

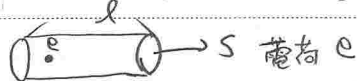
学内試験解答用紙

横浜国立大学工学部

科目名	物理学ⅡB	学科名	生産工 学科	氏名		評点	
学籍番号		学籍番号		学籍番号		学籍番号	

$V=RI$
 $P=IV$

電場を E , 面積 S 長 l とする



$m\vec{v} = e\vec{E}$ $\vec{v} = \vec{v}_0 + \frac{e}{m}\vec{E}t$

電子全体の速度平均を $\langle \vec{v} \rangle$ とする

$\langle \vec{v} \rangle = \frac{1}{l} \int_0^l \vec{v} dt$

$= \langle \vec{v}_0 \rangle + \frac{e}{2m}\vec{E}l$

伝導速度を $\vec{v}_0$, 電流密度を $\vec{j}$

単位体積当たりの電子数を n ,

抵抗率を ρ とする

$\vec{v}_0 = \langle \vec{v} \rangle = \langle \vec{v}_0 \rangle + \frac{e}{2m}\vec{E}l$

$\vec{j} = en\vec{v}_0 = \frac{en^2}{2m}\vec{E} = \frac{\vec{E}}{\rho}$

$|\vec{j}|lS = |\vec{E}|lS/\rho$

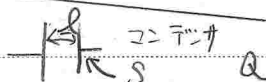
$Il = SV/\rho$

$V = \rho \frac{S}{l} I = RI$

$R = nSl \times eEm_0$

$= enm_0 \times SEl = i \times SV = IV$

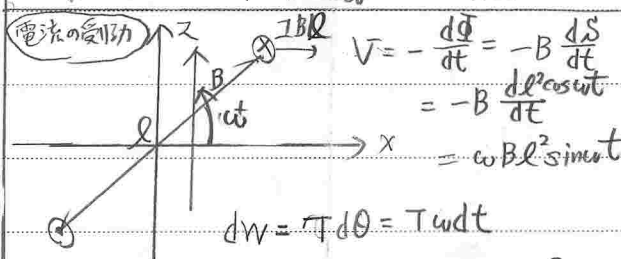
コンデンサ



$D = Q/\epsilon$ $E = D/\epsilon_0$

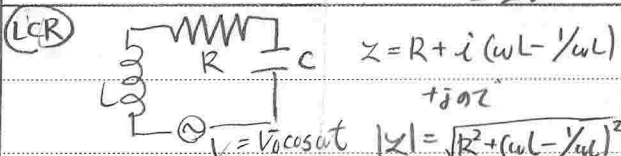
$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0(x^2+y^2+z^2)^{3/2}}(x, y, z)$

$V/q = - \int_{\infty}^r F dr / q = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int_{\infty}^r \frac{dr}{r^2} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$

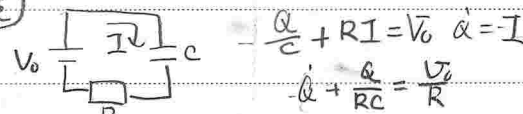


$l\omega \pi T = F l \sin \omega t = I B l^2 \sin \omega t$

$P = \omega T = \omega I B l^2 \sin \omega t = I \omega B l^2 \sin \omega t = IV$



充電



$Q = CV_0 \{1 - \exp(-t/RC)\}$

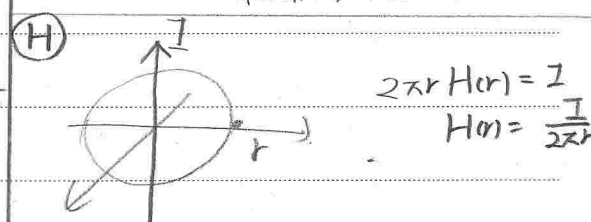
$I = Q = \frac{V_0}{R} \exp(-t/RC)$

$\vec{Q} = I \times \vec{r}$

$LI + \frac{Q}{C} + RI = 0$

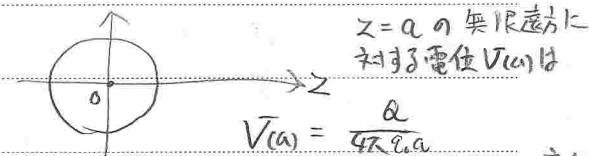
$LI + \frac{Q}{C} + RI = 0$

キルヒホッフの式



$2\pi r H(r) = I$
 $H(r) = \frac{I}{2\pi r}$

半径 a [m] の球面上に電荷 Q [C] が一様に分布しているときの静電エネルギーを求めよ



$z=a$ の無限遠方に対する電位 $V(a)$ は

$V(a) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 a}$

微小電荷 dQ' による球表面の電荷分布の変化が無視できるほど小さいとすれば, dQ' が作るエネルギーは

$V(a) dQ' = \frac{Q'}{4\pi\epsilon_0 a} dQ'$

このときの静電エネルギーは

$U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 a} \int_0^Q Q' dQ' = \frac{Q^2}{8\pi\epsilon_0 a}$

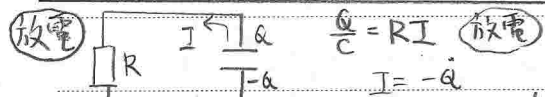
$$V = \ell E = \frac{Q\ell}{\epsilon_0 S}$$

$$Q = \epsilon_0 \frac{S}{\ell} V \quad C = \epsilon_0 S / \ell$$

$$F = \frac{1}{2} QE = \frac{Q^2}{2\epsilon_0 S}$$

$$U = F\ell = \frac{Q^2 \ell}{2\epsilon_0 S}$$

$$U = U/S\ell = \frac{Q^2}{2\epsilon_0 S^2} = \frac{1}{2} ED$$



$$I = \frac{Q_0}{RC} e^{-\frac{t}{RC}} \quad \dot{Q} + \frac{1}{RC} Q = 0 \quad Q = Q_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$

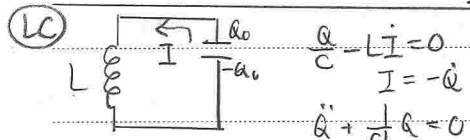
$$\frac{Q}{C} = RI \quad \dot{Q} \frac{Q}{C} = RI \dot{Q} \quad \frac{d}{dt} \left(\frac{Q^2}{2C} \right) + RI^2 = 0$$

$$\frac{Q^2}{2C} + \int RI^2 dt = \text{const}$$

$$W = \int_0^{\infty} RI^2 dt = \int_0^{\infty} \frac{d}{dt} \left(\frac{Q^2}{2C} \right) dt$$

$$= 0 + \frac{Q_0^2}{2C} = \frac{Q_0^2}{2C}$$

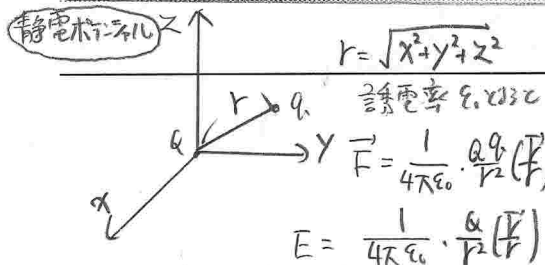
$$\frac{Q_0^2}{2C} + \int_0^{\infty} RI^2 dt = \frac{Q_0^2}{2C} \quad \frac{Q_0^2}{2C}$$



$$\omega = 1/\sqrt{LC} \quad t=0 \text{ で } Q=Q_0 \quad I=0 \quad \text{etc}$$

$$Q = Q_0 \cos \frac{t}{\sqrt{LC}} \quad I = \frac{Q_0}{\sqrt{LC}} \sin \frac{t}{\sqrt{LC}}$$

$$\frac{1}{2} LI^2 = \frac{Q_0^2}{2C} \sin^2 \frac{t}{\sqrt{LC}}$$



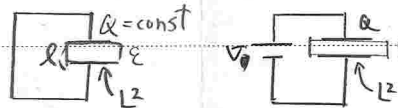
$$\frac{Q}{C} + RI = V_0 \quad \frac{Q}{C} \dot{Q} + R \dot{Q} \dot{Q} = \dot{Q} V_0$$

$$\int \dot{Q} V_0 = \int \frac{Q}{C} \dot{Q} + \int R \dot{Q}^2$$

$$CV_0^2 = \frac{1}{2} CV_0^2 + W$$

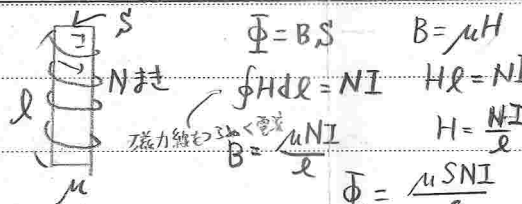
$$W = \frac{1}{2} CV_0^2 \quad \frac{1}{2} CV_0^2$$

言語電荷



$$F = \frac{QE}{2} = \frac{Q}{2} \cdot \frac{Q}{\epsilon \ell^2} = \frac{Q^2}{2\epsilon \ell^2}$$

$$F = \frac{QE}{2} = \frac{CV}{2} \cdot \frac{V}{\ell} = \frac{1}{2} \cdot \epsilon \frac{\ell^2}{\ell} \cdot \frac{V^2}{\ell} = \frac{\epsilon}{2} \left(\frac{V\ell}{\ell} \right)^2$$

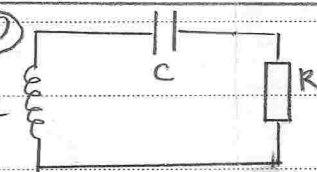


$$U = \Phi \times \oint \frac{H}{2} d\ell = \frac{\mu SN I}{\ell} \cdot \frac{1}{2} NI = \frac{1}{2} \left(\frac{\mu SN^2}{\ell} \right) I^2$$

$$L = \frac{\mu SN^2}{\ell}$$

コイル

コンデンサ



コンデンサにたくわえられた電荷を Q この回路を流れている電流を I とするとコイルとコンデンサの静電エネルギーと抵抗で消費された熱エネルギーは保存されるから下の式がなりたつ

$$\frac{1}{2} LI^2 + \frac{Q^2}{2C} + \int RI^2 = \text{const} \quad (*)$$

(*) の両辺を t で微分すれば

$$LI \frac{dI}{dt} + \frac{Q}{C} \frac{dQ}{dt} + RI^2 = 0$$

$$\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$$

$$\text{電流に働く力 } \vec{F}_t = I \times \vec{B} \ell$$

長さ ℓ の導線に流れる電流 I の受ける力
伝道電子の総数 N は電荷密度を ρ 伝道電子の電荷量と速さを -e、断面積を S とすると

$$N = S \ell \rho e$$

$$I = \rho v S$$

電子一個の受ける力

$$\vec{F} = -e \vec{v} \times \vec{B}$$

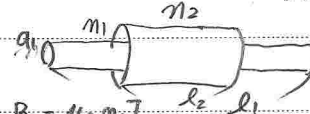
$$\vec{F}_t = (-e \vec{v} \times \vec{B}) N = (-e \vec{v} \times \vec{B}) S \ell \rho e = \ell S \rho I \vec{v} \times \vec{B}$$

電流の方向は電子の速度の逆

$$I = -\rho I v S$$

$$\vec{F}_t = I \vec{I} \times \vec{B}$$

2つのループの相互インダクタンス



$$B_1 = \mu_0 n_1 I_1$$

$$\Phi_2 = (B_1 \pi a_1^2) n_2 l_2$$

$$= (\mu_0 n_1 I_1 \pi a_1^2) n_2 l_2$$

$$= (\mu_0 n_1 n_2 \pi a_1^2) I_1$$

$$M = \mu_0 n_1 n_2 \pi a_1^2 l_2$$