

[第12回目] 電磁誘導 2

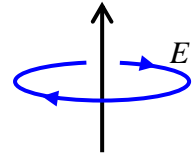
今日の授業の目標

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、渦となる。

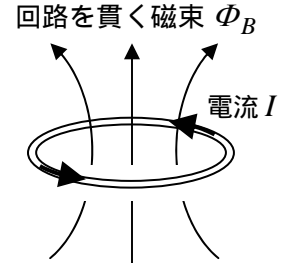
Bが変化する向き



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]

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



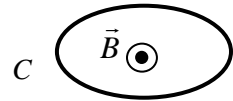
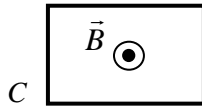
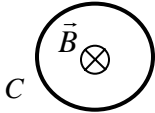
次回予定 [第13回目] 電磁波(教科書 172 ページまで)

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下さい)

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。

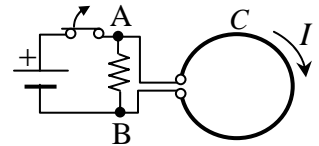
(a)図に示す \vec{B} の向きを逆転 (b)図に示す \vec{B} の大きさを増加 (c)図に示す \vec{B} の大きさをゼロに



B... 問2 教科書 159 ページの問題 B.31 の 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... 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... このコイルの自己誘導係数 L [H] を数値で求めよ。

B... $I = 1.0$ [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。

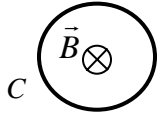
B... 問5 平らな銅板の上に、N極を上にして磁石が置いてある。この磁石を勢いよく上方に引き離れた。銅板の表面に流れる電流の向き、銅板の表面に現れる磁極(NかSか)、銅板から磁石に働く磁気力の向きをそれぞれ答えよ。

C... 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。)

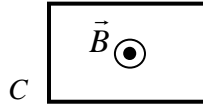
解答用紙 (曜 限) 学籍番号 _____ 氏名 _____

数値で計算する問題は、答えにも必ず単位をつけること!

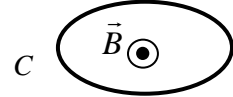
問1 (a)図に示す \vec{B} の向きを逆転 (b)図に示す \vec{B} の大きさを増加 (c)図に示す \vec{B} の大きさをゼロに



問2 (a)



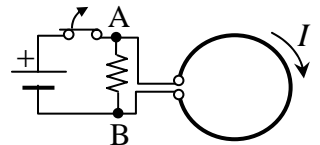
(b)



(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 $\odot \cdot \otimes$ 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、 $\odot \cdot \otimes$ 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 $\odot \cdot \otimes$ 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、 $A \cdot B$ の方が電位が高くなる。

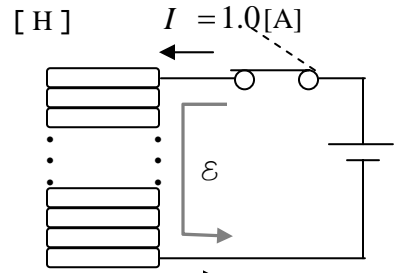
問4 コイル1巻きを貫く磁束は $\phi_B = B \times (\text{半径 } r \text{ の円の面積}) =$

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

$$L = \mu_0 \frac{N^2}{l} \pi r^2 =$$

ソレノイドを貫く全磁束 Φ_B は、

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

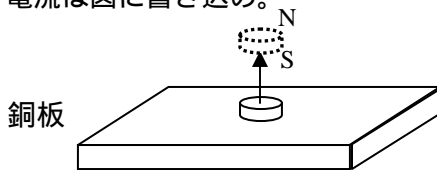


スイッチを切ると、 $\Delta t = 0.0010$ [s] の時間のあいだに磁束が Φ_B からゼロに変化するので、磁束の変化 $\Delta\Phi_B$ は、 $\Delta\Phi_B = 0 - \Phi_B = -\Phi_B$ である。したがって磁束の変化率 $d\Phi_B/dt$ は、

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

(コイルの抵抗を 1 [] としたとき、電源の電圧と比較せよ)
[] の誘導起電力 (電圧) が発生する。

問5 電流は図に書き込め。



表面に現れる磁極：
磁気力の向き：

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。