

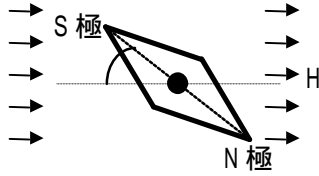
答えだけを書くこと。単位は必ず書くこと。

電子の電荷は $-q$ [C] である。透磁率を μ [H/m] とする。 $\mu_0 = 3.1$ とする。

太く、斜体で書かれている文字はベクトルを意味する。

問題 1 磁界 H と磁束密度 B との関係を示せ。

問題 2 下記の小問に答えながら、磁針に生じるトルク（回転力）を求めよ。磁極の強さは m [Wb] で、磁針の長さは L [m]、磁界となす角度は θ 、磁界の強さは H [A/m] で、向きは矢印の方向である。



2-1 N 極に働く力を求めよ。

2-2 N 極で、磁軸と垂直に働く力を求めよ。

2-3 N 極に生じるトルクを求めよ。

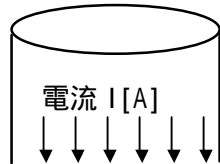
2-4 磁針に生じるトルクと方向(時計方向、反時計方向)を答えよ。

問題 3 閉曲線内を I [A] の電流が貫いている。閉曲線上で、磁界が H (ベクトル H) [A/m] であるところの微小長さ dL (ベクトル dL) [m] を考えて、アンペアの周回積分の法則を表わせ。ただし、両ベクトルのなす角は θ である。

3-1 ベクトル表示すること。

3-2 大きさで表示すること。

問題 4 下図の半径 a [m] の無限長の円柱導体に、電流 I [A] が一様に流れている。円柱の中心から r [m] 離れた点の磁界の強さを考える。



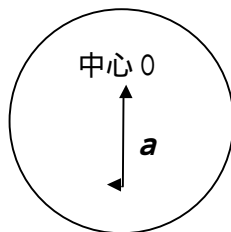
4-1 円柱導体に流れる電流密度を求めよ。

4-2 $r < a$ の場合、半径 r [m] の円内を流れる電流を求めよ。

4-3 $r < a$ の場合の磁界の強さを求めよ。

4-4 $r > a$ の場合の磁界の強さを求めよ。

問題 5 半径 a [m] の円形コイルに電流が I [A] 流れている。下記の小問に答えながら、円形コイルの中心 O の磁界を求めよ。



5-1 円形コイルのうち、微小長さ dL [m] に電流 I [A] (方向は dL と同じ) が流れることにより、中心 O に生じる微小磁界 dH [A/m] を、ベクトル(大きさと向き) dL 、 a とスカラー(大きさ) a 、 I を用いて表わせ。

5-2 中心 O に生じる微小磁界の強さ dH [A/m] をスカラー I 、 a 、 dL を用いて表わせ。

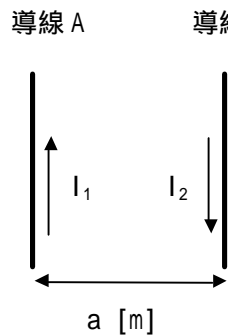
5-3 円形コイルの中心 O に生じる磁界の強さと方向(紙面から奥、紙面から手前)を答えよ。

5-4 半径 5.0 cm の円形コイルに電流 4.5 A 流したとき、円形コイルの中心 O に生じる磁界の強さを有効数字 2 桁で求めよ。

問題 6 下記の小問に答えながら、磁束密度 B [Wb] に長さ L [m] の導線を置き、電流 I [A] 流したとき、この導線に働く力を求めよ。

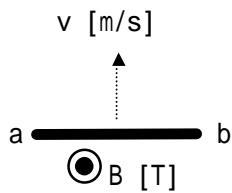
- 6-1 電界 E [V/m] 中で電荷 Q [C] を持つ荷電粒子が受ける力 (ベクトル表示) を求めよ。
- 6-2 磁束密度 B [T] 中で速度 v [m/s] で移動する上記の荷電粒子が、受ける力 (ベクトル表示) を求めよ。
- 6-3 上記の荷電粒子が電界 E [V/m] および磁束密度 B [T] の中を、速度 v [m/s] で移動するときに受ける力 (ベクトル表示) を求めよ。
- 6-4 導線を通るのは電子である。磁束密度 B [T] 中で速度 v [m/s] で移動する電子に働く力 (ベクトル表示) を求めよ。
- 6-5 導線の断面積を S [m²]、導線中で移動できる電子の密度を n [m⁻³] とすると、導線 1 m あたりの移動できる電子の数を求めよ。
- 6-6 導線 1 m あたりに受ける力 (ベクトル表示) を求めよ。
- 6-7 導線の断面積を S [m²]、導線中で移動できる電子の密度を n [m⁻³]、電子の速度を v [m/s] としたとき、これらを用いて電流 I をベクトル表示せよ。
- 6-8 長さ L [m] の導線に働く力 (ベクトル表示) を、 I 、 B 、 L を用いて表わせ。

問題 7 下記に示す a [m] 離れた 2 本の平行無限長導線に電流を流したとき、下記の小問に答えながら、導線に働く力を求めよ。



- 7-1 導線 A に電流 I_1 [A] を流したとき、導線 B 上に生じる磁界の強さを求めよ。
- 7-2 導線を H [A/m] の磁界に直角に置き、電流 I_2 [A] 流したとき、この導線 1 m あたりに働く力を求めよ。
- 7-3 導線 B の単位長さあたりに働く力の大きさと向き (右、左) を答えよ。

問題 8 磁束密度 B [T] 中を、磁界の方向と垂直の方向に長さ L [m] の導線を速度 v [m/s] で移動させたとき、導線に生じる起電力を求めよ。磁界の方向は紙面から手前である。



8-1 導線を速度 v [m/s] で移動させることは、導線中の電子を同じ方向に速度 v [m/s] で移動させるのと同じである。1 個の電子に働く力を求めよ。

8-2 導線中で電子はどちら (a または b) に蓄積するか。

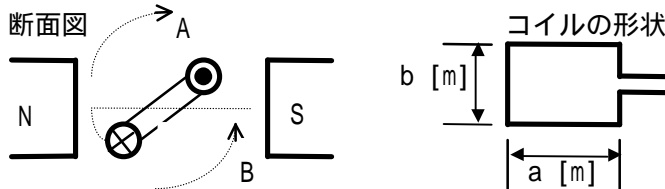
8-3 電子の蓄積のために導線中に生じる電界を E [V/m] としたとき、この電界によって電子が受ける力を求めよ。記号 E を用いること。

8-4 電子に働く、磁界による力と電界による力が釣りあったときを、定常状態という。この時の電界が導線中に一様に生じたことになる。この電界を求めよ。

8-5 導線に生じた起電力を求めよ。

8-6 このときの起電力の正側 (a または b) を答えよ。

問題 9 下図で $a=0.30$ m、 $b=0.20$ m、 $B=0.10$ T である。



9-1 コイルを流れる電流は 5.0 A で、 $\theta = \pi/3$ である。トルク T と回転方向 (A または B) を答えよ。有効数字 2 桁で求めること。

9-2 $t=0$ 秒で $\theta = 0$ である。この方形コイルが毎秒 10 回転するとき、時刻 t 秒とコイルの両端に発生する起電力 e との関係を求めよ。

問題6 (16点)

6-1 (2点) 力 _____ 単位 _____

6-2 (2点) 力 _____ 単位 _____

6-3 (2点) 力 _____ 単位 _____

6-4 (2点) 力 _____ 単位 _____

6-5 (2点) 電子の数 _____ 単位 _____

6-6 (2点) 力 _____ 単位 _____

6-7 (2点) 電流 _____ 単位 _____

6-8 (2点) 力 _____ 単位 _____

問題7 (10点)

7-1 (3点) 磁界の強さ _____ 単位 _____

7-2 (3点) 力 _____ 単位 _____

7-3 (3点) 力 _____ 単位 _____

(1点) 向き _____

問題8 (14点)

8-1 (3点) 力 _____ 単位 _____

8-2 (1点) 電子が蓄積する側 _____

8-3 (3点) 力 _____ 単位 _____

8-4 (3点) 電界の強さ _____ 単位 _____

8-5 (3点) 起電力 _____ 単位 _____

8-6 (1点) 正側 _____

問題9 (11点)

9-1 (5点) トルク _____ 単位 _____

(1点) 回転方向 _____

9-2 (5点) 起電力 _____ 単位 _____