平成24年度　電磁気学II（高瀬）　期末試験

2012.7.23

1. 電荷分布 $\rho(\vec{x})$，ポテンシャル分布 $\Phi(\vec{x})$ とも x-y 平面上で一様な場合，z のみの関数として表される．$0 \le z \le 1$ の領域を考え，境界面 $z = 0$ および $z = 1$ には接地された導体壁があるとする．
   (a) $z = z'$ $(0 \le z' \le 1)$ に一様面電荷があるときのポテンシャル分布はグリーン関数で与えられる．Green 関数 $G(z, z')$ を，$z = 0$ および $z = 1$ での境界条件を満たす $\nabla^2 G(z, z') = -\delta(z - z')$ の解と定義する．$G(z, z')$ を求め，これを z の関数として図示せよ．
   (b) この領域（$0 \le z \le 1$）の中央に，一様な電荷密度 ρ_0 をもつ，z 方向の幅が D（< 1）の層状領域があるとする．Green 関数を使って，$0 \le z \le 1$ におけるポテンシャル分布を求め，z の関数として図示せよ．

2. 強磁性体で作った内径 a，外径 b の球殻の各部分が z 方向に一様な磁化 $\vec{M}(\vec{x}) = M_0 \vec{z}$ をもつときに生ずる磁気スカラーポテンシャル $\Phi_{\mathrm{M}}(\vec{x})$ を求め，$\vec{B}(\vec{x})$ の様子を図示せよ．

3. 密度 n の自由電子の運動を考える．電場を $\vec{E}(\vec{x}, t) = \Re[\hat{\vec{E}} \exp(i\vec{k} \cdot \vec{x} - i\omega t)]$ と表すと，波動方程式は
$$\vec{k} \times (\vec{k} \times \hat{\vec{E}}) + \omega^2 \epsilon \mu_0 \hat{\vec{E}} = 0$$
と書ける．分子の分極を考えなくてよい場合，誘電率 ϵ は
$$\epsilon = \epsilon_0 + i\frac{\sigma}{\omega}$$
と表される。ここで σ は電気伝導率であり，e, m を電子の電荷および質量，γ_0 を衝突による減衰率とすると
$$\sigma = \frac{ne^2}{m} \frac{1}{\gamma_0 - i\omega}$$
と表される．$\vec{k} \perp \vec{E}$（横波）の場合，上記波動方程式は電磁波の伝搬や表皮効果を表す．ここでは $\vec{k} \parallel \vec{E}$（縦波）の場合を考える．この場合，波動方程式の第1項はゼロとなるので，有限な $\hat{\vec{E}}$ が存在するためには $\epsilon = 0$ でなければならない．
   (a) $\omega_{\mathrm{p}} = \sqrt{ne^2/(\epsilon_0 m)}$ を用い，$\epsilon = 0$ の条件を ω の2次式として表せ．
   (b) $\omega \ll \gamma_0$ の場合のふるまいを説明せよ．
   (c) $\omega \gg \gamma_0$ の場合のふるまいを説明せよ．