

令和6年度専攻科入学選抜前期学力検査問題

電気情報システム工学専攻

電気電子系

専門 I

(電磁気学)

(1/4)

受験番号	氏 名

得 点

総得点

【問1】 図1は無有限長円筒ソレノイドであり、円筒の内側には透磁率 μ の磁性体が満たされている。円筒の表面に長さ l [m]あたり巻数 N_1 のコイルが巻かれており、その外側に N_2 のコイルが巻かれている。断面積は S [m²]とし、コイル N_1 に電流 I_1 を流したときの両コイルの相互インダクタンスを次の手順で求めよ。答えは図1で与えられた変数と透磁率 μ を使って表すこと。また、単位をつけること。[4点×5=20点]

- (1) ソレノイド内の磁界の強さ H を求めよ。
- (2) ソレノイド内部の磁束密度 B を求めよ。
- (3) ソレノイド内部の磁束 ϕ を求めよ。
- (4) 磁束 ϕ がコイル N_2 と鎖交する磁束鎖交数 Φ を求めよ。
- (5) 両コイルの相互インダクタンス M を求めよ。

【解答】

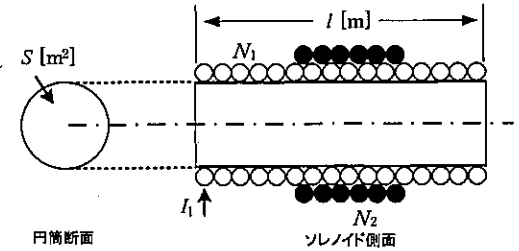


図1

解答欄

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

【問2】 コンデンサ内部が真空の平行平板コンデンサがある。これに図2のように、比誘電率 ϵ_s のガラス板を電極板の面積の半分まで差し込むと、コンデンサの静電容量は元の静電容量の何倍になるか。ただし、平行平板の間隔を d [m]、電極板の面積を S [m²]、真空中での誘電率を ϵ_0 とする。[10点]

【解答】

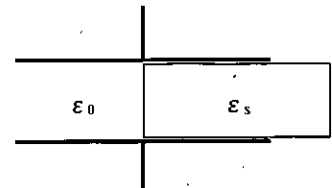


図2

解答欄

受験番号	氏 名

得 点

【問 3】 図 3 のように真空中に $+Q_1$, $+Q_2$ の 2 つの点電荷を直線上に距離 r [m] を隔てて配置したとき, 単位正電荷に働く力が 0 になる点 P の位置を求めよ。ただし, $+Q_1$ の位置から離れた距離を $x < r$ とする。[10 点]

【解答】

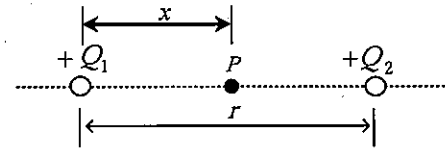


図 3

解答欄

--

【問 4】 $C=2\mu\text{F}$ のコンデンサに図 4 のように電圧 v [V] を与えた。以下の各期間にコンデンサに流れる電流を求めよ。なお, 単位も付けよ。(1) $0\sim 0.2$ 秒, (2) $0.2\sim 0.4$ 秒, (3) $0.4\sim 0.6$ 秒, (4) $0.6\sim 0.8$ 秒, (5) $0.8\sim 1.0$ 秒 [2 点 $\times$ 5=10 点]

【解答】

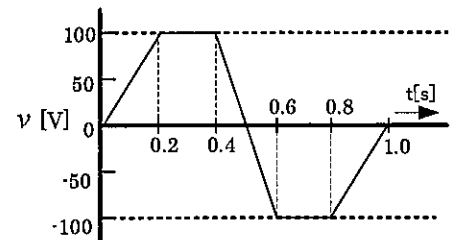


図 4

解答欄

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

受験番号	氏 名

得 点

【問5】長い円柱形の磁石を図5のように紐でつるし静止させ、次の実験を行った。
以下の問いに答えよ。[15点]

- 図5に示すように、円環状の導体を磁石のN極側の下から近づけると、この円環には (①) が生じ、 (②) 向きに電流が流れる。(②はaまたはbを選択)
- 円環をN極の真下に置き、円環の直径を軸として、そのまわりを一定の角速度で回転させた。その時、円環に流れる電流の変化の周期は円環の回転周期の何倍か。
- 円環を磁石N極端面と平行に固定し、磁石の下端を静止点Oから横にずらし静かに放した時、N極は点Oの両側に周期Tで振動した。この時、円環を流れる電流の変動周期は、N極の振動周期の何倍か。また、その理由を定性的に簡潔に述べよ。

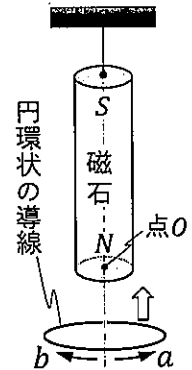


図 5

<解答欄>

(1) [3点×2=6点]		(2) [3点]	(3) [3点×2=6点]
①	②		
			<理由>

【問6】図6のように鉄心とコイルで構成される磁気回路について考える。鉄心の断面積は全て $S[m^2]$ 、比透磁率は μ_r である。また、鉄心の上部と下部にはそれぞれ N_1 回と N_2 回のコイルが巻かれている。真空中の透磁率は μ_0 とする。次の問いに答えよ。なお、導出した式には単位を書くこと。[35点]

- 図6(a)の磁気回路において、左右両側の磁路の磁気抵抗を R_1 、中央の磁気抵抗を R_2 として等価回路図を書き、 R_1 と R_2 の式を求めよ。なお、この回路図で新たに用いた記号を簡単に説明せよ。
- 図6(a)の磁気回路において、中央部の磁路における磁束を求めよ。
- 図6(a)の磁気回路において、中央部の磁路における磁束密度 B を求めよ。
- 図6(b)に示すように中央部の鉄心に幅 $\delta[mm]$ の空隙を設けた。空隙部を含む中央部の磁路の磁気抵抗 R_3 の式を求めよ。
- 鉄心に空隙がある場合の磁束密度 B' は、空隙がない場合 B の何倍になるのか求めよ。また、空隙 δ を大きくすると鉄心のもつ磁化曲線(B-H曲線)はどのように変化していくのか簡単に述べよ。

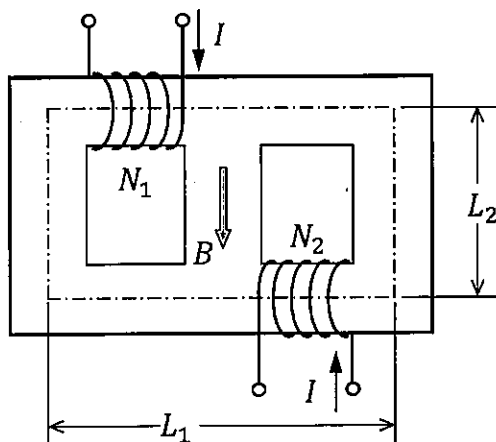


図 6(a)

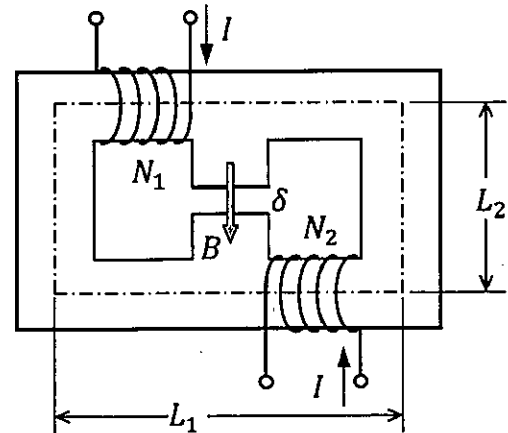


図 6(b)

受験番号	氏 名

得 点

<解答欄>

問6 (1)	<回路図に用いた記号を説明すること>	5点	<R ₁ の式>	3点	
			<R ₂ の式>	3点	
問6 (2)	<考え方を示すこと>	6点	問6 (3)	<考え方を示すこと>	4点
問6 (4)	<考え方を示すこと>				4点
問6 (5)	<考え方を示すこと>				
		<答え> 4点			
		<答え：磁化曲線の変化の様子> 6点			
		(倍)			