

第1問

図1のように、半径 $a, 2a, 3a, 4a$ の極めて薄い導体球殻 A, B, C, D が同心的に置かれコンデンサを形成しており、球殻 D は接地されている。球殻 B, C の間は誘電率 $2\epsilon_0$ の誘電体で満たされており、またその他の領域は真空 (誘電率 ϵ_0) である。ただし、この誘電体は完全な絶縁体ではなく、極めて小さな導電率を有している。スイッチ SW は開いており、球殻 A, B, C, D の電荷は 0 である。いま、スイッチ SW を閉じて球殻 AD 間に電圧 V_0 を印加すると、その直後に球殻 A, B, C, D の電荷はそれぞれ $Q_0, 0, 0, -Q_0$ となった。この時刻を $t=0$ とする。その後 $t>0$ で、誘電体内部の電界により誘電体に漏れ電流が流れ始め、十分時間が経過すると誘電体内部の電界は 0 となった。以下の問に答えよ。

- (1) $t=0$ における、球の中心から距離 r の電界強度を ϵ_0, r, Q_0 で表せ。
- (2) Q_0 と V_0 の関係を求め、 $t=0$ におけるコンデンサの静電エネルギー U_0 を ϵ_0, a, V_0 で表せ。
- (3) 十分時間が経過したあとのコンデンサの静電エネルギーを U_∞ とおく。 $t=0$ から十分時間が経過するまでの、静電エネルギーの変化量 $U_\infty - U_0$ を ϵ_0, a, V_0 で表せ。
- (4) $t=0$ から十分時間が経過するまでの間に、図1中の電源がした仕事 W_1 と、誘電体内部で発生したジュール熱 W_2 を求め、それぞれ ϵ_0, a, V_0 で表せ。
- (5) (4)のあと、図2のように導体球殻 A を中心から $a/2$ だけ移動させた。十分時間が経過すると、漏れ電流により再び誘電体内部の電界は 0 となった。この誘電体内部の電界が 0 になったあとの、コンデンサ内部の電気力線の概略を描け。
- (6) (5)のとき、導体球殻 A に働く静電気力の向きを、その理由とともに述べよ。

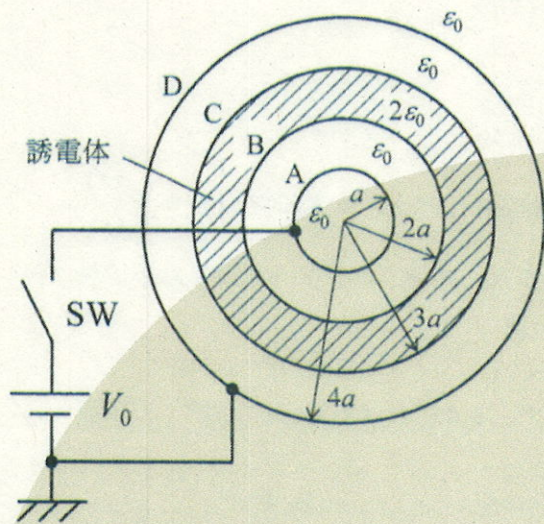


図 1

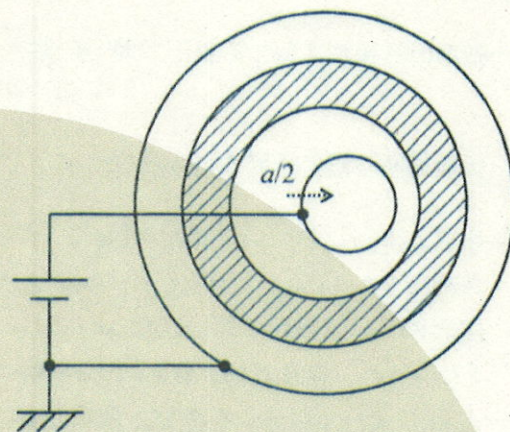


図 2

和