

## 補充問題 熟技 27 電流と磁界②

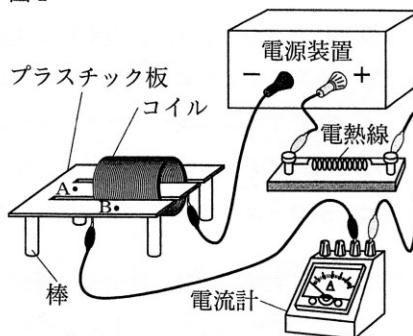
**問題** 電流と磁界との関係調べる実験について、次の各問に答えよ。

<実験 1>を行ったところ、<結果 1>のようになった。

<実験 1>

- 棒を取り付けたプラスチック板に、切り込みを入れ、この切り込みにコイルを通し、コイル、電流計、電熱線、電源装置を図1のようにつないで回路をつくった。
- プラスチック板上の点A、点Bそれぞれに、N極が色で塗られた方位磁針を置いてからコイルに電流を流し、方位磁針のN極が指す向きを確認した。

図1

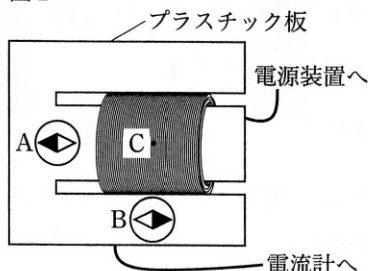


<結果 1>

電流を流すと、点Aに置いた方位磁針のN極はコイルと反対の向きを指し、点Bに置いた方位磁針のN極は点Aに置いた方位磁針のN極と反対の向きを指した。

- [問1] <実験 1>の回路に電熱線を入れることで得られる効果と、<結果 1>から、図2に示したコイル上の点Cに方位磁針を置いたときにN極が指す向きを組み合わせたものとして適切なのは、次の表のA～Eのうちではどれか。

図2



	<実験 1>の回路に電熱線を入れることで得られる効果	点Cに方位磁針を置いたときにN極が指す向き
ア	流れる電流を小さくして、回路全体の発熱を抑える。	点Aに置いた方位磁針のN極と同じ向き
イ	流れる電流を小さくして、回路全体の発熱を抑える。	点Bに置いた方位磁針のN極と同じ向き
ウ	流れる電流を大きくして、コイルの磁界を強める。	点Aに置いた方位磁針のN極と同じ向き
エ	流れる電流を大きくして、コイルの磁界を強める。	点Bに置いた方位磁針のN極と同じ向き

<実験 2>を行ったところ、<結果 2>のようになった。

<実験 2>

- <実験 1>で使用したコイルをプラスチック板から取り外して縦向きに置き、コイル、電熱線、スイッチ、検流計をつないで回路をつくった。図3のように、ばねに取り付けた棒磁石を、N極がコイルの上端の中心に位置するようにスタンドに固定し、静止させた。
- スイッチを入れ、棒磁石を1cm持ち上げ手を放したところ、棒磁石は上下方向に往復運動を行った。このときの検流計の針の動きと、棒磁石の運動の様子を1分間観察した。

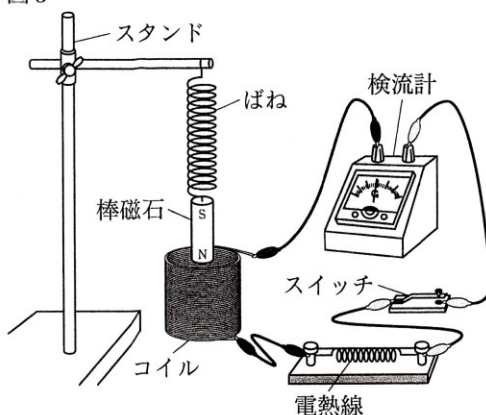
(3) スイッチを切り、＜実験 2＞の(2)と同様に棒磁石を 1 cm 持ち上げ手を放したところ、棒磁石は上下方向に往復運動を行った。棒磁石の運動の様子を 1 分間観察した。

＜結果 2＞

スイッチを入れたとき、棒磁石が上下方向に往復運動している間、検流計の針は目盛り 0 を中心にして左右に振れていた。

また、スイッチを入れたときとスイッチを切ったときそれぞれの 1 分間の棒磁石の往復運動の様子は、次の表のようになった。

図 3



	スイッチを入れたとき	スイッチを切ったとき
1 分間の棒磁石の往復運動の様子	振幅はだんだん小さくなり静止した。その後、静止し続けた。	振幅はほとんど変化なく往復運動を続けた。

〔問 2〕 ＜結果 2＞の検流計の針の振れ方から、棒磁石が往復運動している間に、コイルに流れる電流の特徴と名称と、同じ棒磁石の往復運動で検流計の針の振幅を大きくするための工夫を組み合わせたものとして適切なのは、次の表の **ア**～**エ** のうちではどれか。

	コイルに流れる電流の特徴と名称	同じ棒磁石の往復運動で検流計の針の振幅を大きくするための工夫
<b>ア</b>	電流の流れる向きが変化する交流	内径が 2 分の 1 で、同じ巻き数のコイルに替える。
<b>イ</b>	電流の流れる向きが変化しない直流	内径が 2 分の 1 で、同じ巻き数のコイルに替える。
<b>ウ</b>	電流の流れる向きが変化する交流	内径が 2 倍で、同じ巻き数のコイルに替える。
<b>エ</b>	電流の流れる向きが変化しない直流	内径が 2 倍で、同じ巻き数のコイルに替える。

〔問 3〕 ＜実験 2＞の(2)で、棒磁石の往復運動の振幅がだんだん小さくなっていくときのエネルギーの変換の様子を、点線で囲まれた＜エネルギー＞の中から適切なものを三つ用いて簡単に書け。ただし、空気との摩擦は考えないものとする。

- ＜エネルギー＞  
 力学的エネルギー  
 化学エネルギー  
 電気エネルギー  
 光エネルギー  
 熱エネルギー

また、このときのエネルギーの変換と同じエネルギーの変換が起きる現象を述べたものとして適切なのは、次のうちではどれか。

- ア** 光電池にモーターをつないで、光を当てると、モーターが回転する。
- イ** 電池に電球とスイッチをつないで、スイッチを入れると、電球が光る。
- ウ** 台車に力を加えて、水平な面を走らせると、しばらく進んで台車が止まる。
- エ** 手回し発電機に電熱線をつないで、ハンドルを回すと、電熱線が温かくなる。

(東京都)

## 塾技 27 補充問題 解答・解説

解

〔問 1〕 図 1 の回路で、コイルと電熱線は直列につながっているため、回路全体の合成抵抗が大きくなり、回路に流れる電流は小さくなる。その結果、回路全体の発熱を抑えることができる。

また、図 2 の方位磁針 A の N 極が指す向きから、コイルの内側には左方向の磁界ができ、方位磁針 B の N 極が指す向きから、コイルの外側には右方向の磁界ができることがわかる。よって、点 C に方位磁針を置いたときに N 極が指す向きは、点 B に置いた方位磁針の N 極と同じ向きになる。以上より、適切なものはイとわかる。

答 イ

〔問 2〕 検流計の針は、+端子に電流が流れ込むと指針が中央から右に、-端子に流れ込むと中央から左へ振れる（「塾技 27」用語チェック 2）。

結果 2 で、棒磁石が往復運動している間、検流計の針が目盛りの 0 を中心に左右に振れていたことから、検流計に流れる電流は電流の向きが周期的に変化する交流（「塾技 24」用語チェック 3）とわかる。これは、「塾技 27 1」(3) 特徴④で、棒磁石が入るときと出るときで誘導電流の向きが逆になるためである。

一方、同じ棒磁石の往復運動で検流計の針の振幅を大きくするには、磁界の変化を大きくすればよく、流れる誘導電流の大きさを大きくすればよい。「塾技 27 1」(3) 特徴③より、コイルの巻き数が同じなら、内径が小さくなるほどコイルの長さが短くなり、抵抗が小さくなるので、流れる誘導電流は大きくなる。以上より、適切なものはアとわかる。

答 ア

〔問 3〕 往復運動をしている棒磁石がもつエネルギーは、運動エネルギーと位置エネルギーの和である力学的エネルギーである。結果 2 で、スイッチを切ったとき振幅はほとんど変化なく往復運動を続けたのは、力学的エネルギー保存の法則（「塾技 39」用語チェック 2）のためである。これに対し、スイッチを入れたとき振幅がだんだん小さくなり静止したのは、棒磁石のもつ力学的エネルギーが、電気エネルギー（誘導電流）に変換され、さらに電熱線から発生する熱エネルギーなどに変換されたからである。このときのエネルギー変換と同じエネルギー変換が起こる現象を述べたものとして適切なものはエである。

なお、アは、光エネルギー→電気エネルギー→力学的エネルギーの変換で、イは、電池のもつ化学エネルギー→電気エネルギー→光エネルギーの変換、ウは、力学的エネルギー→台車と面の摩擦などによる熱エネルギーの変換がそれぞれ起きている。

答 様子：棒磁石のもつ力学的エネルギーが電気エネルギーに変換され、さらに熱エネルギーへと変換していく。

記号：エ