

平成 17 年 4 月 28 日

**電磁気学演習 No.3 (点電荷のクーロンの法則と積分型ガウスの法則)**

**問 1\***  $x$  軸上の 3 点に点電荷  $q_A$ ,  $q_B$  及び  $q_C$  が置かれている. 点電荷  $q_A$  の位置を原点とし,  $q_B$  及び  $q_C$  の  $x$  座標を  $x_B$  及び  $x_C$  とする. ただし,  $q_C$  は  $q_A$  と  $q_B$  をつなぐ線分上にある. すなわち,  $0 < x_C < x_B$  である. 以下の問いに答えよ.

- (a) 3つの点電荷全てに力が働かない平衡状態を実現するためには, 3つの電荷の比をどのように決めるべきか?
- (b) 点電荷  $q_C$  が  $q_A$  と  $q_B$  をつなぐ線分の中点にある場合, 平衡状態を実現するためには, 3つの電荷の比をどのように決めるべきかを考えよ. さらに, このときの電気力線の形状を図示せよ.

**問 2\*** (ガウスの法則の応用: 球) 真空中に半径  $a$  の球があり, その内部に電荷密度  $\rho$  (一定) の電荷が一様に分布している. このとき,

- (a) 系の対称性から電場はどのような形で表されるか? その方向と極座標  $(r, \theta, \varphi)$  で表したときの  $r, \theta, \varphi$  依存性について述べよ.
- (b) ガウスの法則を用いて, この球状電荷によって作られる電場を求めよ.
- (c) この系の電場を原点からの距離  $r$  の関数として図示せよ.

**問 3\*** (ガウスの法則の応用: 球面状電荷) 半径  $a$  の球面上に電荷が面電荷密度  $\sigma$  (一定) で一様に分布しているとき, 電場を原点からの距離  $r$  の関数として求め, 図示せよ. さらに, この球内に質量  $m$ , 電荷  $-e$  の電子がある場合, 電子はどのような運動をするか考えよ.

**問 4\*** (ガウスの法則の応用: 無限円柱) 半径  $a$  の無限に長い円柱の内部のみに電荷密度  $\rho$  (一定) の電荷が分布している. このときの電場を, ガウスの法則を使い円柱の中心軸からの距離の関数として求め, 図示せよ.

**問 5\*\*** (ガウスの法則の応用: 無限平板電荷) 電荷密度が座標  $z$  のみの関数として

$$\rho(z) = \begin{cases} \rho_0 & (|z| \leq z_0) \\ 0 & (|z| > z_0) \end{cases}$$

のように与えられている. (すなわち, 厚み  $2z_0$  の無限に広い電荷平板がある.) この電荷の作る電場をガウスの法則を用いて求め,  $z$  の関数として図示せよ. さらに, 質量  $m$ , 電荷  $-e$  の電子をこの平板の中心から平板に垂直に投げ出すとする. 電子が平板の外に出るためには投げ出す速度  $v$  はどれほどでなければならないか? ただし,  $\rho_0 > 0$  として考えよ.