_1 = T_2 = T_K'$.

4) остается лишь детально разобрать все 4 цикла алгоритма и вывести конечную T_{K4}.

Для удобства оформим наши рассуждения в виде таблицы.
(на листе № 8).

ОРМО-II-16
Ф-260

практические задания № 6

	T_1	P_1	T_2	P_2	пояснения.
первоначально.	T	P	T	P.	—
1 нагрев.	$2T$	$2P$	T	P.	$T_{H_1} = \frac{T \cdot 2P}{P} = 2T$.
Кл. откр. 1 раз.	$1,25T$	$1,25P$	$1,25T$	$1,25P$.	$T_{K_1} = \frac{5TV}{4V} = 1,25T$. $P_{K_1} = \frac{P}{T} = \frac{1,25TP}{T} = 1,25P$.
2 нагрев.	$2,25T$	$2,25P$	$1,25T$	$1,25P$.	$T_{H_2} = \frac{T}{P} \cdot 2,25P = 2,25T$.
Кл. откр. 2 раз.	$1,5T$	$1,5P$	$1,5T$	$1,5P$.	$T_{K_2} = \frac{2,25TV + (1,25 \cdot 3)TV}{4V} = 1,5T \Rightarrow P_{K_2} = 1,5P$.
3 нагрев.	$2,5T$	$2,5P$	$1,5T$	$1,5P$.	$T_{H3} = \frac{T \cdot 2,5P}{P} = 2,5T$.
Кл. откр. 3 раз	$1,75T$	$1,75P$.	$1,75T$	$1,75P$.	$T_{K3} = \frac{2,5TV + (1,5 \cdot 3)TV}{4V} = 1,75T \Rightarrow P_{K_3} = 1,75P$.
4 нагрев.	$2,75T$	$2,75P$.	$1,75T$	$1,75P$.	$T_{H4} = \frac{T}{P} \cdot 2,75P = 2,75T$.
Кл. откр. 4 раз.	$2T$	$2P$	$2T$	$2P$.	$T_{K_4} = \frac{3,75TV \cdot (1,25 \cdot 3)TV}{4V} = 2T$. $P_{K_4} = 2P$.

Ответ: $2T$.

20