

科目名 物理学 A(電磁気学)	教官名 福島 孝治	2月12日4時限 試験時間 90分	
指定クラス 理 I 25・26、理 II、理 III 06,09	解答用紙 両面 1枚	計算用紙 1枚	持ち込みの有無 筆記用具のみ持ち込み可

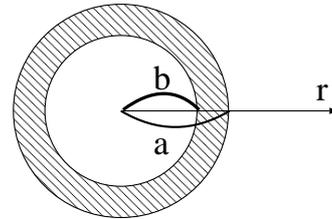
問題 1 (a) 静電磁場におけるマクスウェル方程式には、以下の2つが含まれている。それぞれの意味を説明せよ。

$$(i) \nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}, \quad (ii) \nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

(b) 静磁場でのアンペールの法則 ($\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J}$) と電荷の保存則 (連続方程式 $\partial \rho(\mathbf{x}, t) / \partial t = -\nabla \cdot \mathbf{J}$) 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。ここで、 \mathbf{B} を磁場、電流密度を \mathbf{J} 、電荷密度を ρ 、真空の透磁率を μ_0 とした。

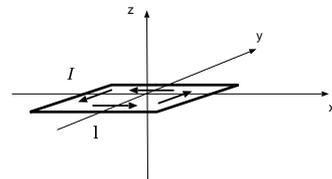
問題 2

- (a) 電荷密度 ρ で一様に帯電した球殻 (内径 b 、外径 a) の作る電場を原点からの距離の関数として求め、図示せよ。
- (b) 上と同じ球殻で、電荷 Q を帯電させた導体の場合はどうなるか。また、空洞の部分 (半径 b の球) の中心が外の球の中心からずれた場合はどうなるか。



問題 3

右図のような一辺 l の微小正方形導線に流れている環状電流 I が作る磁場を次のように求める。



- (a) 一般の電流密度 $\mathbf{J}(\mathbf{x}')$ がつくる位置 \mathbf{x} でのベクトルポテンシャル $\mathbf{A}(\mathbf{x})$ を与える表式を示せ。
- (b) 環状電流の電流要素の位置 \mathbf{x}' と観測位置 \mathbf{x} の距離を $R = |\mathbf{x} - \mathbf{x}'|$ とし、原点から観測位置までの距離を $r = |\mathbf{x}|$ とする。 $1/R$ について、 l/r を微小量として、その最初の2項まで展開せよ。
- (c) 結果として、

$$\mathbf{A}(\mathbf{x}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\mathbf{m} \times \mathbf{x}}{r^3} \quad (1)$$

のようになることを示し、磁気双極子モーメント \mathbf{m} の具体的な表式を求めよ。

- (d) 式(1)より、磁場 $\mathbf{B}(\mathbf{x})$ を求めよ。
- (e) 磁気双極子モーメント \mathbf{m} とは何か説明せよ。

問題 4 講義に対する意見を述べよ。