

令和7年度専攻科入学者選抜

産業システム工学専攻 学力検査問題

電気磁気学

注 意 事 項

- 1 検査開始の合図があるまで、この検査問題を開いてはならない。
- 2 検査問題は5枚、解答用紙は5枚である。検査開始の合図があってから確かめること。
- 3 検査開始の合図があったら、まず、解答用紙の各ページに受験番号・氏名を記入すること。
- 4 文字などの印刷に不鮮明な箇所があったときは、手を挙げて監督者に知らせること。

【問題 1】質量 m [kg] の導体球 2 個が、長さが同じで質量が無視できる絶縁性の糸で同一の点から吊るされている。導体球が接触した状態で導体球に電荷を与えた時、2 個の導体球が距離 d [m] だけ離れて静止した。ただし、導体球は重力加速度 g [m/s²] が作用する空間にある。以下の各問いに答えよ。(計 20 点)

問 1 各々の導体球が持つ電荷を Q [C] としたとき、糸が鉛直方向となす角 θ [rad] はどのような式で表されるか求めよ。(14 点)

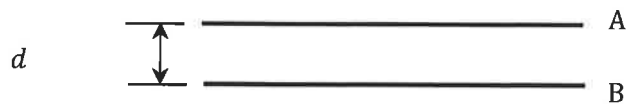
問 2 問 1 において、 θ が小さい場合、角度 θ は導体球がもつ電荷 Q [C] の 2 乗に比例することを示せ。(6 点)

【問題2】2枚の薄い平板導体が間隔 d [m] で平行に置かれている。2枚の平行平板 A, B にそれぞれ $+Q, -Q$ [C] の電荷を与えた。平板の面積は S [m²] で、平板の縦横の長さは間隔 d [m] より十分大きいものとする。以下の各問いに答えよ。(計 21 点)

問1 平板導体上の電荷密度 σ [C/m²] を求めよ。(5 点)

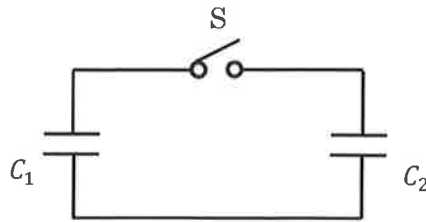
問2 平板導体間の電界 E [V/m] を求めよ。(5 点)

問3 平板導体間の電気力線と等電位面を図示せよ。(3 点, 3 点)



問4 平板導体 A, B 間の電位差 V_{AB} [V] を求めよ。(5 点)

【問題3】 静電容量 $C_1 = 3 [\mu\text{F}]$ のコンデンサを直流電源に接続して $200 [\text{V}]$ に充電した後、図3のようにスイッチ S をオンにして、静電容量 $C_2 = 9 [\mu\text{F}]$ のコンデンサを接続した。容量 C_1 のコンデンサに蓄えられた電荷の一部が容量 C_2 のコンデンサに移動し、平衡状態では二つのコンデンサの端子電圧は同じになる。以下の問いに答えよ。(計 22 点)



問1 平衡状態に達した時のコンデンサの端子電圧を求めよ。(7 点)

問2 スイッチ S をオンにする前、すなわち $200 [\text{V}]$ に充電された容量 C_1 のコンデンサに蓄えられたエネルギー $W_0 [\text{J}]$ を求めよ。(5 点)

問3 スイッチ S をオンにした後、平衡状態に達した後の2つのコンデンサに蓄えられたエネルギー $W [\text{J}]$ を求めよ。(5 点)

問4 スイッチ S をオンにする前後のエネルギー変化率 W/W_0 を求めよ。(5 点)

【問題4】比誘電率 $\epsilon_r = 10$ の誘電体が挟まれた平行平板コンデンサがある。このコンデンサの極板間の電界の大きさが 200 [V/m] であるとき、以下の問いに答えよ。ただし、 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ [F/m]}$ とする。(計 17 点)

問1 極板間の電束密度 D を求めよ。(5 点)

問2 誘電体中の分極 P を求めよ。(7 点)

問3 導体表面の電荷密度 σ を求めよ。(5 点)

【問題5】図5.2のように間隔 $2d$ [m] を隔てて、平行に2本の無限長直線電流が流れている。これらの直線電流の向きは互いに逆向きに流れている。以下の各問いに答えよ。(計20点)

問1 まず、図5.1のように1本の無限長直線電流が流れているとき、直線から径方向に d [m] 離れた位置Aの磁束密度 B [T]を求め、向きを図示せよ(解答用紙に図5.1と同じ図がある)。(5点, 3点)

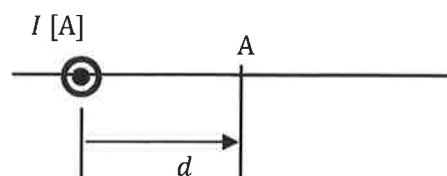


図 5.1

問2 図5.2のように直線電流が流れているとき、点Aにおける磁束密度 B [T]を求め、図中に向きを示せ(解答用紙に図5.2と同じ図がある)。(6点, 3点)

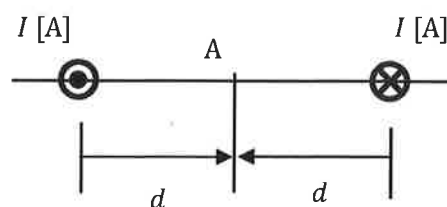


図 5.2

問3 2つの直線電流に働く力は、どの向きに作用するか、解答用紙(図5.2と同じ図がある)に示せ。(3点)