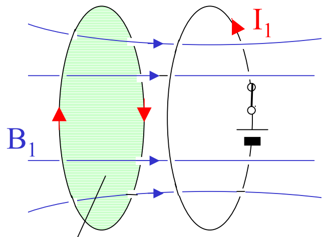
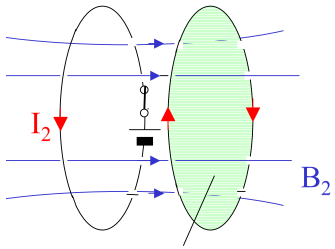
6-4 相互誘導と自己誘導

相互誘導



$\Phi_2 = M_{21} I_1$



$\Phi_1 = M_{12} I_2$

回路1に流れる電流I_1に比例した磁場B_1が生じ、回路2を貫く磁束Φ_2も、I_1に比例する。
比例係数:M_{21}

回路2に流れる電流I_2に比例した磁場B_2が生じ、回路1を貫く磁束Φ_1も、I_2に比例する。
比例係数:M_{12}

I_1が時間変化するとき、
回路2に生じる誘導起電力V_2は

$$V_2 = -\frac{d\Phi_2}{dt} = -M_{21}\frac{dI_1}{dt}$$

同様にV_1は

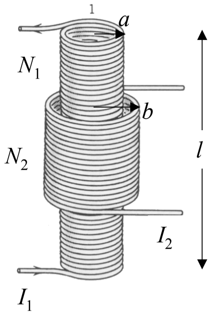
$$V_1 = -\frac{d\Phi_1}{dt} = -M_{12}\frac{dI_2}{dt}$$

M_{21}, M_{12}: 相互インダクタンス
(相互誘導係数)

$$\boxed{M_{21} = M_{12} \equiv M}$$

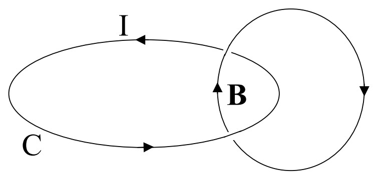
例題

それぞれ半径a,bの2つの同軸コイル。
巻き数はそれぞれN_1,N_2、で内側の長さがlである。相互インダクタンスを求めよ。



自己誘導

閉じた回路に電流を流すと、自分自身の回路も貫く。



•BはIに比例
•ΦはBに比例

$$\Phi = LI$$

準定常電流:電流の変化があまり速くないとき

$$\Phi(t) = LI(t)$$

変化する磁束は回路に誘導起電力V_eを生じさせる。

$$V_e = -\frac{d\Phi(t)}{dt}$$

$$V_e = -\frac{\mathrm{d}\Phi(t)}{\mathrm{d}t} = -L\frac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t}$$

起電力は電流が増えると減らす向きに、減ると増える向きに。

⇩

自己誘導

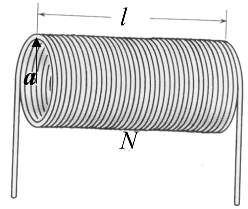
L: 自己インダクタンス(自己誘導係数)

インダクタンスの単位: H (ヘンリー)

$1\mathrm{H} = 1\mathrm{V \cdot s \cdot A^{-1}}$

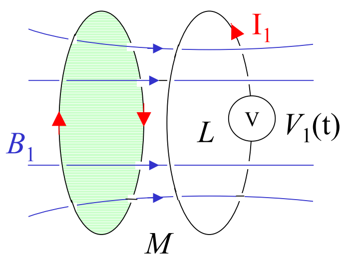
例題

巻き数N、長さl、半径aのコイルの自己インダクタンス



例題2

回路1の自己インダクタンスL、相互インダクタンスMとして、回路1に変動する電位差V_1(t)をかけて、電流を流したとき、回路2に生じる起電力を求めよ。



6-5 過渡電流 - LR回路

回路に電流Iが流れている時

コイルの誘導起電力V_L:

$$V_L = -\frac{d\Phi}{dt} = -L\frac{dI}{dt}$$

キルヒホッフの法則より

$$V_e + V_L = V_e - L\frac{dI}{dt} - RI = 0$$

↓

$$L\frac{dI}{dt} = V_e - RI$$