

図1

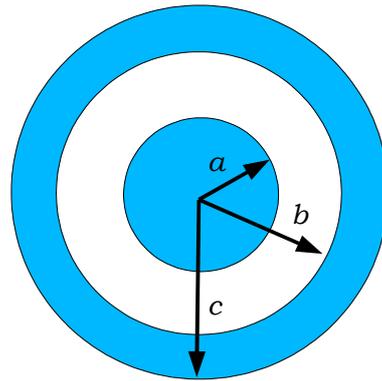


図2

図1のように、半径が  $a$  [m] の導体球がある。導体球には正の電荷  $Q$  [C] が与えられている。電荷の分布が球対称であるので、電気力線は導体球に垂直で、導体球の中心を通る線上にあって表面から放射状に出る。導体球の表面を通過してゆく電気力線の本数は導体球の半径の大きさにかかわらず常に一定である。電気力線の本数は電荷 1[C] 当たり  $\frac{1}{\epsilon_0}$  [本] で与えられるとする。ただし、真空の誘電率を  $\epsilon_0$  [C<sup>2</sup>/Nm] とする。以下の問いに答えよ。

- (1) 中心からの距離  $r$  [m] が  $r < a$  の場合、電気力線の本数はいくらか。
- (2) 中心からの距離  $r$  [m] が  $r > a$  の場合、電気力線の本数はいくらか。
- (3) 上のように約束すると、電場の大きさは単位面積あたりの電気力線の本数に等しい。距離  $r$  [m] が  $r < a$  と  $r > a$  のそれぞれの場合、距離  $r$  での電場の大きさ[N/C] を求めよ。  
次に、導体球と同心の電荷を持たない中空導体球を図2のように導体球を囲むように置く。その内径と外形はそれぞれ  $b$  [m] と  $c$  [m] である。
- (4) 距離  $r$  [m] が  $c > r > b$  の場合、距離  $r$  での電場の大きさ[N/C] を求めよ。
- (5) 距離  $r$  [m] が  $r > c$  の場合、距離  $r$  での電場の大きさ[N/C] を求めよ。
- (6) 中空導体球の内表面上 ( $r = b$ )、および外表面上 ( $r = c$ ) の単位面積あたりに誘導される電荷 [C/m<sup>2</sup>] を求めよ。
- (7) 距離  $r$  [m] が  $r > c$  の場合、距離  $r$  での電位 [V] を求めよ。ただし、無限遠方を電位の基準点とする。

入試問題研究 第134回 2004年 防衛大学校 ②電気 (コンデンサー) 解答・解説

(1) 中心からの距離  $r$  [m] が  $r < a$  の場合、  
 導体内に電気力線はないので、ゼロ本。

(2) 中心からの距離  $r$  [m] が  $r > a$  の場合、  
 導体球表面からでるから  $\frac{Q}{\epsilon_0}$  本数。

(3)  $r < a$  の場合、導体内だから、電気力線は  
 ない。よって、電場の大きさは  $0$  [N/C]。

$r > a$  の場合、距離  $r$  での電場の大きさ

$$\text{は } E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \text{ [N/C]}$$

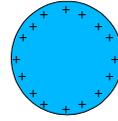


図1

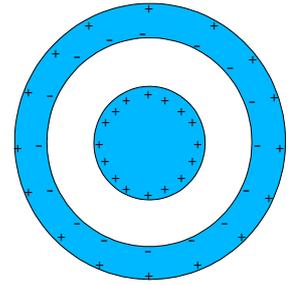


図2

次に、導体球と同心の電荷を持たない中空導体球を図2のように導体球を囲むように置く。その  
 内径と外形はそれぞれ  $b$  [m] と  $c$  [m] である。

(4) 距離  $r$  [m] が  $c > r > b$  の場合、導体内であるので電場の大きさは  $0$  [N/C] である。

(5) 距離  $r$  [m] が  $r > c$  の場合、距離  $r$  での電場の大きさは  $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$  [N/C] である。

(6) 中空導体球の内表面上 ( $r = b$ )、および外表面上 ( $r = c$ ) にはそれぞれ、 $-Q$  [C]、  
 $Q$  [C] の電荷が誘導される。よって、単位面積あたりに誘導される電荷は、内表面には  
 $-\frac{Q}{4\pi b^2}$  [C/m<sup>2</sup>]、外表面上には  $\frac{Q}{4\pi c^2}$  [C/m<sup>2</sup>] である。

(7) 距離  $r$  [m] が  $r > c$  の場合、出来る電気力線の本数は中心に  $Q$  [C] 電荷があるときと  
 同じだ。よって、無限遠方を電位の基準点として、電位を求めると、 $V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$  [V] である。

**[参考] 球形コンデンサー、円筒形コンデンサーなどの応用問題が、この考え方で出来ます。**

① 図2に示す内球、外球を電極とするコンデンサーの電気容量を求めなさい。

② 半径  $a$  [m]、長さ  $L$  [m] の金属棒がある。また、内径  $b$  [m]、外径  $c$  [m] の金属  
 パイプがある。中心軸が一致するように、金属棒を金属パイプの中に入れた。金属棒と金  
 属パイプを電極とする円筒形コンデンサーの電気容量を求めなさい。