今日の重要事項

電流→　単位時間あたりの電荷の流れ　　単位：A（アンペア）　1A＝1C/1sec

定常電流：時間的に変化しない電流

電流密度：単位面積あたりの電流

キルヒホッフの第 1 法則：$\sum_i j_i = 0$

小テストおよびその解答

半径 a の導体球の表面に正の電荷 Q が一様に分布している。

a）電場の様子を描け。

（略）

b）ガウスの法則を書け。

$$\int_S E(r)dS = \frac{1}{\varepsilon_0}(S\text{内の総電荷})$$

c）導体球の内部の電場の大きさを求めよ。

ガウスの法則を適用する閉曲面 S として、導体球と同じ中心をもつ半径 r の球面を考える。

電荷は導体球面上に存在するので、導体球の内部（$r<a$）では、閉曲面 S 内には電荷は無い。したがって、$r<a$ では、$E(r) = 0$

d）導体球の中心からの距離を r として、球の外部の電場の大きさ $E(r)$ を求めよ。

ガウスの法則の法則を適用する半径 r の球面上では、電場は垂直でその大きさは一定なので、ガウスの法則の左辺の面積分は

$$\int_S E_n dS = E(r)\times(\text{半径}r\text{の球面の面積}) = 4\pi r r^2 E(r)$$

一方、右辺の S 内の総電荷は Q なので、

$$E(r) = \frac{Q}{4\pi r\varepsilon_0 r^2}$$

となる。

e）導体球の中心からの距離を r として、電位 φ(r)を求めよ。

電位の基準点を無限遠方(r=∞)とすると、導体球の外部($r>a$)では、

$$\varphi(r) = -\int_\infty^r E(r)dr = -\int_\infty^r \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}dr = \left[\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r}\right]_\infty^r = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

となる。一方、導体球の内部($r<a$)では、電場がゼロなので、

$$\varphi(r) = -\int_\infty^r E(r)dr = -\int_\infty^a \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}dr - \int_a^r 0dr = \left[\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r}\right]_\infty^a = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 a}$$

となる。

宿題

ガウスの法則を使って、いろいろな場合の電場、電位を求められるようにしておいて下さい。

・球

・直線、円筒

・平面