

試験日	月 日 限	科目	基礎電磁気学 I	担当者	松浦秀治	年次		学生番号		氏名	
参照・持込等許可条件	一切不可とする						問題回収	しない	解答用紙の別紙使用枚数	1枚	

解答における注意事項

1. 必ず、答えを導き出す過程を書くこと。
 答えだけの場合、正解でも零点とする。
 答えが正しくても、導出過程が間違っていれば、正しいところまでの点数とする。
2. 必ず、単位を書くこと。

問題 1 真空中、三つの点電荷 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 が、この順番で一直線上にある。 $Q_1=5.0 \times 10^{-16}$ C、 $Q_2=-2.0 \times 10^{-16}$ C、 $Q_3=1.0 \times 10^{-16}$ C、 Q_1 と Q_2 の距離は $2.0 \mu\text{m}$ 、 Q_2 と Q_3 の距離は $4.0 \mu\text{m}$ である。電荷 Q_3 に働く力の大きさと向きを答えよ。ただし、 $1/(4\pi\epsilon_0) = 9.0 \times 10^9 \text{ m/F}$ として計算し、有効数字2桁で答えよ。(10点)

問題 2 真空中に、無限長の同軸円筒状完全導体が2本ある。断面図を下図に示す。内側の円筒 A の内径は $2a$ [m]、外径は $2b$ [m] であり、外側の円筒 B の内径は $2c$ [m]、外径は $2d$ [m] である。内側の円筒状完全導体 A に 1 m 当り $+Q$ [C] の電荷を与え、外側の円筒状完全導体 B に 1 m 当り $-Q$ [C] の電荷を与えた。2本の同軸円筒状完全導体間の 1 m 当りの静電容量を考える。

(合計30点)

- 2-1 「ガウスの定理」について述べよ。(3点)
- 2-2 同軸から距離 r [m] 離れた点での電界を求めよ。
 - 2-2-1 ガウスの定理を用いるために考える閉曲面の形状を答えよ。(2点)
 - 2-2-2 その形状を考える理由を述べよ。(2点)
 - 2-2-3 $r < a$ の場合の電界を導き出せ。(3点)
 - 2-2-4 $a < r < b$ の場合の電界を導き出せ。(3点)
 - 2-2-5 $b < r < c$ の場合の電界を導き出せ。(3点)
 - 2-2-6 $c < r < d$ の場合の電界を導き出せ。(3点)
 - 2-2-7 $d < r$ の場合の電界を導き出せ。(3点)
- 2-3 内側の円筒と外側の円筒との電位差 V_{AB} を導き出せ。(3点)
- 2-4 1 m 当りの静電容量を C_{AB} としたとき、この静電容量を電位差 V_{AB} と与えた電荷 Q を用いて表せ。(2点)
- 2-5 1 m 当りの静電容量を導き出せ。ただし、 V_{AB} と Q は用いないこと。(3点)

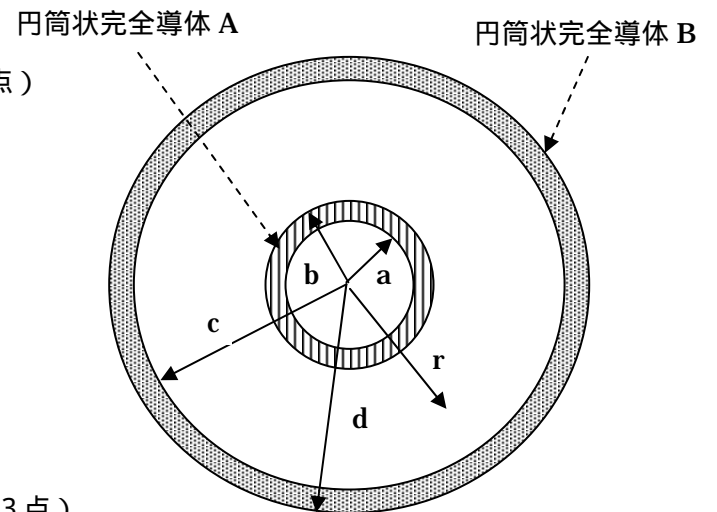


図 断面図

問題 3 同じ中心をもつ、半径 a [m] の完全導体球と、内径 $2b$ [m] で外径 $2c$ [m] の空洞の完全導体球を考える。この2つの完全導体間の静電容量を導き出せ。ただし、 $a < b < c$ 、2つの完全導体間の空間の誘電率を ϵ とする。(20点)

問題 4 平行平板電極間全体に、正の電荷密度 $[C/m^3]$ をもつ比誘電率 ϵ_r の誘電体が挿入されている。電極間に電圧 V_0 [V] を印加したときの、距離 x [m] での電位 V と電界 E を求め、横軸 x - 縦軸 V および横軸 x - 縦軸 E のグラフを描け。ここで、電極間隔は W [m] で、 $x=0$ [m] のとき $V = -V_0$ [V]、 $x=W$ [m] のとき $V=0$ [V] である。(20点)

問題 5 電子が導線中を左から右の方向に速さ v [m/s] で移動している。このとき、断面積 S [m²] の導線を通る電流 I を考える。ただし、一個の電子の電荷は $-q$ [C] であり、この導線中の単位体積当たりの電子数(電子密度)は n [1/m³] である。(10点)

- 5-1 「電流の定義」について述べよ。(3点)
- 5-2 「電流の定義」より電流の大きさを導き出せ。(5点)
- 5-3 電流の方向を答えよ。(2点)

問題 6 静電容量が C_1 [F]、 C_2 [F]、 C_3 [F]、 C_4 [F]、 C_5 [F] の5種類のコンデンサーがある。下記の場合の合成静電容量 C と C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 、 C_5 との関係は「静電容量の定義」より導き出せ。(合計10点)

- 6-1 並列接続の場合(5点)
- 6-2 直列接続の場合(5点)