

[第12回目] 電磁誘導 2

≪今日の授業の目標≫

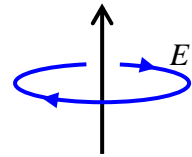
○ 誘導電場

磁場が時間的に変化すると、そのまわりの空間には電場（電気力線）が発生する。

この電気力線は、“渦”（閉じた曲線）となる。

$$\left[\text{電場の循環 } \Gamma_E = \oint_C E_s ds = \mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt} \text{ は誘導起電力に等しい} \right]$$

Bが変化する向き

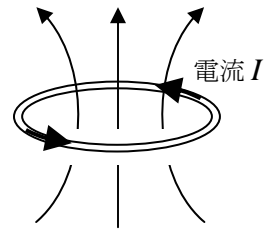


○ 自己誘導係数（自己インダクタンス）L [H]（単位：ヘンリー）

回路を貫く磁束 $\Phi_B = LI$ [Wb]

$$\text{電圧 } V = -\frac{d\Phi_B}{dt} = -L \frac{dI}{dt} \text{ [V]} \quad \left[\Rightarrow V = j\omega LI \right]$$

回路を貫く磁束 Φ_B



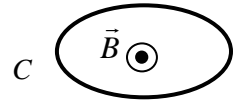
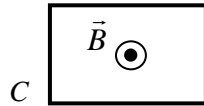
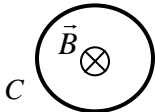
次回予定 [第13回目] 電磁波（教科書 172 ページまで）

***** レポート問題 第12回目（右側の半分の解答用紙を切り取って提出しなさい）

数値で計算する問題は、答えにも必ず単位をつけること！

B... 問1 次の各問いについて、導線 C に生じる誘導起電力の向きを図中に矢印で示せ。

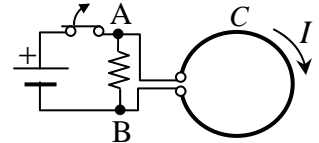
(a)図に示す \vec{B} の向きを逆転 (b)図に示す \vec{B} の大きさを増加 (c)図に示す \vec{B} の大きさをゼロに



B... 問2 教科書 159 ページの問題 B.31 の④を答えよ。

C... 問3 右上図のような円形コイル C に電流が流れている。

スイッチを切ったときにコイルに発生する起電力 \mathcal{E} [V] の向きを図に矢印で示せ。このとき、A と B で電位が高くなるのはどちらか。



問4 半径 $r = 0.010$ [m] で長さ $l = 0.10$ [m] の円筒状に、導線を $N = 100000$ 回巻いたソレノイド（コイル）がある。電流が I のときコイル内部の磁束密度は $B = \mu_0 nI$ である。ただし $n = N/l$ である。

C... ① このコイルの自己誘導係数 L を、 N 、 l 、 r を用いて表せ。半径 r の 1 巻きの円形導線を貫く磁束を ϕ_B とすれば、コイル全体を貫く磁束は $\Phi_B = N\phi_B$ である。[教科書 p.162 例題 1 参照]

C... ② このコイルの自己誘導係数 L [H] を数値で求めよ。

B... ③ $I = 1.0$ [A] の電流が流れている。スイッチを切ると $\Delta t = 0.0010$ [s] の時間で電流がゼロになった。コイルに発生する電圧 V [V] を求めよ。ただし、電流は一定の割合で減少した。

B... 問5 ① 平らな銅板の上に、N極を上にして磁石が置いてある。この磁石を勢いよく上方に引き離した。銅板の表面に流れる電流の向き、銅板の表面に現れる磁極（NかSか）、銅板から磁石に働く磁気力の向きをそれぞれ答えよ。

C... ② IH（誘導加熱）調理器の原理を説明せよ。（金属のなべの下で磁場を高速で変化させる。）

===おすすめの本===

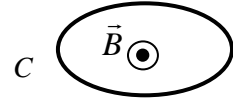
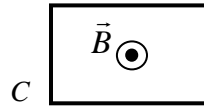
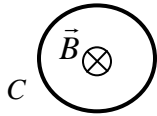
『科学は誰のものか～社会の側から問い直す』 平川秀幸著（NHK 出版生活人新書）

解答用紙 (授業 曜 限) 学籍番号 _____

氏名 _____

数値で計算する問題は、答えにも必ず単位をつけること！

問1 (a)図に示す \vec{B} の向きを逆転 (b)図に示す \vec{B} の大きさを増加 (c)図に示す \vec{B} の大きさをゼロに



問2 (a)

(b)

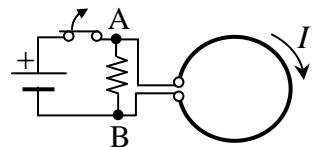
(c)

問3 電流 I がコイルの内部につくる磁束密度の向きは 向きである。

スイッチを切ると電流が流れなくなり、磁束が減少してゼロになる。

磁束が減少しないようにするには、 向きの磁束密度をつくり出せばよい。すなわち、はじめの電流 I と 向きの電流を流そうとする誘導起電力 \mathcal{E} [V] が発生する。(図示せよ。)

したがって、 の方が電位が高くなる。



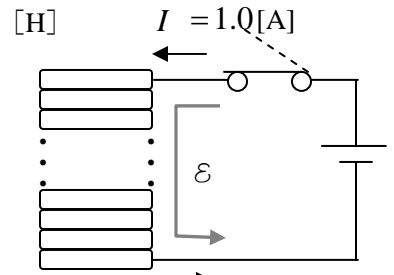
問4 ① コイル1巻きを貫く磁束は $\phi_B = B \times$ (半径 r の円の面積) =

コイル全体を貫く磁束は $\Phi_B = N\phi_B$ だから、 $L = \frac{\Phi_B}{I} =$

② $L = \mu_0 \frac{N^2}{l} \pi r^2 =$

③ ソレノイドを貫く全磁束 Φ_B は、

$$\Phi_B = LI = \mu_0 \frac{N^2}{l} \pi r^2 I =$$



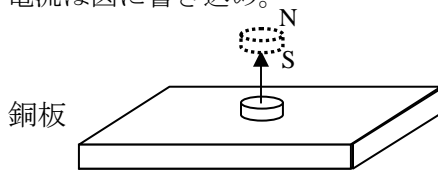
スイッチを切ると、 $\Delta t = 0.0010$ [s] の時間のあいだに磁束が Φ_B からゼロに変化するの、磁束の変化 $\Delta\Phi_B$ は、 $\Delta\Phi_B = 0 - \Phi_B = -\Phi_B$ である。したがって磁束の変化率 $d\Phi_B/dt$ は、

$$\frac{d\Phi_B}{dt} = \frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = \frac{[\text{Wb}]}{[\text{s}]} = [\text{Wb/s}]$$

(↓コイルの抵抗を 1 [Ω] としたとき、電源の電圧と比較せよ)

∴ $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} =$ [] の誘導起電力 (電圧) が発生する。

問5 ① 電流は図に書き込め。



表面に現れる磁極：

磁気力の向き：

②金属のなべの下で磁場を高速で変化させると、金属のなべを貫く が変化して、 が発生する。その結果、なべに が流れる。なべの電気抵抗はゼロではないので、 が発生し熱くなる。

☆このレポートをやるのに _____ 時間 _____ 分、

それ以外に、この講義の予習復習を _____ 時間 _____ 分した。