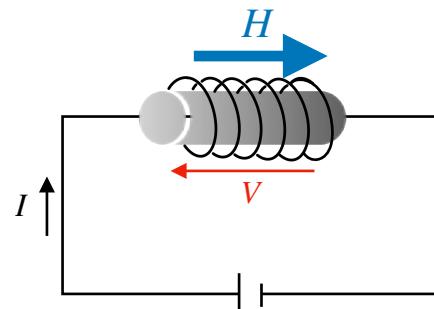


1 自己誘導

(...)コイルに流れる電流が変化するとき、その変化を打ち消す向きにコイルに誘導起電力が生じる現象。



$$\Phi = BS, \quad B = \mu H \text{より}$$

$$H \text{が増加} \rightarrow B \text{が増加} \rightarrow \Phi \text{増加} \Rightarrow$$

考え方

- ①コイルに電流を流す
- ②磁場増加
- ③磁束 ϕ 増加
- ④電池と逆向きの誘導起電力が生じる

コイル自身が発生させる起電力だから、
自己誘導というよ！今まででは磁石が必要
だったよね！



レンツの法則やコイルの巻数を含めた電磁誘導の法則を
ファラデーの電磁誘導の法則という。

$$V = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

$V[V]$:誘導起電力

$\Delta\phi[Wb]$:磁束の変化

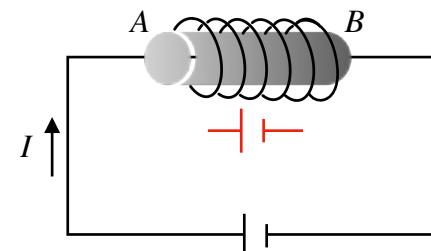
N :コイルの巻数

$\Delta t[S]$:時間

例題

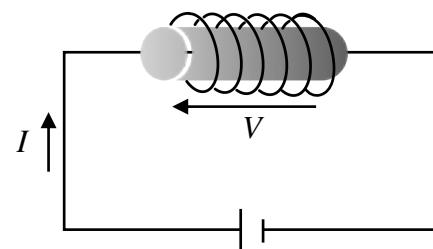
図のように、回路にコイルを入れ、電流を流したとき、次の問いに答えなさい。

- (1) 磁場は増加するか減少するか。
- (2) (1)より磁束 ϕ は増加するか減少するか。
- (3) このときコイルに誘導起電力が生じるが、AとBのどちらが、高電位となるか。



解

2 コイルの自己インダクタンス



ソレノイドの内部の磁場を考える!



$$H = \frac{n}{1m} \times I \rightarrow B = \frac{\mu}{\text{透磁率}} H \rightarrow \Phi = BS$$

1mあたりの
巻数

磁束密度

磁束

HはIに比例

BはHに比例

ΦはBに比例

Point

磁束ΦはIに比例

()

つまり

Point

時間 $t \rightarrow t + \Delta t$ 電流 $I \rightarrow I + \Delta I$ $\Delta \Phi = ()$ 磁束 $\Phi \rightarrow \Phi + \Delta \Phi$ のとき生じる起電力 $V[v]$ を考える!

$$V = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -N \frac{k \Delta I}{\Delta t} = -Nk \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

ファラデーの法則

自己インダクタンス

よって

$$V = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

Point

Vは電流の変化の割合 $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ に比例する

自己インダクタンスについて

$$V = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

自己インダクタンス

比例定数 L : ()

単位 : ()

Point

この値が大きいコイルほど、同じ割合の電流の変化に対して、より大きい誘導起電力が生じる。

$$L = \mu \times n^2 \times l \times S$$

1mあたりの
巻数

断面積

透磁率

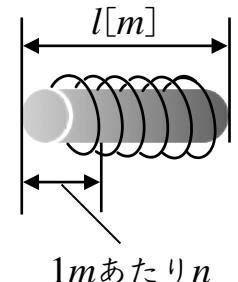
コイルの
長さ

証明

$$L = Nk$$

Nについて

$$\begin{aligned} N &= 1m\text{あたりの巻数} \times \text{コイルの長さ} \\ &= n \times l \quad \text{---①} \end{aligned}$$



kについて

$$\begin{aligned} \Phi &= BS = kI \\ \downarrow & B = \mu H = \mu nI \\ \Phi &= \mu nI \times S = \boxed{\mu nS} \times I \\ \downarrow & k = \mu nS \quad \text{---②} \end{aligned}$$

並び替え

\downarrow
 k

①, ②より

$$L = Nk$$

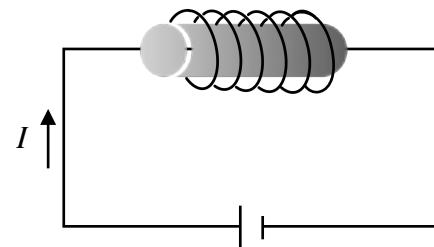
$$= nl \times \mu nS$$

$$= \mu n^2 lS$$

 μ :透磁率 n^2 :単位長さあたりの
巻数 l :コイルの長さ S :断面積

例題

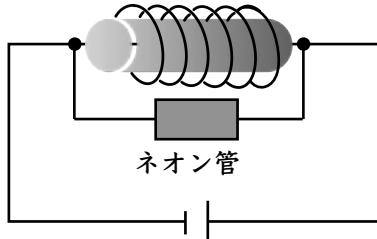
自己インダクタンス3.0Hのコイルに流れる電流を、0.5秒間に一様に、0.6A減少させた。この時、コイルに生じる誘導起電力の大きさは何Vか。



解

3 コイルに蓄えられるエネルギー

スイッチ入れる



点灯しない

乾電池程度の電圧では
点灯しない。

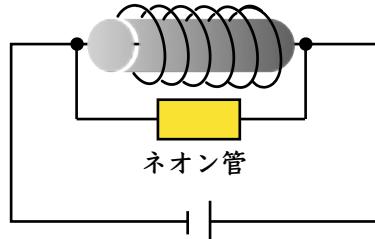
コイルに蓄えられるエネルギーを求めよう！

復習

時間 電流
 Δt で Δi だけ増加させると

$$V = L \frac{\Delta I}{\Delta t} = L \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

スイッチ切る



光る！

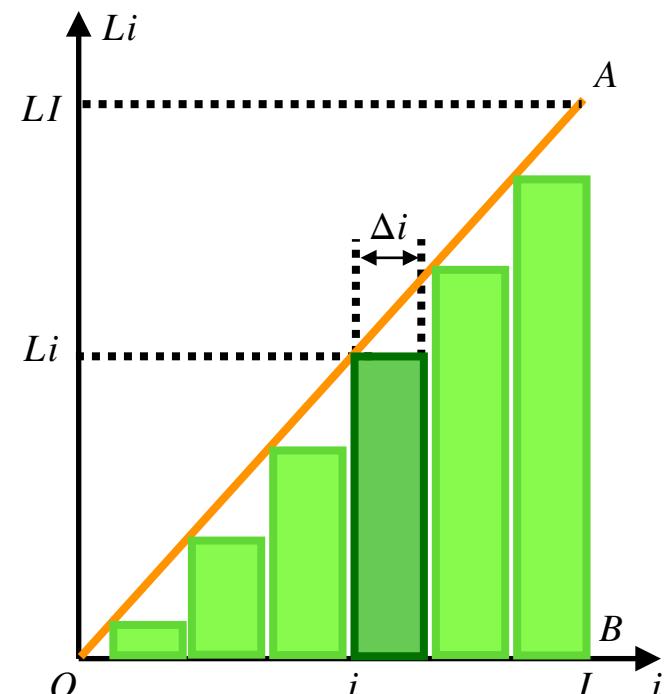
コイルに大きな起電力発生
→コイルはエネルギーを蓄
えているといえる！このときの仕事 W は

$$W = IVt = iV\Delta t = iL \frac{\Delta i}{\Delta t} \times \Delta t = Li\Delta i$$



の面積部分

図で表すと

電流を0から I にする
ときの仕事
= $\triangle OAB$ の面積

$$W = \frac{1}{2} \times I \times LI = \frac{1}{2} LI^2$$

$$U = \frac{1}{2} LI^2$$

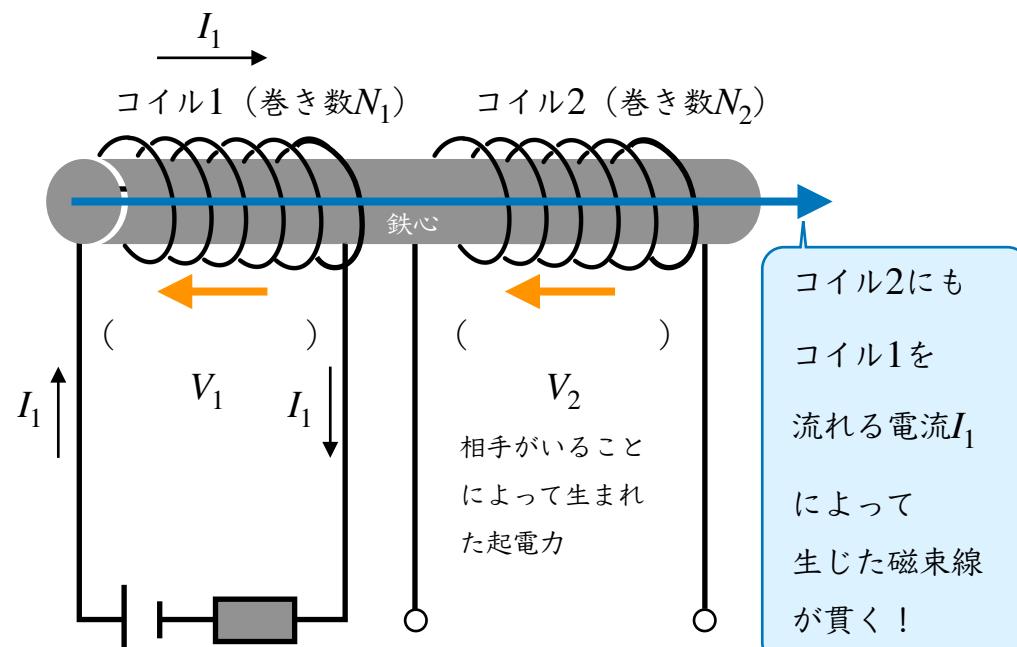
例題

自己インダクタンス $0.4H$ のコイルに、 $2.0A$ の電流が流れているコイルに蓄えられているエネルギーはいくらか。

解

4 相互誘導

(...)…コイル1の電流の変化が磁束の変化を生み、それに
よってコイル2に誘導起電力が生じる現象。



相互誘導の関係式を詳しく

復習

コイル2を貫く磁束: Φ_2

$$\Phi_2 = k \Delta I_1$$

$$V_2 = -N_2 \frac{\Delta \Phi_2}{\Delta t} = -N_2 k \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

ファラデー

M

$$V_2 = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

 V_2 も I_1 の変化の割合に比例

相互誘導の関係式

$$V_2 = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

例題

解

図のように、コイル1とコイル2を共通の鉄心に取りつける。このとき、相互インダクタンス $0.8H$ とする。コイル1に流れる電流を0.2秒間に、 $0.1A$ から $0.5A$ に変化した。

- (1) このとき、コイル2に生じる誘導起電力の大きさは何Vか。
- (2) このときコイル2の端子A、Bの電位はどちらが高くなるか。

