2015年度Aセメスター　電磁気学B
（担当：加藤雄介）　2015.11.18

第06回 (10/28) に関連した問題 「静電平衡にある導体」

理解度確認問題

第1問 以下の問いに理由を述べて答えよ。

1. 静電平衡にある導体内に電場は存在するか。
2. 静電平衡にある導体内に電荷は存在するか。
3. 静電平衡内に電位差は存在するか。
4. ある領域の境界にのみ電荷が分布（表面電荷）し、それらの電荷による電場が領域内のどこでもゼロになる例を挙げよ。
5. 静電平衡にある導体に表面電荷分布があるとき、電場は表面付近で連続か不連続か。

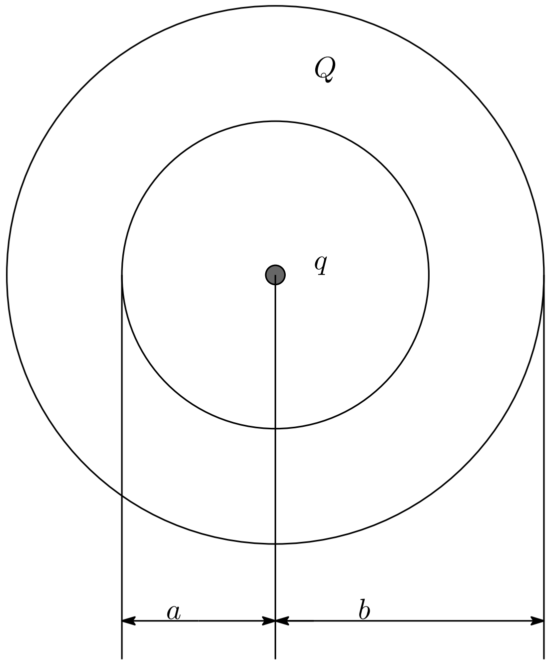
補足問題

第1問　静電誘導　同心球導体 半径 b の球から同心球 (半径 $a(< b)$) をくりぬいた中空導体球に電荷 Q が帯電している。この導体球の中心に点電荷 q をおいたとき、導体球内側表面、外側表面に現れる電荷面密度 σ_1, σ_2 を求めたい。以下の設問に答えよ。

1. σ_1, σ_2, Q の間に成り立つ関係式を求めよ。
2. q, σ_1, σ_2 によって作られる電場をそれぞれ $\vec{E}_0$、$\vec{E}_1$、$\vec{E}_2$ とする。全電場は

$$\vec{E}(\vec{r}) = \vec{E}_0(\vec{r}) + \vec{E}_1(\vec{r}) + \vec{E}_2(\vec{r})$$

   で与えられる。$\vec{E}_0(\vec{r})$, $\vec{E}_1(\vec{r})$, $\vec{E}_2(\vec{r})$ をそれぞれ q, σ_1, σ_2 を用いて表わせ。
3. $a < |\vec{r}| < b$ で $\vec{E}_0(\vec{r}) = 0$ であることから得られる σ_1, σ_2 の関係式を求めよ。
4. 1と3で得られた結果を用いて σ_1 と σ_2 を求めよ。
5. $\lim_{|\vec{r}|\to a-0} \vec{E}(\vec{r})$, $\lim_{|\vec{r}|\to b+0} \vec{E}(\vec{r})$ を求め、σ_1, σ_2 との関係について論じよ。



第 2 問　静電誘導　導体円筒 z 軸を軸とし、軸方向の長さが無限大、断面の内径 a 外径 b の円筒形状の導体がある。z 軸上に単位長さ当たり λ の電荷が分布しているとき、空間の地点 P における電場の大きさと向きを以下求める。導体内の全電荷をあわせるとゼロとなる。真空の誘電率を ϵ_0 とおく。

P から z 軸に下ろした垂線の足を P_0 とし、$\overrightarrow{\mathrm{P_0P}} = \vec{\rho}$ とおく。$\rho = |\vec{\rho}|$, $\hat{\rho} = \vec{\rho}/\rho$ とする。対称性より電場を

$$\vec{E}(\mathrm{P}) = E(\rho)\hat{\rho} \tag{1}$$

とおく。$E(\rho)$ は ρ だけの関数である。

1. $E(\rho)$ を λ, a, b, ϵ_0 と ρ のうち必要なものを用いて表わせ。
2. 断面の内径 a の表面上の表面電荷 σ_a(単位面積当たりの電荷) と断面の外径 b の表面上の表面電荷 σ_b(単位面積当たりの電荷) を求めよ。