

§16- #2 ガウスの法則

の中に入れるべき最も適当な数式を求めよ. 真空の誘電率を ϵ_0 [$\text{C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$] とする.

- (1) 原点 O に中心をもつ半径 a [m] の導体球を考え

る(図 1). この導体球に電気量 Q [C] を与えると, 電荷は静電エネルギーを最小にするように導体球表面に分布する. この電荷の分布は原点 O の

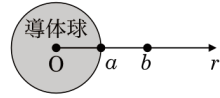


図1

まわりに球対称であるので, 導体球外での電気力線の形は, 原点 O に点電荷 Q が置かれたときの電気力線の形とまったく同じになる. こうして, 原点 O から距離 r [m] だけ離れた点の電場の強さは, $0 \leq r < a$ に

おいて $\frac{|Q|}{\epsilon_0} \times \text{ア}$ [V/m], $a < r$ において $\frac{|Q|}{\epsilon_0} \times \text{イ}$ [V/m] である

ことがわかる. また, $a < b$ として, 原点 O からの距離 b [m] の点の電位を基準にすると, 導体球表面の電位は $\frac{|Q|}{\epsilon_0} \times \text{ウ}$ [V] である.

- (2) 図2に示したように、この導体球を内半径 b [m]、外半径 c [m] の球形導体殻でおおう。内側の導体球の中心と外側の球形導体殻の中心は一致しており、内側の導体球にはすでに電気量 Q [C] がたまっている。

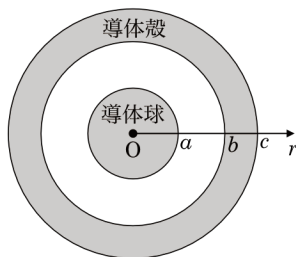


図2

ここで導体殻に電気量 q [C] を与えたとき、どのような電場がつけられるか、電気力線を用いて考えてみよう。導体に与えられた電荷はすべて導体表面に分布する。電気力線は電荷のない場所で途切れることはなく、電荷に出入りする電気力線の本数は電気量に比例する。また、電場のない場所には電気力線は存在しない。この電気力線の性質を考慮すると、導体表面の電気量の総量が決まる。すなわち、導体球表面の電気量の総量は エ [C]、導体殻内側表面の電気量の総量は オ [C]、導体殻外側表面の電気量の総量は カ [C] である。さらに、この系が原点 O のまわりに球対称であることを考慮すると、原点からの距離 r [m] の位置での電場の強さは、 $a < r < b$ において

$$\frac{\text{キ}}{\epsilon_0} \times (\text{イ}) \text{ [V/m]}, \quad c < r \text{ において } \frac{\text{ク}}{\epsilon_0} \times (\text{イ}) \text{ [V/m]} \text{ である}$$

ことがわかる。また、導体殻内側表面($r = b$)を基準にした導体球表面

$$(r = a) \text{ の電位は } \frac{\text{ケ}}{\epsilon_0} \times (\text{ウ}) \text{ [V]} \text{ となる。}$$

- (3) ここで、導体殻の電気量の総量を $-Q$ [C] とし、導体球と導体殻を電極とみなすコンデンサーを考える。コンデンサーの電気容量は一般に蓄えられた電気量と電極間の電位差の比で定義されるので、このコンデンサーの電気容量は コ [F] である。

(2020 東京理科大)