

物理学演習 II (11) 2006 年 7 月 17 日 (本堂, 木村)

1. 自由空間における電磁波を考える. Maxwell 方程式から, z 方向に進む平面波として次の式を得ることができる.

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial z^2} - \epsilon\mu\frac{\partial^2}{\partial t^2}\right)E_x(z,t) = 0 \quad (1)$$

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial z^2} - \epsilon\mu\frac{\partial^2}{\partial t^2}\right)B_y(z,t) = 0 \quad (2)$$

この時,

- (a) 変数変換により (1) 式が

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial z^2} - \frac{\partial^2}{\partial t^2}\right)B_y(z,t) = 0 \quad (3)$$

に帰着出来ることを, 変数変換の詳細を明らかに書き, 計算によって示せ (無次元化操作のやり方: 「物理数学 II」への導入). $\epsilon\mu = 1/c^2$ (c は光速) を用いることで, 変数変換で, 古い変数から新しい変数に, どのような次元の変化が起こったか記せ.

- (b) (1) 式, 及び (2) 式の解がそれぞれ

$$E_x(z,t) = E_0 \sin(\omega t - kz) \quad (4)$$

$$B_y(z,t) = B_0 \sin(\omega t - kz) \quad (5)$$

の形になることを代入して確かめよ. また, パラメータ ω と k の関係を求めよ. ここで, $\epsilon\mu = 1/c^2$ の関係を用いて良い.

- (c) E_0 と B_0 の関係を求めよ.
 (d) 電磁波の平均エネルギーが, 磁場と電場の項で等しいことを, (c) の関係を用いて示せ.
 (e) 6 月 30 日の演習 (9) の問題 5 について, もう一度議論せよ (物理数学 II への導入を兼ねる). 自然科学総合実験の課題 9 「弦の振動と音楽」で学んだモードの概念を思い出すこと. 一つの弦に多様なモードが同時に生ずることで倍音が生まれ, 音階ができる.

6 月 30 日の演習 (9) 問題 5

地球における太陽からの直達日射量 (大気圏外で太陽光に垂直な単位面積が単位時間に受ける放射エネルギー) のことを太陽定数と呼んでいる. 現在, 太陽定数は約 1370 W/m^2 である. 実際に地表に届く場合の強さは, 太陽の高度や大気の影響などで変化するため, ここではおおよそ 1 kW/m^2 としよう. この時, 地表で生じている太陽光からの電場強度, 及び磁場強度を求めよ. また, 太陽光からの地表に届いている電磁波と, 上の問題 (放送局, 携帯電話) で考えた電磁波は, どのような点 (物理的性質) が同じで, どのような点が異なるか? ポインティングベクトル強度も含め, 定量的かつ定性的に議論せよ

今週の嘶: そろそろ

浅草田んぼの真ん中に, 太郎稲荷というお稲荷さんがあったそう. このお稲荷さんの近く, 街道沿いに老夫婦の営む茶店があった. 最近めっきり客が減ったので, 爺さんがこのお稲荷さんをお願いにいったところ, 昔みたいに客が戻ってきた. そればかりではなく, 久しく売れ残っていたわらじを買ってくれた. たいそう喜んでいたら, また次の客が来てわらじを求めた. さっき売れ切れたと思い, 念のため天井を見たら, ぶら下がったわらじが一足だけ残っている. また客が来て天井を見ると, また一足. 老夫婦はあまりのご利益に, 「これで安心して暮らせる」と喜び合った. これを向かいの床屋が見ていた. 最近客足が減っていたから, 「俺も」とばかりにお稲荷さんに出かけた. 帰ってくると, 店は客で溢れていた. 「ほう, このお稲荷さんのご利益はたいしたものだ. ありがたい. ありがたい. これだけ客が来るといことは, この客がはけたらまた客がぞろぞろとやってくるんだなあ.」 「なにをぶつぐさ言ってるんだい! 早く俺の髭, あたってくれないかい!」 「へい へい.」 親方がかみそりを研いで, この客の髭をすうとそったら, また髭がそろそろと伸びてきた.