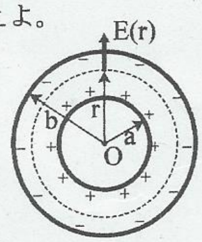
「物理学基礎論B」 木2: 共北28 担当: 川畑

1. 任意の関数 ϕ、および、任意のベクトル $\boldsymbol{A}, \boldsymbol{B}$ について以下のベクトル恒等式が成り立つことを証明せよ。
   (1) $\nabla\times(\nabla\phi) = 0$
   (2) $\nabla\cdot(\nabla\times\boldsymbol{A}) = 0$
   (3) $\nabla\times(\nabla\times\boldsymbol{A}) = \nabla(\nabla\cdot\boldsymbol{A}) - \Delta\boldsymbol{A}$ ただし、$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$ とする。

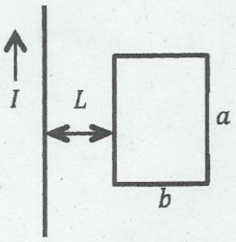
2. 内径a, 外径b で中心を共有している二つの球殻形の導体がある。二つの球殻形導体は、それぞれ、$+Q$, $-Q$ に帯電している。また、電極の間は真空である。このとき以下の問いに答えよ。



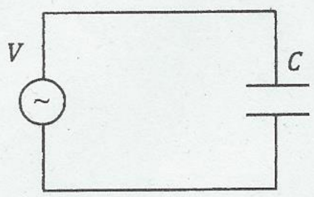
   (1) 二つの球殻形導体がつくる電場を、~~円~~筒の中心 O から距離 r の関数として求め、これを図示せよ。 球
   (2) 二つの球殻形導体をコンデンサと考えた時、その静電容量を求めよ。
   (3) (1)で求めた電場をもとに、このコンデンサが持つ静電場のエネルギーを求めよ。

3. アンペールの法則について以下の問いに答えよ。
   (1) 積分形の表式を示せ。
   (2) (1)に書いた積分系の表式を、yz平面 $(x = 0)$ 上にある微小な長方形の導線に流れる磁場 電流に適用することによりアンペールの法則の微分形を導け。

4. 無限に長い直線状の導線と同一平面に2辺の長さが a と b である長方形のコイルを距離L だけ離して図のように設置する。直線導線に $I = I_0 \sin\omega t$ の交流電流が流れるとき、以下の問に答えよ。
   (1) コイルを貫く磁束Φを求めよ。
   (2) コイルに発生する誘導起電力を求めよ。



5. 静電容量Cの平行平板コンデンサに $V = V_0 \sin\omega t$ の振動電圧を印加したとき、以下の問いに答えよ。
   (1) 電源とコンデンサの間の導線に流れる電流を求めよ。
   (2) コンデンサの極板間に生じる変位電流を求めよ。



6. Maxwell方程式から自由空間における電磁波の波動方程式を導け。また、その波動方程式をもとに、真空中における光速度を有効数字2桁で導け。
   ただし、$\varepsilon_0 = 8.9\times10^{-12}$ F/m, $\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}$ N/A^2, $\sqrt{11} = 3.3$ とする。

7. 講義の感想を**正直に**自由に記述せよ。（褒めてくれたからと言って良い点が貰えるわけではないので注意。あくまで正直に。）

（以下、余白。）