0 074872 170000

07-48-72-17
(5.10)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 3

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Паршуто Владислава Александровича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

выход 14:38 ~~Кон~~
вход 14:42 ~~Кон~~

Дата

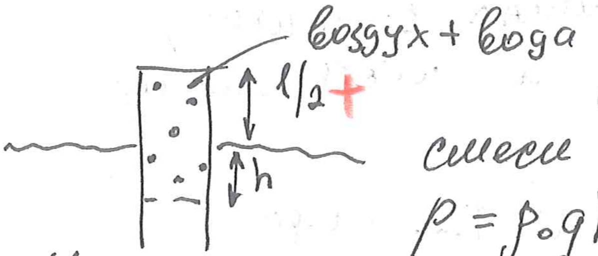
«9» февраля 2024 года

Подпись участника

07-48-72-17 (5.10)

Чистовик.

Задача 2.



Понятно, что давление смеси в сосуде

$$p = \rho_0 g h + p_0$$

Изначально давление смеси равнялось p_0, а давление воздуха соответственно $p_0 - p_{нас}$

$(p_0 - p_{нас}) S l = \nu R T$ Будем считать, что воздух (S — площадь сечения трубки) из трубки не выходил => Давление воздуха в конце есть:

$\rho_0 g h + p_0 - p_{нас}$, т.к. пар остаётся насыщенным. Тогда:

$(\rho_0 g h + p_0 - p_{нас}) S (\frac{1}{2} l + h) = \nu R T$. Поделим уравнения друг на друга =>

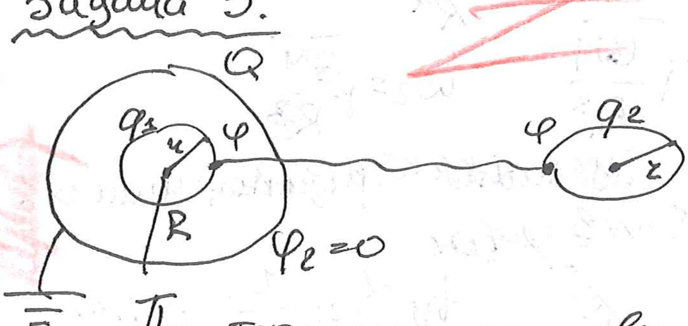
$$\Rightarrow (p_0 - p_{нас}) l = (p_0 + \rho_0 g h - p_{нас})(\frac{1}{2} l + h)$$

$$l\left(p_0 - p_{нас} - \frac{1}{2}(p_0 + \rho_0 g h - p_{нас})\right) = h(p_0 + \rho_0 g h - p_{нас})$$

$$\Rightarrow l = 0{,}45\,м \cdot \frac{90\,000\,Па}{40500\,Па} = \frac{9}{20} \cdot \frac{20}{9} = 1\,м$$

Ответ: $l = 1\,м$

Задача 3.



По теореме единственности шары будут заряжены по поверхности*. И т.к. они соединены проволокой, то их потенциалы будут одинаковыми. Для правого шара, т.к. он заряжен по поверхности:

$$\varphi = k\frac{q_2}{r}$$

*и равномерно.

1	2	3	4	5	Σ
15	20	20	11	18	84

восемьдесят четыре

Чистовик

Задача 3 (продолжение).

У левого шара потенциал в центре, как и у правого равен его собственному потенциалу:

$$\varphi = k\frac{Q}{R} + k\frac{q_1}{r}.$$ И т.к. шары заряжены равномерно => вне шара поле от него, как от точечного заряда. Тогда

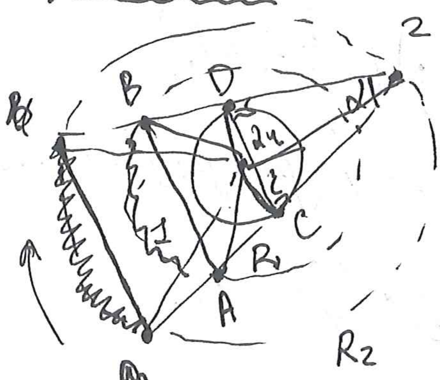
$$\varphi - \varphi_2 = k\frac{q_1}{r} - k\frac{q_1}{R},$$ и т.к. $\varphi_2 = 0$

$$\varphi = k\frac{q_1}{r} - k\frac{q_1}{R} \Rightarrow k\frac{q_2}{r} = k\frac{q_1}{r} - k\frac{q_1}{R}$$

+

$$q_2 = q_1 - \frac{r}{R}q_1 = q_1\left(1 - \frac{r}{R}\right) = 2\cdot 10^{-10}\ \text{Кл}$$

Задача 1.



Обозначим ~~[illegible]~~ ω_1 и ω_2 угловые скорости спутников, движущихся по ~~радиусам~~ траекториям с радиусами R_1 и R_2 соответственно. Тогда:

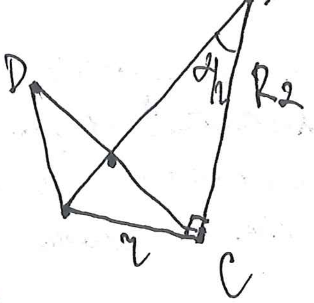
$$\cancel{m}\omega^2 R = G\frac{M\cancel{m}}{R^2}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{GM}{R^3}} \qquad \omega_1 = \sqrt{\frac{GM}{R_1^3}} \qquad \omega_2 = \sqrt{\frac{GM}{R_2^3}}$$

Вычислим значение ~~[illegible]~~ в радианах угла α.

~~Из подобия отрезок AB равен~~

~~[illegible]~~



$$\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} = \frac{r}{R_2} \Rightarrow$$ т.к. угол малый

$$\Rightarrow \alpha = \frac{2r}{R_2}$$

→ см. продолжение

07-48-72-17 (5.10)

~~CD - дуга окружности радиусом~~ Чистовик.

R_2 и ~~длиной примерно~~ $2r$

Тогда ~~угол~~ α

$$2r = \frac{\alpha}{2\pi}\cdot 2\pi R_2 = \alpha R_2 \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ ~~Длина~~ дуги AB

$$AB = \alpha(R_1+R_2) = \frac{2r}{R_2}(R_1+R_2)$$

Угловая мера дуги AB

$$\gamma = \frac{(R_1+R_2)}{R_2R_1}2r$$

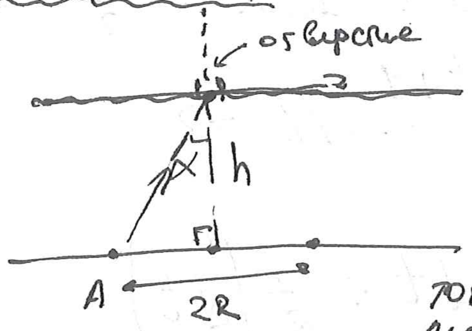
Перейдём в С.О. второго спутника

$$\omega = \omega_1-\omega_2 = \sqrt{\frac{GM}{R_1^3}}-\sqrt{\frac{GM}{R_2^3}}$$

Тогда время τ:

$$\tau = \frac{\gamma}{\omega} = \frac{(R_1+R_2)}{R_2R_1\left(\sqrt{\frac{GM}{R_1^3}}-\sqrt{\frac{GM}{R_2^3}}\right)}\cdot 2r$$

Задача 4.



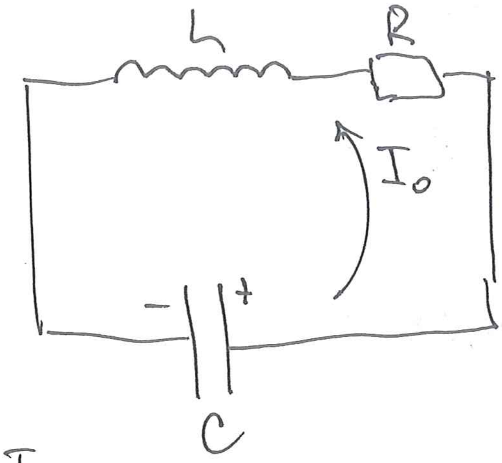
Рассмотрим точку A на расстоянии R от центра светового пятна. По закону обратимости лучей из точки A в отверсие идёт луч, который после прохождения границы раздела сред идёт перпендикулярно нормали. (т.к. A находится на краю светового пятна) $\Rightarrow$

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

$$(h^2+R^2)\sin^2\alpha = R^2 \Rightarrow n^2 = \frac{h^2+R^2}{R^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n = \frac{\sqrt{h^2+R^2}}{R} = \frac{\sqrt{5}}{2}$$

Задача 5. Чистовик.



Понятно, что т.к. вначале ток максимальный, то напряжения на катушке нет $\Rightarrow U = I_0 R$

$$I_0 = \frac{U}{R}$$

Так как потери очень малы можно сказать, что в цепи происходят гармонические колебания и ток изменяется по гармоническому закону $I = I_0 \cos \omega t$, а период колебаний равен $T = 2\pi\sqrt{LC}$, тогда теплота выделившаяся на малый промежуток времени есть:

$$dQ = I^2 R dt \Rightarrow dQ = I_0^2 R \cdot \cos^2 \omega t \cdot dt$$

воспользуемся формулой понижения степени:

$$\cos^2 \omega t = \frac{\cos 2\omega t + 1}{2} \Rightarrow dQ = I_0^2 R \cdot \frac{\cos 2\omega t + 1}{2} dt$$

тогда $Q = I_0^2 R \int_0^T \frac{\cos 2\omega t + 1}{2} dt \Rightarrow$

$$\Rightarrow Q = I_0^2 R \cdot \left(\frac{1}{2}\int_0^T \cos 2\omega t \cdot dt + \frac{1}{2}\int dt\right)$$

$$Q = \frac{I_0^2 R}{2}\left(\frac{1}{2\omega}\underbrace{\sin 2\omega T}_{=0} - 0 + T\right) = \frac{I_0^2 R}{2} T$$

$$T = 2\pi\sqrt{LC}, \quad Q = \frac{1}{2} I_0^2 R \cdot 2\pi\sqrt{LC} \Rightarrow$$

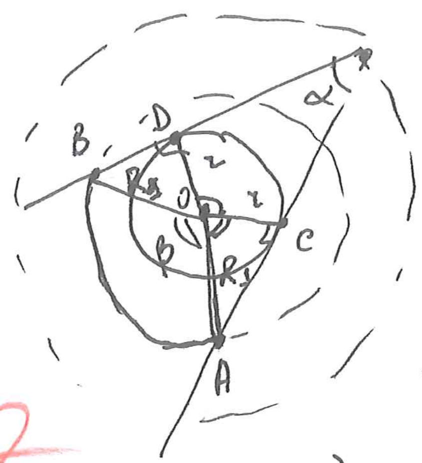
$$\Rightarrow L = \frac{Q^2}{I_0^4 R^2 \pi^2 C} = \frac{Q^2 R^2}{U^4 \pi^2 C}$$

+

число — ?

07-48-72-17
(5.10)

Задача 1. Чистовик.



$$\alpha = \frac{2r}{R_2}$$

$$\angle COD = 360 - 180 - \alpha = \pi - \alpha$$

$$\angle DOB = \angle COA = \frac{R_1}{\sqrt{R_1^2 - r^2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \beta = 2\pi - \pi + \alpha - \frac{2R_1}{\sqrt{R_1^2 - r^2}} = \pi + \frac{2r}{R_2} - \frac{2R_1}{\sqrt{R_1^2 - r^2}}$$

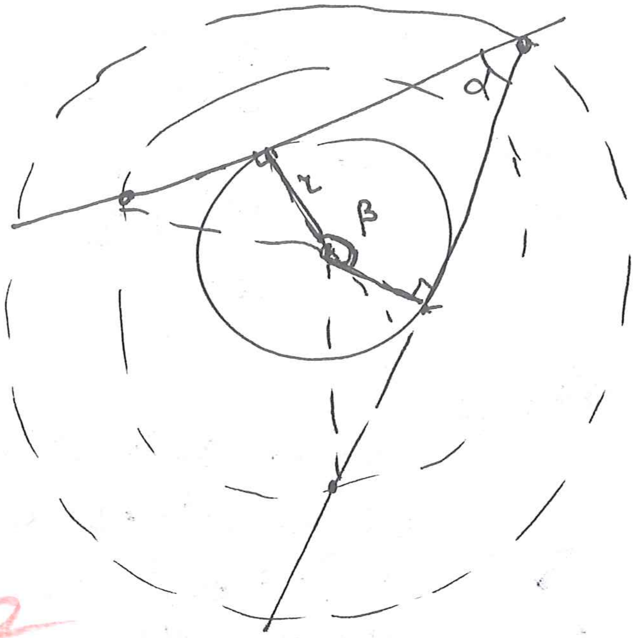
Перейдём в С.О. спутника 2. Тогда угловая скорость первого спутника равна:

$$\omega = \omega_1 - \omega_2 = \sqrt{\frac{GM}{R_1^3}} - \sqrt{\frac{GM}{R_2^3}}.$$

$\Rightarrow$ спутнику 1 в С.О. спутника 2 надо преодолеть угол β для того, чтобы выйти из слепой зоны. $\Rightarrow$ $\tau = \frac{\beta}{\omega} =$

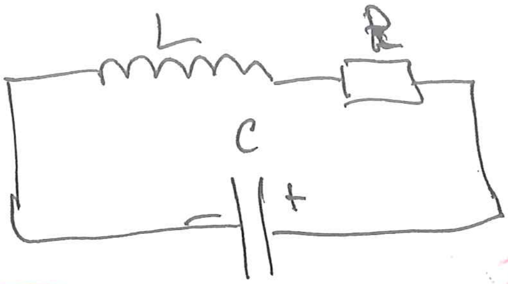
$$= \frac{\pi + \frac{2r}{R_2} - \frac{2R_1}{\sqrt{R_1^2 - r^2}}}{\sqrt{\frac{GM}{R_1^3}} - \sqrt{\frac{GM}{R_2^3}}} = \tau$$

Черновик.



$360 - 180 - \alpha =$

$=$



Черновик.

① Выразить ток через тепло

② через ЗСЭ действовать

$U = \cos\omega t \cdot \sin\omega t$ $\quad du =$

$dv = dt \qquad v = t$

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

$\omega^2 = \frac{1}{LC}$

$\int \cos^2 \omega t \, dt =$

$= \int \left(\frac{\cos 2\omega t + 1}{2} \right) dt$

$\cos 2\alpha = \cos^2\alpha - \sin^2\alpha$

$\cos 2\alpha = \cos^2\alpha - 1 + \cos^2\alpha$

$\cos 2\alpha = 2\cos^2\alpha - 1$

$\cos^2\alpha = \frac{\cos 2\alpha + 1}{2}$

$m\frac{v^2}{R} = G\frac{Mm}{R^2}$

$\sin = \cos$

$v^2 = \frac{GM}{R}$

$\frac{1}{2\omega} \sin 2\omega t$

$Q = \frac{1}{2} I_0^2 R \cdot 2\pi\sqrt{LC}$

$v = \omega R$

$Q^2 = I_0^4 R^2 \cdot \pi^2 \cdot LC$

$\omega^2 R^2 = \frac{GM}{R}$

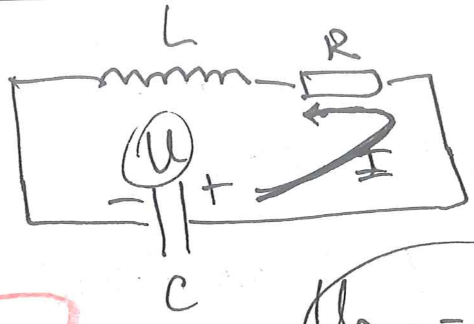
$L = \frac{Q^2}{I_0^4 R^2 \pi^2 C}$

$\omega = \sqrt{\frac{GM}{R^3}}$

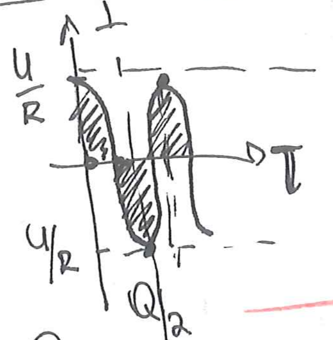
$\frac{U^4}{R^4} \cdot R^2 = \frac{U^4}{R^2}$

$I_0 = \frac{U}{R}$

Черновик.



$U_{Cmin} = I_{max} R$



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

$q = \int I dt = q$

$I^2 R = Q$

$I = I_0 \cos \omega t$

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

$dQ = I_0^2 \cos^2 \omega t \cdot dt$

$I_0^2 \int u\,dv = I_0^2 \left(uv - \int v\,du\right) \Rightarrow$

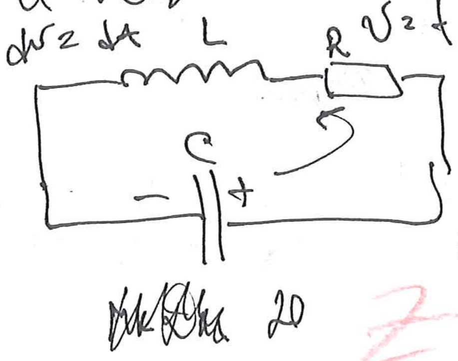
$u = \cos^2 \omega t \quad du = 2\cos\omega t \cdot (-\sin\omega t)\,dt$

$dv = dt \quad v = t$

$\cos^2 \omega T \cdot T + \int 2(\cos\omega t \sin\omega t)\,dt$

$u = 2\cos\omega t \cdot \sin\omega t \quad du =$

$dv = dt \quad v = t$



$\frac{L I_{max}^2}{2} = W_{magn}$

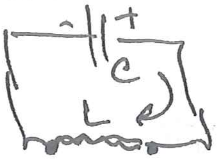
$Q \quad \frac{L I_{max_1}^2}{2} = \frac{L I_{max_2}^2}{2} + Q$

20

$\frac{q}{C} = IR + \frac{dI}{dt} L$

$\frac{q\,dt}{C} = dq R + dI L$

Черновик.



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

$\omega^2 = \frac{1}{LC}$

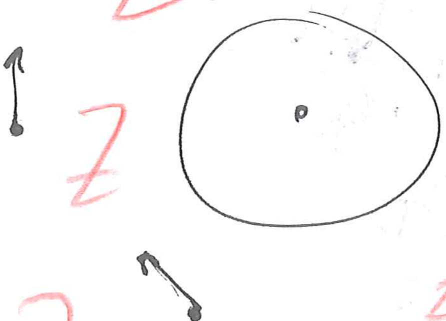
$q = q_0 \cos(\omega t + \varphi_0)$

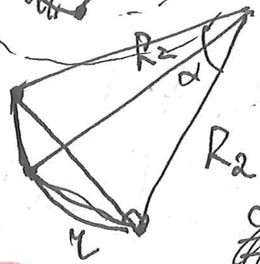
$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ $T = \frac{2\pi}{\omega}$

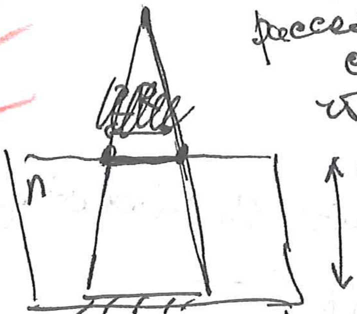
$\frac{dq}{dt} = A\cos\omega t + B\sin\omega t$

$A = $ [illegible] CU

$B =$

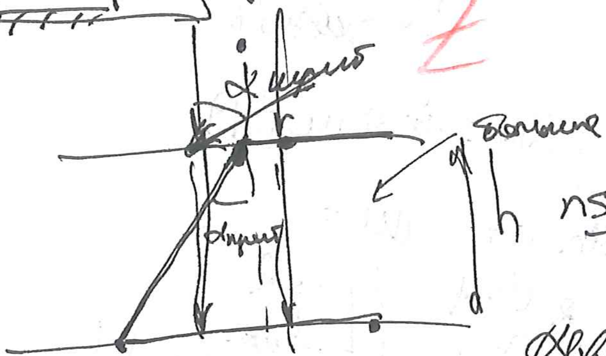






рассеянный свет что это?

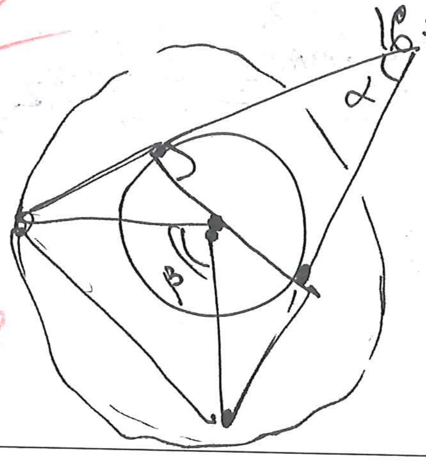
$\sin\frac{\alpha}{2} =$



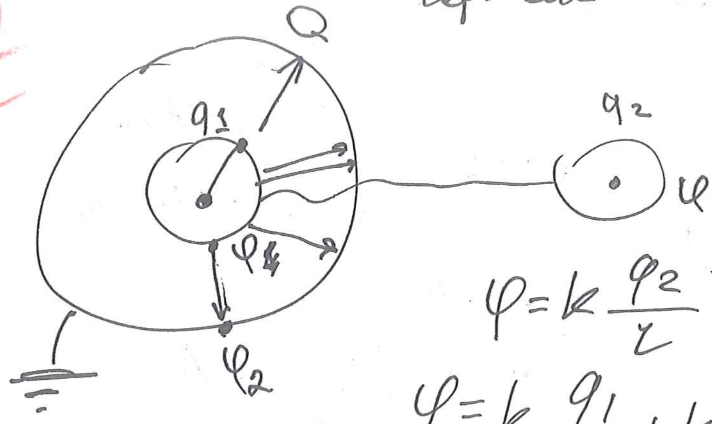
$n\sin\alpha = \sin\beta$

$\beta > \alpha$

$16+64=\sqrt{80}$ $\frac{\sqrt{80}}{8} = \frac{4\sqrt{5}}{8} = \frac{\sqrt{5}}{2}$



Черновик

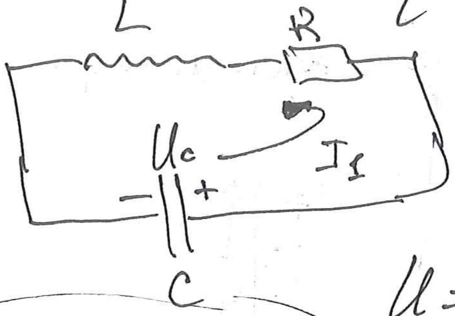


$$\varphi = k\frac{q_2}{r}$$

$$\varphi = k\frac{q_1}{r} + k\frac{Q}{R}$$

$\varphi_2 = 0$

$$\varphi - \varphi_2 = k\frac{q_1}{r} - k\frac{q_1}{R}$$



$U_C = RI_{MAX}$

$$U = RI_1 + \frac{dI}{dt}L$$

$$W_1 = \frac{I_1^2 L}{2} + \frac{U^2 C}{2}$$

$W_1 = W_2$

Q = 31,4 мДж

$$\frac{I_1^2 L}{2} + \frac{U^2 C}{2} = \frac{I_2^2 L}{2} + \frac{I_{MAX}^2 R^2 C}{2} + Q$$

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

$$I = \frac{\frac{q}{C} - \frac{dI}{dt}L}{R}$$

$q = \int I\,dt + q_0$

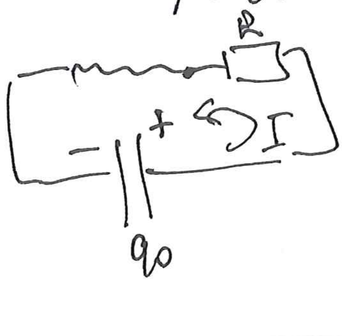
$dQ = I^2 R\,dt$

$$dQ = \frac{\left(\frac{q}{C} - \frac{dI}{dt}L\right)^2}{R}dt$$

0

$$dQ = \frac{q^2 dt}{RC^2} - \frac{2dILq}{CR} + \frac{dI^2 L}{dtR}$$

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



$$\frac{dI}{dt}L + IR = \frac{q}{C}$$

~~Чистовик~~ Черновик.

$U = 1В$

$L - ?$

$R = 0{,}4 Ом$

$Q = 31{,}4 мДж$

$I_{max}R = U$

$I_{max} = U/R = \frac{2}{5} A$

$W = \frac{I_{max}^2 L}{2} + \frac{CU^2}{2}$

$I_{max} = \frac{U_C}{R}$ $U_L = \frac{dI}{dt}L$

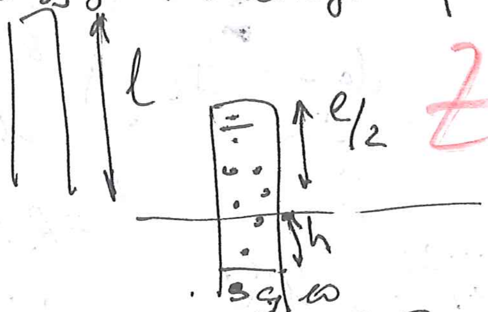
$dQ = I^2 R$

$U_C = \frac{q}{C}$

$I = \frac{dq}{dt} = \frac{U_C - U_L}{R} =$

N2

воздух + насыщ. пар.



100 14500

$\rho_0 g h = 0{,}45 \cdot 10^4 = 4500$

$85500 + 4500 = 90000/2$

$100000 - 14500 = 85500$

45000

$90000 : 855 = 1{,}005$

-855
4500
-4275
225

$85500 - 45000 =$
$= 40500$

$90000 : 40500 = 2{,}(2)$

-810
900
-810

$2\frac{2}{9} = \frac{20}{9}$

$\frac{45}{100} = \frac{9}{20}$

$\varphi_{ш_1} = k\frac{q}{r} + k$