

最終更新日：2023 年 10 月 30 日

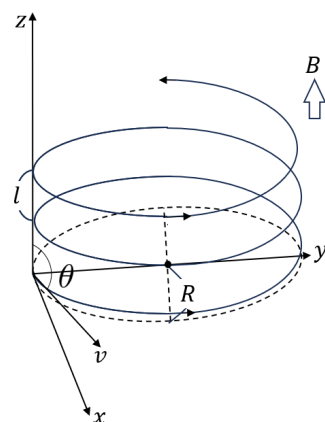
# テスト演習

実施日：2023 年 11 月 4 日



## 第1問

真空中に一様な磁束密度  $B$  [T] の磁場がある．図に示すように， $xyz$  軸をとる．磁場の方向は  $z$  軸とする．その磁場の中に速さ  $v$  [m/s] の電子（質量  $m$  [kg]，電荷  $-e$  [C]）を  $zx$  平面上で， $z$  軸の正の向きに対して  $\theta$  ( $< 90^\circ$ ) の角度で入射させる．この点を原点  $O$  とする．ただし，電子は原点  $O$  を通過後から磁場の影響を受けた運動をするものとする．



- (1) 電子が原点  $O$  に入射したとき，電子の速さの  $y$  成分は  $0$  である． $x$  成分と  $z$  成分を求めよ．
- (2) 電子が磁場から受ける力の大きさ  $F$  [N] を求めよ．
- (3) 電子が磁場から受ける力は，大きさが一定で電子の運動方向と常に垂直にはたらく．電子は磁場に垂直な平面内で等速円運動を行うので， $z$  軸方向から見たとき図の破線のような半径  $R$  [m] の等速円運動を行う．円運動の半径  $R$  を求めよ．
- (4)  $R$  を用いずに円運動の周期  $T$  [s] を表せ．
- (5)  $z$  軸方向の運動は (1) で答えた入射の速さを変えずに運動する．(3) と合わせて，電子の運動は磁場の向きを軸としたらせん運動となる．図に示すらせん運動のピッチ  $l$  [m] を求めよ．
- (6) 原点  $O$  に入射する電子を初速  $0$  から電位差  $E$  [V] で加速した．このときの電子の速さ  $v$  を  $m, e, E$  で表せ．
- (7) 比電荷  $\frac{e}{m}$  [C/kg] を  $R, E, B, \theta$  で表せ．

< 計算用紙 >

## 第2問

図1のように、断面積が  $S$  [m<sup>2</sup>] で透磁率が  $\mu$  [N/A<sup>2</sup>] の細長い鉄心に、1m あたり  $n$  巻きの十分に長いコイル A が巻かれ、その上から長さ  $l$  [m] で巻き数  $N$  のコイル B が同じ向きに巻かれて、固定されている。コイル A には内部抵抗をもつ電源が、コイル B には十分大きな抵抗値  $R$  [Ω] をもつ抵抗とスイッチ SW が、それぞれつながれている。スイッチ SW は最初開いている。コイル A の断面積は、鉄心の断面積  $S$  に等しく、コイル A 内の磁束密度は一樣とする。コイル A を流れる電流により生じた磁束はすべてコイル B 内を貫く。また、導線の抵抗とコイルの抵抗、コイル B に流れる電流による磁束の変化は無視できる。以下の問い (1) ~ (5) に答えよ。

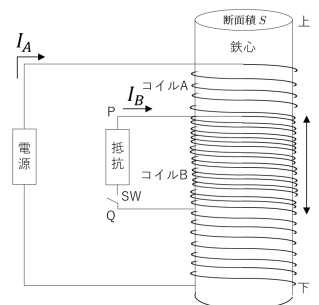


図 1

初めに、コイル A に図 1 の矢印の向きに  $I_A$  [A] の電流を流すと鉄心中にコイル A の軸に平行な磁場が生じた。

(1) コイル A の断面を貫く磁束  $\Phi$  [Wb] を求めよ。また、磁場の向きは上向き、下向きのいずれか答えよ。

次に、微小時間  $\Delta t$  [s] の間にコイル A の電流を  $\Delta I_A$  [A] だけ増加させた。このとき、コイル A を貫く磁束は  $\Delta \Phi$  [Wb] だけ変化し、コイル B の P と Q の間に誘導起電力  $V_B$  [V] が生じた。ここで、誘導起電力は Q での値を基準とした。

(2)  $V_B$  を  $\Delta \Phi$  を用いて表せ。

(3)  $V_B$  を  $\Delta I_A$  を用いて表せ。

(4) このときの A と B の間の相互インダクタンス  $M$  [H] を求めよ。

今度は、スイッチ SW を閉じて、コイル A に流れる電流を  $\Delta t$  間に  $\Delta I_A$  だけ増加させた。

(5) このとき、抵抗に流れる誘導電流  $I_B$  [A] を  $\Delta I_A$ ,  $R$  を用いて表せ。ただし、電流  $I_B$  の流れる向きは図 1 の流れる向きを正とする。

< 計算用紙 >





