基礎物理学演習VI(奥川)No.3

2014.11.13,20

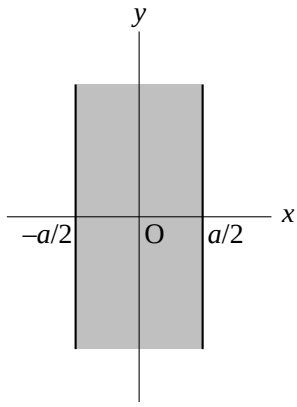
【1】《電場》
$(0,0,l/2)$ に電荷 $q>0$ が，$(0,0,-l/2)$ に電荷 $-q$ が，それぞれ置かれている．
(i) z 軸上の点 $(0,0,z)$，および xy 平面上で原点より距離 r だけ離れた点での電場を求めよ．
(ii) 上の電場は原点から十分遠い場所ではどのように振る舞うか．
(iii) (ii) の結果に関して物理的考察を記せ．

【2】《電荷の連続分布》
(i) xy 平面上で原点を中心とする半径 b の円周上に電荷 q が一様に電荷が分布している．z 軸上の点 $\mathrm{P}(0,0,z)$ における電場を求めよ．
(ii) xy 平面上で原点を中心とする半径 a の円板上に面密度 σ で一様に電荷が分布している．z 軸上の点 $\mathrm{P}(0,0,z)$ における電場を求めよ．

【3】《帯状電荷》
xy 平面上で $-a/2<x<a/2$ である無限に長い帯状の部分に一様な面密度 σ で電荷が分布している．
(i) $\mathrm{P}(0,0,z)$ における電場 $\boldsymbol{E}(z)$ を求めよ．ただし，無限に長い直線電荷による電場は既知としてよい．
(ii) $|z|\gg a$ のとき，$\boldsymbol{E}(z)$ はどのように振る舞うか．また，その振る舞いの物理的意味を述べよ．
(※) $|z|\to\infty$ の極限値を問うているのではない．極限値がゼロなのはほとんど自明だ．
(iii) $|z|\ll a$ のとき，$\boldsymbol{E}(z)$ はどのように振る舞うか．ただし、$u\gg 1$ では

$$\tan^{-1}u=\cot^{-1}\frac{1}{u}=\frac{\pi}{2}-\frac{1}{u}+O(u^{-3}) \tag{1}$$

となることを用いてよい．



【4】《Gauss の法則》
半径 a の球内に総量 Q の電荷が分布していて，電荷の体積密度は $1/r^2$ に比例している (r は球の中心からの距離) という．球内外での電場を求めよ．