

10/11

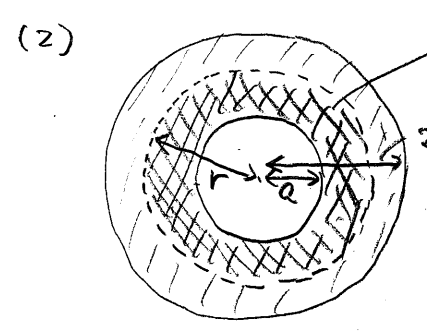
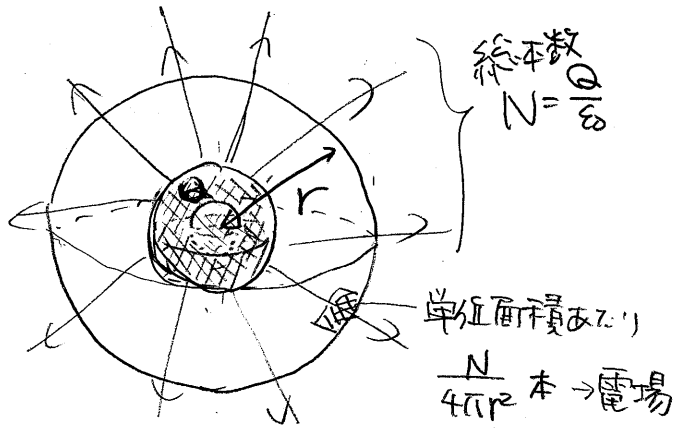
I. 電荷密度 ρ ... 単位体積あたり ρ の電荷が分布。
 \hookrightarrow 体積 V が分かれば、全電荷量が求まる。

(1) $V = \frac{4}{3}\pi(2a)^3 - \frac{4}{3}\pi a^3 = \frac{28}{3}\pi a^3$

\therefore 全電荷 $Q = \rho \times \frac{28}{3}\pi a^3$

電荷線の総本数 $N = \frac{Q}{\epsilon_0} = \frac{28\pi\rho a^3}{3\epsilon_0}$

$E(r) = \frac{N}{4\pi r^2} = \frac{7\rho a^3}{3\epsilon_0 r^2}$



半径 r の球の内側
 \therefore 電荷は $Q(r) = \rho \times (\frac{4}{3}\pi r^3 - \frac{4}{3}\pi a^3) = \frac{4}{3}\pi\rho(r^3 - a^3)$

よこから通る本数 $N(r) = \frac{Q(r)}{\epsilon_0}$ ϵ 表面積 $4\pi r^2$ \therefore 電場

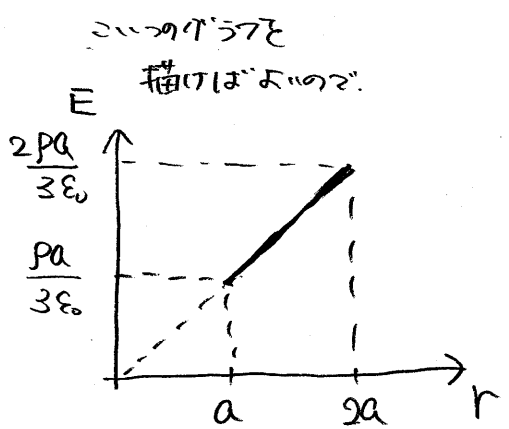
$\therefore E(r) = \frac{\frac{4}{3}\pi\rho(r^3 - a^3)}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{\rho}{3\epsilon_0} (r - \frac{a^3}{r^2})$

II $E_0(r) = \frac{Q_0}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ となる。

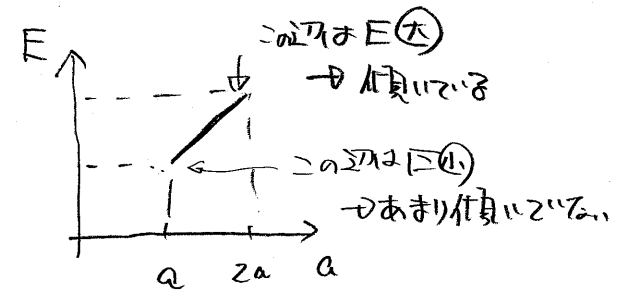
$E_s(r) = E(r) + E_0(r) = \frac{\rho}{3\epsilon_0} (r - \frac{a^3}{r^2}) + \frac{Q_0}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{\rho}{3\epsilon_0} r + (\frac{Q_0}{4\pi\epsilon_0} - \frac{\rho a^3}{3\epsilon_0}) \frac{1}{r^2}$

$\frac{Q_0}{4\pi\epsilon_0} - \frac{\rho a^3}{3\epsilon_0} = 0$

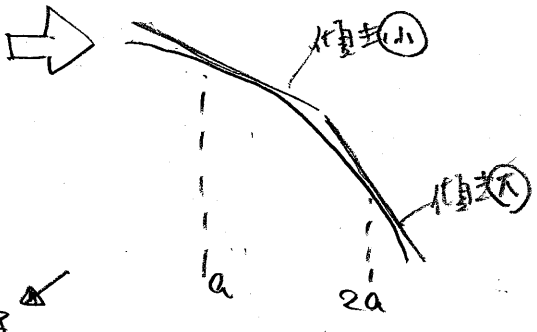
$Q_0 = \frac{4}{3}\pi\rho a^3$



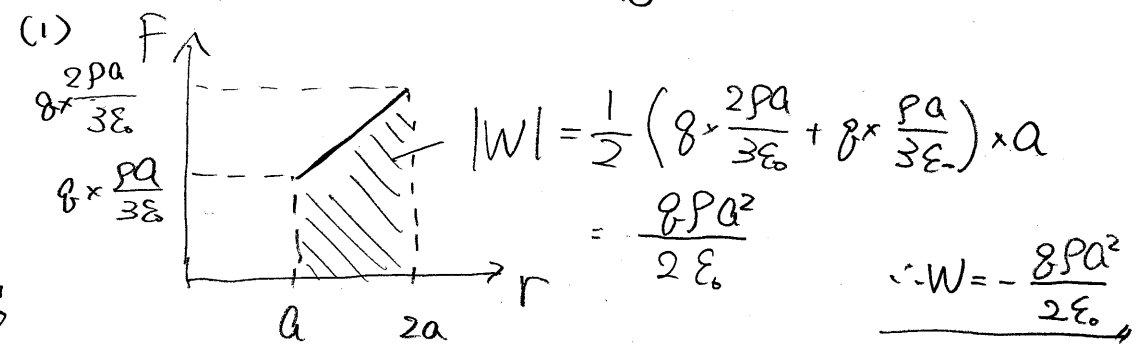
II 「電場 E が電位 V の傾きである」ことを理解しておく必要がある。



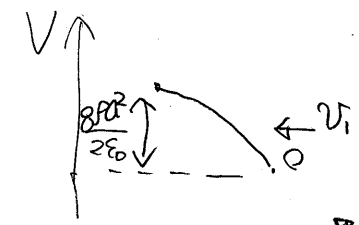
$a < r < 2a$ の電位 V はおよそこんな感じ



この $\int E \cdot dr$ を持つ必要がある



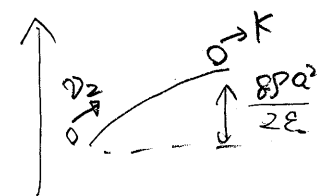
(2) (1) で求めた $|W|$ の分だけ、 a の方が位置エネルギーが高い。



$\frac{1}{2} m v_1^2 \geq \frac{8\rho a^2}{2\epsilon_0}$ \therefore 傾きは OK.

$v_1 \geq \sqrt{\frac{8\rho a^2}{\epsilon_0 m}}$

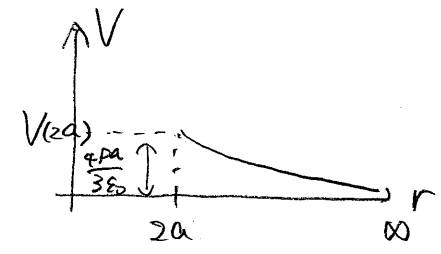
IV (1) 自電荷の場合は、この関係が逆転



$\frac{1}{2} m v_2^2 = K + \frac{8\rho a^2}{2\epsilon_0} \therefore K = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{8\rho a^2}{2\epsilon_0}$

(2) $r > 2a$ の電場を考えると (電場)

$r > 2a$ には $E_s(r) = \frac{7\rho a^3}{3\epsilon_0 r^2} + \frac{\rho a^3}{3\epsilon_0 r^2} = \frac{8\rho a^3}{3\epsilon_0 r^2}$
 $\therefore V(r) = \frac{8\rho a^3}{3\epsilon_0 r}$ $\therefore V(2a) = \frac{4\rho a^2}{3\epsilon_0}$



(3) $r=a$ から見て $r=\infty$ まで $\frac{8\rho a^2}{2\epsilon_0} + \frac{4\rho a^2}{3\epsilon_0} = \frac{118\rho a^2}{6\epsilon_0}$ 位の位置エネルギー $\therefore v_2 \geq \sqrt{\frac{118\rho a^2}{3\epsilon_0 m}}$