第4問 物理学 (3) (その2)

II (8) $\phi(x,y,0) = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{2Q}{\sqrt{(x-2a)^2+y^2+z^2}} - \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{Q}{\sqrt{(x+a)^2+y^2+z^2}}$

(9) $\phi(x,y,0) = 0$

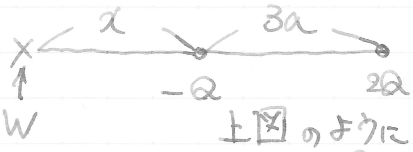
$\Longleftrightarrow \dfrac{2}{\sqrt{(x-2a)^2+y^2+z^2}} = \dfrac{1}{\sqrt{(x+a)^2+y^2+z^2}}$

$\Longleftrightarrow 4(x+a)^2+4y^2+4z^2 = (x-2a)^2+y^2+z^2$

$\Longleftrightarrow (x+2a)^2+y^2+z^2 = 4a^2$

中心 $(-2a, 0, 0)$, 半径 $2a$ の円

(10) 対称性より, $y \neq 0$ または $z \neq 0$ の点では $E = 0$ とはならないため, 求める点は $y=0$, $z=0$. また, 正電荷と負電荷の配置を考えると, 求める点の x 座標は $-a$ より小さいことも分かる。



上図のように問題を設定すると, x に対する条件は

$+\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{Q}{x^2} = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{2Q}{(x+3a)^2}$

$\therefore (x+3a)^2 = 2x^2$

$\therefore x = 3a \pm 3\sqrt{2}a$

$x > 0$ より, $x = 3a(1+\sqrt{2})$

よって求める点Wの座標は $W(-(4+3\sqrt{2})a, 0, 0)$

(11) 電気力線は正電荷から出て負電荷に向かうこと, 等電位面に垂直であることに注意して下図のようになる。