

**問題1** 3次元  $xyz$  空間の原点に電荷  $q$  がある。

- (1-1) 点 A の位置ベクトルを  $\vec{r}_A$ 、その大きさを  $r_A$  とする ( $r_A = |\vec{r}_A|$ )。  
点 A に電荷  $q_A$  があるとき、この電荷に働く力  $\vec{F}_A$  を  $\vec{r}_A, r_A$  を使って表せ。
- (1-2) 原点の電荷  $q$  が  $\vec{r}$  の位置に電場

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{r}}{r^3}$$

を発生していると考え、上で求めた力  $\vec{F}_A$  を電場  $\vec{E}(\vec{r})$  を使って表せ。

- (1-3) 点 B の位置ベクトルを  $\vec{r}_B$ 、その大きさを  $r_B$  とする ( $r_B = |\vec{r}_B|$ )。  
点 B に電荷  $q_B$  があるとき、この電荷に働く力  $\vec{F}_B$  を電場  $\vec{E}(\vec{r})$  を使って表せ。

**問題2**  $x$  軸原点に電荷  $q$  がある。

- (2-1) 位置  $x = a$  に単位電荷  $1[\text{C}]$  があるとき、この単位電荷が受ける力  $E_x(a)$  を求めよ。
- (2-2) この単位電荷を  $x = a$  から  $x = b$  まで運ぶのに必要な仕事  $W(a \rightarrow b)$  を求めよ。
- (2-3) 基準点 (無限遠点) から  $x$  まで単位電荷を運ぶのに必要な仕事  $W(\infty \rightarrow x)$  を求めよ。
- (2-4) 位置  $x$  における電位  $\phi(x)$  を

$$\phi(x) = W(\infty \rightarrow x)$$

で定義する。

位置  $x$  において単位電荷が受ける力は

$$E_x(x) = -\phi'(x)$$

で与えられることを確認せよ。

- (2-5) 3次元の場合には、原点からの距離  $r$  の点における電位は

$$\phi(r) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

で与えられる。位置ベクトル  $\vec{r}$  の位置にある単位電荷が受ける力 (=電場) は

$$\vec{E}(\vec{r}) = -\left(\frac{\partial\phi}{\partial x}, \frac{\partial\phi}{\partial y}, \frac{\partial\phi}{\partial z}\right)$$

と書けることを示せ。