

## 物理学II 期末試験問題

- [I] 半径  $a$  , 長さ  $l$  , 単位長さ当たりの巻き数が  $n$  のソレノイドコイルが真空中にある。このとき以下の問いに答えなさい。ただし, 真空の透磁率を  $\mu_0$  とする。
- 1) 電流  $I$  をこのコイルに流すと, 一様な磁場がコイルの内側に発生する。その大きさ  $B$  を, アンペールの法則を用いて求めなさい。
  - 2) 電流  $J(t)$  をこのコイルに流す。  $J(t)$  が時間的に一定でないときには, コイルの両端に誘導起電力が生ずる。この誘導起電力の大きさ  $V$  を求めなさい。
  - 3) このコイルに電流  $I$  が流れているとき, コイル内部の磁場のエネルギー密度の大きさ  $U$  を導出し, 最終的には  $B$  を使って表しなさい。ただし, 電流の流れていないときは磁場の大きさもそのエネルギー密度も零である。
- [II] それぞれの厚さが無視できる, 2つの同心球殻が真空中にある。内側の球殻の半径を  $a$  , 外側の球殻の半径を  $b$  とする。このとき以下の問いに答えなさい。ただし, 真空の誘電率を  $\epsilon_0$  とする。
- 1) 内側の球殻に電荷  $Q$  , 外側の球殻に電荷  $-Q$  が一様に分布しているとき, 中心から距離  $r$  離れた点  $P$  における電場の大きさ  $E$  を, ガウスの法則を用いて求めなさい。
  - 2) 内側の球殻に電荷  $Q$  , 外側の球殻に電荷  $-Q$  が一様に分布しているとき, 中心から距離  $r$  離れた点  $P$  における電位  $V$  を求めなさい。
  - 3) この2つの同心球殻を2つの極板としたコンデンサー(キャパシター)とみなすことができる。このとき, その電気容量(静電容量, キャパシティ)  $C$  を求めなさい。
  - 4) 3) で求めた電気容量  $C$  は,  $d = b - a$   $\ll a$  であるとき, どのように近似されるか。
- [III] それぞれの厚さが無視できる, 2つの同軸円筒が真空中にある。内側の円筒の半径を  $a$  , 外側の円筒の半径を  $b$  , また両者の長さは  $L$  で, 半径に比べて十分に長いとする。このとき以下の問いに答えなさい。また, 説明上, 同心円筒は寝かせて置いてあるとせよ。
- 1) 内側の円筒に電流  $I$  , 外側の円筒に電流  $-I$  が一様に流れている。ただし電流は左から右に流れているものとし, したがって電流  $-I$  は逆方向に電流  $I$  が流れていることを表す。このとき中心軸から距離  $r$  離れた点  $P$  における磁場の大きさ  $B$  を, アンペールの法則を用いて求めなさい。
  - 2) 1) の状態は, 電流の流れていないときに比べて, どれだけのエネルギーが蓄えられているか, 求めなさい(論理的ならばどんな方法を用いても良い)。

以上