

## 平成26年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[電磁気学]

1. 導体でできた無限に長い円筒（厚みのあるパイプ）AおよびBが真空中で同じ軸上に置かれている。円筒Aの内半径は $a$ 、外半径は $2a$ であり、円筒Bの内半径は $3a$ 、外半径は $4a$ である。内側の円筒Aに電流 $I$ を中心軸方向に流す（紙面に垂直で手前から奥に向かう向き）。外側の円筒Bには反対向きに電流 $2I$ を流す（紙面に垂直で奥から手前に向かう向き）。電流は導体内を一様に流れる。導体の透磁率は真空の透磁率 $\mu_0$ と同じとする。中心軸からの距離を $r$ とする。以下の領域における磁束密度 $B(r)$ の大きさと向きを求めよ。向きは図で示しても良い。

【30点】

- (1)  $0 < r < a$
- (2)  $a < r < 2a$
- (3)  $2a < r < 3a$
- (4)  $3a < r < 4a$
- (5)  $4a < r$

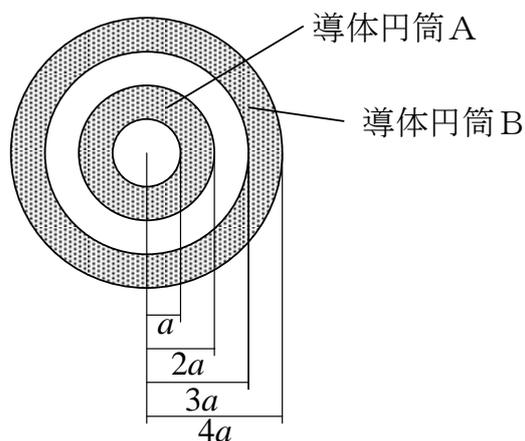


図1

2.  $xyz$  空間に一辺の長さが  $a$  の正方形の導線が置かれている。正方形の頂点の位置は、 $(x_0, 0, 0)$ 、 $(x_0 + a, 0, 0)$ 、 $(x_0 + a, a, 0)$ 、 $(x_0, a, 0)$  で与えられる。 $z$  軸方向に磁場を印加した場合について以下の問いに答えよ。

【20点】

- (1) 時刻  $t$  における磁束密度が  $B_0 \sin \omega t$  で表されるとき、導線に生じる誘導起電力  $V(t)$  を求めよ。 $B_0$  および  $\omega$  は定数である。
- (2) 時刻  $t$  における磁束密度が  $B_0 \sin \frac{\pi x}{2a} \sin \omega t$  で与えられるとき、導線に生じる誘導起電力の振幅を最大にするための  $x_0$  を求めよ。また、そのときの誘導起電力  $V(t)$  を求めよ。
3. 図 2 (a) のように、非磁性体の金属で出来た円筒形のパイプを鉛直に設置し、パイプの内径よりもわずかに小さい磁石をパイプの中に落として通過させた。摩擦や空気抵抗は無視して良い。

【20点】

- (1) 磁石の落下速度は自由落下の場合に比べてどうなるか答えよ。その理由を定性的に説明せよ。
- (2) パイプに図 2 (b) のようなスリットを入れた場合、磁石の落下速度は (1) と比べてどうなるか答えよ。その理由を定性的に説明せよ。

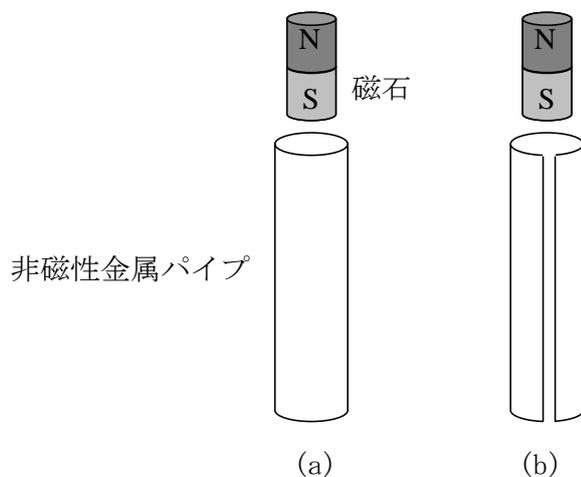


図 2

4. 電荷  $2Q_0$  が帯電した静電容量  $2C_0$  のコンデンサ A、電荷  $Q_0$  が帯電した静電容量  $C_0$  のコンデンサ B、抵抗値  $R$  の抵抗を用いて図 3 のような回路を組み、時刻  $t=0$  においてスイッチ  $S_1$  および  $S_2$  を同時につないだ。

【30点】

- (1) 時刻  $t$  におけるコンデンサ A の電荷  $Q_A(t)$ 、コンデンサ B の電荷  $Q_B(t)$  を求めよ。
- (2) 時刻  $t$  において回路を流れる電流の大きさ  $I(t)$  を求めよ。
- (3) 十分長い時間が経過したあとの ( $t \rightarrow \infty$ )、コンデンサ A の電荷  $Q_A$ 、コンデンサ B の電荷  $Q_B$ 、回路を流れる電流の大きさ  $I$ 、抵抗で生じるジュール熱の積算量  $W$  を求めよ。

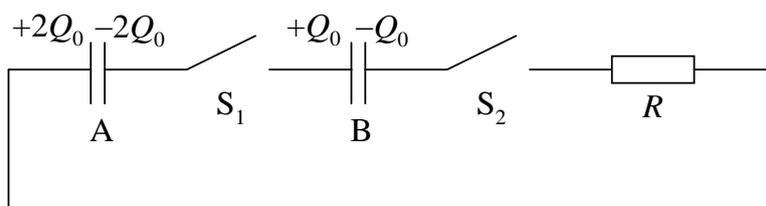


図 3