平成21年2月9日

平成20年度　電磁理論ⅡB(B組)　テスト

出題者:森勇介、今出完

問1　真空中におかれた、半径 a の導体球に電荷 Q を与えるとき、以下の問に答えよ。なお真空中の誘電率は ε_0 とする。

1－1　この電荷によって生ずる電界の大きさ E をガウスの定理を用いて求めよ。

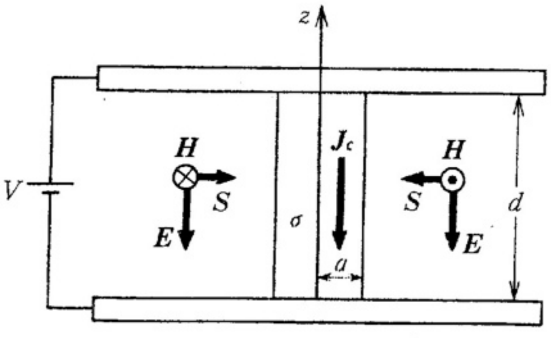
1－2　電界に蓄えられるエネルギーWe を求め、Q、a、ε_0、π を用いて表せ。

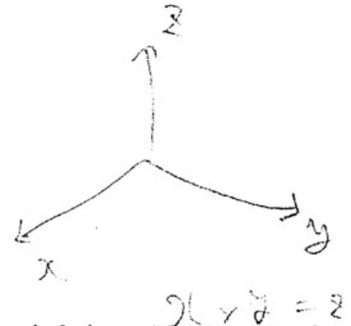
問2　真空中(誘電率: ε_0)において、電荷が密度 ρ で半径 a の球内に一様に分布している仮想的な状況を考える。

2－1　この電荷によって生ずる電界の大きさ E をガウスの定理を用いて求めよ。

2－2　電界に蓄えられるエネルギーWe を求め、ρ、a、ε_0、π を用いて表せ。

問3　下図に示すように、間隔 d で互いに平行に置かれた 2 枚の完全導体平板の間に、半径 a、導電率 σ の導体円柱をはさみ、この導体円柱内部に一様な電界が生じるように、完全導体平板の間に一定の電圧 V を印加するとき、以下の問いに答えよ。

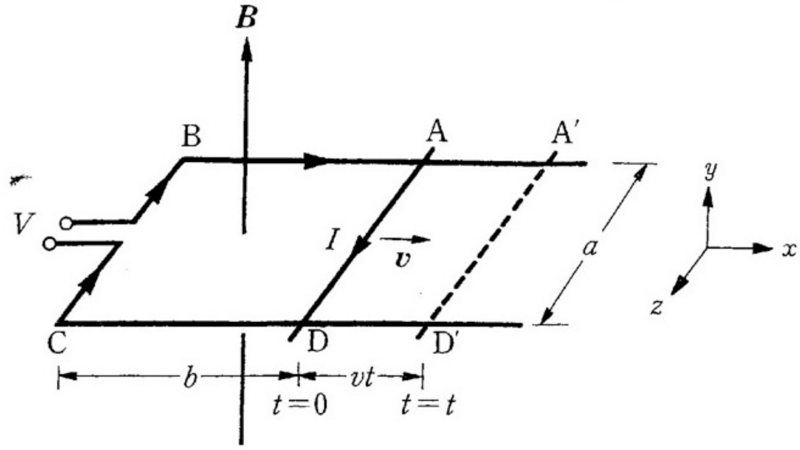




3－1　完全導体平板の間の領域で、導体円柱の外側の電界大きさ E と磁界の大きさ H をそれぞれ求めよ。なお、導体円柱の中心軸を Z 軸とする。

3－2　前述の 3－1 で求めた E と H から、ポインティングの定理より、導体円柱によって消費される電力 Pd を求めよ。

問4　図に示すように、y方向を向く大きさBなる磁束密度の均一な静磁場界の中に、可動辺ADをもつ方形コイル　ABCD　を、コイル面が静磁場界と垂直になるように置いた場合を考える。コイル導体の一辺（可動辺）ADは両端部AおよびDでコイル導体と完全接触させたまま、外部の適当な力によってx方向に一定の速さvで動かすものとする。簡単のために、コイル導体は完全導体であるとし、また、導体の運動の速さは光速　c　よりも十分に小さいとする。この場合に方形コイルに誘起される起電力の大きさを以下の手順で求めよ。



4－1　コイルを貫く磁束Φの大きさ（絶対値）を求めよ。

4－2　方形コイルに誘導される起電力Vの大きさ（絶対値）を求めよ。

問5　誘電率ε、透磁率μ、導電率$\sigma=0$の無損失媒質と完全導体が無限平面によって接している。無損失媒体側から完全導体表面に、角周波数ωで正弦波的に時間変化する平面波が垂直に入射した場合を考える。平面波の進行方向を　z　軸に取り、境界面の　$z=0$、$z<0$　を無損失媒体、$z>0$　を完全導体とし、平面波は　x　方向に電界の大きさ　$E_0\cos(\omega t-kz)$を、y　方向に磁界の大きさ　$H_0\cos(\omega t-kz)$を有しているとする。ただし、kは波数であり、$k=\omega\sqrt{\varepsilon\mu}$で与えられる。この時に下記の問いに答えよ。

5－1　完全導体表面における平面波の反射において、反射電界の大きさを$E_r\cos(\omega t+kz)$とすると、$z=0$においては、E_0とE_rとの間にどのような関係が存在するか。

5－2　前述の問題に関連するが、$z<0$においてはE_0とE_rとの間にどのような関係が存在するか。

5－3　マックスウェルの方程式からH_0とE_0との関係を求めよ。