

電気双極子モーメントについて次の問いに答えよ。外部電場 E の中に置かれた電気双極子モーメントベクトル p の持つポテンシャル (・エネルギー) が $U = -p \cdot E$ であることを証明せよ。

(解答例) 電荷 $(-q)$ が点 (x, y, z) に $+q$ が $(x + dx, y + dy, z + dz)$ に置かれているとする。そ

れぞれの点における電位をそれぞれ $\phi(x, y, z), \phi(x + dx, y + dy, z + dz)$ とすると、この電気双極子の持つ電氣的ポテンシャル・エネルギー U は

$$U = q \cdot \phi(x + dx, y + dy, z + dz) + (-q)\phi(x, y, z) \quad (1)$$

となる。ここで、テーラー展開より

$$\begin{aligned} & \phi(x + dx, y + dy, z + dz) - \phi(x, y, z) \\ & \simeq \frac{\partial \phi}{\partial x} dx + \frac{\partial \phi}{\partial y} dy + \frac{\partial \phi}{\partial z} dz \end{aligned} \quad (2)$$

となる。ここで、電気双極子モーメントの成分が $p_x = qdx, p_y = qdy, p_z = qdz$ と表わされ、電場 $E = -\nabla\phi$ であることを用いると

$$U = -p \cdot E \quad (3)$$

が得られる。