ソレノイド1に電流を流した場合、

$$\Phi = \mu_0 n_1 S_1 I$$

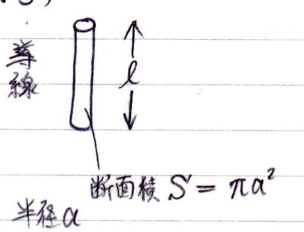
これによる、ソレノイド2の鎖交磁束

$$\Phi_2' = (n_2 l_2)\Phi = \mu_0 n_1 n_2 l_2 S_1 I$$

$$\therefore \underline{M_{21} = \mu_0 n_1 n_2 l_2 S_1}$$

(問) $M_{12} = M_{21} \equiv M$ を証明せよ.

(例3)

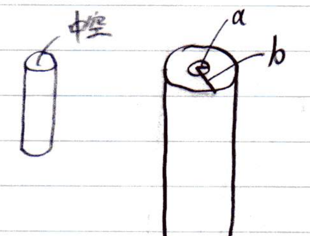


(6)式. $L = \dfrac{l}{2\pi}\left\{\dfrac{\mu}{4} + \mu_0\left(\ln\dfrac{2l}{a} - 1\right)\right\}$ $(l \gg a)$

$$\therefore L/l = \frac{1}{2\pi}\left\{\frac{\mu}{4} + \mu_0\left(\ln\frac{2l}{a} - 1\right)\right\}$$

$$l \to \infty,\quad L/l \to \infty$$

$\Longrightarrow$ 交流信号が伝わらない.



同軸ケーブル
にしてやる

(7式)

$$L = \frac{l}{2\pi}\left\{\frac{\mu}{2} + 2\mu_0 \ln\frac{b}{a} + \frac{\mu}{c^2-b^2}\ln\frac{c}{b} - \frac{3c^2-b^2}{2}\right\}$$

L/l は l に依らない.

§4 マックスウェル方程式

1) 変位電流の法則

これまで出てきた法則

$$\begin{cases} \mathrm{div}\,\mathbb{D} = \rho & \text{(Gauss)} \\ \mathrm{div}\,\mathbb{B} = 0 & \text{(monople absent)} \\ \mathrm{rot}\,\mathbb{E} + \dfrac{\partial \mathbb{B}}{\partial t} = 0 & \text{(Farady)} \\ \mathrm{rot}\,\mathbb{H} = \boldsymbol{j} & \text{(Ampere)} \end{cases}$$

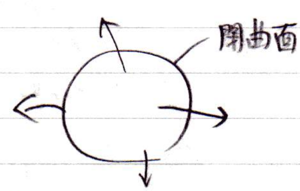
$$\left\{\begin{aligned} \mathbb{D} &= \varepsilon_0 \mathbb{E} + \mathbb{P} = \varepsilon \mathbb{E} \\ \mathbb{B} &= \mu_0(\mathbb{H} + \mathbb{M}) = \mu \mathbb{H} \end{aligned}\right\}$$ （ε, μ は物質の性質による）

$\mathrm{rot}\,\mathbb{H} = \boldsymbol{j}$ というのは、"定常電流"が前提

$$\underbrace{\mathrm{div}(\mathrm{rot}\,\mathbb{H})}_{\overset{\text{恒等的}}{=0}} = \mathrm{div}\,\boldsymbol{j} \quad (*)$$

$\Rightarrow$ $\mathrm{div}\,\boldsymbol{j} = 0$ が前提

<u>Maxwell</u>　これを、定常的ではない場合に拡張



電荷保存則（連続の式）　$\mathrm{div}\,\boldsymbol{j} + \dfrac{\partial \rho}{\partial t} = 0$

$$\int_{C上} \boldsymbol{j} \cdot d\boldsymbol{S} = -\frac{d}{dt}(\text{C内の電荷})$$

Gaussの法則　$\mathrm{div}\,\mathbb{D} = \rho$

$$\therefore\ \mathrm{div}\,\boldsymbol{j} = -\frac{\partial \rho}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial t}(\mathrm{div}\,\mathbb{D}) = \mathrm{div}\left(-\frac{\partial \mathbb{D}}{\partial t}\right) \quad (**)$$

$(*)$, $(**)$ より、$\mathrm{rot}\,\mathbb{H} - \boldsymbol{j} = \mathbb{J}$ とかいたとき、　（Ampere なら $\mathbb{J} = 0$）

$\mathbb{J} = +\dfrac{\partial \mathbb{D}}{\partial t}$ とおいてやればよさそう。

$$\therefore\ \mathrm{rot}\,\mathbb{H} - \boldsymbol{j} = \frac{\partial \mathbb{D}}{\partial t}$$ ←変位電流

$$\boxed{\mathrm{rot}\,\mathbb{H} - \frac{\partial \mathbb{D}}{\partial t} = \boldsymbol{j}}$$

Ampere-Maxwell の法則.
変位電流の法則.