

平成25年度及び平成24年度(10月期) 金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程入学試験		
問題用紙		
専攻名	電子情報科学専攻 (一般選抜 A 試験)	
試験科目名	専門科目 ②電気磁気学	P. 2 / 7

注：問1と問2の解答は別々の答案用紙に書くこと。

問1. 図1のような長方形電極をもった平行平板型コンデンサを考える。電極の縦横の長さはそれぞれ a [m] および b [m]、電極間隔は d [m] であり、長さ a の辺の方向に沿って長さ x [m] だけ誘電率 ε [F/m] の誘電体が挿入されている。電極間の誘電体以外の部分は誘電率 ε_0 [F/m] の空気で満たされている。ただし、 $\varepsilon > \varepsilon_0$ である。この状態において、コンデンサの上側電極に $+Q$ [C]、下側電極に $-Q$ [C] の電荷を与えた。

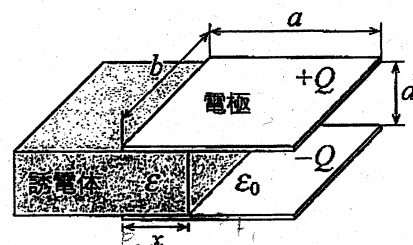


図1

- (1) コンデンサ内における誘電体中と空気中で同一となるのは、電界 E [V/m] または電束密度 D [C/m²] のどちらか。
- (2) 誘電体が挿入された状態での、このコンデンサの静電容量 C [F] を求めよ。
- (3) このコンデンサに蓄えられているエネルギー U [J] を求めよ。
- (4) 挿入している誘電体にはどのような力 F [N] が働くか。大きさと力の向きを示せ。
- (5) もし、誘電体が x の増加する方向に少し移動したとする。その時、コンデンサのエネルギーは増加するのか減少するのか。

次に、図1の設定において、上下電極の電荷 $\pm Q$ を取り払い、電極間に外部から直流電圧 V_0 [V] を印加した。

- (6) このコンデンサに蓄えられているエネルギー U [J] を求めよ。
- (7) 挿入している誘電体にはどのような力 F [N] が働くか。大きさと力の向きを示せ。
- (8) もし、誘電体が x の増加する方向に少し移動したとする。その時、コンデンサのエネルギーは増加するのか減少するのか。

問2. 図2のように、空気中に置かれた長さ ℓ [m]、半径 a [m] の円筒状ソレノイドコイル (N 回巻き) に、電源から一定の直流電流 I [A] が供給されている。空気の透磁率を μ_0 [H/m] とし、以下の問に答えよ。ただし $a \ll \ell$ で、かつコイルは密に巻かれており、ソレノイドコイル内部には磁界が均一に発生し、外部に漏れる磁界の影響は無視できるものとする。

- (1) ソレノイドコイル内部の磁界 H [A/m] の大きさと向きを求めよ。
- (2) ソレノイドコイル内部の磁束 Φ [Wb] を求め、ソレノイドコイルのインダクタンス L [H] を計算せよ。
- (3) ソレノイドコイルに蓄えられている磁気エネルギー U_m [J] を求めよ。
- ✓ (4) このときソレノイドコイルには、長さ方向に縮まろうとする力が働く。電流 I が一定で、コイルの長さが $\ell - \Delta \ell$ に縮んだとき ($\Delta \ell \ll \ell$)、電源からコイルに供給されるエネルギー ΔU_p [J] を求めよ。
- ✓ (5) (4)において、ソレノイドコイルに蓄えられている磁気エネルギーの変化分 ΔU_m [J] を求めよ。
- ✓ (6) ソレノイドコイル全体が縮まろうとする力 F [N] を求めよ。

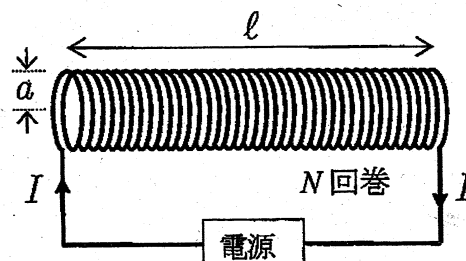


図2