

科目名 物理学 A(電磁気学)		教官名 福島 孝治	2005 年 2 月 8 日(火)4 時限 試験時間 90 分
問題用紙 1 枚	解答用紙 両面 1 枚	—	持ち込みの有無 筆記用具のみ持ち込み可

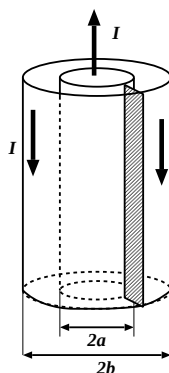
以下の問いに答えよ．解答には必ず理由も答えること．解答の順序は問わない．

1. 面積 S の 2 枚の同じ導体板 A と B を距離 d だけ離して平行に並べる．導体板 A に q , B に $-q$ の電荷を与えた．以下の問いに答えよ．但し，この導体板は非常に大きく，端の効果は考えなくてよいとする．

- 導体板 A だけが作る電場を求めよ．
- 2 枚の導体板の間の電場を求めよ．
- この 2 枚の導体板からなるコンデンサーの電気容量を求めよ．
- このコンデンサーに蓄えられたエネルギーを求めよ．

2. 図に示すような半径が a および b で，長さが l の導線とそれをとりまく円筒形導体からなる同軸ケーブルがある．電流 I は，内側の導体を上向きに流れていて，外側の円筒導体を下向きに帰って来る．この同軸ケーブルの長さ l は十分長く，端の効果は考えなくてよいとする．

- 内側の導線に流れる電流は，導線の表面だけに流れると仮定する．その時に，同軸ケーブルに流れる電流が作る磁場の方向と大きさを求めよ．
- 図中の斜線で囲まれた幅 $(b-a)$, 長さ l の長方形を貫く磁場 (磁束) を求めよ．
- この同軸ケーブルの自己インダクタンスを求めよ．
- 内側の導線の内部に流れる電流についての上の仮定について考えてみる．導線内部を電流が一様に流れている場合，導線の内外に磁場が生じる．もし，電流が増加しようとしたら，電流の一様性は変化する．その様子を理由とともに説明せよ．図を用いて説明してもよい．



3. 次の設問から 1 つを選択して，答えよ．

- 電荷密度を $\rho(x, t)$, 電場を $E(x, t)$, 電流密度を $J(x, t)$, 磁場を $B(x, t)$ とする．また，真空の誘電率を ϵ_0 , 透磁率を μ_0 とする．静磁場でのアンペールの法則 ($\nabla \times B = \mu_0 J$) と電荷の保存則 (連続方程式 $\partial \rho(x, t) / \partial t = -\nabla \cdot J$) から，時間変化のある場のアンペール・マクスウェルの法則を導け．
- 静電場の 2 つの法則から，静電ポテンシャル (電位) ϕ の満たす方程式を導け．また，原点に電荷量 q の電荷がある時の位置 x におけるクーロンの電位

$$\phi(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{|x|}$$

が，その方程式の解になっていることを示せ．

4. 次の設問から 1 つを選択して，答えよ．

- 右図のように，銅板の振り子を磁石の間で振らせると，振り子の振動は抑制される．この原理を説明せよ．また，銅板を液体窒素で低温に冷やすと振動は，常温での振動と比べてどのように変化するかを理由とともに説明せよ．
- 携帯電話の内側には導体のフィルムが貼られている．つまり，内部に機器は導体で囲まれている．これは，外部の電場は内部に影響を及ぼさないための措置である．このことをガウスの法則を用いて説明せよ．

5. 次の設問から 1 つを選択して，答えよ．

- 冬になると，たびたびドアのノブに振れる際，パチッとする．この物理現象を電磁気学の言葉で説明せよ．また，ある説によると「お鍋をすると，体にマイナスイオンが取り込まれて，パチッとすることがなくなる」そうだ．この説の間違いを指摘せよ．
- 下敷をこすって，頭に近付けると，髪の毛が立つ．この現象を電磁気学の言葉で説明せよ．
- コンパスは方向を知る道具である．この原理を電磁気学の言葉で説明せよ．但し，コンパスは等価なコイルによる電磁石と考えてよい．

6. 講義および試験に関して，良かった点，悪かった点等の感想を自由に述べよ．