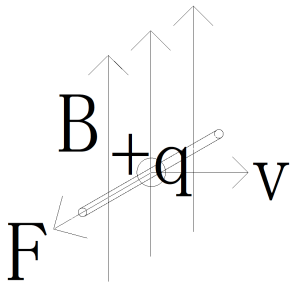


交流:コイルとコンデンサーの変化をトレース

更新日 2017 年 8 月 28 日

[ローレンツ電池]



長さ L の導体棒が一樣な磁束の向きと直交している。これが導体棒及び磁束線に垂直に速さ v で運動している。

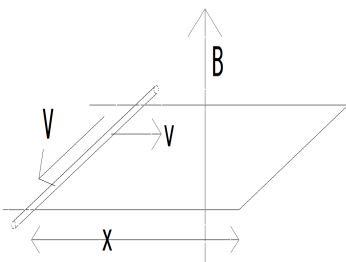
導体棒の中の電荷 q に対してローレンツ力 $F = qvB \cdots(1)$ がフレミング左手の法則により、図の向きに働く。

導体中に電場 E が生じているとすれば、 $F = qE \cdots(2)$ となる。

(1), (2) 及び $V = EL \cdots(3)$ から F と E を消去すると

$V = vBL \cdots(4)$ が導かれる。

[ファラデーの電磁誘導]



この導体棒で図のように閉回路を作ると、その中の面積は

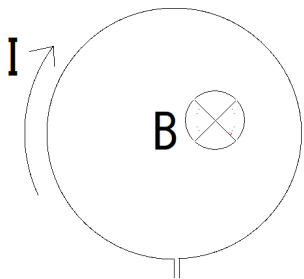
$S = xL$ となる。 $v = \frac{dx}{dt}$ $\phi = BS$ より

$$V = vBL = \frac{dx}{dt}BL = \frac{d(B(xL))}{dt}B = \frac{d(BS)}{dt} = \frac{d\phi}{dt} \cdots(5)$$

として、ファラデーの電磁誘導が導かれる。

面積 S は減少だから、磁束 ϕ も減少する。ゆえに起電力は磁束の変化を妨げる向きに生じている。(レンツの法則)

[閉回路電流]



図のような閉回路電流でその中の面積は S 、面に垂直な磁束密度を B とする。電流は時計回りに流れている。

電流が減少したとすると、円内部の磁束が減少するので、それを妨げる向きに、つまり、時計回りの方向に誘導起電力が生じる。

逆に電流が増加した場合は、円内部の磁束が増加するので、それを妨げる向きに、つまり、反時計回り誘導起電力が生じる。

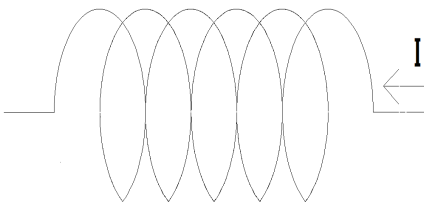
まとめると、誘導起電力の向きは電流の変化を妨げる向きである。

[コイル]

電源とそれ以外とは電圧・電流の向きが違うことに注意する。

電源では、電位の低い方から電位の高い方へ電流が流れる。

抵抗では、電位の高い方から電位の低い方へ電流が流れる。



コイルは閉回路電流 n 巻きを同じ向きに重ねたものと考えられる。

右側導線からコイルへ流れる電流の向きを正とし、コイルの右側を電圧のプラスの基準とする。

コイルから右側への電流、つまり負の電流の絶対値が減少するとき、つまり、符号付きで考えると、電流がマイナス

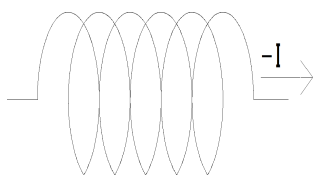
からプラスへ増加する時、それを妨げる向きに誘導起電力が生じ、コイルは電池になる。つまり、右側の電位が高くなる。電流が $-I$ から I へ変化する途中 $I = 0$ となった時、電圧は最大となる。従ってコイルでは電圧の山の後に電流の山がくる。(左向きを正の電流とした場合。)

[コイルでの交流]

コイルの右側の電位を取り、右側からコイルへ流れる向きをプラスの電流の向きとする。

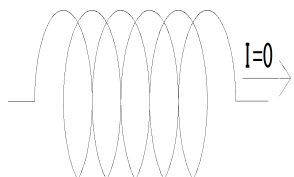
+Iの電流は右側からコイルへ流れ、-Iの電流はコイルから右側へ流れている。

[フェーズ1]



コイルの左側から右へ電流 $-I$ (=最小)が流れ、その絶対値が減少する時、すなわち符号付きで考えて電流が+方向へ増加するとき、減少分の電流を補おうとして、誘導起電力 $+V$ が右向きに生じる。

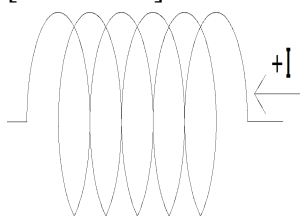
[フェーズ2]



電流は $I=0$ となった後、逆向きの正の方向へ流れ始める。

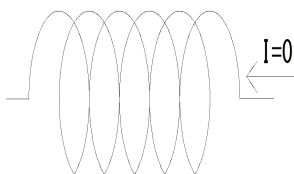
増加分の電流を押さえようとして、誘導起電力 $+V$ が最大となる。
電圧が最大になった後、電流が最大になるまで続く。

[フェーズ3]



コイルの右側から左へ電流 I (=最大)が流れ、それが減少する時、減少分の電流を補おうとして、誘導起電力 $-V$ が左向きに生じる。

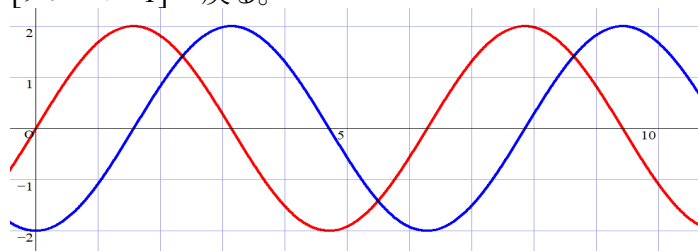
[フェーズ4]



電流 $I=0$ となった後、逆向きの負の方向へ流れ始める。

増加分の電流を押さえようとして、誘導起電力 $-V$ が最小となる。
電圧が最小になった後、電流が最小になるまで続く。

[フェーズ1]へ戻る。



青=電圧 V

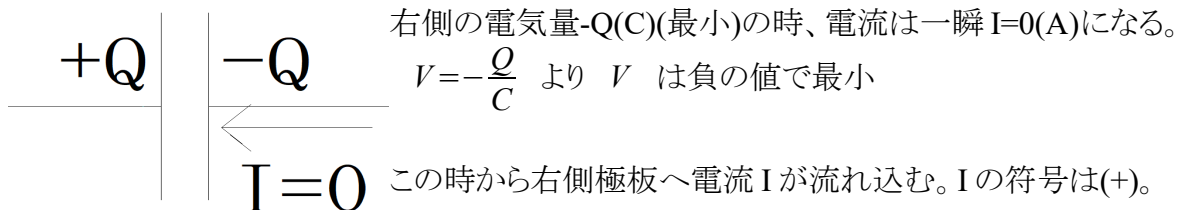
赤=電流 I

まとめると電流の山の後に
電圧の山がくる。

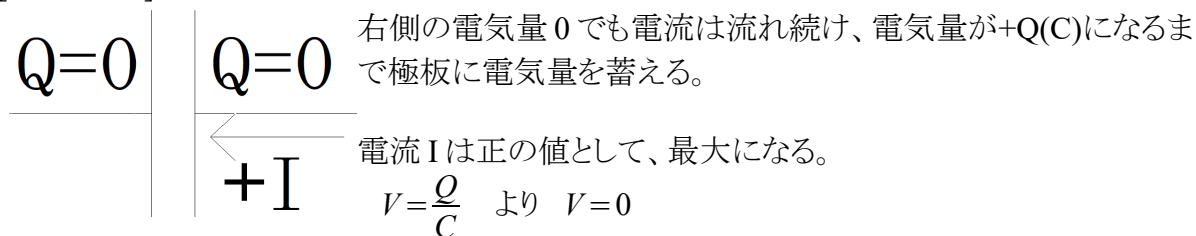
[コンデンサーでの交流]

コンデンサーの右側極板の電気量 Q (C)、電圧 V (V)、静電容量 C (F) とする。 $Q = C V$
 電流の向きは極板へ向かう側をプラスの電流とする。

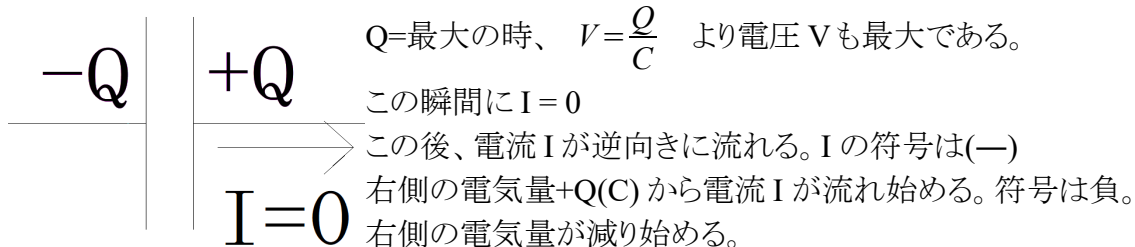
[フェーズ 1]



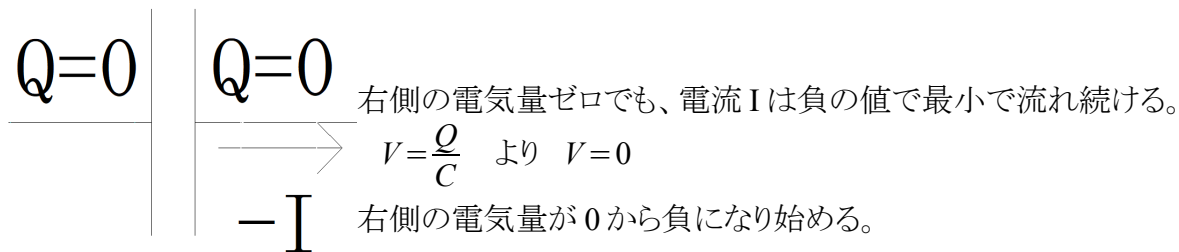
[フェーズ 2]



[フェーズ 3]



[フェーズ 4]



[フェーズ 1]へ戻る。

