今日の重要事項

変動する電場と誘導磁場

電場が時間変動するとき、アンペールの法則は不完全

$$\oint_C \mathbf{B}\cdot d\mathbf{s} = \mu_o \int_S \mathbf{i}\cdot d\mathbf{S} \qquad \times$$

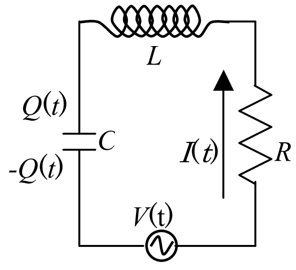
——＞　変位電流（$\mathbf{i}_d = \varepsilon_0 \dfrac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$）の導入　$\mathbf{i} \rightarrow \mathbf{i} + \mathbf{i}_d = \mathbf{i} + \varepsilon_0 \dfrac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$

——＞　マクスウェル－アンペールの法則

$$\oint_C \mathbf{B}\cdot d\mathbf{s} = \mu_o \int_S \left[\mathbf{i} + \varepsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}\right]\cdot d\mathbf{S} \quad (7.4)$$

小テストと解答例

コンデンサーCとコイルL､抵抗Rの回路に角周波数ωの交流電源$V(t)$を繋いだ。



1)　コンデンサーの電荷$Q(t)$と電流$I(t)$の関係式を書け。

$$\frac{dQ(t)}{dt} = I(t)$$

2)　キルヒホフの第 2 法則をもちいて、$Q(t)$, $I(t)$, $V(t)$の関係式を書け。

$$V(t) - RI(t) - L\frac{dI(t)}{dt} - \frac{Q(t)}{C} = 0$$ より、

$$L\frac{dI(t)}{dt} + RI(t) + \frac{Q(t)}{C} = V(t)$$

3)　$\hat{I}(t) = I_0 e^{i(\omega t+\beta)} = \hat{I}e^{i\omega t}$、$\hat{Q}(t) = Q_0 e^{i(\omega t+\gamma)} = \hat{Q}e^{i\omega t}$ として $\hat{I}$ と $\hat{Q}$ の関係を求めよ。

1)の結果に代入して、

$$\frac{d}{dt}\left[\hat{Q}e^{i\omega t}\right] = i\omega\hat{Q}e^{i\omega t} = \hat{I}e^{i\omega t}$$ より、

$$i\omega\hat{Q} = \hat{I}$$

4)　$\hat{V}(t) = V_0 e^{i(\omega t+\alpha)} = \hat{V}e^{i\omega t}$ として $\hat{I}$ と $\hat{V}$ の関係を求めよ。

2)の関係式に 3)の結果と $\hat{I}(t), \hat{V}(t)$ を代入して、

$$i\omega L\hat{I}e^{i\omega t} + R\hat{I}e^{i\omega t} + \frac{\hat{I}}{i\omega C}e^{i\omega t} = \hat{V}e^{i\omega t}$$ より、

$$\left[R + i\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)\right]\hat{I} = \hat{V}$$

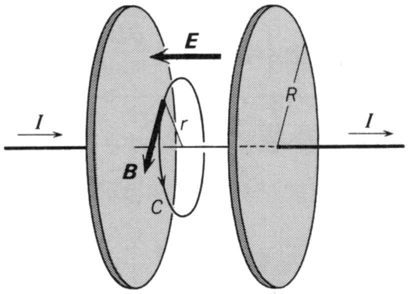
5)　複素インピーダンス $\hat{Z}$ を求めよ。

$$\hat{I} = \frac{\hat{V}}{\hat{Z}}$$ より、

$$\hat{Z} = R + i\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)$$

練習問題　（提出の義務なし）

半径 R の円形の平面コンデンサーを充電し、極板間を導線でつないで放電させたとき、極板間の空間に生じる磁場を求めよ。



電磁気学 III のページ：
http://www.phys.konan-u.ac.jp/~ichida/Lectures/Em3/index.html

市田の e-mail アドレス：ichida@konan-u.ac.jp