

解答は、この用紙ではなく、解答用紙に記入すること

以下の設問に答えよ。(配点 50 点)

- (1) 図 1-1 の断面図に示すように、半径 a [m] と半径 b [m] の 2 つの薄い同心導体球殻がある。導体球殻間は抵抗率 ρ [$\Omega \cdot \text{m}$] の物質で隙間なく満たされ、 $a < b$ とする。導体球殻の抵抗は非常に小さく無視できるものとして、導体球殻間の抵抗 R [Ω] を求めよ。

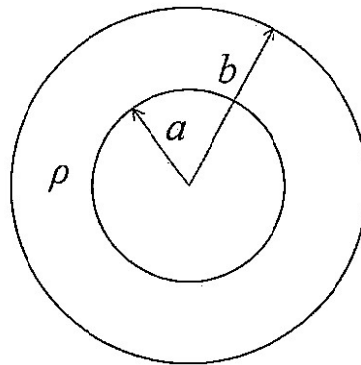


図 1-1

- (2) 図 1-2 に示すように、細く無限に長い直線導体に電流 I [A] が流れている。直線導体を含む平面内に細い導線で巻かれた 1 回巻きの直角二等辺三角形のコイルがある。このコイルの辺 DE は直線導体に平行で a [m] 離れた位置にあり、辺 DE と辺 EF の長さはそれぞれ a [m] である。以下の問いに答えよ。ただし、真空の透磁率を μ_0 [H/m] とする。

- ① 直線導体から r [m] 離れた位置の磁束密度 B [T] を、アンペアの周回積分の法則を用いて求めよ。
- ② コイルを貫く磁束 Φ [Wb] を求めよ。
- ③ 直線導体とコイルの相互インダクタンス M [H] を求めよ。

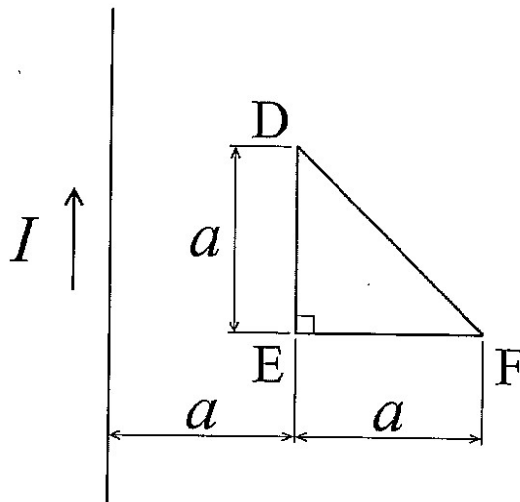


図 1-2

解答は、この用紙ではなく、解答用紙に記入すること

以下の設問に答えよ。(配点 50 点)

図 2-1 に示す様に、真空中にある半径 a [m] の球状空間内に、総量 Q [C] の電荷が一様に分布している。なお、真空の誘電率は ϵ_0 [F/m] で、球の中心 O からの距離を r [m] とする。

- (1) 空間 ($r \geq a$) において、 O から R_1 [m] 離れた点における電界の強さ E_1 [V/m] を求めよ。
- (2) 空間 ($r \leq a$) において、 O から R_2 [m] 離れた点における電界の強さ E_2 [V/m] を求めよ。
- (3) 空間中において、 O からの距離 r と電界の強さ $E(r)$ [V/m] の関係をグラフで示せ。

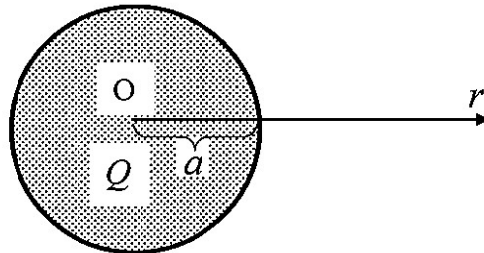


図 2-1

半径 a 、質量 M [kg]、誘電率 $2\epsilon_0$ [F/m] で、総電荷量 Q ($Q > 0$) が一様に分布した誘電体球を考える。真空中において、図 2-2 に示す様に、この誘電体球を天井のある点 P から絶縁糸で鉛直につり下げた。また、同点 P から長さ l [m] の絶縁糸で質量 m [kg] ($m \ll M$)、電荷量 Q [C] ($Q > 0$) の電荷 A をつり下げると、図 2-2 に示す様に、電荷 A の絶縁糸は、鉛直方向から右に θ [°] だけ傾き、電荷 A は、 O から水平右向き ($+x$ 方向) に誘電体球から十分離れた位置で静止した。なお、電荷 A の大きさを無視でき、 $m \ll M$ なので、誘電体球は移動しないものとする。また、重力加速度は、鉛直方向下向き (y 軸の正方向) に g [m/s^2] とし、絶縁糸は重さを無視でき、伸縮せず、「たるみ」は無いものとする。

- (4) O から電荷 A までの距離を、 l および θ を用いて示せ。
- (5) 電荷 A に働くクーロン力の大きさ F_1 [N] を示せ。
- (6) Q を、 m 、 g 、 l および θ を用いて示せ。

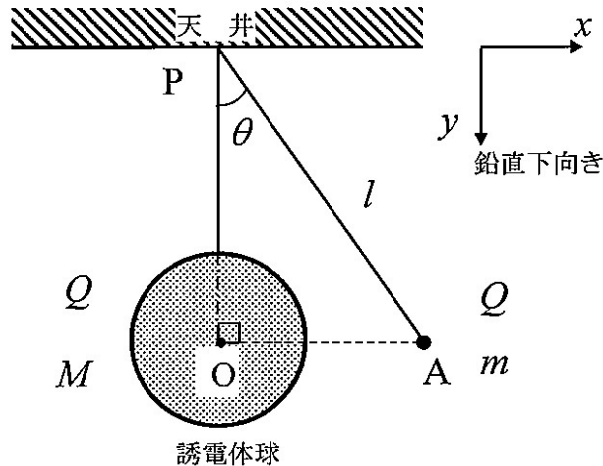


図 2-2

解答は、この用紙ではなく、解答用紙に記入すること

図1に示す回路について以下の設問に答えよ。ただし、角周波数を ω とする。(配点50点)

- (1) 電流 \dot{I}_L を求めよ。
- (2) 電流 \dot{I}_C を求めよ。
- (3) 電流 \dot{I} を求めよ。
- (4) 抵抗 R_1 と抵抗 R_2 が等しく $R = R_1 = R_2$ であるものとする。角周波数 ω とは無関係に交流電圧 \dot{E} と電流 \dot{I} を同相とするには、インダクタ L およびキャパシタ C の間にどのような関係が必要かを示せ。

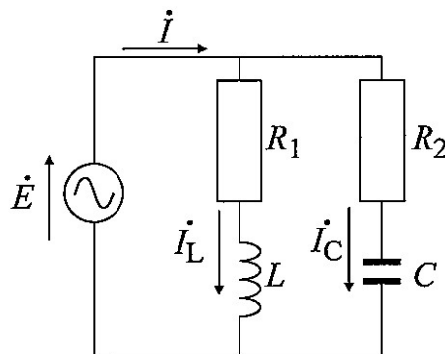


図1

解答は、この用紙ではなく、解答用紙に記入すること

図2の回路において、 E は直流電圧源、 R は抵抗、 C はキャパシタ、 q は C の電荷、 i は電流を示す。時刻 $t = 0$ でスイッチ S を閉じるとき、次の設問に答えよ。ただし、 $t = 0$ の直前では $q = 0$ であったとする。(配点 50 点)

- (1) $t \geq 0$ における q に関する回路方程式(微分方程式)を求めよ。ただし、解答の式には i を含まないようにすること。
- (2) 設問(1)で求めた回路方程式を解き、 $t \geq 0$ における q を求めよ。
- (3) $t \geq 0$ における i を求めよ。

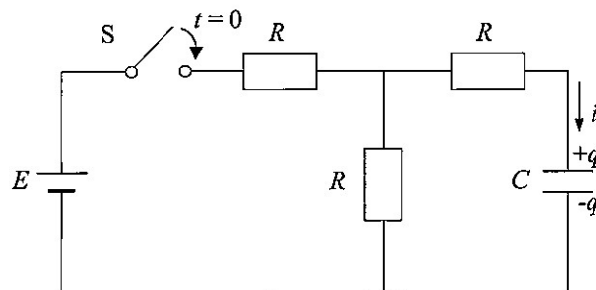


図2