

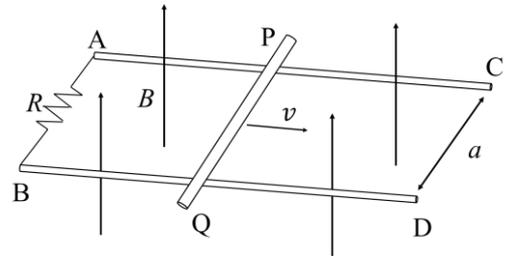
2018年5月10日

電磁気学Ⅱ 演習問題4

学籍番号：

氏名：

1. 右図のように、 a の間隔を置いて平行に並べた2本の導体棒ACとBDの上に、それらに垂直な導体棒PQを置き、AB間を抵抗Rでつないで閉じた長方形回路ABQPを作る。この回路を、回路の面に垂直な一様な磁場（磁束密度B）の中に置き、棒PQをABから遠ざかる向きに一定の速さ v でなめらかに移動させた。



- (1) このとき、回路に生じる誘導起電力を求めよ。[1点]

時刻 $t=0$ における回路の面積を S_0 とすれば、時刻 t での面積は $S(t) = S_0 + avt$ と表される。よって、回路に生じる誘導起電力は

$$V = -\frac{d(BS)}{dt} = -Bav$$

となる。起電力の向きは回路の負の向き（APQBAの向き）である。

- (2) 移動の速さ v を一定に保つためには、どのような力を棒PQに加えたらよいか。
[2点]

電流 I の流れる向きが $P \rightarrow Q$ であるので、棒PQは移動の向きと逆向きに

$$F = IBa = \frac{(BA)^2 v}{R}$$

の力を受ける。したがって、 F と同じ大きさの力を加えながら棒PQを移動させれば、移動の速さは一定になる。

(問題は裏面にもあります)

2. 穴埋め・選択問題

電気伝導率 σ ，誘電率 ε の媒質に周期的に変化する電場 $\mathbf{E}(\mathbf{x}, t)$ がかかっている。このとき生じる伝導電流 \mathbf{i}_e と変位電流 \mathbf{i}_D の大きさを比較する。

伝導電流 \mathbf{i}_e を電場 \mathbf{E} で表すと，オームの法則から

$$\mathbf{i}_e = \sigma \mathbf{E} \quad (1)$$

変位電流 \mathbf{i}_D を電場 \mathbf{E} で表すと，

$$\mathbf{i}_D = \varepsilon \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \quad (2)$$

いま，電場 \mathbf{E} が

$$\mathbf{E}(\mathbf{x}, t) = \mathbf{E}_0(\mathbf{x})e^{i\omega t} \quad (3)$$

なる周期的変化をしているとすると，

$$\left| \frac{\mathbf{i}_D}{\mathbf{i}_e} \right| = \frac{\varepsilon \omega}{\sigma} \quad (4)$$

となる。

一般的に，電気伝導率が $10^6 [\Omega^{-1}\text{m}^{-1}]$ 以上のものを導体， $10^{-6} [\Omega^{-1}\text{m}^{-1}]$ 以下のものを絶縁体と分類する。したがって，電気工学における低い振動数の電気振動においては，

導体 絶縁体 (どちらかを選択して下さい) 中で変位電流は無視できる。