

# 2023 ズバリ! 的中



# 物理

## 北海道大学

### インダクタンスの導出過程が一致

#### 入試問題

前期日程  
2 問2

2 以下の文中の (1), (4), (6) ~ (10) に適切な数式または数値を入れよ。また, (2), (3), (5) に適切な数値を有効数字2桁で答え, (あ) ~ (え) には選択肢から最も適切なもの一つ選べ。

問2 図3(a)のように断面積が  $S(\text{m}^2)$ , 長さ  $L(\text{m})$ , 巻き数が  $N$  のコイル1がある。コイルの半径に比べて長さが十分に大きいので, コイル内部には一様な磁場(磁界)ができていてよい。まずコイルに時間変化しない電流  $I(\text{A})$  が図中に示した方向に流れている場合を考える。コイル内部の磁場の強さは  $L, N, I$  を用いて (6)  $[\text{A/m}]$  となり磁場の向きは図中の (い) である。コイルの断面を貫く磁束は透磁率を  $\mu_0(\text{H/m})$  として (7)  $[\text{Wb}]$  で与えられる。

以下ではコイル1に時間変化する電流が流れている場合を考える。微小時間  $\Delta t(\text{s})$  の間に電流は  $I$  から  $I + \Delta I(\text{A})$  に変化した。このとき, 自己誘導現象により回路には誘導起電力が生じる。この誘導起電力の大きさは  $\Delta t, \Delta I$  を用いて (8)  $[\text{V}]$  であり, コイル1の自己インダクタンスは (9)  $[\text{H}]$  となる。つぎに図3(b)に示すように  $M$  回巻きのコイル2をコイル1の外側に巻きつけた。相互誘導現象によりコイル2に発生する起電力の大きさは  $\Delta t, \Delta I$  を用いて (10)  $[\text{V}]$  である。

#### 河合塾

大学受験科 基礎シリーズ  
物理(問題編)  
②コース(電磁気・熱編)  
【例題16】

##### 【例題16】 自己誘導・相互誘導

図1において,  $L_1$  は1次コイル,  $L_2$  は2次コイルで,  $L_1$  と  $L_2$  の軸(XY)は共通である。 $L_1$  の端子の間に1次電源を接続して1次電流  $i(\text{A})$  (図の矢印の向きを正とする)を流す。

\*〔I〕  $L_1$  を流れる電流が, 微小時間  $\Delta t(\text{s})$  の間に,  $i(\text{A})$  から  $i + \Delta i(\text{A})$  まで増加したとする。図1において  $L_1$  の長さを  $l(\text{m})$  とし,  $L_1$  の巻数を  $N$  とする。また, コイルはソレノイドコイルとし, その断面積を  $S(\text{m}^2)$ , コイル内の物質の透磁率を  $\mu(\text{N/A}^2)$  とする。

- $L_1$  を流れる電流が  $i(\text{A})$  のときの  $L_1$  内の磁束密度  $B[\text{T}]$  を求めよ。ただし,  $L_1$  内には一様な磁場が生じているとしてよい。
- $\Delta t(\text{s})$  の間に  $L_1$  を貫く磁束の増加分  $\Delta\Phi[\text{Wb}]$  を求めよ。
- $L_1$  の自己誘導起電力  $v_s[\text{V}]$  を求めよ。ただし, 図1の  $i$  の矢印の向きを正とする。
- $L_2$  の自己インダクタンス  $L[\text{H}]$  を  $l, N, S, \mu$  で表せ。

〔II〕 1次電源の起電力を変え,  $i$  を時刻  $t$  に対して図2に示すグラフのように変化させる。 $L_1$  の自己インダクタンスを  $0.8[\text{H}]$ ,  $L_1$  と  $L_2$  の相互インダクタンスを  $0.4[\text{H}]$  として, 次の量と時刻  $t(\text{s})$  との関係を示すグラフをそれぞれ描け。

- $L_1$  の自己誘導起電力  $v_s[\text{V}]$  (図1の  $i$  の矢印の向きを正とする)
- 2次電圧  $v_2[\text{V}]$  ( $P$  が  $Q$  よりも高電位するとき  $v_2 > 0$  とする)

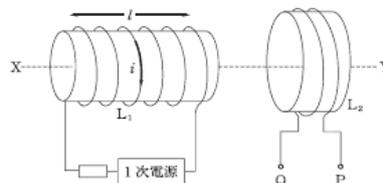


図1

(4) の選択肢：

(ア) 右向き

(イ) 左向き

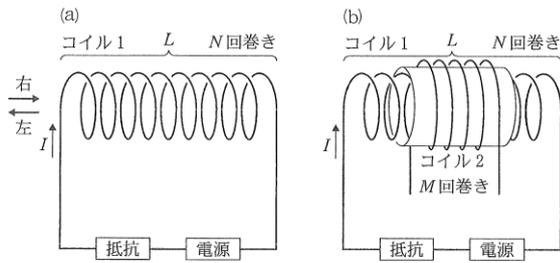


図 3

最後に図 4 のように電源を定電圧電源とし、コイル 1 の左右に金属のリング 1、リング 2 を糸でつるした。コイルとリングの中心は同一直線上にあり、さらにコイル断面とリングの面は平行である。スイッチ SW を閉じた直後にリング 1、リング 2 に流れる電流の向きは図中の (5) であり、リング 1、リング 2 が磁場から受ける力の方向は (6) である。

(5) の選択肢：

(ア) リング 1 が矢印 a、リング 2 が矢印 a

(イ) リング 1 が矢印 a、リング 2 が矢印 b

(ウ) リング 1 が矢印 b、リング 2 が矢印 a

(エ) リング 1 が矢印 b、リング 2 が矢印 b

(6) の選択肢：

(ア) リング 1 が左、リング 2 が左 (イ) リング 1 が左、リング 2 が右

(ウ) リング 1 が右、リング 2 が左 (エ) リング 1 が右、リング 2 が右

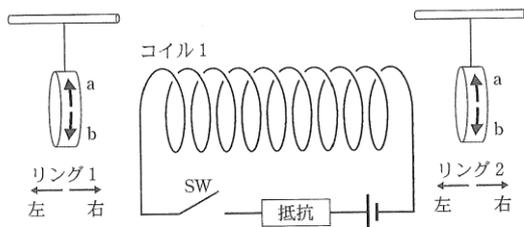


図 4

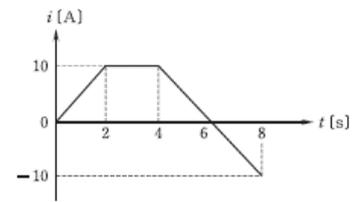


図 2