$$\varphi_{II}(r) = \frac{R}{L}\frac{q}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}} - \frac{R}{L}\frac{q}{\sqrt{x^2+y^2+\left(z+\frac{R^2}{L}\right)^2}}$$

$$\bar{E}_{II}(z) = -\bar{\nabla}\varphi_{II}(z) = +q\frac{R}{L}\left\{\left[\frac{x\bar{e}_x}{z^{3/2}} - \frac{x\bar{e}_x}{z'^{3/2}}\right] + \left[\frac{y\bar{e}_y}{z^{3/2}} - \frac{y\bar{e}_y}{z'^{3/2}}\right] +\right.$$

$$+\left[\frac{z\bar{e}_z}{z^{3/2}} - \frac{\left(z+\frac{R^2}{L}\right)\bar{e}_z}{z'^{3/2}}\right] = q\frac{R}{L}\left\{\bar{z}\left[\frac{1}{z^{3/2}} - \frac{1}{z'^{3/2}}\right] -\right.$$

$$\left. - \frac{R^2}{Lz'^{3/2}}\bar{e}_z\right\}$$

$$\bar{F}_{yx} = q\bar{E}_{II} = q^2\frac{R}{L}\left\{\bar{z}\left[\frac{1}{z^{3/2}} - \frac{1}{z'^{3/2}}\right] - \frac{R^2}{Lz'^{3/2}}\bar{e}_z\right\}$$

12

$\nu = 1$ моль

$q = 2{,}3 \cdot 10^6 \frac{Дж}{кг}$

$t = 100°C$

$P = 1 атм = 101325$ Па

$A_{выхода}$ – ?

Решение

$\nu = 1 моль = \frac{m}{M_{H_2O}}$

$M_{H_2O} = 1 \cdot 2 \frac{г}{моль} + 16 \frac{г}{моль} = 18 \frac{г}{моль} \Rightarrow m = 18 г$

$Q = q \cdot m = 18 \cdot 10^{-3} кг \times 2{,}3 \cdot 10^6 \frac{Дж}{кг} = 41{,}4$ кДж $= A_{вых}$.

Замеч.! тепло, которое необходимо для того, чтобы испарился (т.е. перешёл в газообразное состояние) 1 моль воды. При 100°C испарение = кипение, при котором молекулы воздуха и пара в виде пузырьков всплывают и перемещаются на поверхность. Поэтому $Q = A_{вых}$.

$$\eta_{уст.} = 0{,}8\,\eta_{карно} = 0{,}8\,\frac{Q_н - Q_x}{Q_н}$$

Из условий и физических соображений ясно, что $Q_x = aS$ (w), где

$$a \sim \left[\frac{Дж}{м^2}\right]$$

Замеч.: [...] - размерность

$tP = Q_н - Q_x$, где t - время

Пусть $t = 1с \Rightarrow Q_н - Q_x = 10$ МДж

тогда: $0{,}8 \cdot \dfrac{10\,МДж}{\eta_{уст}} - Q_x = 10$ МДж

$$0{,}8\,\frac{10\,МДж}{\eta_{уст}} - aS = 10\,МДж$$

Замеч.:

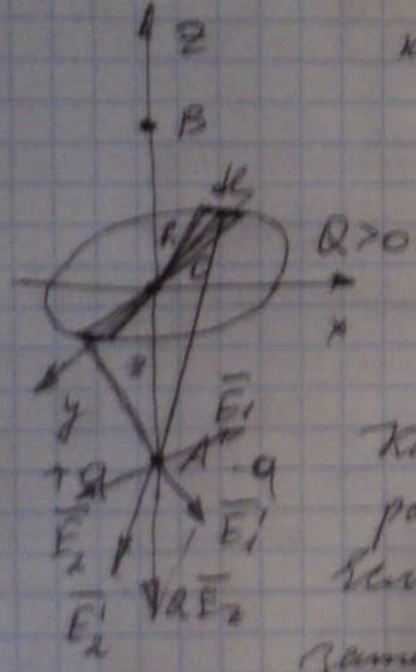
Поскольку просят посчитать в расчете на ед. поверхность, то положим $S = 1\,м^2$, $a = 1\,\frac{Дж}{м^2}$ (для простоты)

$$\frac{8\,МДж}{11\,МДж} = \eta_{уст} \approx 0{,}72$$

(w) Сноска: $Q_x = aS$

<u>15.</u> Пусть $Q > 0$

Сила действующей на заряд q со стороны кольца вдоль оси:



$$dF_{кул} = -k\frac{q\,\sigma\,dl}{\sqrt{R^2+z^2}} \Rightarrow$$

$$\boxed{F_{кул} = -k\frac{qQ}{\sqrt{R^2+z^2}}}$$

Как видно сила зависит только от расстояние до кольца

Если $q>0$, то сначала q будет замедляться затем (после прохожд. кольца ускоряться) $\Rightarrow$

$t^+ = t^+_{AO} + t^+_{OB}$

Если $q<0$, то сначала ускоряться, а затем (после прохожд плоск. кольца) замедляться

$t^- = t^-_{OA} + t^-_{OB}$

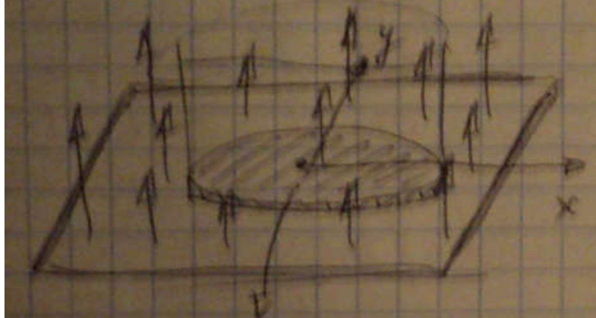
Но поскольку сила $F_{кул.}$ зависит только от расстояние и модулей зарядов, ~~[illegible]~~ к в т. А они имели равные скор-ти, то

$t^-_{OA} = t^+_{OB}$, $t^+_{AO} = t^-_{OB}$ — поскольку $OA = OB$

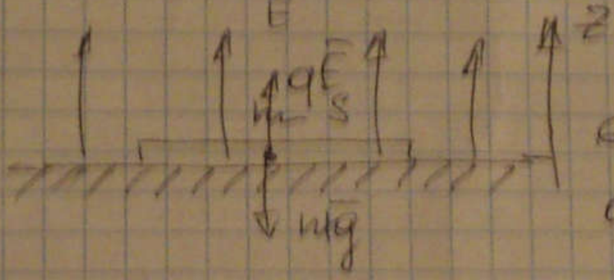
$\Downarrow$

$$\boxed{t^+ = t^-}$$

Задача 16.



m, S



$\sigma(x,y) = \sigma$

$q = \sigma \cdot S$

$\sum \bar{F} = 0 \Rightarrow qE_z - mg = 0$

$q = \frac{mg}{E_z} \Rightarrow \sigma = \frac{mg}{E_z \cdot S} \Rightarrow$

$\sigma = \frac{mg}{\sigma \times S \times 4\pi} \Rightarrow \boxed{\sigma = \sqrt{\frac{mg}{4\pi S}}}$

↳ ответ

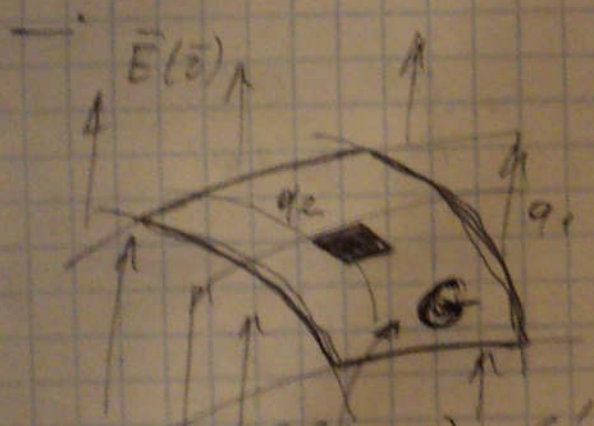
$\operatorname{div} \varphi = 4\pi\sigma$

$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial z} = -4\pi\sigma$

$\int \operatorname{div} \varphi \, dV = 4\pi q = \sigma \cdot \cancel{S} \times 4\pi$

$\parallel$

$\oint (\nabla, \varphi) \, dS = E_z \times \cancel{S}$



$\sigma(x,y,z) = \sigma'(q_1,q_2)$

Введём переменные на самой поверхности q_1, q_2

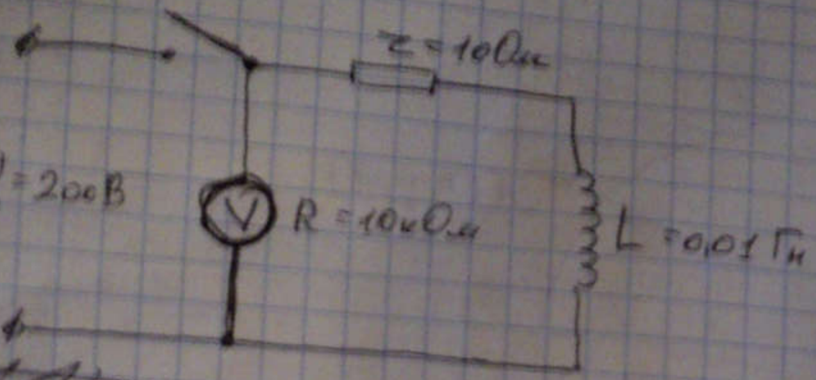
$$dq_{1,2} = \frac{\partial q_{1,2}}{\partial x}dx + \frac{\partial q_{1,2}}{\partial y}dy + \frac{\partial q_{1,2}}{\partial z}dz$$

Элемент заряда поверхности

$$dq = \sigma'(q_1, q_2)\, dq_1 dq_2$$

Пусть поверхность находится в поле с напряж. $\vec{E}(\vec{r})$ (об источниках не говорим) $\Rightarrow$

$$d\vec{F} = \vec{E}(\vec{r}_\sigma)\, dq = \vec{E}(\vec{r}_\sigma)\, \sigma'(q_1, q_2)\, dq_1 dq_2$$



$$\cancel{U(t) - \mathcal{E}_{ind} = I(Z_L) = I\left(\frac{1}{z+i\omega L}+\frac{1}{R}\right) = I\left(\frac{R+z+i\omega L}{R(z+i\omega L)}\right)}$$

$$\mathcal{E}_i = L\dot{I} = -I(z+R) \Rightarrow \frac{dI}{I} = \left(\frac{z+R}{L}\right)dt$$

t_0 - момент отключения

$$\ln|I| = -\frac{z+R}{L}t + \ln(C)$$

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R} + \frac{1}{z} = \frac{z+R}{Rz}$$

$$I(t) = Ae^{-\frac{z+R}{L}t} = Ae^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$R' = \frac{Rz}{z+R}$$

$$I(t_0) = A = \frac{U(z+R)}{Rz}$$

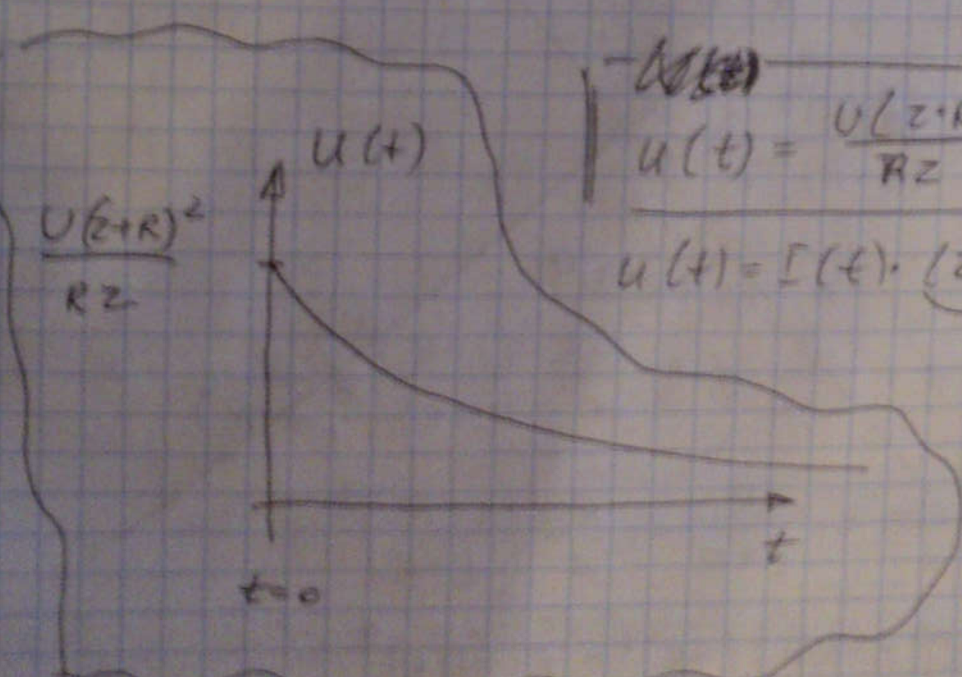
сопротивление цепи подключ. к U_0

$$I(t) = \frac{U(z+R)}{Rz}e^{-\frac{t}{\frac{L}{R+z}}}, \quad \frac{L}{R+z} = \tau$$

$$u(t) = \frac{U(z+R)^2}{Rz}e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$u(t) = I(t)\cdot(z+R)$$

сопротивление цепи подключ. к э.д.с. индукции



$$\begin{cases} \operatorname{div} \varphi_I = -4\pi\rho_I \\ \operatorname{div} \varphi_{II} = 0 \\ \varphi|_\Gamma = \varphi_I|_\Gamma \\ Q' = -q' \\ \bar{E}|_\Gamma = 0 \end{cases}$$

Решим задачу методом изображений

$$\varphi(z) = \varphi_I(z) + \varphi_{II}(z)$$

$$\varphi_I(z) = \frac{q}{\sqrt{L^2+2Lz\cos\theta+z^2}}, \quad \varphi_{II}(z) = -\frac{q'}{\sqrt{d^2+2dz\cos\theta+z^2}} + \frac{q'}{z}$$

Здесь и далее $\theta = 0$:

$$\varphi(0) = \varphi(R) = \frac{q}{L} = \varphi_I(z)|_\Gamma = \frac{q}{|L+R|} + \frac{q'}{R} - \frac{q'}{|d+R|}$$

$$1): \frac{q}{L} = \frac{q}{|L+R|} + \frac{q'}{R} - \frac{q'}{|d+R|}$$

$$\bar{E}_\Gamma = 0 = -\bar{\nabla}\varphi|_\Gamma = \bar{\nabla}\varphi_I|_\Gamma = -\bar{\nabla}\varphi_{II}|_\Gamma$$

$$\left.\frac{\partial \varphi_I}{\partial(\cos\theta)}\right|_\Gamma = \left.-\frac{\partial \varphi_{II}}{\partial \cos\theta}\right|_\Gamma \Rightarrow \frac{qL}{|L+R|^3} = \frac{dq'}{|d+R|^3} \Rightarrow q' = \frac{|d+R|^3}{|L+R|^3}\frac{L}{d}q$$

$$\frac{q}{L} = \frac{q}{|L+R|} + \frac{d}{R|d+R|}\frac{|d+R|^3 L}{|L+R|^3 d} q$$

$$\frac{R}{L\cancel{(L+R)}} = \frac{L}{R}\frac{(d+R)^2}{(L+R)^{2}} \Rightarrow \left(\frac{R}{L}\right)^2 = \left(\frac{d+R}{L+R}\right)^2 \rightarrow R(L+R) = (d+R)L$$

$$d = \frac{R^2}{L}$$

$$q' = \frac{\left|\frac{R^2}{L}+R\right|^3}{|L+R|^3}\frac{L^2}{R^2}q = \frac{R^3 \cancel{\left|1+\frac{R}{L}\right|^3}}{L^3 \cancel{\left|1+\frac{R}{L}\right|^3}}\frac{L^2}{R^2}q = \frac{R}{L}q$$

$$\varphi_{II}(z) = \frac{R}{L}q\frac{1}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}} - \frac{R}{L}q\frac{1}{\sqrt{x^2+y^2+\left(z+\frac{R^2}{L}\right)^2}}$$

$$\bar{E} = -\bar{\nabla}\varphi_{II} = \frac{\partial}{\partial x}\varphi_{II}\bar{e}_x + \frac{\partial}{\partial y}\varphi_{II}\bar{e}_y + \frac{\partial}{\partial z}\varphi_{II}\bar{e}_z$$