0 806589 170000

80-65-89-17
(3.3)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант №1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Картешникова Богдана Евгеньевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

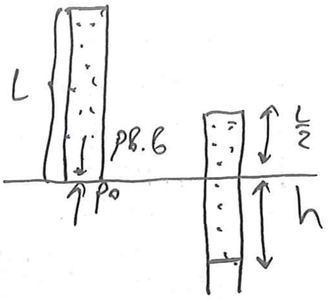
Дата
«9» февраля 2024 года

Подпись участника

80-65-89-17 (3.3)

Чистовик
№2.5.1)

Дано:
$L = 1$ м
$h = 0{,}45$
$p_0 = 10^5$ Па
$\rho_0 = 10^3\ \frac{кг}{м^3}$
$p_{нас}$ - ?



1) Т.к. считаем, что $T = const \Rightarrow$
$\Rightarrow p_{нас} = const$

2) Начальное положение:
$$\begin{cases} p_{в.в} = p_{с.в} + p_{нас} \\ p_{в.в} = p_0 \end{cases}$$
$\Downarrow$
$p_{с.в} + p_{нас} = p_0 \rightarrow p_{с.в} = p_0 - p_{нас}$

3) Конечное положение:
$$\begin{cases} p'_{в.в} = p_0 + \rho g h \\ p'_{в.в} = p'_{с.в} + p_{нас} \end{cases}$$
$\Downarrow$
$p'_{с.в} + p_{нас} = p_0 + \rho g h$

4) Т.к. $T = const$ и $\nu_{с.в} = const \Rightarrow p_{с.в} \cdot L \cdot S = p'_{с.в}\left(\frac{L}{2} + h\right) \cdot S$
$$p'_{с.в} = p_{с.в} \cdot \frac{L}{\frac{L}{2} + h}$$

5) объединием уравнения:
$$(p_0 - p_{нас}) \cdot \frac{L}{\frac{L}{2} + h} + p_{нас} = p_0 + \rho g h;$$
$$p_0\left(\frac{L}{\frac{L}{2}+h} - 1\right) - \rho g h = p_{нас}\left(\frac{L}{\frac{L}{2}+h} - 1\right)$$
$$p_0 \cdot \frac{\frac{L}{2} - h}{\frac{L}{2} + h} - \rho g h = p_{нас} \cdot \frac{\frac{L}{2} - h}{\frac{L}{2} + h};$$
$$p_{нас} = p_0 - \rho g h \cdot \frac{\frac{L}{2} + h}{\frac{L}{2} - h}$$
$$p_{нас} = 10^5 - 10^3 \cdot 10 \cdot \cancel{0{,}45}^{\,9} \cdot \frac{0{,}95}{\cancel{0{,}05}} = 10^5 - 10^4 \cdot 8{,}55 = 0{,}145 \cdot 10^5 =$$
$= 14{,}5$ кПа

Ответ: 14,5 кПа

1	2	3	4	5	Σ
18	20	20	20	9	87
Грошин С.В.	Калинин А.И.	Единмаль А.И.	Руденко	Соколовская Ю.Т.	

восемьдесят семь

Чистовик

№5.4.1)

$L = 0{,}3$ Гн

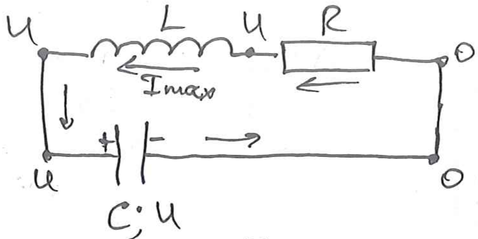
$R = 1$ Ом

$C = 30$ мкФ

$U = 2$ В

$Q - ?$ за период

Изобразим цепь в момент, когда $I \to max$



1) Т.к. ток максимален ⇒ ⇒ напряжение на катушке равно нулю.

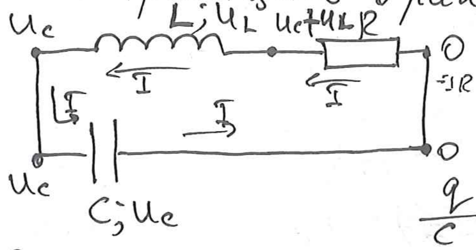
Используем метод потенциалов ⇒

$$\Rightarrow I_{max} = \frac{U}{R}; \quad W_{нач} = \frac{CU^2}{2} + \frac{LI_{max}^2}{2}$$

$$W_{нач} = \frac{CU^2}{2} + \frac{L}{2} \cdot \frac{U^2}{R^2} \qquad \boxed{T = 2\pi\sqrt{LC}}$$

+

2) Рассмотрим цепь в рандомный момент времени: в данном периоде



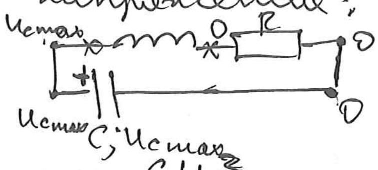
Метод потенциалов

$U_c + U_L = IR$ $\qquad U_c = \frac{q}{C}$

$U_c + U_L - IR = 0;$ $\qquad U_L = L\dot{I} = L \cdot \ddot{q}$

$\frac{q}{C} + L \cdot \ddot{q} - \dot{q}R = 0$ $\qquad I = \frac{dq}{dt} = \dot{q}$

3) Рассмотрим цепь, когда конденсатор зарядится до макс напряжения:



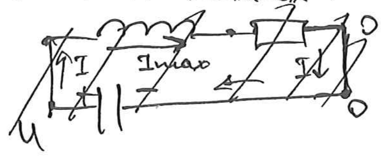
Т.к. $U_c \to max$ ⇒ тока в цепи нет

За время перехода от $I_{max} \to I = 0$ в резисторе выделится теплота.

Назовём это состояние 1

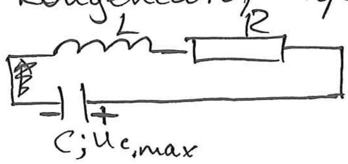
$$W_1 = \frac{CU_{cmax}^2}{2}; \quad Q_1 = W_{нач} - W_1 = \frac{CU^2}{2} + \frac{LI_{max}^2}{2} - \frac{CU_{cmax}^2}{2}$$

4) ~~Рассмотрим цепь, когда ток потечёт в обратном направлении и $I = I_{max}$.~~



это состояние назовём 2.

Рассмотрим цепь в момент, когда конденсатор перезарядился. U_c опять макс.



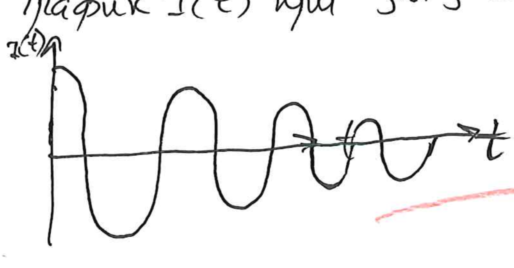
Тока в цепи нет.

$$Q = W_{нач} - W_{кон}, \text{ где } W_{кон} = \frac{LI'^2}{2} + \frac{CU'^2}{2}, \text{ где } I' \text{ - ~~макс~~максимальный ток через период, } U' \text{ - напряжение на}$$

конденсаторе через период. Причём $T = 2\pi\sqrt{LC}$ ~~можно так~~ считать ~~считать, т.к. в пределах одного периода колебаний~~ ~~по такой формуле~~

+

График $I(t)$ при затухающих колебаниях.



Период считается для RLC контура, также, как и для LC

Чистовик
№3.10.1
Дано:
$r = 2$ см
$q_1 = 6 \cdot 10^{-10}$ Кл
$q_2 = 2 \cdot 10^{-10}$ Кл
$R - ?$

1) Предположим, что в центре шарик с зарядом q_1

2) Т.к. шарики соединены проволокой => в уст. сост. их потенциалы равны
$\varphi_1 = \varphi_2$

$$\varphi_1 = \frac{k \cdot q_1}{r} + \frac{kQ}{R}$$

$$\varphi_2 = \frac{k \cdot q_2}{r}$$

3) Т.к. большая сфера заземлена => её потенциал равен нулю.

$$\varphi = 0; \quad \varphi = \frac{kq_1}{R} + \frac{kQ}{R} \to Q = -q_1$$

$$\frac{kq_1}{r} + \frac{kQ}{R} = \frac{kq_2}{r}$$

$$\frac{\cancel{k}q_1}{r} - \frac{\cancel{k}q_1}{R} = \frac{\cancel{k}q_2}{r} \Rightarrow \frac{1}{r}(q_1 - q_2) = \frac{q_1}{R}$$

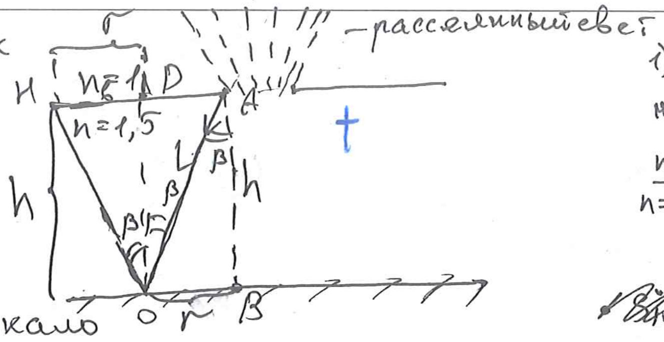
$$R = r \cdot \frac{q_1}{q_1 - q_2} = 2\text{см} \cdot \frac{6 \cdot 10^{-10}\text{ Кл}}{6 \cdot 10^{-10}\text{ Кл} - 2 \cdot 10^{-10}\text{ Кл}} = 2\text{см} \cdot 1{,}5 =$$
$$= 3\text{см}$$

4) Причём, если предположить, что в центре находится q_2, то радиус сферы получится отрицательным, чего быть не может. Поэтому нас удовлетворяет только 1 случай.

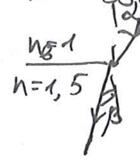
Ответ: $R = 3$ см.

Чистовик
№4.10.1

Дано:
$h = 5$ см
$n = 1,5$
$R - ?$



1) Рассмотрим переход "Воздух → вода"



$\bullet\ 1 \cdot \sin\alpha = n \cdot \sin\beta$

~~Найдём угол, при котором β всегда~~

~~$\sin\alpha_{кр}$~~

2) Известно, что угол падения на зеркало равен углу отражения, поэтому образуется два равных треугольника $\triangle OAB = \triangle ODH$, поэтому освещённая пов-ть на экране $R = 2r$.

3) ~~$\triangle AOB$: $\sin\beta = \frac{r}{L}$~~ ; $L = \sqrt{h^2 + r^2}$ ← $\triangle AOB$:
Теорема Пифагора

~~$\sin\beta = \frac{\sin\alpha}{n}$~~

~~Поэтому для преломления луча $\sin\alpha \le \sin\alpha_{кр}$, $\sin\alpha < n$ (выполняется при любом α)~~

~~$\frac{\sin\alpha}{n} = \frac{r}{\sqrt{h^2 + r^2}} \Big)^2 \rightarrow \sin^2\alpha\,(h^2 + r^2) = r^2 n^2$~~

~~$r^2 (n^2 - \sin^2\alpha) = \sin^2\alpha \cdot h^2$;~~

~~$r = \sin\alpha \cdot h \cdot \sqrt{\frac{1}{(n - \sin\alpha)(n + \sin\alpha)}}$;~~

$1 \cdot \sin\alpha = n \cdot \sin\beta$; Для максимального освещения $\sin\beta \rightarrow \max$ То есть при $\beta \rightarrow \max$ мы найдём крайнюю точку освещения

$\sin\beta_{max} = \frac{1}{n}$ (т.к. это достигается при $\sin\alpha = 1$)

$\triangle AOB$: $\sin\beta = \frac{r}{L}$.

$$\frac{1}{n} = \frac{r}{\sqrt{h^2 + r^2}} \Big)^2 \rightarrow h^2 + r^2 = n^2 r^2;\ h^2 = r^2 (n^2 - 1)$$

$$r = h \sqrt{\frac{1}{n^2 - 1}} \Rightarrow R = 2r = 2h \cdot \sqrt{\frac{1}{n^2 - 1}}$$

~~$\Big(R = 2 \cdot 5\text{см} \cdot \sqrt{\frac{1}{1,5^2 - 1}}\Big)$~~ $R = 2h \cdot \sqrt{\frac{1}{(n-1)(n+1)}}$

Подставим n: $R = 2h \cdot \sqrt{\frac{1}{(1,5 - 1)(1,5 + 1)}} = \frac{2h \cdot 2}{\sqrt{5}} = \frac{4h}{\sqrt{5}}$ +

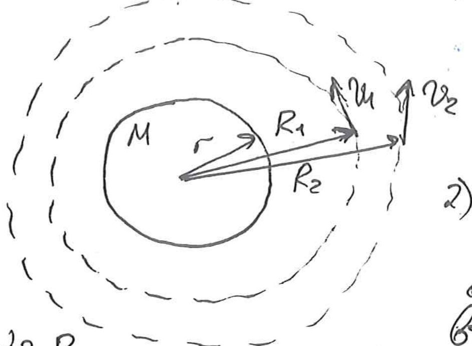
$R = \frac{4 \cdot 5\text{см}}{\sqrt{5}} = 4\sqrt{5}$ см

Ответ: $R = 4\sqrt{5}$ см +

80-65-89-17
(3.3)

Чистовик
№ 1. 4. 1

Дано:
$R_1 = 6{,}4 \cdot 10^4$ км
$R_2 = 10^5$ км
$g = 9 \frac{м}{с^2}$
$\tau - ?$
$r \approx n \cdot 10^3$ км

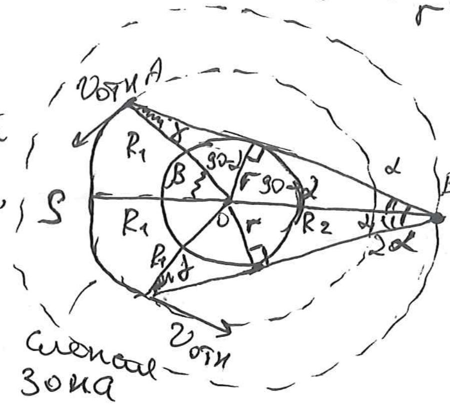


1) Известно, что $v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R_1}}$
$v_2 = \sqrt{\frac{GM}{R_2}}$
Первый спутник вращается быстрее второго.
2) Перейдем в систему отсчёта вращающуюся со угловой скоростью второго спутника.

Для планеты:
$$g = \frac{GM}{r^2} \Rightarrow GM = g r^2$$

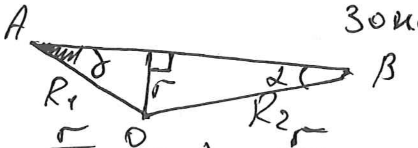
$$v_{отн} = v_1 - \omega_2 R_1, \text{ где } \omega_2 = \frac{v_2}{R_2}$$
$$v_{отн} = v_1 - \frac{R_1}{R_2} \cdot v_2$$
СО 2 спутника:

Если S - длина слепой зоны, то τ находится, как $\frac{S}{v_{отн}} = \tau$



2 - покоится в ~~своей СО~~, СО вращающейся с его угловой скоростью.

Найдем S из геометрии:
ΔAOB



$$\sin\alpha = \frac{r}{R_2} \to \alpha = \frac{r}{R_2}$$
$$r = R_2 \cdot \sin\alpha = R_1 \cdot \sin\gamma; \quad \sin\gamma = \frac{R_2}{R_1} \cdot \sin\alpha$$
$$\gamma \approx \frac{R_2}{R_1} \cdot \alpha$$
Т.к. r меньше чем R_1 и R_2 в десятки раз $\Rightarrow$ можно считать, что γ и α - малые.
$$\gamma = \frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{r}{R_2} = \frac{r}{R_1}$$
$$\beta + \beta + (90-\gamma) + (90-\gamma) + (90-\alpha) + (90-\alpha) = 360^\circ.$$
$$2\beta = 2\gamma + 2\alpha \to 2\beta = 2\left(\frac{r}{R_1} + \frac{r}{R_2}\right) = 2r\left(\frac{R_2+R_1}{R_1 \cdot R_2}\right)$$
$$2\beta = 2r\left(\frac{R_2+R_1}{R_1 \cdot R_2}\right); \quad S = 2\beta \cdot R_1 = 2r \cdot \frac{R_2+R_1}{R_2}$$
$$v_{отн} = \sqrt{\frac{GM}{R_1}} + \frac{R_1}{R_2}\sqrt{\frac{GM}{R_2}} = r\sqrt{\frac{g}{R_1}} - \frac{R_1}{R_2} \cdot r\sqrt{\frac{g}{R_2}}$$
$$v_{отн} = r\sqrt{g}\left(\frac{1}{\sqrt{R_1}} - \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{1}{\sqrt{R_2}}\right)$$
$$\tau = \frac{S}{v_{отн}} = \frac{2\cancel{r} \cdot \frac{R_2+R_1}{R_2}}{\cancel{r} \cdot \sqrt{g} \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{R_1}} - \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{1}{\sqrt{R_2}}\right)}; \quad \tau = \frac{2(R_2+R_1)}{R_2\sqrt{g}\left(\frac{1}{\sqrt{R_1}} - \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{1}{\sqrt{R_2}}\right)}$$

Ответ: $$\tau = \frac{2(R_2+R_1)}{R_2\sqrt{g}\left(\frac{1}{\sqrt{R_1}} - \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{1}{\sqrt{R_2}}\right)} = \frac{2(R_2+R_1)}{R_2\sqrt{R_2} - R_1\sqrt{R_1}} \sqrt{\frac{R_2 R_1}{g}}$$

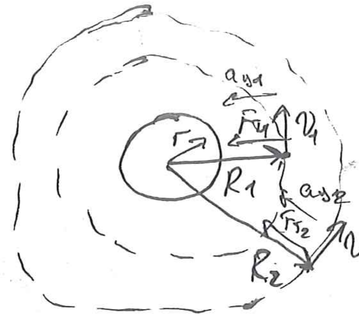
Черновик:

$R_1 \approx 6{,}4 \cdot 10^4$ км $=$

$R_2 \approx 10^5$ км

$r \approx n \cdot 10^3$ км

$g = 9 \frac{м}{с^2}$



Динамика 15

$\frac{G \cdot m_1 M}{R_1^2} = m_1 a_y = w_1^2 R$

$\frac{v^2}{R} = \frac{(wR)^2}{R}$

$\frac{G \cdot M}{R_1^2} = w_1^2 \cdot R_1$

$w_1 = \sqrt{\frac{GM}{R_1^3}}$

$w_2 = \sqrt{\frac{GM}{R_2^3}}$

$w_1 > w_2$

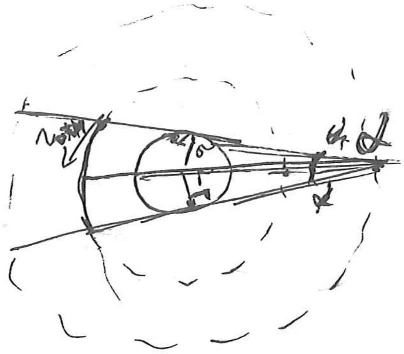
Перейдём в СО 2: $w_{отн} = w_{абс} - w_2$ в т. R_1 $\quad w_{пер} = w_2 \cdot R_1$

$v_{отн} = v_1 - v_2$

$v_{отн} = v_1 -$

$v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$

$v_2 \cdot R_1$



$\cancel{mg} = \frac{GM \cdot m}{r^2}$

$g = \frac{G \cdot m}{r^2} \Rightarrow Gm = gr^2$

$wR_1 = \frac{v_2}{R_2} \cdot R_1$

$v_{отн} = v_1 - w_2 \cdot R_1$

$v_{отн} = v_1 - w_2$

$S = \alpha \cdot (R_2 + R_1)$; $S = 2\beta \cdot R_1$

$R = R_2 + R_1$

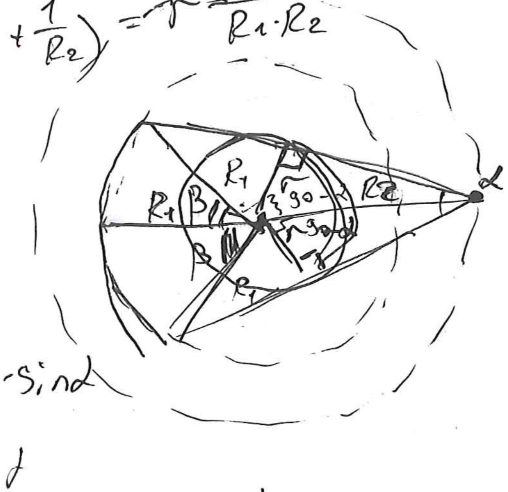
$\beta = \frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{r}{R_2} + \frac{r}{R_2}$

$\beta = r\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) = r\frac{R_2 + R_1}{R_1 \cdot R_2}$

$v_{отн} = v_1 - \frac{R_1}{R_2} \cdot v_2$

$v_{отн} = w_1 R_1 - \frac{R_1}{R_2} \cdot w_2 R_2$

$v_{отн} = w_1 R_1 - w_2 R_1$



$S = 2\beta \cdot R_1$

$R_1 \cdot \cos\delta = R_2 \cdot \sin\alpha$

$R_2 \cdot \sin\alpha = R_1 \cdot \sin\delta$

$\sin\delta = \frac{R_2}{R_1} \cdot \sin\alpha$

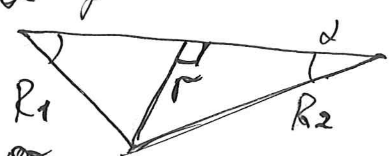
$\delta = \frac{R_2}{R_1}\alpha$

~~$2\delta + 2\alpha + 2\beta = 2\pi$~~

$2(90 - \delta) + 2(90 - \alpha) + 2\beta = 360$

$2\beta - 2\delta - 2\alpha = 0$

$\beta = \delta + \alpha \Rightarrow \beta = \frac{R_2}{R_1}\alpha + \alpha$



$\sin\alpha = \frac{r}{R_2}$

$\alpha = \frac{r}{R_2}$

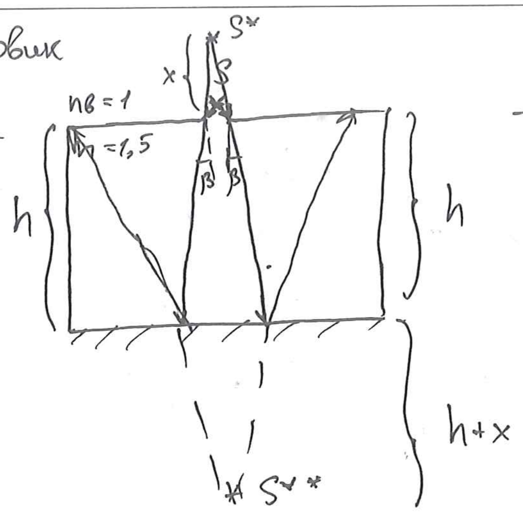
Черновик

№4.10.1

$h = 5$ см

$n = 1,5$

r - ?



$1 \cdot \sin\alpha = n \cdot \sin\beta$

$\alpha \approx n \cdot \beta \Rightarrow \beta = \frac{\alpha}{n}$

$\beta_{max} = 90^\circ$

$\sin\alpha_{max} = n = 1,5$

№2.5.1

$L = 1$ м

В + Н.П

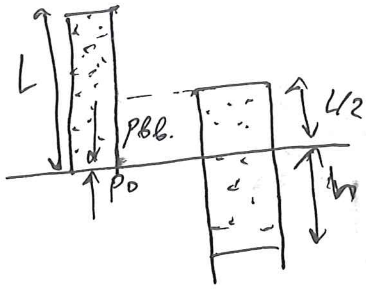
$\frac{L}{2}$; $h = 0,45$ м

$T = const$

$p_0 = 10^5$ Па

$\rho_0 = 10^3$ кг/м³

$p_{нас}$ - ?



Нач. пол:

$p_{в.в} = p_{с.в.} + p_{н.п}$

$p_{с.в} \cdot L \cdot S = \nu_c RT$

$p_{н.п} = const$

$p_{в.в} = p_0$

~~Зек~~ $p_{с.в} + p_{н.п} = p_0$

$p_{с.в} = p_0 - p_{н.п}$

Кон. полож:

$p_{в.в} = p_0 + \rho g h$

$p_{с.в}' (L/2 + h) = \nu_c RT$

$p_{с.в}' + p_{н.п} = p_0 + \rho g h$

$T = const \Rightarrow$

$p_{с.в}' \cdot (L/2 + h) = p_{с.в} \cdot L$

$p_{с.в}' = p_{с.в} \cdot \frac{L}{L/2 + h}$

$$(p_0 - p_{н.п}) \cdot \frac{L}{L/2 + h} + p_{н.п} = p_0 + \rho g h$$

$$p_0 \cdot \frac{L}{L/2 + h} + p_{н.п} \left(1 - \frac{L}{L/2 + h}\right) = p_0 + \rho g h$$

$$p_0 \left(\frac{L}{L/2 + h} - 1\right) + \rho g h = p_{н.п} \left(\frac{L}{L/2 + h} - 1\right)$$

$$\frac{L}{L/2 + h} - 1 = \frac{L - \frac{L}{2} + h}{L/2 + h} = \frac{\frac{L}{2} + h}{\frac{L}{2} + h} = \frac{\frac{L}{2} - h}{\frac{L}{2} + h}$$

~~$p_0 - \rho g h = p_{н.п}$~~

$$\frac{L - \frac{L}{2} - h}{\frac{L}{2} + h} = \frac{\frac{L}{2} - h}{\frac{L}{2} + h}$$

$$\frac{\frac{L}{2} + h}{\frac{L}{2} - h} = \frac{0,5 + 0,45}{0,5 - 0,45} = \frac{0,95}{0,05}$$

$\frac{95}{5} = 19$

$\times \; 0,95 \cdot 9 = 8,55$

$5 \cdot 20 = 100$

$\times 995$

~~10~~ $1000 - 855 = 145$

$1000 - 855 = 145$

$10^4 \cdot 8,55 = 10^5 \cdot 0,855$

$10^5 (1 - 0,855) = 0,145 \cdot 10^5 =$

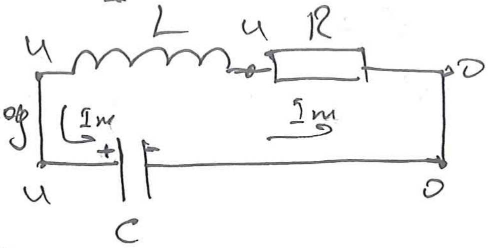
$= 145 \cdot 10^2 = 14,5 \cdot 10^3 = 1.$

Черн.

№5.41.

I_{max} цепь в нач. моментВ момент

Q - ? за 1 период



$I_{max} \Rightarrow U_L = 0$

$I_m = \frac{U}{R}$

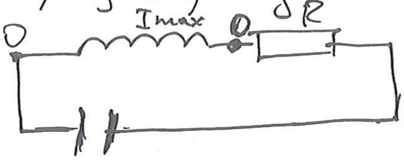
$W_н = \frac{CU^2}{2} + \frac{LI_m^2}{2}$.

$T = 2\pi\sqrt{LC}$

~~$Q = I^2 R t$~~

$\frac{CU_m^2}{2} = \frac{CU^2}{2} + \frac{LI_m^2}{2}$

Через период T:



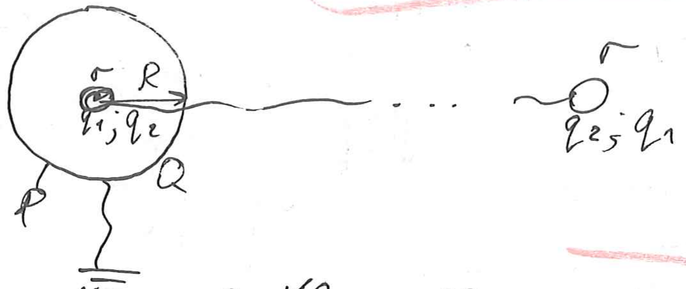
№3.10.1

Дано: $r = 2$ см

$q_1 = 6 \cdot 10^{-10}$ Кл

$q_2 = 2 \cdot 10^{-10}$ Кл

R - ?



$\varphi_1 = \varphi_2$

$\varphi_1 = \frac{k \cdot Q}{R} + \frac{kq_1}{r}$

$\varphi_2 = \frac{kq_2}{r}$

$\varphi = 0$; $\varphi = \frac{kq_1}{R} + \frac{kQ}{R}$

$Q = -q_1$

$\frac{k \cdot (-q_1)}{R} + \frac{kq_1}{r} = \frac{kq_2}{r}$

~~$q_1\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right) = \frac{q_2}{r}$~~

$\frac{1}{r}(q_1 - q_2) = \frac{q_1}{R} \rightarrow R = r \cdot \frac{q_1}{q_1 - q_2}$

$R = 2\text{ см} \cdot \frac{\overset{3}{\cancel{6}} \cdot \cancel{10^{-10}}}{\underset{2}{\cancel{4}} \cdot \cancel{10^{-10}}} = 3$ см

$\varphi_1 = \frac{k \cdot Q}{R} + \frac{kq_2}{r}$

$\varphi_2 = \frac{kq_1}{r}$

$\varphi = 0 = \frac{kq_2}{R} + \frac{kQ}{R} \Rightarrow Q = -q_2$

$\frac{k \cdot (-q_2)}{R} + \frac{kq_2}{r} = \frac{kq_1}{r}$

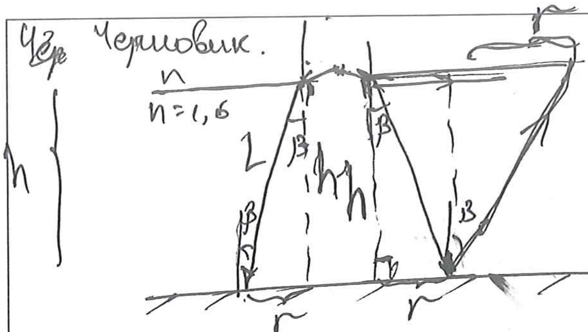
$\frac{1}{r}(q_2 - q_1) = \frac{q_2}{R}$

$R =$

$\dot{I} = \ddot{q}$

$I = \frac{dq}{dt} = \dot{q}$

Черновик.



$\alpha_{max} \approx 90°$

$1\cdot\sin\alpha = n$; $\beta = 90°$

$\sin\alpha = n$ $\sin\alpha_{max} = n$

$\sin\alpha < n \to \sin^2\alpha < n^2$

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

$\sin\beta = \frac{r}{L}$; $L = \sqrt{h^2+r^2}$

$\frac{\sin\alpha}{n} = \frac{r}{\sqrt{h^2+r^2}}$

$\sin^2\alpha\cdot(h^2+r^2) = n^2r^2$; Освещен. область

$n^2\cdot h^2 + n^2\cdot r^2 = n^2r^2$

$\sin\alpha = \frac{2r \; rn}{\sqrt{h^2+r^2}}$ $1\cdot\sin\alpha_{кр} = n\cdot\sin 90$

$\sin^2\alpha = \frac{n^2r^2}{h^2+r^2}$

$\frac{n^2r^2}{h^2+r^2} < n^2 \to$

$\frac{r\cancel{n}}{\sqrt{h^2+r^2}} < \cancel{n}$

$r < \sqrt{h^2+r^2}$

$\sin\alpha = x$

$x < n$ $\frac{x}{n} = \frac{r}{\sqrt{h^2+r^2}}$ $\uparrow^2$

$\frac{x^2}{n^2} = \frac{r^2}{h^2+r^2} \to x^2h^2 + x^2r^2 = r^2n^2$

$r^2(n^2-x^2) = x^2h^2$ $4\sqrt{5}$

$r^2(n-x)(n+x) = x^2h^2$ $2 < \sqrt{5} < 3$

$R = 8$

$x = n$ $R = 12$

$r = \sqrt{\frac{x^2h^2}{(n-\cancel{x})(n+x)}}$

$\cancel{\frac{x^2h^2}{n-x}}$ $r_{max} \cancel{=0}$

$\left(\frac{\sin^2\alpha\, h^2}{(n-\sin\alpha)(n+\sin\alpha)}\right)^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}\left(\frac{h^2\cdot 2\sin\alpha\cdot\cos\alpha}{}\right.$

$1{,}5^2 - 1 =$

$= (1{,}5-1)(1{,}5+1)$

$\sin\beta_{max} -$

$1\cdot\sin\alpha\uparrow = n\cdot\sin\beta\uparrow \Rightarrow \sin\beta_{max} = \frac{1}{n}$ $= 0{,}5\cdot 2{,}5$

$\frac{1}{2}\cdot\frac{5}{2} = \frac{5}{4}$

$R = 2h\cdot\sqrt{\frac{1}{n^2-1}} =$

$2h\cdot\sqrt{\frac{4}{5}} = \frac{4h}{\sqrt{5}}$

$Q = I^2 R \cancel{t} \quad I^2 R T$

$I = I_{max} \sin \omega \cancel{t} \to I = I_{max} \cdot \sin \frac{2\pi t}{T}$

$\omega = \frac{2\pi}{T}$

$dQ = \int I^2 R t$

$v_{отн} = v_1 - \frac{R_1}{R_2} \cdot v_2$

$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R_1}} = \sqrt{\frac{g r^2}{R_1}} = r \sqrt{\frac{g}{R_1}}$

$\beta = r \frac{R_2 + R_1}{R_1 \cdot R_2}$

$v_{отн} = r \sqrt{\frac{g}{R_1}} - \frac{R_1}{R_2} \cdot r \cdot \sqrt{\frac{g}{R_2}}$

$S = 2r \cdot \frac{R_2 + R_1}{R_2}$

$v_{отн} = r \sqrt{g} \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{R_1}} - \frac{R_1}{R_2 \sqrt{R_2}} \right)$

$\tau = \frac{2\cancel{r} \cdot \frac{R_2 + R_1}{R_2}}{\cancel{r} \sqrt{g} \left(\frac{1}{\sqrt{R_1}} - \frac{R_1}{R_2 \cdot \sqrt{R_2}} \right)} = 2 \cdot \frac{R_2 + R_1}{R_2 \cdot \sqrt{g} \left(\frac{1}{\sqrt{R_1}} - \frac{R_1}{\cancel{R_2} \sqrt{R_2}} \right)}$

$10^5 = 100 \cdot 10^3$

$0{,}1$

$\frac{\cancel{м}}{\cancel{м} \cdot \frac{\sqrt{м}}{c}} \left(\frac{1}{\sqrt{м}} - \frac{м}{м \sqrt{м}} \right. -$

$\tau = 2 \cdot \frac{10^5 + 0{,}64 \cdot 10^5}{10^5 \cdot 3 \left(\frac{1}{0{,}8 \cdot 10^2} - 0{,}64 \cdot \right.}$

$\tau = \frac{2(R_2 + R_1)}{\sqrt{g}\, \cancel{R_2} \left(\frac{R_2 \sqrt{R_2} - R_1 \sqrt{R_1}}{\cancel{R_2} \sqrt{R_2 R_1}} \right)}$

$\tau = \frac{2(R_2 + R_1) \cdot \cancel{R_2} \sqrt{R_2 R_1}}{\sqrt{g}\, \cancel{R_2} \left(R_2 \sqrt{R_2} - R_1 \sqrt{R_1} \right)} = \frac{2(R_2 + R_1)}{R_2 \sqrt{R_2} - R_1 \sqrt{R_1}} \sqrt{\frac{R_2 R_1}{g}}$