ШИФР (не заполнять)
А14

[V] **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:	Б	а	р	а	н	о	в										
Имя:	В	л	а	д	и	с	л	а	в								
Отчество:	Д	м	и	т	р	и	е	в	и	ч							

Класс: 11

Наименование школы: МАОУ Гимназия № 18

Город (село): Томск

Район: Томский

Область: Томская

Дата рождения: 14 / 10 / 1998

Контактный телефон: 8 913 800 77 38

E-mail: vlad-141098@yandex.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 БВ

ШИФР A14

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
90 девяносто	18.3.16	Поздеева Э.В.	[illegible]

① Дано:

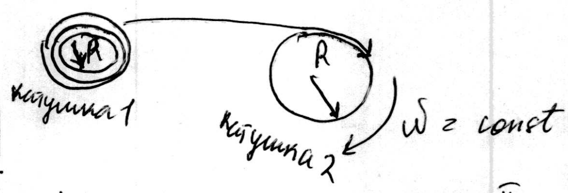
$\omega = const$

R

d

$v(t)$ - ?

Решение



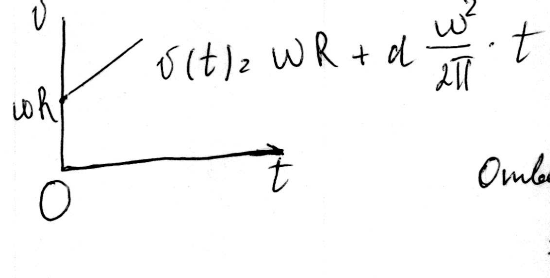
1) Определим T: $T = \frac{2\pi}{\omega}$

2) Определим число оборотов в ед. времени (в 1 сек) второй катушки: $n = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$

3) $v_{нач} = \omega R$. За 1 сек. число слоёв равно: nt, тогда: $\Delta R = dnt = d\frac{\omega}{2\pi}\cdot t$

4) $v(t) = \omega(R + \Delta R) = \omega(R + dnt) = \omega(R + dnt) = \omega(R + d\frac{\omega}{2\pi}t) = \omega R + d\frac{\omega^2}{2\pi}t$

5) Согласно последней формуле строим зависимость $v(t)$:



Ответ: $v(t) = \omega R + d\frac{\omega^2}{2\pi}\cdot t$

15 б.

Чистовик

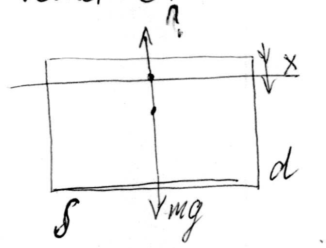
AIУ

② Дано:

d;
T;
$p < p_0$

ρ − ?

Решение:



1) Используем основное уравнения состояния газа: $PR = RT$.
Так как мы ждали долгое время, что температура установилась комнатной: $P_1V_1 = RT = P_2V_2$. То есть температура одинакова для каждого случая.

2) $F = \rho_0 g V_п = \rho_0 g (d - x)\cdot S$.

? $ma = F - mg = \rho_0 gS\cdot d - \rho_0 gS\cdot x - mg$.

$ma + \rho_0 gSx - \rho_0 gSd + mg = 0$

$x + \frac{\rho_0 gS}{m}x - \frac{\rho_0 gSd}{m} + g = 0$.

$\frac{\rho_0 gS}{m}x + g\left(1 - \frac{\rho_0 Sd}{m}\right) = y$

$\frac{\rho_0 gS}{m}\ddot{x} = \ddot{y}$.

Нет достаточных пояснений:
– колебания шайбы происходят почему?
– какое соотношение характеризует положение равновесия?
– нет пояснений пункту 2

$\frac{m}{\rho_0 gS}\ddot{y} + y = 0$

$y + \frac{\rho_0 gS}{m}y = 0$

$y = \sin(\omega t + \varphi)$

$\ddot{y} = -\omega^2\sin(\omega t + \varphi)$

$-\omega^2\sin(\omega + \varphi) + \frac{\rho_0 gS}{m}\sin(\omega t + \varphi) = 0$; $\omega = \frac{2\pi}{T}$

$\omega^2 = \frac{\rho gS}{m} = \frac{\rho_0 g\cancel{S}}{\rho \cancel{S} d} = \frac{\rho_0 g}{\rho d} = \frac{4\pi^2}{T^2} = \rho = \frac{T^2\rho_0 g}{4\pi^2 d}$.

10б.

Чисто вся

AIY

③ Дано:

$\mathcal{E}$

R

$2R$

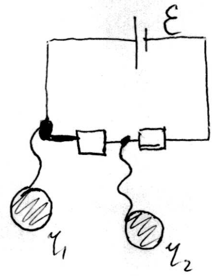
r_1

r_2

$Q_1 = ?$

$Q_2 = ?$

Решение.



1) Определим силу тока в заданной цепи: $I = \frac{\mathcal{E}}{R + 2R} = \frac{\mathcal{E}}{3R}$

2) Найдём падение напряжения на резисторе. R: $U_R = IR = \frac{\mathcal{E}}{3R} \cdot R = \frac{\mathcal{E}}{3}$

Обозначим φ_1 – потенциал точки 1

φ_2 – потенциал точки 2.

3) Разность потенциалов $\varphi_1 - \varphi_2$ равна $U_R = \frac{\mathcal{E}}{3}$; $\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{\mathcal{E}}{3}$.

4) По закону сохр. зарядов можно записать: $Q + Q_2 = 0$; ①

Потенциал φ_1 можно выразить через заряд Q_1 и ёмкость шара радиуса r_1: $\varphi_1 = \frac{Q_1}{C_1}$. Ёмкость уединённого шара равна: $C_1 = 4\pi \varepsilon_0 r_1$, тогда $\varphi_1 = \frac{Q_1}{4\pi \varepsilon_0 r_1}$;

По аналогии для второго шара радиусом r_2 имеем: $\varphi_2 = \frac{Q_2}{4\pi \varepsilon_0 r_2}$; Запишем: $\varphi_1 - \varphi_2$: $\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{Q_1}{4\pi \varepsilon_0 r_2} = \frac{\mathcal{E}}{3}$. ②

Из выражения ① находим Q_2: $Q_2 - Q_1$ и подставляем в ②: $\frac{Q_1}{4\pi \varepsilon_0 r_2} + \frac{Q_1}{4\pi \varepsilon_0 r_2} = \frac{\mathcal{E}}{3}$; Определим Q_1: $Q_1 \cdot \frac{r_2 + r_1}{4\pi \varepsilon_0 r_1 r_2} = \frac{\mathcal{E}}{3}$.

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

Ответ: $Q_1 = -Q_2 = \frac{4\pi \varepsilon_0 r_1 r_2 \mathcal{E}}{3(r_2 + r_1)}$

15 б.

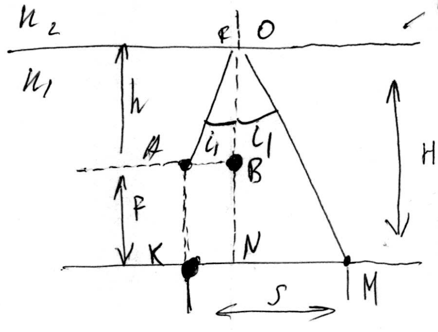
Чистовик

A14

④ Дано:
H
S

h - ?

Решение.



① F – расстояние от дна до пловца. Из $\triangle MNO$: $\frac{MN}{NO} = tg i_1 \Rightarrow$
$\Rightarrow AB - KN = OB \cdot tg i$; $OB = h = H - F$; $KN = (H-F) tg i_1$

$S = MN + KM = H tg i_1 + (H-F) tg i_1 = 2H tg i_1 - F tg i_1 = (2H-F) tg i_1$

i_1 – предельный угол падения.

$\sin i_1 = \frac{1}{n_1}$; n_1 – показатель преломления воды, относительно воздуха.

$\cos i_1 = \sqrt{1 - \sin i_1} = \sqrt{1 - \frac{1}{n_1^2}} = \sqrt{\frac{n_1^2 - 1}{n_1^2}} = \frac{\sqrt{n^2-1}}{n_1}$.

$tg\, i_1 = \frac{\sin i_1}{\cos i_1} = \frac{1/\cancel{n_1}}{\cancel{n_1}\sqrt{n_1^2-1}} = \frac{1}{\sqrt{n^2-1}} \Rightarrow$ расстояние S запишется

так: $S = \frac{2H - F}{\sqrt{n_1^2 - 1}}$; или $S \sqrt{n_1^2 - 1} = 2H - F$;

$F = H - h$; $S \cdot \sqrt{n_1^2 - 1} = 2H - H + h$, отсюда h, на которой находится пловец: $h = S\sqrt{n^2-1} - H$. Ответ: $h = S\sqrt{n^2-1} - H$.

Какое явление здесь имеет место!

13 б.

Чистовик

А|У

(5) Дано:

l – радиус

OA – отрезок неподвижный

OC – стержень подвижный

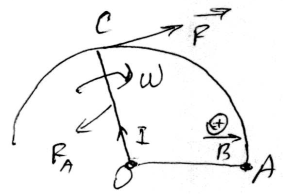
B – индукция магн. поля.

$F = const$

$\omega = const$

$R_{OC} = ?$

Решение:



1) Найдём Э.Д.С индукции в проводнике, движущемся в магнитном поле с индукцией $\vec{B}$ по зак. Фарадея: $\mathcal{E}_и = Bl \cdot \upsilon \sin\alpha$, где l – длина проводника.

B – индукция магнитного поля

υ – линейная скорость движения проводника. α – угол между направлением скорости $\vec{\upsilon}$ и вектором маг. индукции $\vec{B}$, $\alpha = 90^\circ$ $\sin 90^\circ = 1$, тогда $\mathcal{E}_и = Bl\upsilon$.

2) $\upsilon = \omega l$ – лин. скорость, но эта скорость будет только точки „C". Если же взять точку на подвижном стержне OC вблизи точки „O", то скорость этой точки будет близка к нулю. Таким образом, линейная скорость разных точек стержня OC будет меняться от нуля (вблизи т. „O") до $\upsilon_{max} = \omega l$, и, по-видимому будет справедлив расчёт э.д.с индукции по средней скорости $\upsilon_{ср} = \frac{\upsilon_{max} + \upsilon_{min}}{2}$ недоведенное доказывание

$\upsilon_{ср} = \frac{\omega l + 0}{2} = \omega \frac{l}{2}$. тогда $\mathcal{E}_и = Bl\omega\frac{l}{2} = \frac{B\omega l^2}{2}$.

3). Сила тока в стержне OC равна: $I = \frac{\mathcal{E}_и}{R_{oc}} = \frac{\omega B l^2}{2R_{oc}}$;

На проводнике с током в магнитном поле действует $F_A = IBl\sin\alpha$; α – угол между направлением тока и вектором магнитной индукции $\alpha = 90^\circ$; $\sin\alpha = 1$

→

тогда $F_A = IBL$. F_A приложена к середине отрезка OC. Чистовик

F_A создаёт вращающий момент относительно точки O, равный

$M_F = FL$. A14

F_A создаёт вращающий момент $M_{F_A} \cdot \frac{L}{2}$

Равенство $M_F = M_{FA}$ определяет постоянную угловую скорость ω.

Из этого равенства найдём R_{OC}: $F \cdot \cancel{L} = F_A \cdot \frac{\cancel{L}}{2}$.

$2F = F_A$.

$2F = IBL \rightarrow I = \frac{2F}{BL} = \frac{\omega B L^2}{2R_{OC}}$

$4F \cdot R_{OC} = \omega B^2 L^3$.

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

– Как определить направление силы Ампера в этой задаче?

18 б.

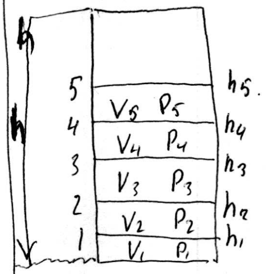
(6.) Дано:

h;
S;
$n = 5$;
P_0
m
$P_g = P_0 S$

$h_3 = ?$

Решение.

Чистовик



Почему? А14

Процесс — изотермический, трение мало. Применим закон Бойля – Мариотта: $pV = const$.

$p_0V_0 = p_1V_1$

Объём под первым поршнем $V_1 = Sh_1$, где S — площадь сечения цилиндра, h_1 — высота первого поршня. Определим давление в объёме V_5 под пятым поршнем:

$p_5 S = p_0 S + mg$ (по условию $mg = p_0 S$)

$p_5 \cancel{S} = 2p_0 \cancel{S}$ $p_5 = 2p_0$

Далее находим давление под 4 поршнем:

$p_4 \cancel{S} = 2p_0 \cancel{S} + mg = 3p_0$ $p_4 = 3p_0$.

Для объёма V_3: $p_3 = 4p_0$;

$p_2 = 5p_0$; $p_1 = 6p_0$.

Далее найдём:

1) h_1^{IV}; h_1^{III}; h_1^{II}; h_1^{I}; h_1 — местоположение 1ого поршня по мере опускания других поршней.

2) d_1^{III}; d_1^{II}; d_1^{I}; d_1 — расстояние между первым и вторым поршнем.

3) d_2^{II}; d_2^{I}; d_2 — расстояние между вторым и третьим поршнем.

4) d_4 — расстояние между 3им и 4ым поршнями.

5) h_2^{I}; h_2^{II} — местоположение 2-го поршня в процессе опускания других поршней.

6) h_3^{I}; h_3 — местоположение 3ого поршня в этом же процессе. Применяем закон Бойля – Мариотта:

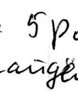


Рис.1

h_1^{IV} ① $P_0Sh = 2P_0S \cdot h_1^{IV} \Rightarrow h_1^{IV} = \frac{h}{2}$.

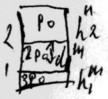


Рис. 2

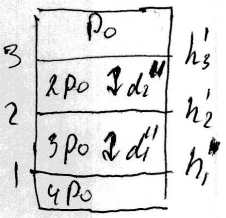
(2) $2\cancel{p_0S}\, d_1''' = p_0S(h - h_1''') = p_0S\frac{h}{2}$. Чистовик

$d_1''' = \frac{h}{4}$. А14

Найдём местоположение 1-го поршня h_1''' используя (1):

$3\cancel{p_0S}\, h_1''' = \cancel{p_0S}\, h \to h_1''' = \frac{h}{3}$;

$h_2'' = h_1''' + d_1''' = \frac{h}{3} + \frac{h}{4} = \frac{7}{12}h$.



Используя выражение (1) находим местоположение 1ого поршня.

$4\cancel{p_0S}\cdot h_1'' = \cancel{p_0S}\, h \to h_1'' = \frac{h}{4}$.

По выражению (2) определим расстояние между 1ым и 2ым поршнями: $3\cancel{p_0S}\, d_1'' = \cancel{p_0S}\frac{h}{2} \to$

$\to d_1'' = \frac{h}{6}$.

Тогда $h_2' = h_1'' + d_1'' = \frac{h}{4} + \frac{h}{6} = \frac{5}{12}h$.

Находим d_2'' – расстояние м-ду 2ым и 3им поршнем.

$2\cancel{p_0S}\, d_2'' = p_0S(h - h_2'') = p_0S\left(h - \frac{7}{12}h\right) = p_0S\frac{5}{12}h$.

$d_2'' = \frac{5}{24}h$.

Находим местоположение 3его поршня в данном случае (Рис. 3)

$h_3' = h_1'' + d_1'' + d_2'' = \frac{h}{4} + \frac{h}{6} + \frac{5}{24}h = \frac{15}{24}h$.

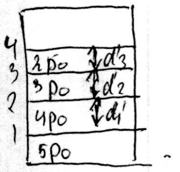


Рис. 4.

Используя те же самые выражения найдем d_3'

$2p_0S d_3' = p_0S(h - h_3')$

$2d_3' = h - \frac{15}{24}h = \frac{9}{24}h$.

$d_3' = \frac{9}{48}h$.

Найдем h_1'': $5\rho_0 S h_1' = \rho_0 S h \to h_1' = \frac{4}{5}$. Числовых

По ② найдем d_1': $4\cancel{\rho_0 S} d_1' = \cancel{\rho_0 S}\frac{h}{2} \to d_1' = \frac{h}{8}$. АЧ

$3\cancel{\rho_0 S} d_2' = \rho_0 S(h - h_2'') = \rho_0 S(h - \frac{7}{12}h) = \rho_0 S \frac{5}{12}h$.

$d_2' = \frac{5}{36}h$;

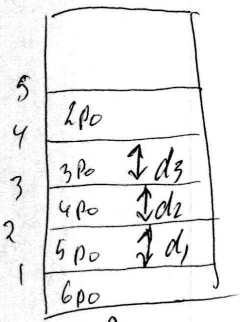


Рис. 5.

По ① находим h_1.

$6\cancel{\rho_0 S} h_1 = \cancel{\rho_0 S} h \to h_1 = \frac{h}{6}$.

По ② находим d_1

$5\cancel{\rho_0 S} d_1 = \rho_0 S \frac{h}{2}$; $d_1 = \frac{h}{10}$.

По ③ находим d_2:

$h_3 = ?$ $4\cancel{\rho_0 S} d_2 = \rho_0 S \frac{5}{12} h \to d_2 = \frac{5}{48} h$.

h_2 - искомое h_3 равно: $h_1 h_3 = h_1 + d_1 + d_2 =$

$= \overset{40}{\frac{h}{6}} + \overset{24}{\frac{h}{10}} + \overset{5}{\frac{5}{48}} h = \frac{89}{240} h$

Ответ: $h_3 = \frac{89}{240} h$.

19б.