

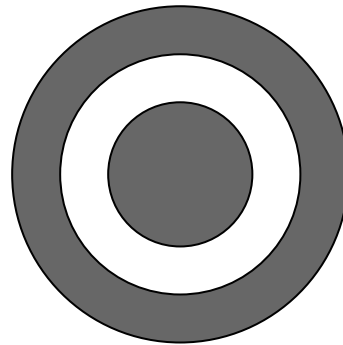
## 電磁気学 I 中間試験

以下の問 1 から問 4 に答えよ．MKSA 単位系を使用するのが望ましい．解答用紙の 1 枚目には問 1 の解答を記し，2 枚目には問 2 の解答を記し，...とすること．また問 4 以外は解答用紙の裏面は使用しないこと．

問 1  $x - y$  平面上で 2 個の点電荷  $q[\text{C}]$  をそれぞれ  $(a, 0)$  と  $(-a, 0)$  に置く．第 3 の点電荷  $Q[\text{C}]$  を  $y$  軸上のある点  $(0, y)$  に置く．点電荷  $Q$  にはたらく静電気力が最大になる  $y$  の値，および力の大きさと向きを求めよ．

問 2 半径  $a[\text{m}]$  の球内に電荷が一様に分布している．この総電荷を  $Q[\text{C}]$  とする．静電ポテンシャルを求めよ．

問 3 半径  $a[\text{m}]$  の導体球を右図のように内半径  $b[\text{m}]$ ，外半径  $c[\text{m}]$  ( $a < b < c$  である) の導体球殻でつつみ，内球に  $q[\text{C}]$ ，外球に  $Q[\text{C}]$  の電荷を与えた．静電場を求めよ．



問 4 Maxwell の方程式から説き始めて Poisson の方程式を導出せよ．(注意：数学はよく知っているが電磁気学を知らない人(高校で教える物理学の知識はあるものとする)がこの答案を読んで静電場について理解できる位の詳しさを記述すること)

配点は各問 2.5 点の計 100 点。

問 1 は静電場またはクーロン力のベクトルとしての合成ができているか，クーロン力の  $y$  成分を座標  $y$  の関数として表されているか，計算ミス無く微分が計算できているか，が採点のポイント。

問 2 は教科書の例題。

問 3 では  $r$  の範囲が正しく場合分けされているか，導体（金属）中の静電場が 0 であることが説明されているか， $a < r < b$  での静電場， $c < r$  での静電場がそれぞれガウスの法則を用いて計算できているか，が採点のポイント。

問 4 では 1) マックスウエルの方程式，2) 静電場の基本方程式，3) 静電ポテンシャル，4) ポアソンの方程式，の各々が一連の流れに沿って説明されているかに留意した。

## 定期試験問題

### 電磁気学 I 定期試験問題

以下の問 1 から問 4 に答えよ。MKSA 単位系を使用するのが望ましい。また解答用紙の 1 枚目には問 1 の解答を記し、2 枚目には問 2 の解答を記し、... とすること。なお可能な限り解答用紙の裏面は使用しないこと。

問 1  $x - y$  平面上で 2 個の点電荷  $q$  をそれぞれ  $(a, 0)$  と  $(-a, 0)$  に置く。さらに点電荷  $Q$  を  $y$  軸上のある点  $(0, y)$  に置く。点電荷  $Q$  にはたらく静電気が最大になる  $y$  の値、および力の大きさと向きを求めよ。(25 点)

中間試験に出した問題。これは流石に良くできていた。

問 2 電気双極子モーメントベクトル  $\vec{p}$  のつくる静電場を計算せよ。(25 点)

静電ポテンシャルが  $|\vec{p}|$  を用いて表されているか、電場の各成分が正しく計算できているか、が採点のポイント。過去に出したことがあるせいか、これも良くできていた。

問 3 孤立した導体に電荷  $Q$  を与えた際の静電エネルギー  $U$  が

$$U = Q^2 / 2C$$

であることを示せ ( $C$  は孤立導体の静電容量)。さらにこの  $U$  が

$$U = \int (\vec{D} \cdot \vec{E} / 2) dV$$

と体積積分の形式でも表されることを示せ ( $\vec{D}$  は電束密度、 $\vec{E}$  は電場)。(25 点)

講義ノートを勉強していれば解ける筈の問題であるが、出来は良くない。

問 4 半径  $a$ 、長さ  $d$  の導体円筒と、半径  $b$ 、長さ  $d$  の導体円筒を同軸に配置して円筒形コンデンサーを作製した ( $a < b$ )。下図 (= 教科書 98 p の図) はコンデンサーの断面を表したものである。下図のように半径  $a$  から半径  $c$  までの領域に誘電率  $\epsilon_1$  の誘電体が、半径  $c$  から半径  $b$  までの領域に誘電率  $\epsilon_2$  の誘電体が、すき間なく詰められている。このコンデンサーの静電容量  $C$  を求めよ。

静電ポテンシャルが求められているか、 $r=c$ での連続の条件が用いられているか、静電容量が正しく定義されているか、計算が正確か、が採点のポイント。まあまあの出来。