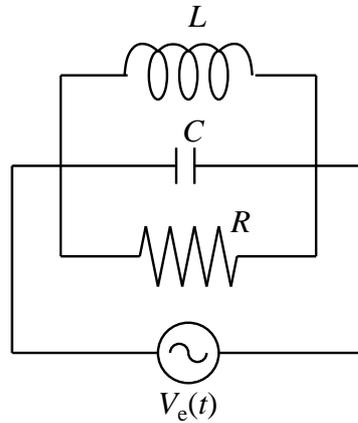


電磁気学基礎 I-e(上妻)No.6



2018.1.21

【1】《LCR 並列交流回路》



図のように、コンデンサー C 、コイル L 、抵抗 R が並列になった回路があり、これに交流電源

$$V_e(t) = V_0 \sin \omega t \quad (1)$$

を接続した。

(i) 回路を流れる全電流 $I(t)$ を求め、 $I(t) = I_0 \sin(\omega t - \phi)$ の形に表せ。

(ii) I_0^{-2} を ω の関数としてグラフの概形を描け。

(iii) I_0^{-2} の最大値を $(I_0^{-2})_{\max}$ と書くことにし、対応する ω の値を ω_0 とする。 I_0^{-2} が $(1/2)(I_0^{-2})_{\max}$ となるような ω を ω_- と ω_+ で表し ($\omega_+ > \omega_-$)、 $\Delta\omega \equiv \omega_+ - \omega_-$ とするとき

$$Q = \frac{\omega_0}{\Delta\omega} \quad (2)$$

を L, C, R で表せ。

【2】《コイルの磁束》

コイルを貫く磁束 Φ に関して A 君は次のような疑問を持った。

(i) 平面状のコイル (例えば円形コイル) で \mathbf{B} が一様でコイル面に垂直なときは、コイルの面積を S として $\Phi = BS$ とすればよい。こういう話はあちこちに出ている。では \mathbf{B} がコイル面に垂直でなかったり一様でなかったりしたらどうすればよいのだろうか？

(ii) コイルを貫く磁束と言うときに、必ずコイルの平面を取るべきなのか？たとえば、コイルが赤道であるとき、面を北半球の地球表面にとってはいけないのか？

(iii) 輪ゴムやひもでやってみればわかるように、コイルが平面上にあるとは限らない。(ii) では「変なこと考えないで素直に平面を取れ」で済んでも、コイルを曲げてしまうとそもそもコイルの平面というのが存在しない。こういうときにコイルを貫く磁束はどういう面を考えるべきなのか？

A 君が納得するような明快な説明をお願いします。

【3】《Faraday の法則》

円筒座標系 (ρ, ϕ, z) で $\mathbf{B} = (0, 0, B(\rho, t))$ と表される磁束密度を作り出せる電磁石がある。磁束密度は電磁石に流す電流 $I(t)$ に比例するから、 $B(\rho) = I(t)b(\rho)$ と書くことにする。 $b(\rho)$ は電磁石の形によって決まることになる。最初は $I(0) = 0$ としておき、徐々に $I(t)$ を大きくしてゆくものとしよう。 $t = 0$ のときに xy 平面上で原点から R だけ離れた点に電子を置いておくと誘導電場を受けて電子が動き出し、いったん電子が動き出せば電子は誘導電場による力の他に Lorentz 力も受けることになる。

- (i) この電子の運動が半径 R の円運動になるためには $b(\rho)$ の空間分布にどのような条件が必要か。
- (ii) どんな R に対しても電子が半径 R の円運動をするためには $b(\rho)$ がどんな関数形であればよいか。