

## 演習問題解答 第2章

問1  $n=2$  では  $U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1q_2}{|\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_2|}$   
 $n=3$  では  $U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{q_1q_2}{|\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_2|} + \frac{q_2q_3}{|\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_3|} + \frac{q_3q_1}{|\mathbf{r}_3 - \mathbf{r}_1|} \right) = \frac{1}{8\pi\epsilon_0} \sum_{i,j=1,3, i \neq j} \frac{q_iq_j}{|\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_j|}$

問2  $\phi(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{-q}{|\mathbf{r} + \frac{1}{2}\mathbf{d}|} + \frac{q}{|\mathbf{r} - \frac{1}{2}\mathbf{d}|} \right]$

となるが、遠方の点 ( $|\mathbf{r}| \gg |\mathbf{d}|$ ) では  $\phi(\mathbf{r}) \simeq \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\mathbf{p} \cdot \mathbf{r}}{r^3}$  となる。  
 十分離れたとは電荷  $-q$  と  $q$  間の距離と比べて  $r$  が十分大きい事。

問3 微小電荷  $\delta Q$  の重心を点電荷と扱ってよいから。

問4 一つの平面を  $x-y$  平面におき、残りの頂点を  $z$ -軸におく。この時、力  $z$ -軸方向となり  
 $F_z = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sqrt{6}}{a^2}$

問5  $\phi(\mathbf{r}) \simeq \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\mathbf{p} \cdot (\mathbf{r} - \mathbf{R})}{|\mathbf{r} - \mathbf{R}|^3}$   
 $\mathbf{E} = -\nabla\phi(\mathbf{r})$

問6  $\phi(r) = \frac{\rho}{2\epsilon_0} \int_0^a r'^2 dr' \frac{1}{rr'} [r^2 + r'^2 - 2rr']_1^{-1} = \frac{\rho}{2\epsilon_0 r} \int_0^a r' dr' [|r + r'| - |r - r'|]$

(i)  $r > a$  の時:  $\phi = \frac{\rho}{2\epsilon_0 r} \frac{2}{3} a^3 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r}$

(ii)  $r < a$  の時:  $\phi = \frac{\rho}{2\epsilon_0 r} \left[ \int_0^r 2r'^2 dr' + \int_r^a 2rr' dr' \right] = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{a} \left( \frac{3}{2} - \frac{r^2}{2a^2} \right)$