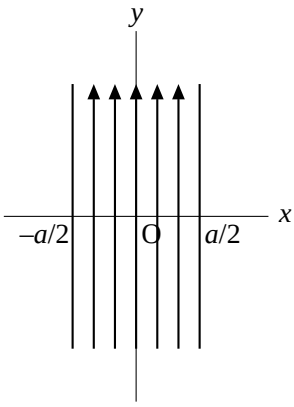
基礎物理学演習VI(奥川)No.5

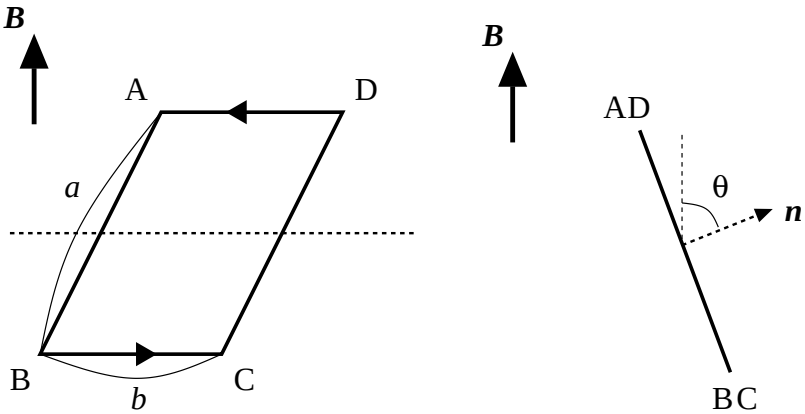
2014.12.11,18

【1】《導体》
半径 a の円柱状導体と内半径 $b(>a)$ の円筒状導体が中心軸を同じにして配置してあるコンデンサーを考える。
(i) 内側の円柱状導体と外側の円筒状導体に単位長さあたりそれぞれ λ と $-\lambda$ の電荷を与えたとする．このとき、導体に挟まれた空間の電場を求めよ．
(ii) このコンデンサーの単位長さあたりの電気容量を求めよ．

【2】《平面電流》
xy 平面上で $-a/2 < x < a/2$ である無限に長い帯状の部分に x 軸方向の単位長さ当たり j の一様な密度で電流が y 方向に流れている．
(i) $\mathrm{P}(0,0,z)$ における磁束密度 $\boldsymbol{B}(z)$ を求めよ．ただし，無限に長い直線電流による磁束密度は既知としてよい．
(ii) $z \gg a$ のとき，$\boldsymbol{B}(z)$ はどのように振る舞うか．また，その振る舞いの物理的意味を述べよ．
(※) $z \to \infty$ の極限値を問うているのではない．極限値がゼロなのはほとんど自明だ．
(iii) $z \ll a$ のとき，$\boldsymbol{B}(z)$ はどのように振る舞うか．



【3】《コイルに働くモーメント》
(i) 一様な電場 $\boldsymbol{E}$ 中の電気双極子モーメント $\boldsymbol{p}$ には $\boldsymbol{N} = \boldsymbol{p} \times \boldsymbol{E}$ の力のモーメント (トルク) が働くことを示せ．
(ii) 一様な磁束密度 $\boldsymbol{B}$ 中で，$\boldsymbol{B}$ に垂直な回転軸 (左図の破線) を持つ長方形のコイル (面積 S) に電流 I が流れている．右図はコイルの軸に沿って左側から見た図で，$\boldsymbol{n}$ はコイル面の単位法線ベクトルであり，電流の向きと右ねじ関係になるように設定している．コイルに働く力のモーメントを求めよ．



(iii) (i)(ii) の結果は同形をしている．$\boldsymbol{E}$ に対して $\boldsymbol{B}$ を対応させるとき，$\boldsymbol{p}$ に対応する量 $\boldsymbol{p}_m$ はどのようになるか．

(※) $\boldsymbol{p}_m$ は等価磁気モーメントと呼ばれる量である.

【4】《Ampère の法則》
半径 a の円柱内部に軸からの距離に比例する密度で総量 I の電流が軸方向に流れている．各点での磁束密度を求めよ.