

'00 広島大学

解説

(1)(ア) オームの法則 $E=RI$ より $I=\frac{E}{R}$

(イ), (a) ソレノイド内部の磁界の強さ H は, コイルの単位長さあたりの巻き数を n とすると

$$H=nI=\frac{N}{l}I[\text{A/m}]$$

(イ) $\frac{N}{l}I$ (a) $[\text{A/m}]$

(ウ), (b) $\Phi=BS=\mu_0HS=\frac{\mu_0NIS}{l}[\text{Wb}]$

(ウ) $\frac{\mu_0NIS}{l}$ (b) $[\text{Wb}]$

(エ) $\Delta\Phi=\frac{\mu_0NS}{l}\cdot\Delta I$ より $v=-\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=-\frac{\mu_0NS}{l}\cdot\frac{\Delta I}{\Delta t}[\text{V}]$

(オ) $V=Nv=-\frac{\mu_0N^2S}{l}\cdot\frac{\Delta I}{\Delta t}[\text{V}]$

(カ) $V=-L\cdot\frac{\Delta I}{\Delta t}$ であるから $L=\frac{\mu_0N^2S}{l}[\text{H}]$

(キ) スイッチを入れたとき, ソレノイド内部, および, コイル \mathbf{B} を左向きに貫く磁束が増加する。よって, コイル \mathbf{B} には, その変化を妨げる向きに誘導起電力が生じ, コイルの巻き方から, \mathbf{Q} 側が高電位となる。したがって, 誘導起電力は \mathbf{Q} から \mathbf{P} へ, すなわち, \mathbf{D} の方向へ流れた。

(ク) $V_B=Mv=-\frac{\mu_0MNS}{l}\cdot\frac{\Delta I}{\Delta t}[\text{V}]$

(2) 右図

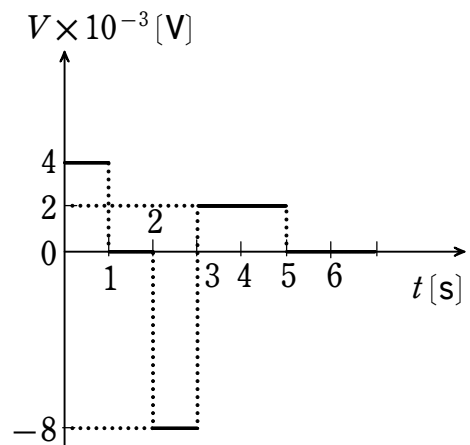
$$V_B=-M\cdot\frac{\Delta I}{\Delta t}[\text{V}]$$

$0\leq t\leq 1(\text{s})$ では

$$\begin{aligned} V_B &= -2\times 10^{-3}\times \frac{2}{1} \\ &= -4\times 10^{-3}(\text{V}) \end{aligned}$$

\mathbf{Q} 点の電位が $4\times 10^{-3}\text{V}$ だけ高い。

$1\leq t\leq 2(\text{s})$ では $\Delta I=0(\text{A})$ より $V_B=0(\text{V})$



'00 広島大学

$2 \leq t \leq 3$ (s) では

$$V_B = -2 \times 10^{-3} \times \frac{-2-2}{1} = 8 \times 10^{-3} \text{ (V)}$$

Q 点の電位が $8 \times 10^{-3} \text{ V}$ だけ低い。

$3 \leq t \leq 5$ (s) では

$$V_B = -2 \times 10^{-3} \times \frac{0 - (-2)}{5-3} = -2 \times 10^{-3} \text{ (V)}$$

Q 点の電位が $2 \times 10^{-3} \text{ V}$ だけ高い。

$5 \leq t \leq 7$ (s) では $\Delta I = 0$ (A) より $V_B = 0$ (V)

したがって、P 点に対する Q 点の電位は、上図のグラフに示したように変化する。

講評

電磁気の自己誘導・相互誘導の問題。難易度は基礎的で、問題も素直な内容なので、解きやすいと思われる。相互誘導の問題は、基本的な知識が重要なので、きちんと押えておきたい。是非とも完答したい問題。