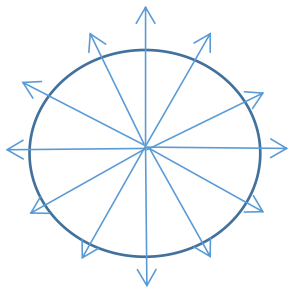


電磁気学

- 電気力線：電場の様子の表現
接線：電場の向き
密度：電場の強さ
正電荷：始点
負電荷：終点
- 電位 ϕ ：単位電荷が P から基準点まで移るときに電場のなす仕事

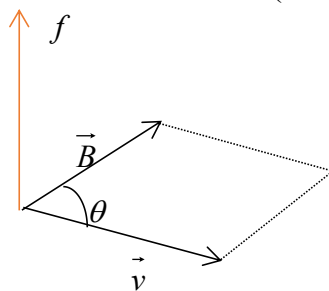
$$\phi = \frac{W}{Q}$$

- ガウスの法則：点 O を中心とする球を貫く点 O から出る電気力線の本数



- ローレンツ力 大きさ：電荷 $q \times$ ($\vec{v}$ と $\vec{B}$ が作る平行四辺形の面積)： $q \|\vec{v}\| \|\vec{B}\| \sin \theta$

向き：正電荷のとき：右手 ($\vec{v} \rightarrow \vec{B}$) へ



- コンデンサー

電気容量： $C = \epsilon \frac{S}{d}$ (ϵ ：誘電率)

合成容量

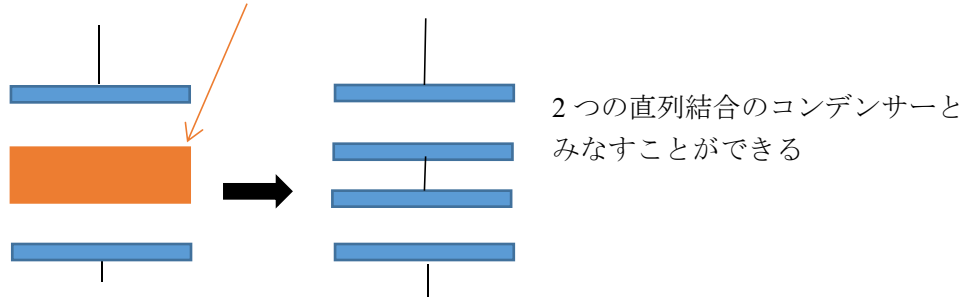
①直列

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$$

②並列

$$C = C_1 + C_2 + \dots$$

極板間に導体（金属板）を挿入したとき



・ファラデーの電磁誘導の法則

$$V = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta(BS)}{\Delta t} = -\frac{(\Delta B)S}{\Delta t} = -\frac{B(\Delta S)}{\Delta t} = -\frac{B(\Delta lx)}{\Delta t} = -Bvl$$

・自己誘導

コイルを貫く磁束 Φ はコイルに流れる電流 I に比例する。

比例係数を k とすると $\Phi = kI$

コイルの巻き数が N のとき

ファラデーの電磁誘導の法則より，誘導起電力 V は

$$V = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -Nk \frac{\Delta I}{\Delta t} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \quad (L = Nk)L: \text{自己インダクタンス}$$

・コイルに蓄えられるエネルギー $U = \frac{1}{2} LI^2$

$$\cdot F = IBl \sin \theta$$

・電流がつくる磁場

$$\textcircled{1} \text{直線電流の周囲の磁場} : H = \frac{I}{2\pi r}$$

$$\textcircled{2} \text{円形電流の中心の磁場} : H = \frac{I}{2r}$$

$$\textcircled{3} \text{ソレノイドの内部の磁場} : H = nI, n: \text{単位当たり長さの巻数} [1/m]$$

$$F = qV$$

$$\cdot V = F \cdot x$$

$$I = qnvS$$

・ホール効果

$$\begin{cases} qvB = qE \\ I = qnvS \end{cases}$$

【交流】

面積 S のコイルを磁束密度 $B[T]$ の一様な磁界中で角速度 $\omega[rad/s]$ で回転させる。

コイルの面が磁界と垂直になったときの時刻を 0 とすると、コイルを貫く磁束 $\Phi[Wb]$ は

$$\Phi = BS \cos \omega t$$

コイルに発生する誘導起電力 V は、1 回巻きのコイルでは、ファラデーの電磁誘導の法則より

$$-\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \text{ に等しい。}$$

$$V = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = BS\omega \sin \omega t = V_0 \sin \omega t$$

・コンデンサーと交流

$$V = V_0 \sin \omega t \text{ のとき}$$

$$q = CV = CV_0 \sin \omega t$$

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \omega CV_0 \cos \omega t = I_0 \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$$

電流の位相は電圧の位相より $\frac{\pi}{2}$ だけ進んでいる。

$$V = \frac{I}{\omega C}, \frac{1}{\omega C} : \text{リアクタンス}$$

・コイルと交流

$$V = V_0 \sin \omega t \text{ のとき}$$

微小時間 $\Delta t[s]$ の間にコイルを流れる電流が $\Delta I[A]$ だけ変化したとすると、

コイルには電流の変化を妨げる逆起電力 $-L \frac{\Delta I}{\Delta t} [V]$ が発生する。コイルの抵抗が無視できる

とき、キルヒホッフも第2法則より $V + \left(-L \frac{\Delta I}{\Delta t} \right) = 0 \times I$ となるから

$$V = L \frac{\Delta I}{\Delta t} \text{ となる。}$$

$$I = -\frac{V_0}{\omega L} \cos \omega t = I_0 \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

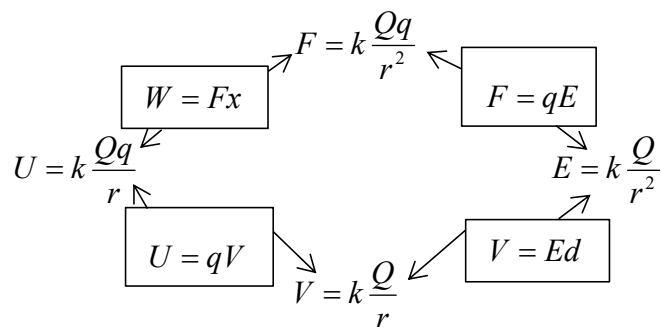
電流の位相は電圧の位相より $\frac{\pi}{2}$ だけ遅れている。

$V = \omega L I$: リアクタンス

• RLC 直列インピーダンス :
$$Z = \frac{1}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}$$

• RLC 並列インピーダンス :
$$Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)^2}}$$

• 誘導起電力 : $|V| = \frac{1}{2} \omega B l^2$ 誘導機電力は低電位→高電位に電流を流そうとする。



• ホイートストンブリッジ : 検流計の値が 0 のとき

$$R_1 I_1 = R_2 I_2$$

$$R_3 I_1 = R_x I_2$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_x}$$

