平成 22 年度　電磁気学 II（高瀬）　期末試験

2010.7.26

1. 半径 a の無限に長い誘電体（誘電率 ϵ）の円筒の軸を z 軸とする。これに x 方向に一様な電場 $E_0\vec{x}$ をかけたとき，円筒の内外におけるポテンシャル分布を求めよ。

2. 磁性体を磁場 $\vec{H}$ の中に置いたときに生じる磁化を $\vec{M} = \chi_{\rm m}\vec{H}$ と表せるとき，$\chi_{\rm m}$ を磁化率と呼ぶ。無限に広がった，磁化率 $\chi_{\rm m}$ で厚み a の磁性体に，外部磁場 $\vec{H}$ を厚み方向に加えると，どれだけ磁化するか。この場合の磁性体内外の磁場 $\vec{H}$ および磁束密度 $\vec{B}$ の分布を求めよ。

3. 真空中を z 方向に伝搬してきた，複素振幅 $\hat{E}_{\rm i0}$ の電場をもつ，周波数 ω の電磁波が，$z \geq 0$ の領域を占める金属の表面に垂直に入射してきた。但し σ および ϵ を金属の電気伝導率および誘電率とし，$\omega \ll \sigma/\epsilon$ の場合を考える。真空の誘電率は ϵ_0 とし，入射電磁波の電場は x 方向に偏向しているとする。

   (a) $z > 0$ における電場 $\vec{E}_{\rm m}(z,t)$ はどう表されるか。

   (b) 金属表面から反射した電磁波の複素振幅を $\hat{E}_{\rm r0}$ とする。金属表面での接続条件より，電力反射率 $|\hat{E}_{\rm r0}|^2/|\hat{E}_{\rm i0}|^2$ を求めよ。

4. 束縛電子を調和振動子でモデルすると，誘電率は以下のように表される。

$$\frac{\epsilon}{\epsilon_0} = 1 + \frac{Ne^2}{\epsilon_0 m}\sum_j \frac{f_j}{\omega_j^2 - \omega^2 - i\omega\gamma_j}, \qquad \sum_j f_j = Z$$

   但し N は分子の密度，f_j は 1 分子中で共鳴周波数 ω_j，減衰率 γ_j をもつ電子の数を表し，Z は 1 分子あたりの全電子数である。振動子の減衰が弱く，$\gamma_j \ll \omega_j$ の場合，共鳴周波数 ω_j における（電力）吸収係数，およびこの吸収スペクトル線の（電力）半値全幅を求めよ。但し複素波数を $k = (\omega/c)\sqrt{\epsilon/\epsilon_0} = \beta + i\alpha/2$ としたとき，α を吸収係数と呼び，$|\alpha/\beta| \ll 1$ としてよい。