

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 μ_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 ϵ_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