第１章章末問題解答

１．（１）電界の x 方向成分以外は打ち消しあってゼロになる。x 方向成分はクーロンの法則より，

$$E_x = \frac{Q/2\pi a}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\cos\theta}{x^2+a^2}2\pi a = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{x^2+a^2}\frac{x}{\sqrt{x^2+a^2}} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{x}{(x^2+a^2)^{3/2}}$$

（答）

（２）（１）の答を変形すると

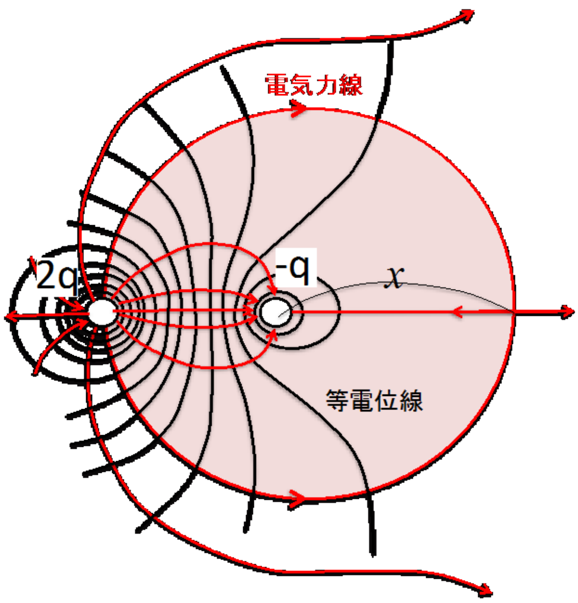
$E_x = \dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 x^2}\dfrac{1}{\{1+(a/x)^2\}^{3/2}}$ となり，x を大きくしていくと $E_x \sim \dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 x^2}$ にだんだん近づき，最後には点電荷に対するクーロンの法則に一致する。（答）

２．（１）電界がゼロになる点をさがせばよい。ゼロとなる点はＸ軸上に存在し，

$E_x = \dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0}(-\dfrac{1}{x^2}+\dfrac{2}{(x+2a)^2}) = 0$ より，$x = 2a(1+\sqrt{2})$ では，$\mathbf{E}=0$ で力を受けない。（答）

（2）電気力線を書くと右のようになり，赤ハッチング内ではＱは-q に引き寄せられる。（答）

（3）（2）の赤ハッチングの外側で電気力線は無限遠に向かうので Ｑ も無限遠に運ばれる。（答）



問題２（２）の図

３．クーロンの法則により，Ｑに働く力 $\mathbf{F}$ は，2q とＱ，-q とＱに働く力の和となる。

$$\mathbf{F} = \frac{2qQ}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\mathbf{r}_{2q\to Q}}{|\mathbf{r}_{2q\to Q}|^3} + \frac{-qQ}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\mathbf{r}_{-q\to Q}}{|\mathbf{r}_{-q\to Q}|^3} = Q\mathbf{E}$$

とすると

$$\mathbf{E} = \frac{2q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\mathbf{r}_{2q\to Q}}{\left|\mathbf{r}_{2q\to Q}\right|^3} + \frac{-q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\mathbf{r}_{-q\to Q}}{\left|\mathbf{r}_{-q\to Q}\right|^3}$$

となって， 2q と-q が Q の位置につくる電界が Q に作用する力となる。(答)

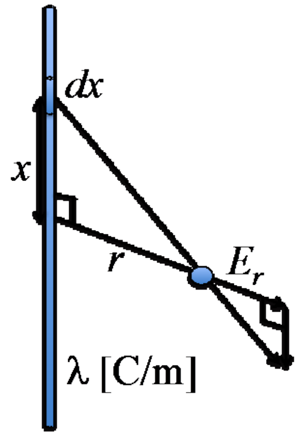
４．線電荷の中で位置xにある微小な長さdxが持つ電荷はλdxで，それが線電荷から距離rの点に作る電界のr成分E_rは

$$dE_r = \frac{\lambda dx}{4\pi\varepsilon_0}\frac{r}{(r^2+x^2)^{3/2}}$$

となり，x 方向成分は全ての dx を考えるとゼロになる。

そこで

$$E_r = \int_{x=-\infty}^{x=\infty} dE_r = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\int_{x=-\infty}^{x=\infty}\frac{rdx}{(r^2+x^2)^{3/2}} = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}$$ (答)



問題４の図.