

物質科学基礎(物理学・電磁気学)期末試験問題 (再現)

2006年2月9日(木) 15:00~16:30 (担当:前田)

注意

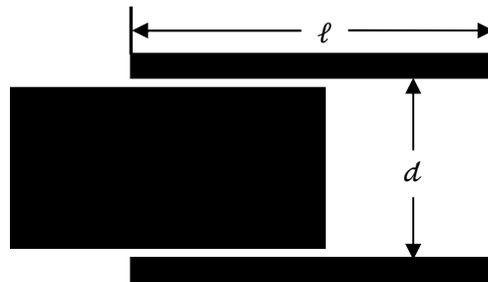
- 1) 筆記具のみ持ち込み可.
- 2) 問題用紙(A3サイズ)1枚, 解答用紙1枚(両面), 計算用紙1枚.

[1] 電磁現象は4組の偏微分方程式にまとめられる (Maxwell 方程式)。それらを、対応する積分形の法則と共に書き下し、それぞれの意味するところを簡潔に (2行程度が目安) 記せ。

[2] 面積 S の正方形導体板 (一辺の長さ ℓ ; $S = \ell^2$) を間隔 d で平行に置いたコンデンサーの両極が電位差 V の電池につながれている。ただし

$S^{1/2} \gg d$ である。また、真空の誘電率を ϵ_0 とする。

- 1) コンデンサーの周り (極板間を含む) にどのような電場ができるか? 考え方とともに記述・図示せよ。
- 2) コンデンサーの容量を、積分形のガウスの法則を用いることによって求めよ。
- 3) 極板と同形で厚さ t 、誘電率 ϵ の誘電体板を極板の間にそれと平行に入れる。図のように、端から x だけ誘電体板を挿入したときのコンデンサーの容量を求めよ。



- 4) このときコンデンサーに蓄えられている静電エネルギーを求めよ。
- 5) このとき誘電体には、どのような力が働くか? また、そのときの力の大きさを求めよ。(ヒント: 力の符号について考える場合、例えば、 $t \ll d$ のときにどうなるかを考えてみよ。)
- 6) コンデンサーを電位差 V の電池につないで帯電させた後、電池をはずしてから誘電体を挿入する場合はどうか? 設問 5) と同じ問題を考えよ。

[3] 初速 v_0 で運動している電子（電荷 $-e$ 、質量 m ）に、初速度に垂直な面内に一様な磁場 \mathbf{B} をかける。この電子の運動を古典論で扱う。

- 1) 電子は円運動することを示せ。また、その角速度を求めよ。
- 2) この電子の運動を円電流と見なして、磁気モーメントの向きと大きさを求めよ。（ヒント：円電流による磁気モーメントの大きさは、電流の強さと電流の流れている面積の積に等しい。また、電流は単位時間にある面をよぎる電荷の量であることに注意。）
- 3) 磁気モーメントの大きさと粒子の角運動量の比を求めよ。

(参考) この比は磁気回転比と呼ばれる。磁気モーメントをもったものがそれと平行でない磁場中に置かれると、歳差運動を行うが、その回転の角速度は磁場に比例し、その係数が、この比になっている。

[4] 以下の事柄から 3 個を選択し、簡潔に（5 行程度が目安）説明せよ。

- 1) 静電ポテンシャル
- 2) 場のエネルギー
- 3) 分極と磁化
- 4) 電磁誘導
- 5) インダクタンス
- 6) 電磁波

-以上-