44-89-08-07
(4.3)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант № 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Примака Семёна Алексеевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

выход 15:04 ~~Коу~~
вход 15:07 ~~Коу~~
+1 лист 15:35 Юшков

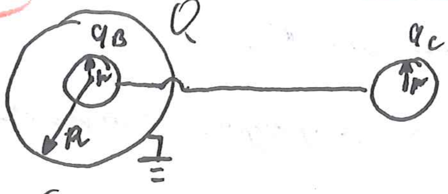
Дата

« 9 » февраля 2024 года

Подпись участника

44-89-08-07 (4.3)

Задача № 3 Чистовик



Дано:
$R = 3$ см
$q_1 = 7{,}5 \cdot 10^{-10}$ Кл
$q_2 = 2{,}5 \cdot 10^{-10}$ Кл

Пусть Q - заряд сферы с радиусом R. q_B - заряд сферы внутри сферы с радиусом R, а q_c - заряд сферы, которая находится на большом расстоянии.

$\varphi_R = 0$ т.к. она заземлена.

Тогда найдем чему равно φ_R: $\varphi_R = \frac{kq_B}{R} + \frac{kQ}{R}$

$\varphi_B = \varphi_c$ т.к. они соединены проводящими проводами. т.к. сфера находится далеко на нее почти не действуют сферы Q и q_B

$\varphi_B = \frac{kq_B}{r} + \frac{kQ}{R}$, а $\varphi_c = \frac{kq_c}{r} \Rightarrow q_B = \frac{\varphi_B r}{k} - \frac{r}{R}Q$, а

$q_c = \frac{\varphi_c r}{k}$. Определим заряд Q. т.к. $\varphi_R = \frac{k}{R}(q_B + Q) = 0$, а

обе сферы заряжены положительно и $q_B + Q = 0$ (т.к. $\frac{k}{R} \neq 0$),

то $Q = -q_B < 0$. Сравним два заряда q_B и q_c.

$$q_c - q_B = \frac{\varphi_c r}{k} - \frac{\varphi_B r}{k} + \frac{r}{R}Q = \frac{r}{R}Q < 0 \Rightarrow q_B > q_c.$$

т.к. $q_1 > q_2$, то ~~сфера~~ $q_B = q_1$ и $q_c = q_2 \Rightarrow Q = -q_1$

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

$$\left(\cdot\frac{1}{k}\right) \quad \frac{kq_2}{r} = \frac{kq_1}{r} - \frac{kq_1}{R} \Rightarrow \frac{1}{r}(q_2 - q_1) = -\frac{q_1}{R} \Rightarrow \frac{1}{r} = \frac{q_1}{R(q_1 - q_2)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow r = \frac{R(q_1 - q_2)}{q_1} = \frac{3 \cdot 10^{-2} \cdot 5 \cdot 10^{-10}}{7{,}5 \cdot 10^{-10}} = \frac{3 \cdot 10^{-2} \cdot 5}{7{,}5} = \frac{5}{2{,}5} \cdot 10^{-2} = 2 \cdot 10^{-2} = 0{,}02 \text{ м}$$

Ответ: $r = 0{,}02$ м

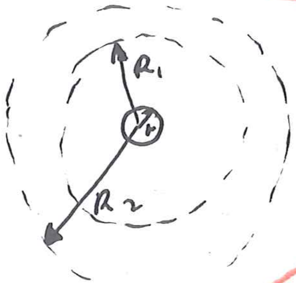
1	2	3	4	5	Σ
12	20	20	20	13	85

Восемьдесят пять

Оценка не изменена

Чистовик

Задача № 1



Если тело находится на поверхности, то на него действует сила F:

$F = mg = G\frac{mM}{r^2}$, где r - радиус планеты

$\Downarrow$

$g = G\frac{M}{r^2}$

Т.к. тела двигаются по окружности, у них есть центростремительное ускорение $a_c = \frac{V^2}{R}$

Дано:

$g = 9 м/с^2$

$R_1 = 6{,}4 \cdot 10^4$ км

$R_2 = 10^5$ км

$r \approx 5 \cdot 10^3$ км

Рассмотрим 1-ое тело.

$F = ma_ц = G\frac{mM}{R_1^2} \Rightarrow a_{ц1} = G\frac{M}{R_1^2}, \; a_{ц1} = \frac{V_1^2}{R_1} \Rightarrow$

$\Rightarrow G\frac{M}{R_1^2} = \frac{V_1^2}{R_1} \Rightarrow V_1 = \sqrt{G\frac{M}{R_1}}$. аналогично

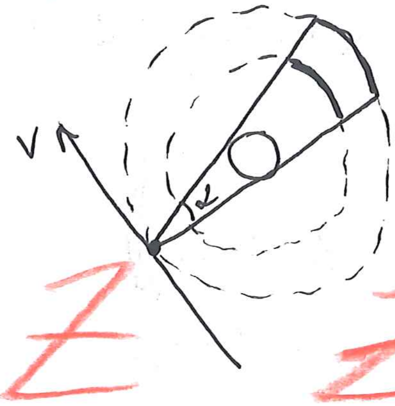
$V_2 = \sqrt{G\frac{M}{R_2}}$

Посчитаем угловые скорости ω_1 и ω_2 кораблей вокруг планет

$V = \omega R \Rightarrow \omega = \frac{V}{R}$

$\Downarrow$

$\omega_1 = \frac{V_1}{R_1}; \; \omega_2 = \frac{V_2}{R_2}$



$\omega_1 = \sqrt{G\frac{M}{R_1^3}}; \; \omega_2 = \sqrt{G\frac{M}{R_2^3}}$

т.к. $R_1 < R_2$

$\Downarrow$

$\omega_1 > \omega_2$

Пусть планета видна под углом α из 2ой ракеты. Тогда связи между кораблями нет, когда 1ый корабль находится на дуге α. Пусть в момент времени $t=0$ 1ый корабль скрылся за планетой, а в момент времени $t = \tau$ впервые после $t=0$ появился. Тогда в СО 2го корабля:

44-89-08-07 (4.3)

$(\omega_1-\omega_2)\tau = \alpha \Rightarrow \tau = \frac{\omega_1-\omega_2}{\alpha}$ Чистовик

$\alpha \approx \arcsin\left(\frac{r}{\sqrt{r^2+R_2^2}}\right) \approx \arcsin\left(\frac{r}{R_2}\right)$ т.к.

$R_2^2 \gg r^2$. $\alpha \approx \frac{r}{R_2}$

$$\tau = \frac{\sqrt{GM}\left(\sqrt{\frac{1}{R_1^3}}-\sqrt{\frac{1}{R_2^3}}\right)}{\frac{r}{R_2}} = \frac{\sqrt{\frac{GM\cdot R_2^2}{R_1^3}} - \sqrt{\frac{GM}{R_2}}}{r}$$

$$\alpha \approx \frac{r}{R_2} \approx \frac{10^3}{10^5} = 10^{-2}$$

$$\sqrt{GM} = \sqrt{gr^2} = r\sqrt{g} \approx 3\cdot10^3$$

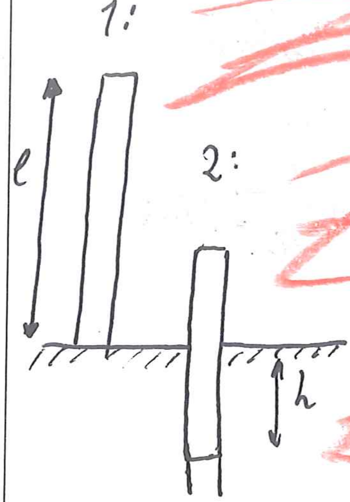
$$\tau = \frac{\sqrt{GM}\sqrt{\frac{1}{R_1^3}-\frac{1}{R_2^3}}}{\alpha} \approx \frac{3\cdot10^3\sqrt{\frac{1}{R_1^3}-\frac{1}{R_2^3}}}{10^{-2}} = 3\cdot10^5\sqrt{\frac{1}{R_1^3}-\frac{1}{R_2^3}} =$$

$$= 3\cdot10^5\sqrt{\frac{R_2^3-R_1^3}{R_1^3R_2^3}} = \sqrt{\frac{(10^5)^3-(2^6\cdot10^3)^3}{(2^6\cdot10^3\cdot10^5)^3}}\cdot3\cdot10^5 = 3\cdot10^5\sqrt{\frac{10^{15}-2^{18}\cdot10^9}{2^8\cdot10^{24}}} =$$

$$= 3\cdot10^5\sqrt{\frac{10^6-2^{18}}{2^8\cdot10^{15}}} = 3\cdot\sqrt{\frac{10^6-2^{18}}{2^8\cdot10^5}} = \sqrt{\frac{(10^3-2^9)(10^3+2^9)}{2^8\cdot10^5}}\cdot3 =$$

$$= \sqrt{\frac{(1000-512)(1512)}{2^8\cdot10^5}}\cdot3 = \frac{3}{2^4\cdot10^2}\sqrt{\frac{488\cdot1512}{10}} = \frac{3}{1600}\sqrt{\frac{737856}{10}} =$$

$$\approx \frac{3}{1600}\sqrt{73786} \approx \frac{274\cdot3}{1600} \approx \frac{3^3\cdot10\cdot3}{1600} = \frac{3^4}{160} \approx \frac{1}{2}\,с = 0{,}5\,с$$



Чистовик

Задача № 2

$l = 1\ м$

$h = 0{,}45\ м$

$T = const$

$p_1 - ?$

$\rho_0 = 10^3\ кг/м^3$

$p_{нас} = 14{,}5\ кПа$

$V_0 = V = Sl$

Рассмотрим 1 положение трубки, когда трубка ещё не коснулась воды. $p = p_0 + \rho g h = p_0$ т.к. в начальном положении трубки не погружена в воду.

В конечном положении (в полож. 2) $p = p_0 + \rho g h$

1: $p_{нас}$ – давление водяного пара.

p_B – давление воздуха

$p_0 = p_{нас} + p_B$ по закону Дальтона

~~$p_{B_1} V_{B_1} = \nu_B R T \Rightarrow p_B = \frac{\nu_B R T}{V_B}$~~

~~$p_{нас_1} V_{н_1} = \nu_{н_1} R T$~~

~~(1) $p_B + p_{нас} = p_0$~~

2: Рассмотрим 2 положение (когда трубку опустили).

$p_{B2} V_{B_2} = \nu_{B_2} R T$ объём воздуха и его кол-во не изменилось

$p_{B2} = \frac{\nu_{B_2} R T}{V_{B_2}} = \frac{\nu_{B_1} R T}{V_{B_1}} = p_{B1} \Rightarrow p_{B2} = p_{B1} = p_B$

$p_{нас_2} V_{н_2} = \nu_{н_2} R T$

(2) $p_{нас\,2} + p_B = p_0 + \rho g h$

(2) − (1) $= -(p_B + p_{нас\,1}) + p_B + p_{нас\,2} = \rho g h \Rightarrow p_{нас\,2} - p_{нас\,1} = \rho g h$

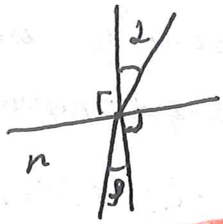
Продолжение дальше →

44-89-08-07
(4.3)

Чистовик

Задача № 4

Т.к. свет рассеянный, то свет падает в отверстие под всеми углами. Рассмотрим, как преломляется луч при вхождении в жидкость

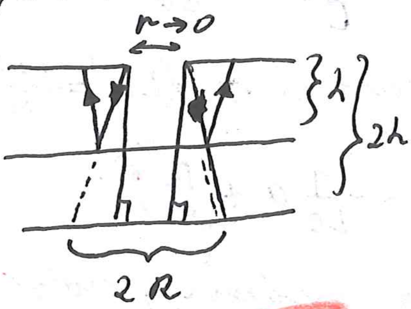


$\sin\alpha = n\sin\beta$, где $n = 1{,}5$

α принимает значения от 0 до 90°. Тогда посмотрим какие значения может принимать β. $\sin\beta = \frac{\sin\alpha}{n} \Rightarrow \sin\beta_{max} = \frac{\sin\alpha_{max}}{n} = \frac{1}{n}$

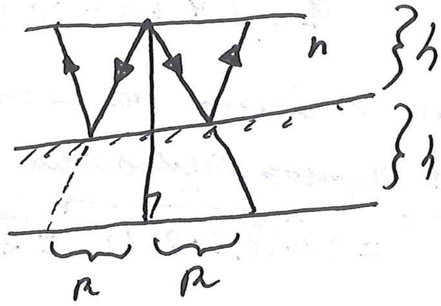
Т.к. $\sin\alpha_{max} = 1$. $\Rightarrow \beta_{max} = \arcsin\left(\frac{1}{n}\right)$

Мнимые изображения будут находиться за зеркалом на расстоянии $2h$ от ~~вo~~ поверхности воды:



Т.к. отверстие маленькое, то

$R = tg\beta \cdot 2h.$



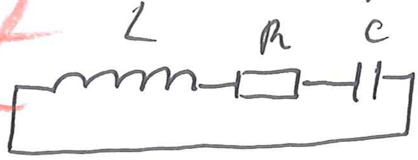
если ~~β~~ $\sin\beta = \frac{1}{n}$, то $tg\beta = \frac{1}{\sqrt{n^2-1}}$, тогда $R = \frac{1}{\sqrt{n^2-1}} \cdot 2h \Rightarrow$

$\Rightarrow h = R\sqrt{n^2-1}\cdot\frac{1}{2} = 8\cdot\frac{1}{2}\cdot\sqrt{(1{,}5-1)(1{,}5+1)} = 4\sqrt{2{,}5\cdot 0{,}5} = 4\cdot 5\cdot 10^{-1}\sqrt{5} =$

$= 2\sqrt{5} \approx 4{,}4$ см

Чистовик

Задача № 5



Колебания затухающие т.к. на резисторе выделяется тепло. Система теряет энергию только так, т.к. мы считаем провода идеальными. Тогда $Q = \int_0^t UI\,dt =$

+4 $= \int_0^t IRI\,dt = R\int_0^t I^2\,dt$ т.к. R – const

$Q = 0,38$ мДж. Будем считать, что в самом начале у системы было ~~Q_0~~ W_0 энергии. Т.к. $Q_i << W_0$, где Q_i – потеря энергии за ~~каждый~~ i-тый период колебаний, то $W_0 - Q_i \approx W_0$.
~~Будем~~ Значит можно считать, что все периоды колебаний ~~одинак~~ одинаковы.
Значит за каждый период колебаний выделилось одинаковое кол-во теплоты $Q_i = Q = 0,38$ мДж

По правилу Кирхгофа: $U_C = U_L + U_R \Rightarrow \frac{q_C}{C} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t} + IR$.

$U_L = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$ т.к. индуктивность катушки – const $\Rightarrow -U_L = (LI)' = L\frac{\Delta I}{\Delta t}$,

$I\frac{\Delta^2}{\Delta}t = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$. $\frac{q}{C} = -L\ddot{q} + \dot{q}R \Rightarrow \ddot{q} = -\frac{1}{LC}q + \frac{R}{L}\dot{q}$

Резистор почти не влияет на период колебаний, тогда будем считать период колебаний по формуле Томсона,

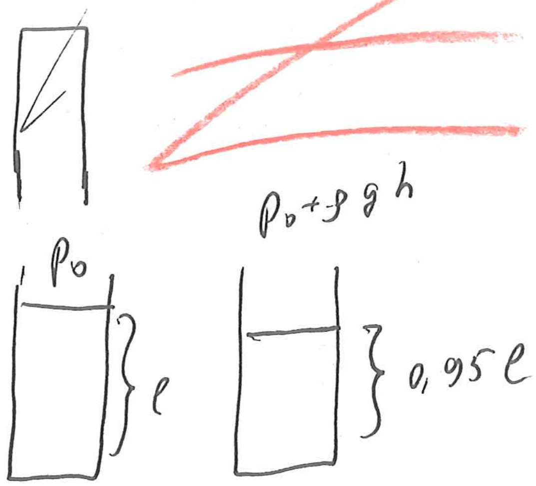
+4 где $T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{0,3\cdot 30\cdot 10^{-6}} = 2\pi\cdot 3\cdot 10^{-3} = 6\pi\cdot 10^{-3}$ с

$q(t) = A\sin\omega t + B\cos\omega t - q_i$, где $q_i << q_0$ (заряд теряющийся из-за затухания колебаний)

Рассмотрим момент времени, когда I_{max} и $U_C = 0,2$ В. +4

$u_c = U_c(t) = \frac{q(t)}{C}$ Будем считать, что $I(0) = 0$, т.к. в момент когда схему собрали ток был равен нулю, то такой ~~момент~~ момент времени, когда $I = 0$ будет. Значит можно сказать что $I(0) = 0$

$\int \sin^2 x \, dx$



4
4,5
19
405
45
8,45

1: $p_{B_1}V = \nu_B RT$

$p_{нас}V = \nu_2 RT$

$p_{B_1} + p_{нас} = p_0$

2: $p_{B_2} \cdot 0{,}95V = \nu_B RT$

$p_{нас}\, 0{,}95V = \nu_2 RT$

$p_{нас} + p_{B_2} = p_0 + \rho g h$

$\sin^2 x \cos x =$

$= 2\sin x \cos x \cos x - \sin^3 x =$

$= 2\sin x \cos^2 x - \sin^3 x =$

$p_{B_2} - p_{B_1} = \rho g h = \frac{\nu RT}{0{,}95V} - \frac{\nu RT}{V} = \frac{\nu RT}{V}\left(\frac{1}{0{,}95} - 1\right) =$

$= \frac{0{,}05}{0{,}95} = \frac{1}{19} = \frac{\nu_B RT}{\underline{\underline{19V}}} = \underline{\rho g h}$ известно

$2\sin(1-\sin^2 x) - \sin^3 x =$

$\frac{\nu_B RT}{V} = 19\rho g h = p_{B1}$

$= 2\sin x - 2\sin^3 x - \sin^3 x$

$= 2\sin x - 3\sin^3 x$

$p_{нас}$

$p_{B1} + p_{нас} = 19\rho g h + p_{нас} = p_0$

38·3 2

90 + 24

114

$\int \sin^2 x \, dx =$

$\sin^2 x' = \sin 2x$

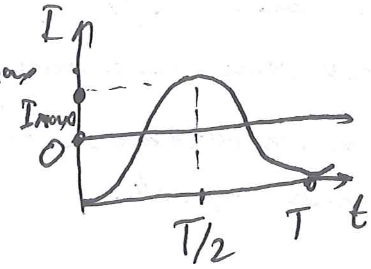
$\frac{1{,}14 \cdot 10^{4}}{0{,}36}$

$\frac{1{,}14 \cdot 10^{-6}}{0{,}04 \cdot 9 \cdot 10^{-10}} = \frac{1{,}14 \cdot \cancel{10}}{0{,}36 \cdot 10^{-10-4}}$

Посмотрим, когда ток в системе максимален $I(t) = I_{max}$

$I(t) = \dot{q}(t) = A\omega \cos\omega t - B\omega \sin\omega t$, I максимален когда

$t = \frac{T}{2}$ $\quad I\left(\frac{T}{2}\right) = I_{max}$



$\boxed{\text{Чистовик}}$

Тогда напряжение на конденсаторе $U_c = 0,2$ В когда

$$I_{max} = I\left(\frac{T}{2}\right),\ U_c = U_c\left(\frac{T}{2}\right) = \frac{q(T/2)}{C} = \frac{1}{C}\left(A\sin\omega\frac{T}{2} + B\cos\omega\frac{T}{2}\right) =$$

$$= \frac{1}{C}(+B) = 0,2\text{ В} \Rightarrow +\frac{B}{C} = 0,2\text{ В} \Rightarrow B = +0,2C.$$

т. к. $I(0) = A\omega\cos\omega t + 0,2C\omega \underbrace{\sin\omega t}_{0} = A\omega\cos\omega t = A\omega = 0$, то

$A = 0$ т. к. $\omega \neq 0$. Напишем финальное уравнение $q(t)$ с подставленными константами: ~~$q(t) = 0,2C\sin\omega t$~~ тогда ~~$I(t) = \dot{q}(t) = 0$~~, $q(t) = 0,2C\cos\omega t$. Будем брать ток всегда с положительным знаком:

$I(t) = 0,2C\omega\sin\omega t$ где $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ по определению ранее.

$$I(t) = \frac{0,2C}{\sqrt{LC}}\sin\frac{t}{\sqrt{LC}}$$

$$Q = R\int_0^T I^2(t)\,dt = R\int_0^T \frac{0,2^2\cdot C^2}{LC}\sin^2\frac{t}{\sqrt{LC}}\,dt =$$

~~$\sin^2 x = 2\sin x\cos x$, а $\int \sin^2 x\,dx = \sin^2 x + C$. Проверим~~

~~$(\sin^2 x)' = 2\cdot\sin x\cdot(\sin x)' = 2\sin x\cos x = 2\sin^2 x$~~

$$= \sqrt{LC}\,R\int_0^T \frac{0,2^2\cdot C^2}{LC}\sin^2\frac{t}{\sqrt{LC}}\,d\frac{t}{\sqrt{LC}} = \frac{0,2^2\cdot C^2\cdot R}{\sqrt{LC}}\int_0^T \sin^2\frac{t}{\sqrt{LC}}\,d\frac{t}{\sqrt{LC}}$$

$$R = \frac{Q\sqrt{LC}}{0,2^2\cdot C^2\int_0^T \sin^2\frac{t}{\sqrt{LC}}\,d\frac{t}{\sqrt{LC}}} = \frac{0,38\cdot 10^{-3}\cdot 3\cdot 10^{-3}}{0,2^2\cdot 3^2\cdot 10^{-10}\int_0^T \sin^2\frac{t}{\sqrt{LC}}\,d\frac{t}{\sqrt{LC}}} = \frac{1,14\cdot 10^{-4}}{0,36\cdot\int_0^T \sin^2\frac{t}{\sqrt{LC}}\,d\frac{t}{\sqrt{LC}}}$$

Чистовик

Задача № 2 (продолжение)

Рассмотрим второе положение трубки, когда она опущена в воду на $l/2$

2: Объём насыщенного пара меняется, какое-то количество воздуха насыщается водой и становится насыщенным водяным паром.

$p_{B2} \cdot S l_2 = \nu_B R T$, где $S l_2 = V_2 = S(l+h) = 0{,}95 V_0 = 0{,}95 V$

$p_{нас} \cdot S l_2 = \nu_2 R T$

(2) $p_{B2} + p_{нас} = p_0 + \rho g h$ по закону Дальтона

1: $p_{B1} V = \nu_B R T$

$p_{нас} V = \nu_1 R T$

(1) $p_{B1} + p_{нас} = p_0$

$(2)-(1) = p_{B2} + p_{нас} - (p_{B1} + p_{нас}) = p_0 + \rho g h - p_0 \rightarrow$

$\rightarrow p_{B2} - p_{B1} = \rho g h \rightarrow \frac{\nu_B R T}{V_2} - \frac{\nu_B R T}{V} = \frac{\nu_B R T}{V}\left(\frac{1}{0{,}95} - 1\right) =$

$= \frac{\nu_B R T}{19 V} = \rho g h \Rightarrow \frac{\nu_B R T}{V} = 19 \rho g h = p_{B1}$. тогда

Тогда (1): $p_{B1} + p_{нас} = p_0 \rightarrow 19 \rho g h + p_{нас} = p_0 \rightarrow$

$p_0 = 19 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 0{,}45 + 14{,}5 \cdot 10^3 = 10^3(19 \cdot 4{,}5 + 14{,}5) =$

$= (85{,}5 + 14{,}5) 10^3 = 10^2 \cdot 10^3 = 10^5$ Па

Ответ: 10^5 ПА

Решение и ответ верные

Черновик

$u(\frac{T}{2}) = 0,2В \to \frac{q(t)}{C} = A\sin\omega\frac{T}{2} + B\cos\omega\frac{T}{2}$

$\frac{q(t)}{C} = A\sin\pi + B\cos\pi =$

$-\frac{B}{C} = 0,2В$

$B = -0,2C$

$\dot q(0) = 0 = A\omega\cos\omega t + B\sin\omega t =$

$= A\omega = 0 \Rightarrow A = 0$

L R C

u_C

$u = IR$

$Q = \varepsilon q = uI = uIt = \int uI\,dt = R\int I^2 dt =$

$=$

$u_C + u_L - u_R = 0$

I

$T/2$ T t

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

$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

$\frac{q}{C} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t} + IR$

$\frac{q}{C} = -L\ddot q + \dot q R$

$\ddot q = -\frac{1}{LC}q + \dot q R$

$I(\frac{T}{2}) = I_{max}$

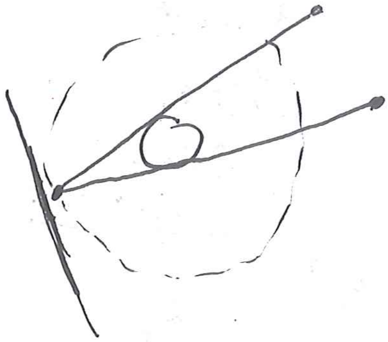
$u(\frac{T}{2}) = 0,2В$

$q(t) = A\sin\omega t + B\cos\omega t$

$W(\frac{T}{2}) = W_L + W_C = \frac{LI_m^2}{2} + \frac{Cu^2}{2}$

$W(\frac{T}{2}) = \frac{0,3\cdot I_m^2}{2} + \frac{30\cdot 2\cdot 10^{-7}}{2} = 0,15 I_m^2 + 3\cdot 10^{-6}$

Черновик



$\sqrt{\frac{1}{R_1^3}} = \sqrt{\frac{1}{R_1^3} - \frac{1}{R_2^2}} = \sqrt{\frac{R_2^3 - R_1^3}{R_1^3 R_2^3}}^{\,2}$

$= \frac{1}{R_1 R_2} \sqrt{\frac{R_2^3 - R_1^3}{R_1^4 R_2^4}}^{\,2}$

$64 \cdot 10^3 = 2^6 \cdot 10^3$

$10^{15} = (2^6 \cdot 10^3)^3$

$= 2^6 \cdot 10^3 \cdot 10^5 = \overline{(2^6 \cdot 10^8)}^3$

$\cos^3(x) = 3\cos^2(x) \cdot -\sin$

488

$$\begin{array}{r} 1512 \\ \times\ 488 \\ \hline 12096 \\ 12096 \\ 6048 \\ \hline 737856 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 26 \\ \times\ 26 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 26 \\ \times\ 26 \\ \hline 156 \\ 52 \\ \hline 676 \end{array}$$

73785

$\omega^2 = 1600$

$100^2 = 10000$

$110^2 = 12100$

$$\begin{array}{r} 28 \\ \times\ 28 \\ \hline 224 \\ 56 \\ \hline 784 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 27 \\ \times\ 27 \\ \hline 189 \\ 54 \\ \hline 629 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 286 \\ \times\ 286 \\ \hline 1776 \\ 2288 \\ 572 \\ \hline 83796 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 276 \\ \times\ 276 \\ \hline 1656 \\ 1932 \\ 552 \\ \hline 76876 \end{array}$$

$274 | 2$

187

$3^3 - 10$

81

$\sin^2 x = 2\sin x \cos x$

$\cos^2 x\,' = 2\cos x(-\sin x)$

$\sin^2 x$

$\sin 2x = 2\sin x \cos x$

$3 \sin^2 x \cos x =$

$b = \sqrt{c^2 - a^2}$

$\cancel{2\sin x \cos x}$

$\cancel{\sin 2x}$

$= 3 \frac{a^2}{c^2} \cdot \frac{b}{c} = 3\frac{a^2 b}{c^3} = 3\frac{a^2\sqrt{c^2 - a^2}}{c^3}$

Черновик

$n \sin^2 x$

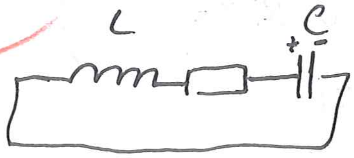
Туг 2 $\int \sin^2 x dx$

~~$\sin^3 x$~~ $-\cos^3 x$

~~$3\sin^2 x$~~

~~$\int \sin^2 x =$~~

$\sin^3 x =$
$3\sin^2 x \cdot \cos x$



$L = 0,3 Гн$

$C = 30 мкФ$

$Q_{нор} << Q_{полн}$

$\sin^2 x = 1 - \cos^2 x$

$\sqrt{5} \approx 2,1$

$21 \cdot 21 = 441$

$I(t) = I_{max}$ $U = 0,2 В$

$R - ?$

$Q_3 = 0,38 мДж$ $\pi = 3,14$

$22 \cdot 22 = 484$

$2,5 \cdot 0,5 =$ $5^2 \cdot 10^{-1} \cdot 5 \cdot 10^{-1} = 5^3 \cdot 10^{-2}$

$5 \cdot 10^{-1} \sqrt{5}$

~~$\sin^2 x = 2\sin x \cos x$~~

$23 \cdot 23 = 529$

1. 2 н 1

$\boxed{\int \sin^2 x dx}$

$mg = G \frac{mM}{r^2}$

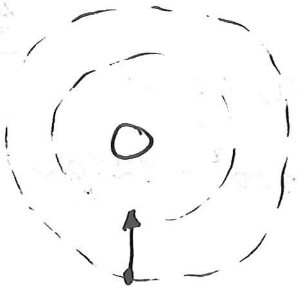
$g = G \frac{M}{r^2} = 9 м/с^2$

$R_1 = 6,4 \cdot 10^4 км$

$R_2 = 10^5 км$

$r = 10^3 км$

$g = 9 м/с^2$



$F = G \frac{mM}{R_1^2} = m a_1 \Rightarrow a_1 = G \frac{M}{R_1^2}$

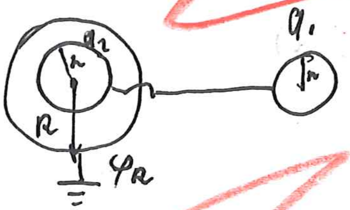
$a_1 = \frac{V^2}{R_1} \Rightarrow V = \sqrt{G \frac{M}{R_1}}$

~~$F = g \frac{M}{m}$~~ $= F = g$

$\varphi_0 = \frac{kq}{r} \Rightarrow q = \frac{\varphi r}{k}$ $k = 9 \cdot 10^9$

$\varphi = \frac{kq}{r} + \frac{kQ}{R} \Rightarrow q = \frac{\varphi r}{k} - \frac{r}{R} Q$ => на внутр. сфере
заряд мен. => $q_1 \cdot k$

н 3



$\varphi_R = 0 = \frac{kq_1}{R} + \frac{kQ}{R} = \frac{k(q_1 + Q)}{R} \rightarrow q_1 = Q$

$\varphi_2 = \varphi_1 = \frac{kq_1}{r} + \frac{kQ}{R} \Rightarrow kq_1 \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{R} \right)$