

2015年度 A セメスター 電磁気学 B

(担当：加藤雄介) 2015.09.23

第 01 回 (09/16) 第 02 回 (09/23) に関連した問題 「クーロンの法則、静電場、電位」

理解度確認問題

第 1 問 原点に点電荷 q があったとき、空間の位置 \mathbf{r} における電場は

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = \frac{kq\mathbf{r}}{r^3} \quad (1)$$

で表される。このとき、地点 $A(a, 0, 0)$, $B(0, a, 0)$, $C(-a, 0, 0)$, $D(0, -a, 0)$ (ただし $a > 0$ とする) における電場の向きを (i) $q > 0$ の場合 (ii) $q < 0$ の場合にわけて 2次元面上で図示せよ。

第 2 問 $f(\mathbf{r}) = r$ の gradient を求めよ。

第 3 問 $f(\mathbf{r}) = 1/r$ の gradient を求めよ。

第 4 問 ∇f の性質を図形的に表せ。

補足問題

第 1 問 電荷の大きさ 1 C は電子何個分の電荷か。

第 2 問 電荷の大きさ、クーロン力の大きさ まさつで生じる帯電状態における電荷の典型的大きさは $1\mu\text{C}$ 程度である。 $1 \times 10\text{cm}$ はなれた $1.0\mu\text{C}$ の二つの点電荷に働くクーロン力の大きさを求めよ (有効数字 1 桁でよい)。

第 3 問 電場の強さ I $1\mu\text{C}$ の点電荷が $1 \times 10\text{cm}$ はなれた場所を作る電場の大きさはいくらか (有効数字 1 桁でよい)。

第 4 問 電場の強さ II 大気中で放電が起きる電場の強さは大体いくらか (調べよ)。

第 5 問 電場の強さ III 雲の上部に 40C の電荷が帯電し、それより下方 2km にある雲の下部に -40C の電荷があるとき、中間地点における電場の強さを求めよ。

第 6 問 x 軸上の $x = -a$ に電荷 $q (> 0)$, $x = a$ に電荷 $2q (> 0)$ の点電荷があるとき x 軸上で電場がゼロになる点はあるか。ある場合はいくつあるか。またその (それらの) 位置の x 座標を求めよ。

第 7 問 半径 a の球内に電荷が一様に分布している。単位体積あたりの電荷 (電荷密度) を ρ とする。球の中心 O を通る直線上にあり、球の中心から距離 $x (> a)$ にある点 P における電場を以下の手順で求めよ。

- まず球を、 OP に垂直かつ中心が OP 上にある薄い円盤に分割する。円盤は十分薄いものとする。
- 各円盤 i が P に作る電場 \mathbf{E}_i を求める。
- $\sum_i \mathbf{E}_i$ を求める。
- 十分細かく分割した極限をとる (区分求積法を用いて積分に帰着する)。