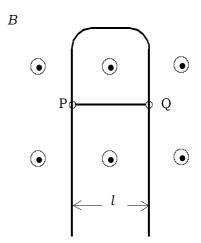
入試問題研究 第69回 2001年 電通大 (前期)

図のようにU字型の導線が鉛直に立ててあり、導線を含む面に垂直に一様な磁界がかかっている。U字型の導線の平行部分は十分に長く、その間隔はlである。時下の方向は紙面の裏から表に向かう方向で、磁束密度の大きさはBである。質量mの導線PQがU字型導線の電気抵抗、導線の間の摩擦、空気抵抗は無視できる。重力加速度をgとして以下の問いに答えなさい。

(a) 導線 PQ が速さvで下方に滑り落ちているとき、U字型 導線と導線 PQ でできる回路に生じる誘導起電力Vを 求めなさい。

電磁誘導、フレミングの左手の法則

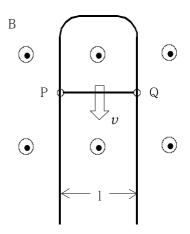


- (b) (a)の誘導起電力により導線 PQ を流れる誘導電流 I と抵抗 R で消費される電力 W を求めなさい。また、 導線 PQ を流れる電流の方向は右向き $(P \rightarrow Q)$ が、左向き $(Q \rightarrow P)$ か、説明しなさい。
- (c) 時間中の電流は力を受ける。速さvで下降する導線 PQ は磁界から上向きの力を受ける。この力の大きさ F を求めなさい。
- (d) (c) の上向きの力と重力がつりあうとき、導線 PQ は一定の速さで下降する。このときの速さ v_0 とmg の関係を求めなさい。
- (e) 導線 PQ が(d)の速さ v_0 で下降しているとき、導線が単位時間に失う位置エネルギーが抵抗R で消費される電力に等しいことを示しなさい。

入試問題研究 第69回 2001年 雷通大 (前期) 雷磁誘導、フレミングの左手の法則

図のようにU字型の導線が鉛直に立ててあり、導線を含む面に垂直に一様な磁界がかかっている。U字型の導線の平行部分は十分に長く、その間隔はlである。時下の方向は紙面の裏から表に向かう方向で、磁束密度の大きさはBである。質量mの導線PQがU字型導線の電気抵抗、導線の間の摩擦、空気抵抗は無視できる。重力加速度をgとして以下の問いに答えなさい。

(a)「単位時間に磁束を横切る割合が誘導電圧になる」から V=vBL(公式)の電圧が生じるので、V=vBl である。 「コイルを貫く磁束の変化の割合が誘導電圧になる」電 磁誘導の法則から $V=(-)N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ (公式)に適用する。



 Δt の間にコイルの面積は $v\Delta t$ 増えるので、磁束の増加は $\Delta \Phi = Blv\Delta t$ だから、誘導起電力は V = vBl である。

- (b) (a)の誘導起電力によりオームの法則より 導線 PQ を流れる誘導電流は $I=\frac{V}{R}=\frac{vBl}{R}$ であり、と抵抗 R で消費される電力は $P=VI=vBl\times\frac{vBl}{R}=\frac{(vBl)^2}{R}$ [W] である。また、導線 PQ を流れる電流の方向は、 レンツの法則「コイルを貫く磁束の変化を妨げる方向に誘導電流を流そうとする誘導起電力が発生する」 から、左向き $(Q\to P)$ である。
- (c) 電流は磁界から力 f = IBL を受ける。 導線 PQ の力は $f = \frac{vBl}{R} \times B \times l = \frac{vB^2l^2}{R}$ (鉛直上向き)
- (d) (c) の上向きの力と重力がつりあうとき、導線 PQ は一定の速さ v_0 で下降するとして、 $\frac{v_0 B^2 l^2}{R} = mg$ だから、このときの速さ v_0 は $v_0 = \frac{mgR}{R^2 l^2}$ である。
- (e) 導線 PQ が(d)の速さ v_0 で下降しているとき、導線が単位時間に失う位置エネルギーは mgv_0 である。よって、上の問題の解を代入して、 $mgv_0=\frac{v_0B^2l^2}{R}\times v_0=\frac{(v_0Bl)^2}{R}$ になる。一方、抵抗R で消費される電流は $I=\frac{v_0Bl}{R}$ であり、消費電力は $I^2R=\left(\frac{v_0Bl}{R}\right)^2R=\frac{(v_0Bl)^2}{R}$ になる。 よって、両者は等しいことがわかる。