

電磁気学 1/22 宿題

1

- (1) 教科書 p.127の電磁波に関する記述で、水のような誘電体では、 $\rho = 0$, $\mathbf{J} = 0$ 及び $\mathbf{D} = \epsilon \mathbf{E} = \epsilon_r \epsilon_0 \mathbf{E}$ (但し, ϵ_r は比誘電率)により、アンペール・マクスウェルの方程式(3.45)は,

$$\text{rot} \mathbf{B} = \epsilon_r \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$$

に変わる。このことを示せ。

- (2) 上の結果によれば、教科書p.127～p.130の記述は誘電体に対して、 $\epsilon_0 \rightarrow \epsilon_r \epsilon_0$ と置き換えれば良いことが分かる。

2

(1) ある平面電磁波の電界が $E_x = 100\sin(10^7z - \omega t)$ (V/m) である。以下の値を求めよ。

(i) 磁束密度 B_y

(ii) 波長 λ

(iii) 周波数 f

(2) このことから、誘電体では電磁波の伝搬速度 v が真空中の光速 c に対し、

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}} c$$

であることを示せ。

(3) 比誘電率 $\epsilon_r = 1.78$ の水中での光速はいくらか。

- 3 晴れた空の下での日光の強さが 1000W/m^2 であるとき，地表付近の 1m^3 にはどれだけ電磁エネルギーが含まれているか？

- 4 ある電磁波の磁界の振幅が

$$B_m = 4.1 \times 10^{-8} \text{ (T)}$$

である．電磁波の強度 $\langle S \rangle$ を求めよ．(Hint. [教] p.134 (3.78))

5 ある白熱灯のフィラメントは $150\ \Omega$ の抵抗を持ち、 1A の直流電流が流れている。フィラメントは長さ 8cm 、半径 0.9mm である。

(1) フィラメント表面でのポインティングベクトルを求めよ。

(2) フィラメント表面での電界 E と磁束密度 B の強さを求めよ。

6 テキストp40の図17.2は同一平面内にある細い2本の平行導線である。導線の抵抗は無視できるとする。これは簡単な電話線と考えてよい。線間の電圧を $V = V_0 \cos \omega t$ ，導線の電流を $I = I_0 \cos \omega t$ とする。

(1) 送信端(電源)から受信端(抵抗・電話器)に送られる電力の時間平均値(実効値)を示せ。

(2) 2本の導線を含む平面内に、2導線に垂直な直線を引く。この直線上で、点A、点B、点Cはそれぞれ、テキストp40の図17.2に示す位置にある。

(i) $\omega t = 0$ に於ける電界 E ，磁束密度 B ，情報の流れる向き(ポインティングベクトル S の向き)をA、B、Cの各点について、テキストp40(2.1)に指定された3つの記号などを使って、テキストp40図17.2の上に示せ。

(ii) $\omega t = \pi$ の時刻について、(i)と同じ問に答えよ。