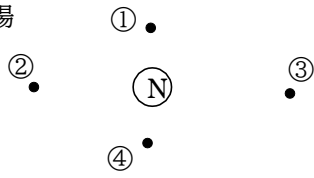


電流と磁場

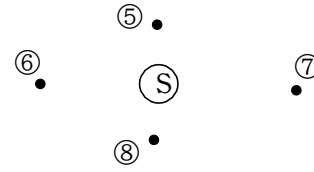
154. 磁力線

(1) 「電場は+1Cの電荷に作用する力」、「重力は1kgの物体に作用する力」で考えることができる。磁場もN磁極に作用する力で考えることができる。次の黒点の位置の磁場の向きを矢印で図示せよ。

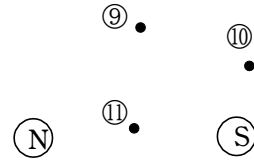
・ N極の周りの磁場



・ S極の周りの磁場



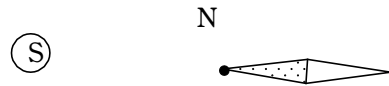
・ NS両極の周りの磁場



(2) 磁力線は磁場の方向をつないだものである。次の場合、磁力線を図示せよ。



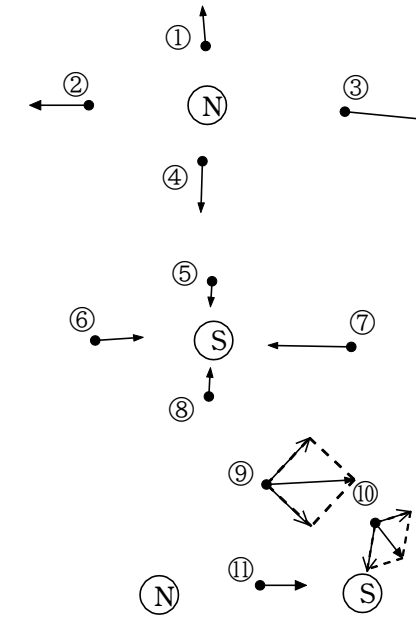
(3) 方位磁石のN極に作用する力の方向を矢印で表わし、磁力線の方向を示せ。



(4) 磁力線は方位磁石のN極の向く向きに存在する。次の場合磁力線の方向を矢印で図示せよ。(色塗りの方がN極である。)



(5) 下の図の方位磁石はどちらがN極か。N極のほうを塗りつぶせ。また、磁力線の方向を矢印で示せ。

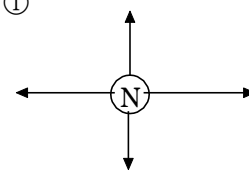


解説

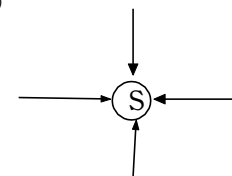
(1)

黒点の位置にN極の磁石を置いたとして力の働く方向に矢印を書く。複数の磁極がある場合はそれぞれからの力を書き、それを合成するとよい。

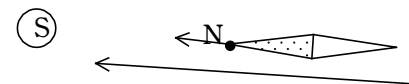
(2) ①



②



(3)

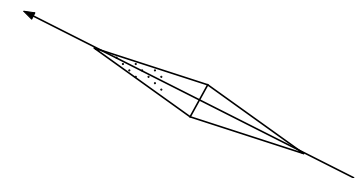


N極に作用する力の方向と、方位磁石のN極の向く向きは同じである。それが磁力線の向きでもある。

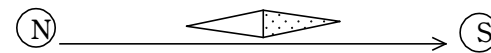
(4) ①



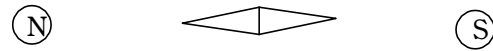
②



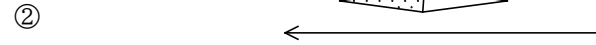
(5)



電流と磁場

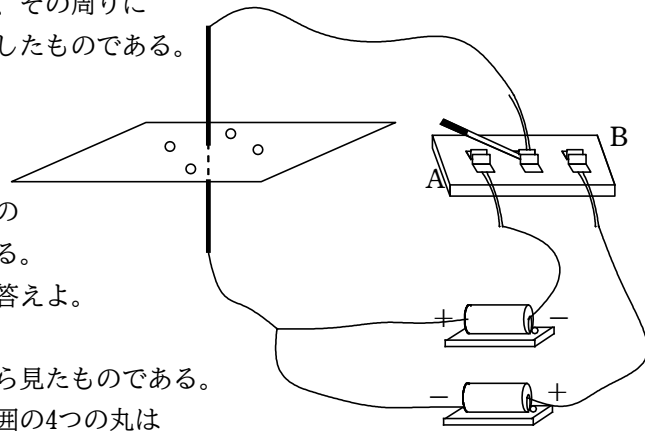


(6) 磁石の中の磁力線の向きを図示せよ。



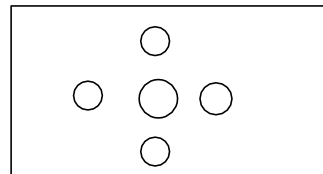
155. 直線電流と磁場

(1) 右図は導線に電流を流し、その周りに発生する磁場を調べようとしたものである。切り替えスイッチABで導線を流れる電流の方向を切り替えることができ、導線を支える平面上の白点は方位磁石を示している。これについて以下の問いに答えよ。



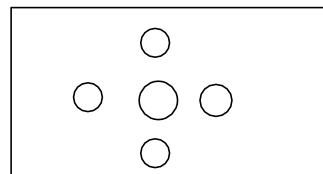
下の図はこの平面を真上から見たものである。中央の○は導線を示し、周囲の4つの丸は方位磁石を示している。

・ 切り替えスイッチをAにした。



- ① 電流の流れている向きを◎あるいは×で答えよ。
- ② 各方位磁石のN極の向いている方向を矢印で記入せよ。

・ 切り替えスイッチをBにした。

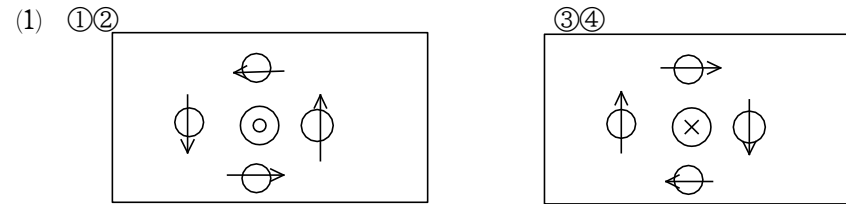


- ③ 電流の流れている向きを◎あるいは×で答えよ。
- ② 各方位磁石のN極の向いている方向を矢印で記入せよ。

(6)



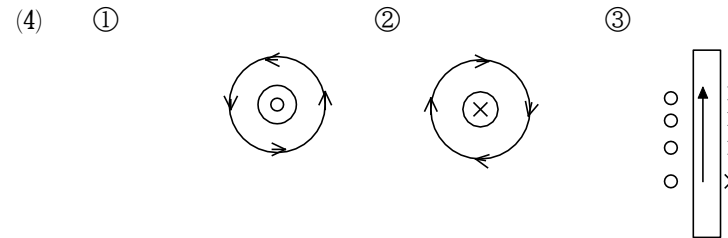
(解説)



(2) ① A：電流の向き B：磁場の向き

② 右ねじの法則

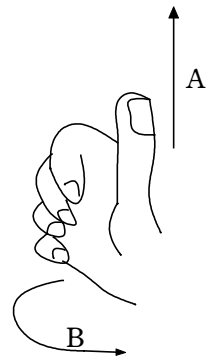
(3)



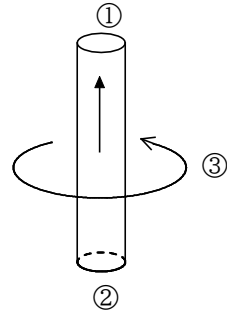
電流と磁場

(2) 直線電流の電流の方向とその周りに発生する磁場の方向は右図のように右手の親指と残りの4本の指との位置関係で示すことができる。以下の問いに答えよ。

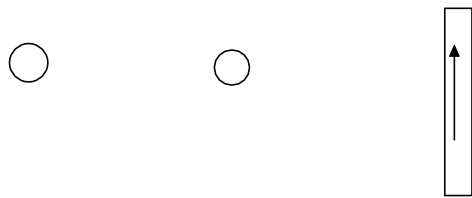
- ① 図中A、Bは電流の向き、磁場の向きそれぞれどちらの方向を示しているか。
- ② この法則をなんというか。
- ③ 下図の黒点①～④を通る磁力線をすべて描け。



(4) 右図は導線内を上向きに電流が流れており、その周りに発生している磁力線を描いたものである。①②③の各方向から見た電流及び磁力線を○、×、矢印を用いて図示せよ。



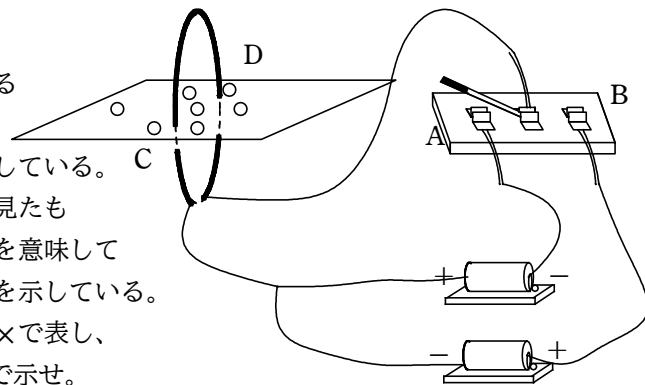
- ①
- ②
- ③



156. 円形電流と磁場

(1) 右図は円形の導線を平面に対して垂直に設置し電池と切り替えスイッチを用いて電流の方向が自由に換えられるような装置である。

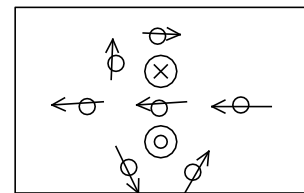
平面上の白丸は方位磁石を示している。下の図はこの平面を真上から見たものであり、大きな白丸は導線を意味しており、小さな白丸は方位磁石を示している。次の場合、電流の方向を○、×で表し、方位磁石のN極の向きを矢印で示せ。



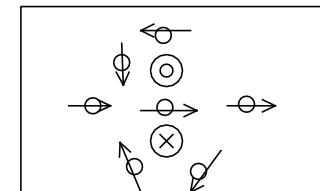
- ① 切り替えスイッチをAにした場合

解説

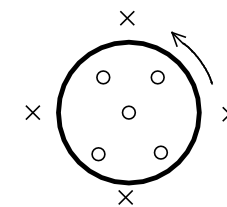
- (1) ①



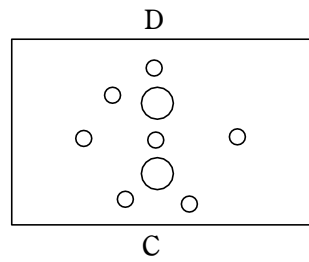
- ②



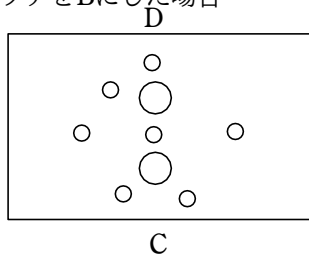
- (2)



- (3) A: コイル内の磁場の向き B: 電流の回転方向

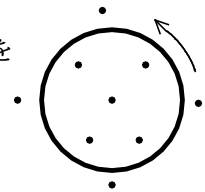


② 切り替えスイッチをBにした場合

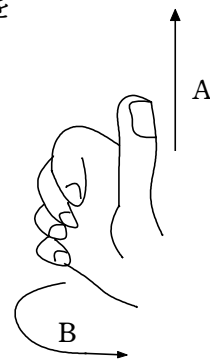


(2)

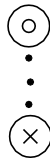
右図の円は導線を意味しており、矢印の方向に電流が流れている。円周辺の黒点の位置の磁力線の向きを矢印、○、×で記入せよ。



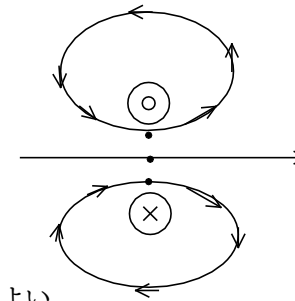
(3) 円形電流周辺の磁場の向きは右ねじの法則で右手の親指を電流の向きにあわせて知ることもできるが、円形電流の電流の回転方向と、コイル内の磁場の方向を右図の親指とそのほかの4本の指で表すこともできる。図中A,Bは電流の向き、コイル内の磁場の向きそれぞれどちらを表しているか。



(4) 右図は(1)と同様に円形電流を真上から見たものである。黒点の位置を通る磁力線を描け



(4)

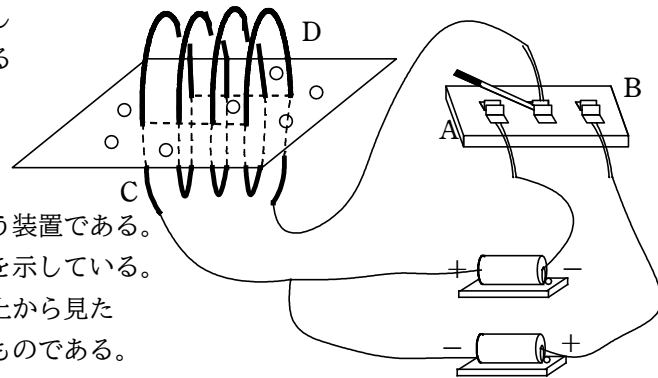


大体の概形が描けていればよい。

電流と磁場

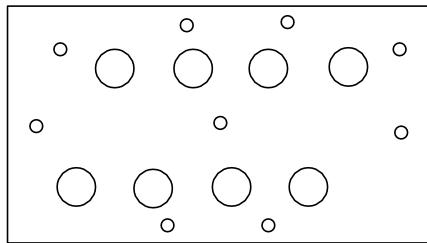
157. コイルと磁場

(1) 右図はコイルを平面に垂直になるように設置し電流の向きを変えられる切り替えスイッチと電池、方位磁石を使って、コイルの周り

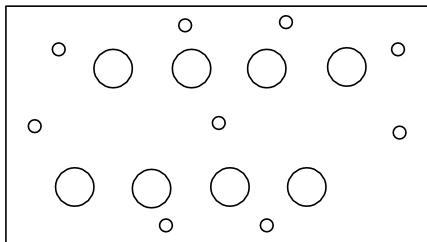


磁場を調べる実験を行う装置である。白丸は方位磁石の位置を示している。下の図はこの平面を真上から見た平面上の断面を示したものである。図中太い丸は導線の断面を意味し、小さい丸は方位磁石を意味している。次の場合電流の向きを○、×で、方位磁石のN極の向く方向を矢印で図示せよ。

① スイッチをAにつないだ場合

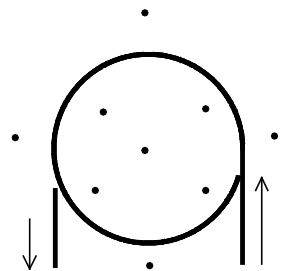


② スイッチをBにつないだ場合

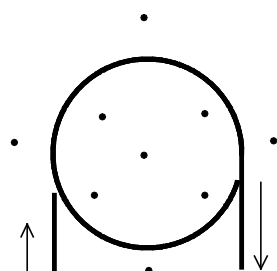


(2) 下の図①②はコイルを横から見たものである。矢印のように電流が流れているとき、黒点の位置の磁力線を○あるいは×で記入せよ。

①

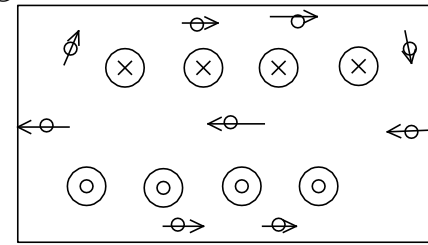


②

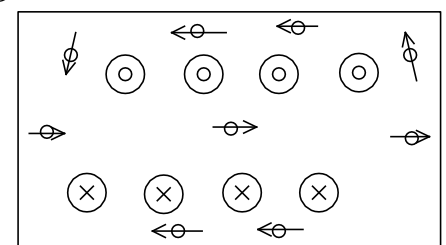


解説

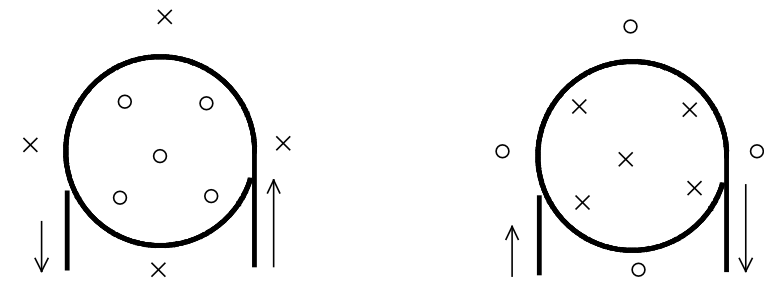
(1) ①



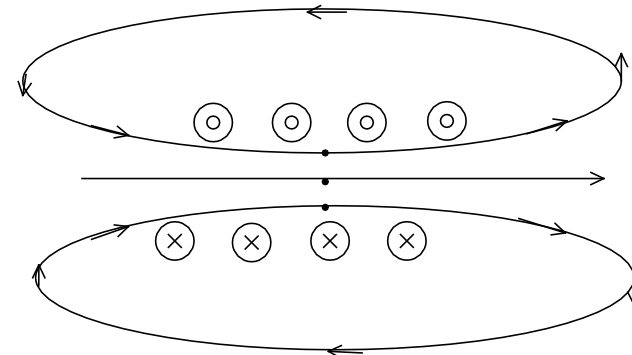
②



(2)



(3)



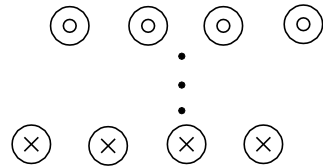
(4) ① 磁力線が出て行く側がN極となるので、BがN極、AはS極となる。

② 鉄心内にNからSの磁力線が左向きに発生する。コイルの磁力線が右向きなので、互いに打ち消しあうので、磁場は弱くなる。鉄心の磁化によって発生する磁場は、コイルの磁場によって引き起こされるものであるから、元の磁場よりは弱い。よって、磁場の向きは右向きである。

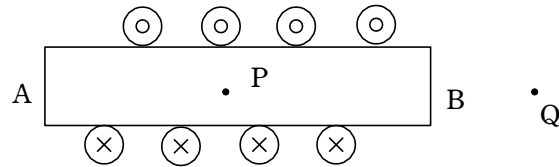
③ 鉄心の外の磁場はコイルによって生じる磁場と磁化された鉄心によって生じた磁場が同じ向きになるので強めあう。よって、磁場は強くなる。向きは元の磁場と同じ向きなので、右向き

電流と磁場

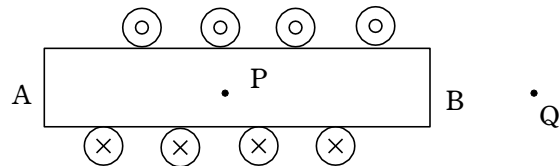
(3) 下図はコイルの断面である。丸の中の○あるいは×は電流の流れる方向を意味している。図の黒丸の位置を通る磁力線を描け



(4) 下図は(3)のコイルの中に鉄心を入れたものである。これについて以下の問いに答えよ。



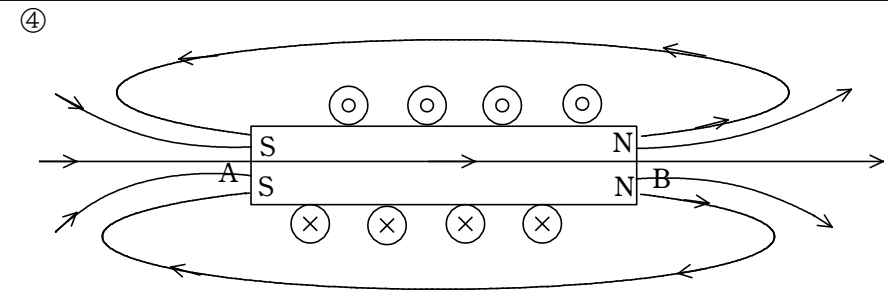
- ① 鉄心は磁化されて磁石になるが、A,BどちらがN極となるか
- ② 図中P点は鉄心の中の点である。この点の磁場の強さは鉄心を入れる前と後では強くなったか弱くなったか。また、磁力線の方向はどちら向きか
- ③ 図中Q点は鉄心の外の点である。この点の磁場の強さは鉄心を入れる前と後では強くなったか弱くなったか。また、磁力線の方向はどちら向きか
- ④ この場合の磁力線の概形を描け。



(5) コイルに電流を流したとき、周りに磁場を発生する。この磁場はコイルを磁石を考えたときの磁場と同じである。このときの磁石のN、S極を右手で表すことができる。親指以外の4本の指を電流の回転方向にあわせたとき、親指の示す方向はN極か、S極か

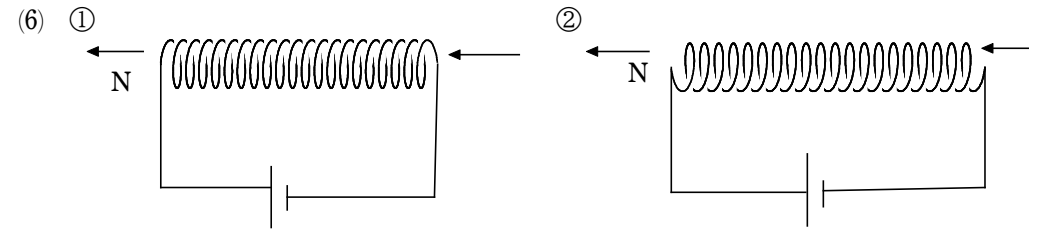


(6) 次の電磁石はどちらがN極となるか

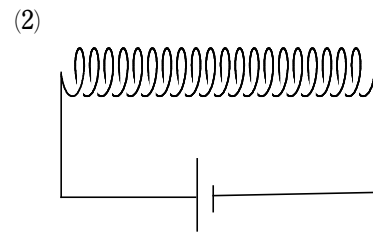
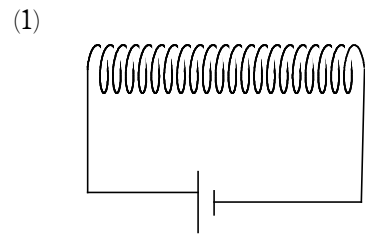


概形が描けていれば良い。鉄心内は磁力線数が少なく、鉄心外は多くなっていないなければならない。

(5) N極

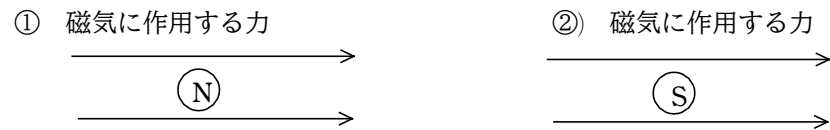


電流と磁場

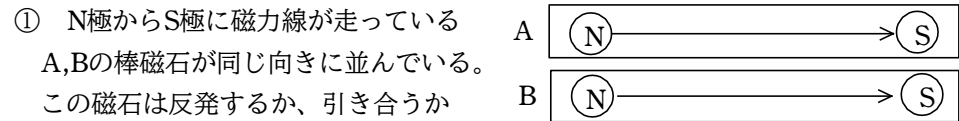


158. 力の方向

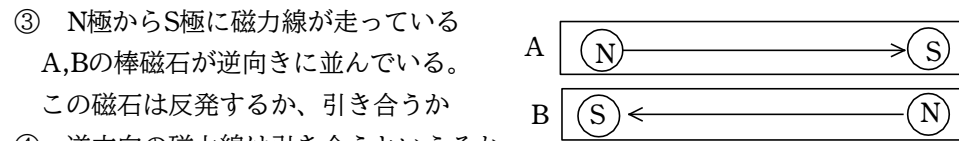
(1) 磁力線の向きはN極に作用する磁力の向きとして決められている。下の図における矢印は磁力線である。N、Sの各磁極に作用する力の方向を図示せよ。



(2) 磁力線はN→Sの向きとなる。磁極は同極どおしは反発し、異なる極どおしには引力が作用することに注目し以下の問いに答えよ。

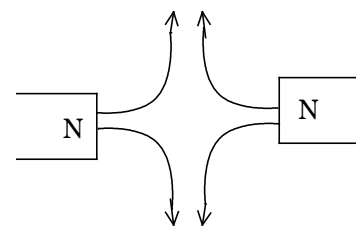
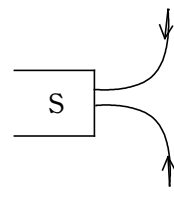
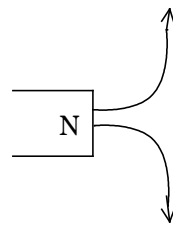


② 同じ方向の磁力線は引き合うといえるか。反発するといえるか



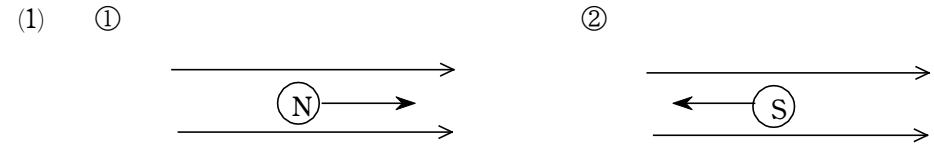
④ 逆方向の磁力線は引き合うといえるか。反発するといえるか

(3) 下の図はN極S極周辺の磁力線を描いたものである。この図について以下の問いに答えよ。



① 右図はN極どおしを近づけた時の両極の磁力線を図示したものである。磁力線に注目してこの磁石どおしが反発することを説明せよ。

解説



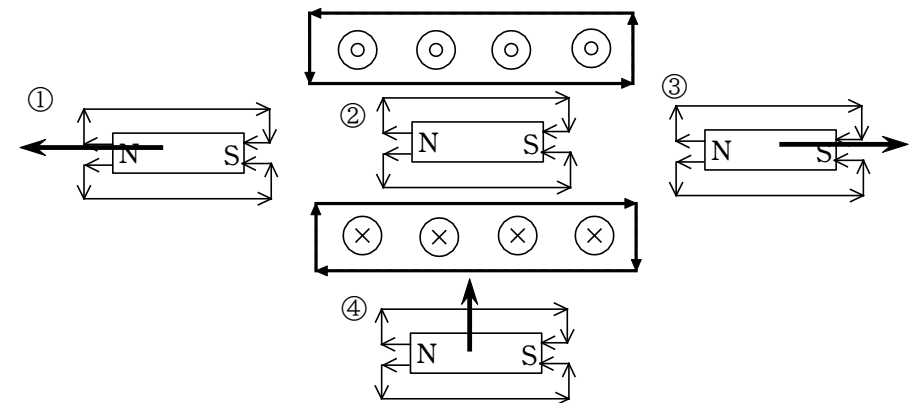
(2) ① 反発 ② 反発 ③ 引き合う ④ 引き合う

(3) ① N極どおしの間にある磁力線が同じ向きなので反発する。

② S極どおしの間にある磁力線が同じ向きなので反発する。

③ N極とS極の間にある磁力線が逆向きなので、引き合う。

(4)



上の図は磁石及びコイル周辺の磁力線を書いたものである。

① N極の磁力線が同じ向きを向いているので反発。磁石は右向きに力を受ける。

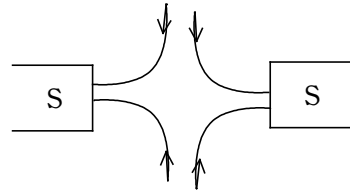
② 磁石の上側下側ともにコイルと同じ向きの磁力線なので、磁石の上下から逆向きに力を受け、打ち消しあうので、力が作用しない。

③ S極の右側の磁力線がコイルと同じなので、コイルから反発する。よって、左向きに力を受ける。

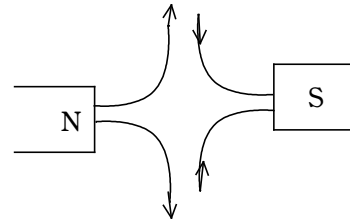
④ 磁石の上側の磁力線とコイルの下側の磁力線が逆向きなので、引き合う。よって、上向きに力を受ける。

電流と磁場

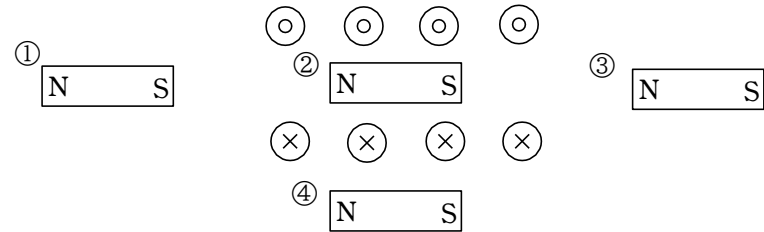
② 右図はN極どおしを近づけた時の両極の磁力線を図示したものである。磁力線に注目してこの磁石どおしが反発することを説明せよ。



③ 右図はN極とS極を近づけたときの両極の磁力線（合成したものではない）を図示したものである。この磁力線の向きに注目して、N極とS極が引き合うことを説明せよ。



(4) 下図の丸はコイルの断面を示している。コイルの周辺に棒磁石AからDを置いた。周りの磁力線の方向に注目しそれぞれの棒磁石がコイルから受ける力の方向を図示せよ。



159. 電流どおしに作用する力

(1) 電流の回りには磁場が生じている。磁場どおしに力が作用するので、電流どおしに力が作用することになる。下の図で示すとおり、紙面に垂直で平行なA,B2本の導線に紙面向こう向きに電流が流れている。これについて以下の問いに答えよ。



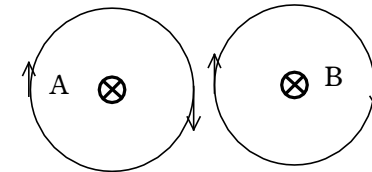
- ① 二本の導線の周りに生じている磁力線を上図に作図せよ。
- ② AB間のAからの磁力線とBからの磁力線は同じ向きか、逆向きか
- ③ ABの導線どおしは反発力を受けるか、引き合う力を受けるか
- ④ 導線A、Bがそれぞれ受ける力を作図せよ。
- ⑤ ④の二本の力の大きさはどのような関係にあるか

(2) 次の二本の導線の間作用する力を作図せよ。



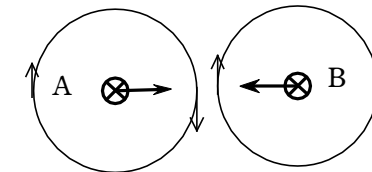
解説

(1) ① 下図の通り



② 逆向き ③ 引き合う

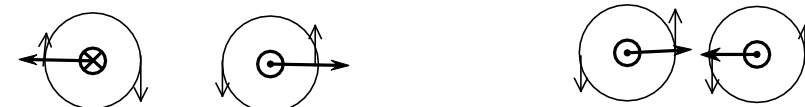
④



⑤ 作用反作用の関係にあるので同一作用線上で逆向き同じ大きさである。よって、等しい大きさ

(2) ①

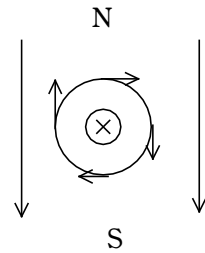
②



電流と磁場

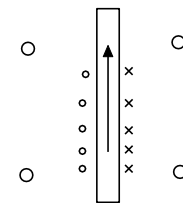
160. 電流が磁場から受ける力

(1) 右図のように上から下向きに一律な磁場が働いている空間内に紙面に垂直に導線を設置し向う向きに電流を流した。これに関して以下の問いに答えよ。



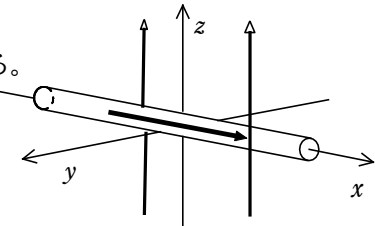
- ① 導線の左側は導線によって生じた磁力線と外部からの磁力線は反発しているか、引き合っているか
- ② 導線の右側は導線によって生じた磁力線と外部からの磁力線は反発しているか、引き合っているか
- ③ 導線自体は外部からの磁場によってどの向きに力を受けるか。その方向を矢印で示せ。

(2) 右図のように紙面手前向きに一律な磁場が作用している空間に導線を通し、上向きに電流を流した。図中大きな丸は、外部磁場の方向を意味し、導線のすぐ近くの小さな○×は導線によって生じた磁場の方向を示している。

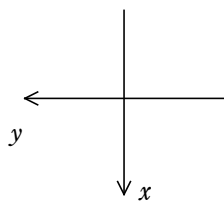


- この図を見て以下の問いに答えよ。
- ① 導線の左側の磁力線は外部磁場と導線によって生じた磁場は同じ方向か逆向きか、この磁力線は互いに反発するか、引き合うか答えよ。
 - ② 導線の右側の磁力線は外部磁場と導線によって生じた磁場は同じ方向か逆向きか、この磁力線は互いに反発するか、引き合うか答えよ。
 - ③ 導線自体は外部からの磁場によってどの向きに力を受けるか。その方向を矢印で示せ。

(3) 右図のような x, y, z を軸とする空間がある。一律な磁場が z 軸正の方向に存在し、導線が x 軸に沿って設置してある。この導線に x 軸正の方向に電流を流した。これについて以下の問いに答えよ。



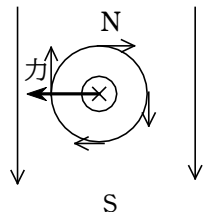
- ① x 軸正の方向から見た導線を流れる電流と磁場の様子を上図(1)(2)のように図示し、力の作用する方向を示せ。



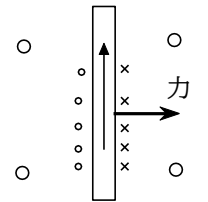
導線の間の磁力線が同じ向きなので反発力 導線の間の磁力線が逆向きなので引力

解説

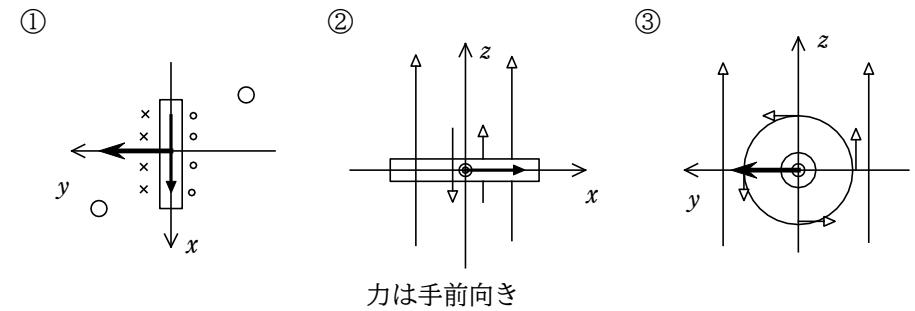
- (1) ① 逆向きで引き合う。 ② 同じ向きなので、反発する。
③ 導線は右側の磁力線から反発され、左側の磁力線に引かれる、左向きに力を受ける。右図



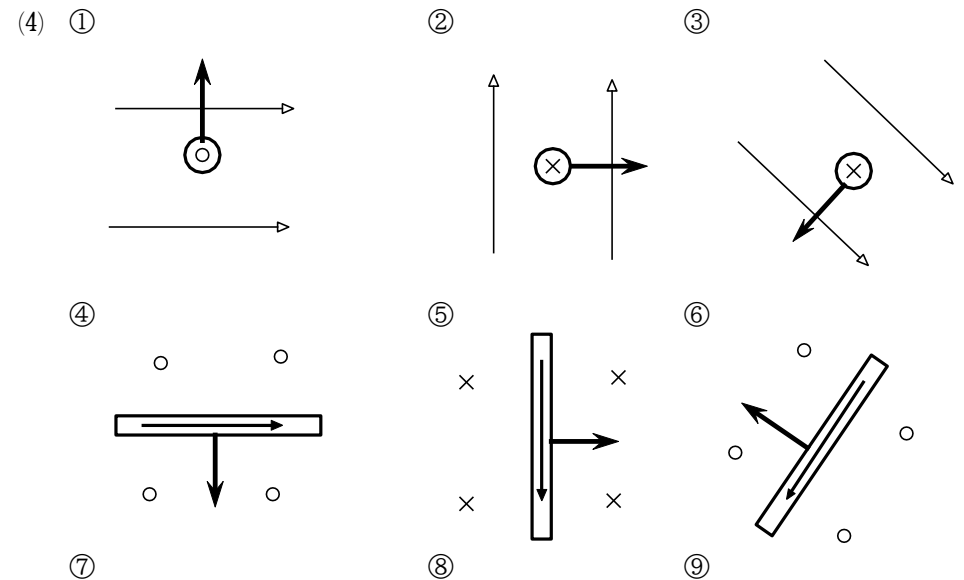
- (2) ① 同じ向きで反発する ② 逆向きで引き合う。
③ 導線は左側の磁力線から反発され、右側の磁力線に引かれる、右向きに力を受ける。右図



(3)

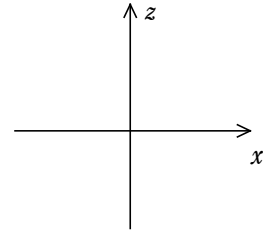


②においては導線の手前側が逆向きで、向こう側が同じ向きなので、力は手前向きとなる。図の描き方は形は変わっても意味が分かるような形であればそれでよい。

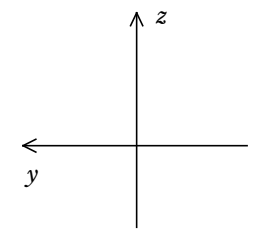


電流と磁場

② y 軸正の方向から見た磁場と電流の様子を図示し、力の作用する方向を示せ。

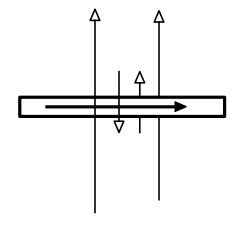


③ x 軸正の方向から見た磁場と電流の様子を図示し、力の作用する方向を示せ。

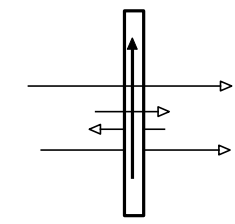


(4) 下の図において長方形は導線であり、導線内の \odot \times 矢印は電流の向きを示しており、空間内の \odot \times 矢印は外部磁場を示している。下の各場合について導線に作用する力の方向を図示せよ。

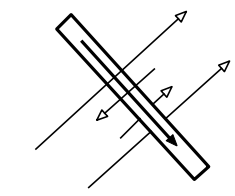
①	②	③
④	⑤	⑥
⑦	⑧	⑨



手前向き



向う向き

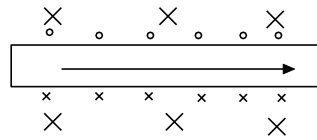


手前向き

電流と磁場

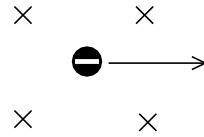
161. 荷電粒子が受ける力

(1) 右図は向う向きの一様な磁場の中に置いた導線に右向きに電流を流したときの様子である。図中大きな×印は外部磁場であり、小さな○×印は電流により生じた磁場である。これに関して以下の問いに答えよ。



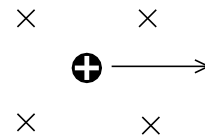
- ① この導線にはどの向きに力が作用しているか
- ② 電流が流れなくなった場合導線に作用している力はどうか
- ③ 電流が流れている状態と流れていない状態では導線の何が異なるか。「自由電子」という用語を用いて簡単に説明せよ。
- ④ 上の図では自由電子はどちら向きに流れているか。
- ⑤ 上の図の導体内の自由電子にはどちら向きに力が作用しているか。

(2) 右図のように向う向きに一様な磁場が作用している空間の中で電子が右向きに移動している。この電子に関して、以下の問いに答えよ。



- ① 負電荷の電子が移動していることは電流が流れていることを意味しているが、電子が右向きに移動しているということは電流がどの方向に流れているのと同じことか
- ② 電子の周りに生じている磁力線を○×で記入せよ。
- ③ この自由電子はどの方向に力を受けるか。作図で示せ。

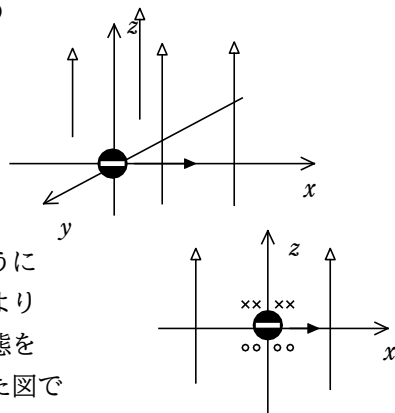
(3) 右図のように向う向きに一様な磁場が作用している空間の中で陽子（水素イオン）が右向きに移動している。この陽子に関して、以下の問いに答えよ。



- ① 正電荷の陽子が移動していることは電流が流れていることを意味しているが、陽子が右向きに移動しているということは電流がどの方向に流れているのと同じことか
- ② 陽子の周りに生じている磁力線を○×で記入せよ。
- ③ この陽子はどの方向に力を受けるか。作図で示せ。

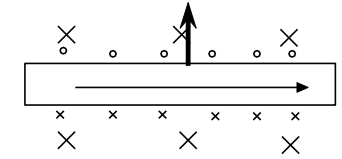
(4) xyz 空間の原点に電子がある。この空間の z 軸正の方向に一様な磁場があり、原点の自由電子が x 軸正の方向に移動している。

y 軸正の方向からこの電子を見ると右下の図のように外部からの磁力線と電子の動きにより生じた磁力線は互いに直角になり電子には力が作用していないように見えるが、図の手前と向こう側の磁力線により電子に力が作用しているのである。この状態を分かりやすくするためには違う方向から見た図で考えると良い。



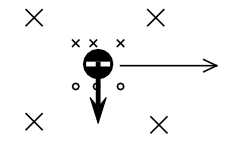
解説

- (1) ① 右図の通り上向きの力
 ② 力は作用しない。
 ③ 「電流が流れている場合自由電子が動いている。」

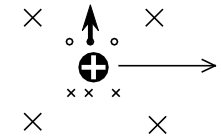


- ④ 電子は負電荷なので電流の流れと逆向きである。よって、左向き
 ⑤ 自由電子に作用する力が導体に作用する力になる。よって、上向き。

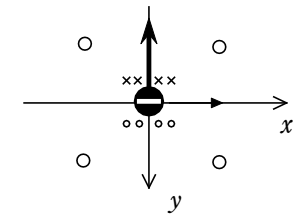
- (2) ① 左向き
 ② 右図の小さい○×
 ③ 磁力線が逆向きになっているほうに力を受ける。図のように下向きである。



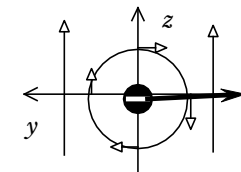
- (3) ① 右向き
 ② 右図の小さい○×
 ③ 磁力線が逆向きになっているほうに力を受ける。図のように上向きである。



- (4) ① 太い矢印が力の方向で小さい○×が電子の動きで生じる磁場である。大きな丸は外部磁場である。

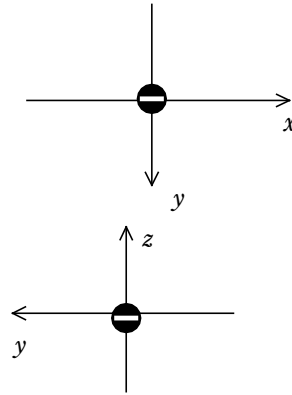


- ② 上向きの磁場は外部磁場である。太線の矢印は力である。円形の矢印は電子が動くことにより生じた磁場である。



電流と磁場

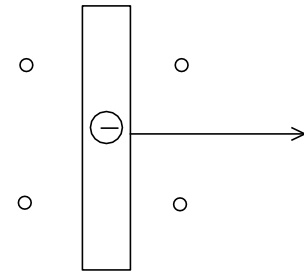
- ① z軸正の方向から見た自由電子の速度と外部磁場、電子の移動によって生じた磁場及び力を○×矢印で図示せよ。



- ② x軸正の方向から見た外部磁場、電子の移動によって生じた磁場及び力を○×矢印で図示せよ。

162. 電磁誘導の原理

- (1) 紙面手前向きに一様な磁場が働いている空間上で金属棒を右方向に等速で動かした様子を示したのが右図である。この図を見て以下の問いに答えよ。
・次の説明文の()に「右」「左」「上」「下」のいずれかの語を入れよ。

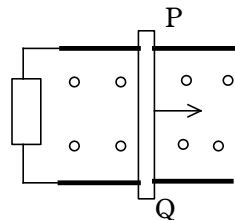


金属棒を右に動かしたとき、その中にある自由電子も(①)方向に動くことになる。電子は負電荷なので、電流が(②)方向に流れたのと同じである。

そのために、自由電子の周りに、右ねじの法則により磁場が発生する。この磁場により自由電子は(③)向きの力を受けることになる。自由電子は一齐に(③)向きに移動するので、金属棒の(④)端に自由電子が集まり、その逆に(⑤)端が自由電子不足で正電荷に帯電する。その結果金属棒の(④)端は負極、(⑤)端は正極の電気を持つことになり、金属棒に電圧が生じることになる。

金属棒の上下に電圧が生じて、電場が(⑥)向きに生じるので、自由電子は(⑦)向きの静電気力を受け、自由電子が(⑧)向きに流れるのが止まる。

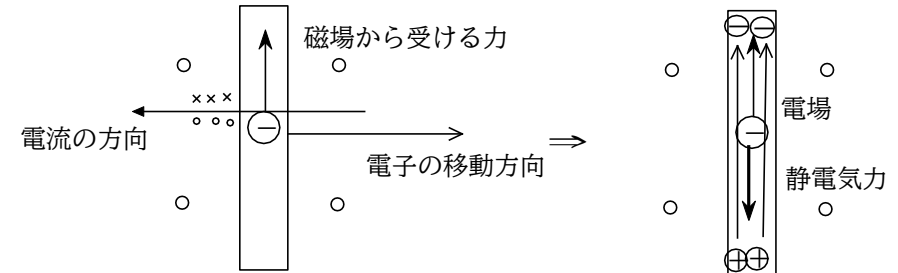
- (2) (1)の金属棒を紙面上向きの磁場が通った二本のレール上で同じように動かした。金属棒の上端をP、下端をQとする。以下の問いに答えよ。



- ① PとQはどちらが正極となるか。(1)を参考として答えよ。
② PとQはどちらの電位が高いか。
③ 金属棒PQ間で電圧が生じているので、金属棒PQは電池と同じ役割をしている。電池記号 —|— を図に記入せよ。
④ PQ間を電流はどちら向きに流れるか。P→Q、Q→Pで答えよ。
⑤ 抵抗を流れる電流は上向きか下向きか

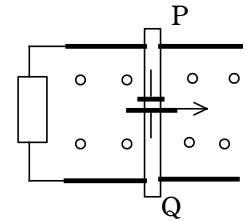
解説

- (1) ① 右 ② 左 ③ 上 ④ 上 ⑤ 下 ⑥ 上 ⑦ 下 ⑧ 上



- (2) ① (1)と同じでQが正極 ② 正極の方が電位が高い Q
③ 右図の通り
④ P→Q

電位の高いQ→Pと考えがちであるが、電池を描いてみればP→Qであることが分かる。この点は良く間違えるので、発電部分に電池マークをつけて考える習慣をつけておくと良い。



- ⑤ Qから出た電流は抵抗を下から上向きに流れる。

電流と磁場

163. 電流が流れる方向の判定

(1) 紙面向こう向きに一樣な磁場がある空間に

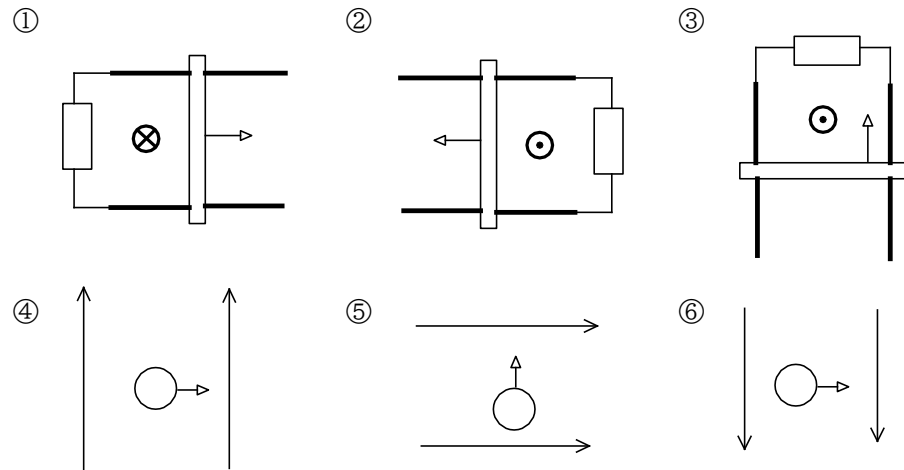
二本のレールを敷きそのレール間を抵抗を介して導線でつないだ。レールの上に金属棒を乗せて力 f を加えて右向きに一定の速さで動かした。

これに関して以下の問いに答えよ。

- ① 金属棒内の電子は上下どちら向きに動くか
- ② PQ間を流れる電流の向きを答えよ。
- ③ PQ間を流れる電流が導線の回りに作る磁場を○×で描け
- ④ この金属棒はどの方向に力を受けるか。また、その力の大きさはいくらか f を用いて表わせ。
- ⑤ ③④から考えて、電流の流れる方向を判断する次の文章の()に適語を入れよ。

磁場中で導線を動かした場合、その動きを妨げる方向に電流が流れる。導線が近づく側の磁力線は外部の磁力線と(a)方向の磁場を作り、遠ざかる側の磁力線は外部の磁力線と(b)向きの磁力線をつくり、導線が動くのを邪魔する。

(2) 下の①~⑥の各場合について動きを妨げる方向に磁力線を書き込み、電流の流れる方向を図示せよ。



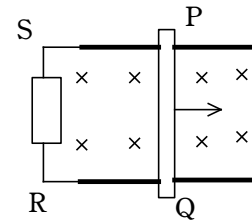
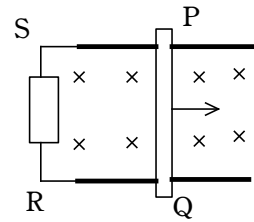
④~⑥の○は導線の断面である。

(3) (1)と同じ装置について以下の問いに答えよ。

・ 金属棒PQを右向きに動かした時

- ① (1)の方法によりPQ間を流れる電流と、導線によって生じた磁力線を右図に描け
- ② 電流はP,Q,R,Sを順次流れていくが、その経路をPを出発してからPに戻るまでの順番で答えよ。
P→ → → →P

③ ②の回路内を貫く磁力線の数PQが右に移動するにつれ増加するか減少するか



解説

(1) ① 導線が右向きに動くとき電流が左向きに流れたことになり、その回りに図中の小さな○×の

様な磁場が作られる。下側が外部磁場と逆向きになっているので、電子は下向きに力を受けて移動する。よって、下向き

② 電流は電子の動きと逆なので、上向きに流れる。

③ 右図の小さい○×

④ 導線の左側が磁力線が逆向きになっているので左向きの力。この導線が等速で動いているので力はつりあっていないなければならない。よって、 f

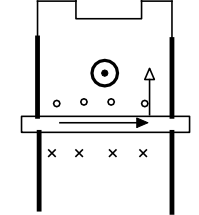
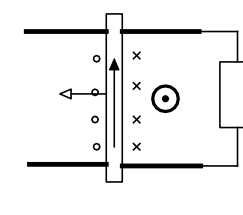
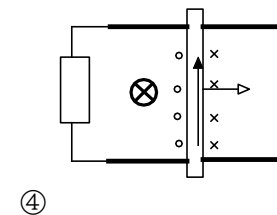
⑤ 右図のように導線が近づく側(導線の右側)は同じ向きの磁力線が生じており、遠ざかる側(導線の左側)は逆向きの磁力線が生じている。

この磁力線は動く方向と逆方向に力を加えることになり、導線の動きを妨げることになる。よって、a=同じ b=逆

(2) ①

②

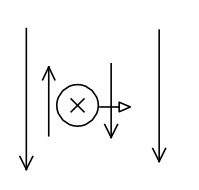
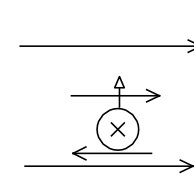
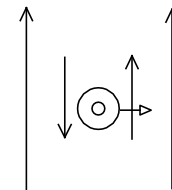
③



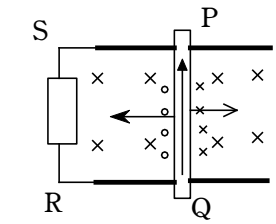
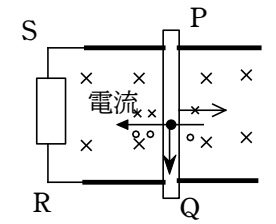
④

⑤

⑥



導線が近づく側に同じ向きの磁力線を作り、遠ざかる側に逆向きの磁力線ができるように電流を流す。



電流と磁場

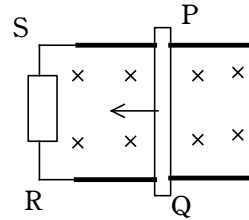
④ 金属棒PQが②の回路内に作る磁力線の向きは、回路内の磁力線を増やす方向（同じ向き）に生じているか、打ち消す方向（逆向き）に生じているか。

・ 金属棒PQを左向きに動かした時

⑤ (1)の方法によりPQ間を流れる電流と、導線によって生じた磁力線を右図に描け

⑥ 電流はP,Q,R,Sを順次流れていくが、その経路をPを出発してからPに戻るまでの順番で答えよ。

P → → → → P



⑦ ⑥の回路内を貫く磁力線の本数はPQが右に移動するにつれ増加するか減少するか

⑧ 金属棒PQが②の回路内に作る磁力線の向きは、回路内の磁力線を増やす方向（同じ向き）に生じているか、打ち消す方向（逆向き）に生じているか。

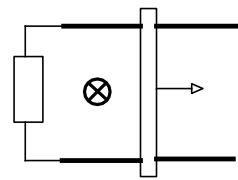
・ レンズの法則

⑨ ③④⑦⑧をまとめた下の文章の () 内に適語を入れよ。

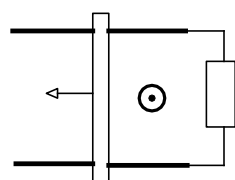
回路内の磁力線が増加すると (a) 方向に磁力線を作り、回路内の磁力線が減少すると、(b) 方向に磁力線を作るように電流が流れる。つまり、「回路内の磁力線数の変化を打ち消す方向に磁力線を作るように電流が流れる。」といえる。

(4) (3)の方法を用いて下の各場合に電流の流れる方向を図示せよ。

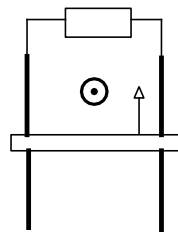
①



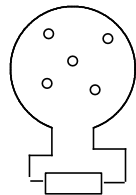
②



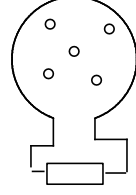
③



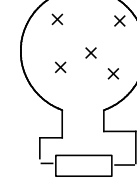
④ コイル内の磁場が増加



⑤ コイル内の磁場が減少



⑥ コイル内の磁場が増加



(5) 磁石を遠ざけたり近づけたりすることにより、コイル内の磁力線の本数が変化する。それを利用して電流の流れる方向を答えよ。

(3) ① 金属棒の動きを妨げる方向に磁場が発生するので、PQの右側に外部磁場と同じ向きの磁場が発生し左側に逆向きの磁場が発生する。

電流はQ→Pの向きとなる。

答えは右図の通り

② P→S→R→Q→P

③ 右図のようにPQの位置に金属棒があるときは回路PQRS内には磁力線が図の場合4本ある。

金属棒がP'Q'の位置になったとき、回路P'Q'RS内には磁力線が6本になっており、回路内の磁力線数は増加している。

④ 回路PQRS内に発生している磁力線はPQの左側であり、手前向き（○印）となっている。

よって、打ち消す方向である。

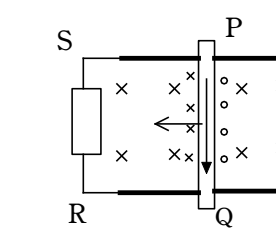
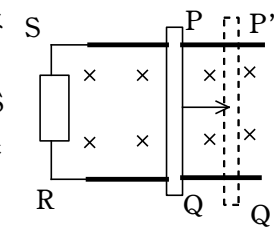
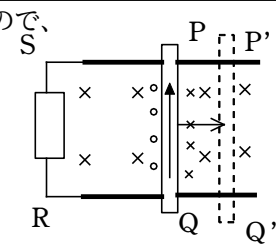
⑤ ①と同様にして、右図の通り

⑥ P→Q→R→S→P

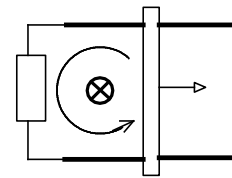
⑦ ③と同様にして、減少している。

⑧ ④と同様にして、打ち消す方向

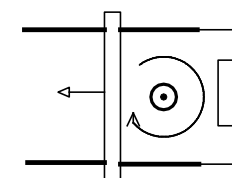
⑨ a=逆 b=同じ



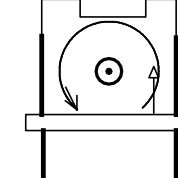
(4) ①



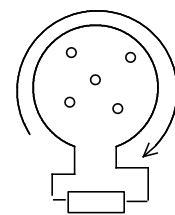
②



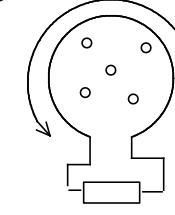
③



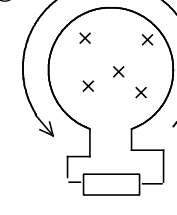
④



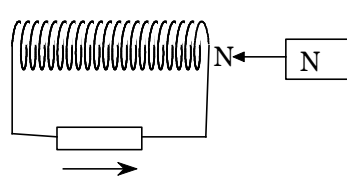
⑤



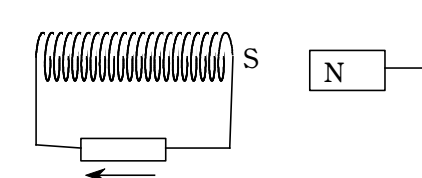
⑥



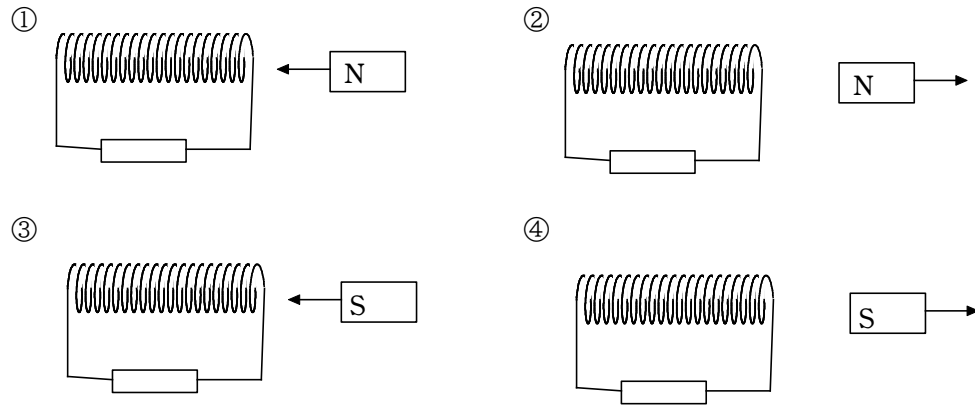
①



②

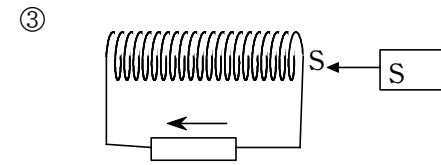


電流と磁場

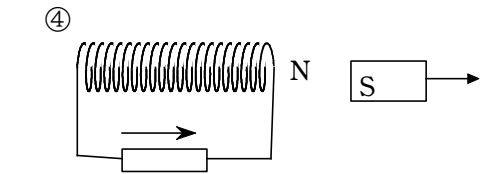


N極が近づくとコイル内に左向きの磁力線が増加する。→減らす方向に発電

N極が遠ざかるとコイル内の左向きの磁力線が減少する→補う方向に発電



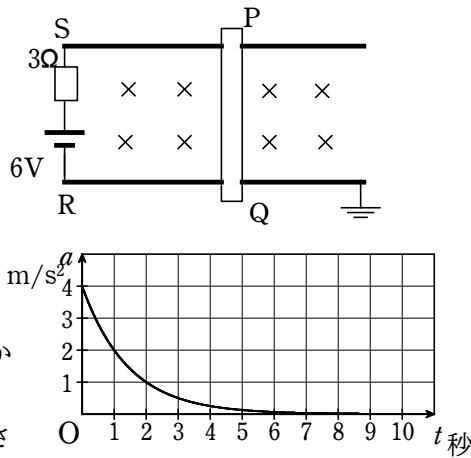
S極が近づくとコイル内に右向きの磁力線が増加する。→減らす方向に発電



S極が遠ざかるとコイル内の右向きの磁力線が減少する→補う方向に発電

164. 電磁誘導応用

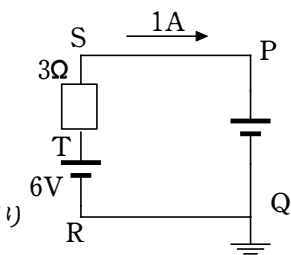
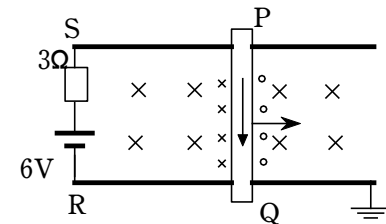
(1) 紙面向下きに一樣な磁場がある平面に電気抵抗、摩擦のない平行な2本のレールを敷き、レール間に 3Ω の抵抗と $6V$ の電圧をかけた。このレール上に質量 $1kg$ の金属棒(電気抵抗 0)を静かにおいたところ、この金属棒は動き始めた。動き始めてからの加速度の大きさを表わしたのが右のグラフである。これを見て以下の問いに答えよ。



- ・ 動き始めた瞬間について
- ① この金属棒はどちら向きに動き始めるか
- ② 加速度の大きさはいくらか
- ③ この金属棒が磁場から受ける力の大きさはいくらか
- ④ PQを流れている電流はいくらか
- ⑤ アース位置に注目してP,Q,R,S各位置の電位を答えよ。
- ・ 動き始めてから1秒後
- ⑥ この金属棒が磁場から受ける力の大きさはいくらか
- ⑦ PQ間を流れる電流はこの1秒間に増加したか、減少したか、あるいは変化していないか。答えよ。
- ⑧ 金属棒が磁場から受ける力の大きさは電流に比例する。このことを利用してPQを流れている電流を求めよ。
- ⑨ PQ間を流れる電流が変化しているのはPQ間に誘導起電力が生じているためである。誘導起電力はPQどちらが正極になっているか。
- ⑩ PQ間の誘導起電力はいくらか
- ・ 充分時間がたった後

解説

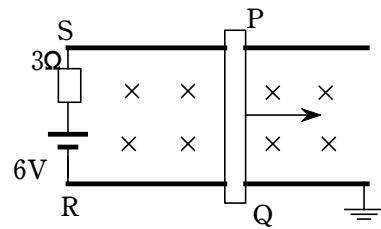
- (1) ① 右図の通り右向きに動く
- ② グラフより $4m/s^2$
- ③ 運動方程式 $F=ma$ より
 $F=1 \times 4 = 4N$
- ④ オームの法則 $V=RI$ より
 $6=3 \times I \quad I=2A$
- ⑤ アース位置に注目してP,Q,R,S各位置の電位を答えよ。
アース直結なので、 $R=Q=0V$ PQ間に抵抗がないので $P=S=0$
- ⑥ グラフより加速度の大きさが $2m/s^2$ 。よって力の大きさは $2N$
- ⑦ 電流が磁場から受ける力の大きさが小さくなっているため、電流は減少した。
- ⑧ 力の大きさが動き始めた時に比べて $\frac{1}{2}$ になっているので、電流も $\frac{1}{2}$ になるので、
 $2A \times \frac{1}{2} = 1A$
- ⑨ 誘導起電力は逆方向に磁場を発生させるので、電流が流れるのを邪魔する。よって、Pが正極
- ⑩ 発電部分に電池マークをつけて回路図を描くと右図のようになる。
各位置の電位は $Q=R=0V$
電池があるので、 $T=6V$
 $T \rightarrow S$ は 3Ω で $1A$ 流れているので $3V$ 電位が下がり
 $S=6V - 3V = 3V$
となるので、 $P=3V$
よって、PQ間の誘導起電力は $3V$
- ⑪ グラフを見て分かるとおり加速度が 0 になっていくので、速度は一定となる。



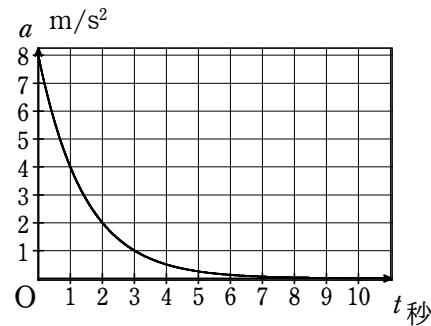
電流と磁場

- ① この金属棒の速度は次第にどうなっていくか
- ② 金属棒が磁場から受ける力の大きさはいくらになるか
- ③ このとき、PQ間を流れる電流はいくらになるか
- ④ このときのPQ間の誘導起電力はいくらか

(2) (1)と同じ装置で金属棒PQに一定の力を加えた時の加速度を表わしたのが下のグラフである。これを見て以下の問いに答えよ。



・ 動き始めた瞬間
 ① 金属棒PQが磁場から受ける力の大きさは(1)と同じである。加速度が(1)では 4m/s^2 だったのが、力を加えると 8m/s^2 となった。加えた力の大きさはいくらか。

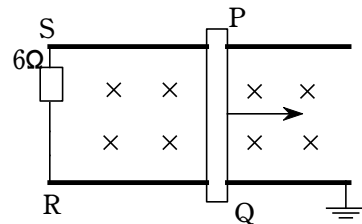


② このとき電流はP→Q、Q→Pのどちら向きに流れているか
 ・ しばらくするとPQ間を流れる電流が0になった。

③ 金属棒PQが磁場から受ける力の大きさはいくらか
 ④ この瞬間の加速度の大きさはいくらか。
 ⑤ 電流が0になっているのは何秒後か

・ 十分に時間が立つと金属棒が一定の速度になった。
 ⑥ 電流が磁場から受ける力の向きと大きさを答えよ。
 ⑦ 電流はP→Q、Q→Pのどちら向きに流れているか。
 ⑧ このときの電流はいくらか
 ⑨ このときの誘導起電力はいくらか

(3) 紙面向下きに一様な磁場がある平面に電気抵抗、摩擦のない平行な2本のレールを敷き、レール間に 6Ω の抵抗を取り付けた。このレール上に質量 1kg の金属棒



(電気抵抗0)をおき、右向きに 12N の一定の力を加えたところ。金属棒は 2m/s の一定の速度で動いた。このとき、外部から加えた仕事は電磁誘導によりすべて電気エネルギーに変わるものとして、以下の問いに答えよ。

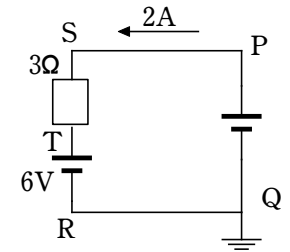
- ① 電流の流れる向きはP→Q、Q→Pのどちらか
- ② 金属棒PQはどちらが正極となるか
- ③ 金属棒を流れる電流が磁場から受ける力の大きさと方向を答えよ。
- ④ 金属棒PQに加えた外力の仕事率(1秒間の仕事)はいくらか

- ⑫ 速度が一定だから力は0
- ⑬ 力が0なので、電流=0
- ⑭ 電流が0なので、誘導起電力は電池と同じ6V
(電圧が同じだから電流が流れないと考える。)

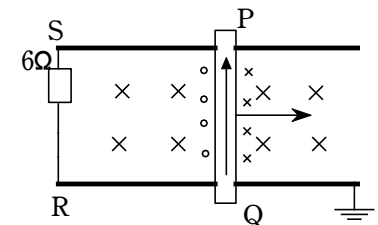
(2) ① 電流が磁場から受ける力は右向きに 4N である。質量 1kg の金属棒に 8m/s^2 の加速度を生じさせる力の大きさは 8N である。よって、外部から加えた力の大きさは 4N

- ② (1)と同じくP→Q
- ③ 電流が0なので、磁場からは力を受けない。 よって 0N
- ④ 外部から加えた力のみなので 4N の力で 1kg の金属棒を加速することになる。よって、運動方程式 $F=ma$ より、 $a=4\text{m/s}^2$
- ⑤ 加速度が 4m/s^2 となっているのは1秒後。よって、1秒後に電流が0となる。
- ⑥ 電流が磁場から受ける力の大きさが外部からの力 4N とつりあっているから、速度が一定となっている。よって、左向き 4N の力
- ⑦ 動き始めた直後と力の向きが逆になっているので、電流の向きも逆になる。よって、Q→Pの向き

- ⑧ 電流が磁場から受ける力の大きさが動き始めた瞬間と同じであるので、流れる電流も動き始めた瞬間と同じである。よって、 2A
- ⑨ PQ間の誘導起電力に電池マークをつけ回路図を描くと右図のようになる。電位を調べると、 $Q=R=0\text{V}$ $T=6\text{V}$
ST間はSからTに 2A 流れているので $2\text{A} \times 3\Omega = 6\text{V}$ だけSの方が電位が高い。よって、Sの電位は $6+6=12\text{V}$ となる。PQ間の誘導起電力は 12V



- (3) ① 図よりQ→P
- ② Pが正極(電池マークをつけて考える)
- ③ 金属棒の速度が一定なので、磁場から受ける力は外力とつりあっていなければならない。よって、左向き 12N
- ④ 速さが 2m/s なので、1秒間の移動距離は 2m 。よって1秒間の仕事は $12\text{N} \times 2\text{m} = 24\text{J}$ よって、 24W



- ⑤ 力の方向が逆なので、仕事率の符号が逆になる。 -24W
- ⑥ 24W の外力がした仕事そのまま電気エネルギーとなるよって、毎秒 24J
- ⑦ この電気エネルギーが抵抗での発熱になる。毎秒 24J
- ⑧ 電力の式 $P=I^2R$ より、 $24=I^2 \times 6$ これより $I=2\text{A}$
- ⑨ オームの法則 $V=RI$ より、 $V=6 \times 2=12\text{V}$
- ⑩ 12V

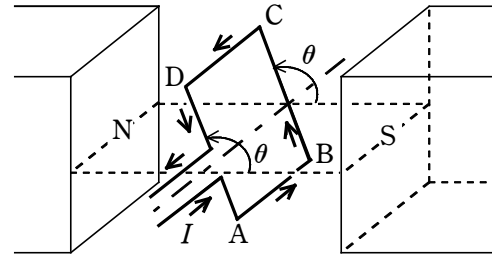
電流と磁場

- ⑤ 電流が磁場から受ける力がした仕事率はいくらか
- ⑥ 電磁誘導によって生じた電気エネルギーは毎秒いくらか
- ⑦ 2Ω の抵抗での発熱量は毎秒いくらか
- ⑧ 2Ω の抵抗を流れる電流はいくらか
- ⑨ 2Ω の抵抗にかかる電圧はいくらか
- ⑩ 金属棒に生じる誘導起電力の大きさはいくらか

165. 交流発電機

(1) 右図のような交流発電機がある。

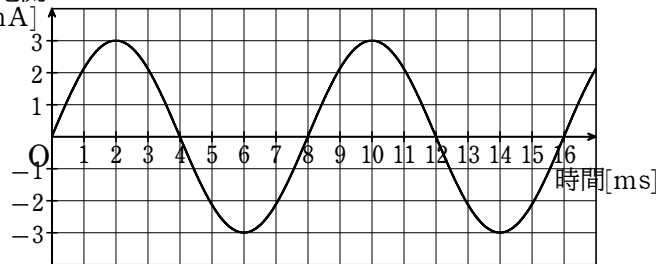
この発電機を手前側から見た図が下の図である。、コイルは手前から見て左周り（反時計周り）に、回っているものとする。コイルの角度はS極側から測定し図では θ である。コイルを流れている電流はA→B→C→D方向を正とし、電流の大きさをIとする。



右のグラフは各時刻[ms] (ミリ秒=10⁻³秒)

にこの発電機で流れた電流を示したものである。

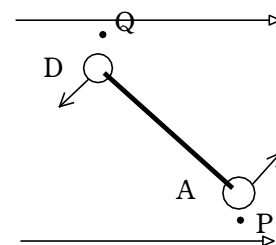
これについて以下の問いに答えよ。



- ① この発電機が1回転する時間は何秒か
- ② この発電機で発電できる最大電流はいくらか
- ③ 最大の誘導起電力（大きさ）がかかっているのは何秒後か。10秒未満の時刻で答えよ。

・ 右図はこのコイルを正面から見た様子を示している。

A、Dは導線の断面を示しており、矢印の方向に回転している。白矢印は磁力線である。



④ 導線Aは下の磁力線から離れる方向に動いている。誘導起電力は離れるのを邪魔する方向に磁力線を生じさせる。導線Aが点Pに生じさせる磁力線の方向を図示せよ。

⑤ 点Qに導線Dが生じさせる磁力線の方向を図示せよ。

⑥ 導線A,Dに流れる電流を○、×で記入せよ。

⑦ 電流Iの符号を答えよ。

解説

(1) ① 交流の周期が8秒なので、回転周期は8秒

② 3mA ③ 2ms, 6ms後

④ 導線Aは磁力線から離れようとしているので、点Pには逆向きの磁力線が生じている。

右図の通り

⑤ ④と同じで、右図の通り

⑥ ④⑤のように磁力線が生じるように電流が流れる。右図の通り

⑦ AからBに流れる方向が正である。よって、正

⑧ Cの瞬間、導線は磁力線と平行に動くことになる。磁力線から遠ざかることもなければ近づくこともないので、電流は流れない。

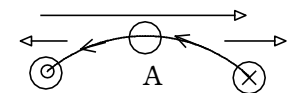
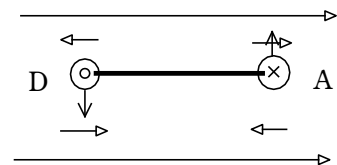
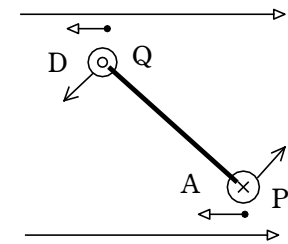
⑨ 最も速く磁力線に近づいたり、遠ざかっているのはaである。よって、最大電流が流れているのはa。

⑩ bは右図のように電流が正で最大電流となるので、2ms後である。

a→b→c→dと回転しているので、
a=0ms b=2ms c=4ms d=6ms

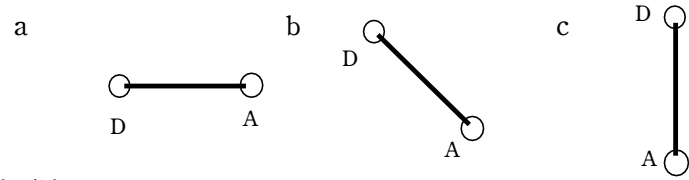
⑪ bになる前は導線Aは上の磁力線に近づきbを通過後は遠ざかる。

近づく時と遠ざかる時の磁力線を描くことにより正から負に変わる瞬間であることが分かる。



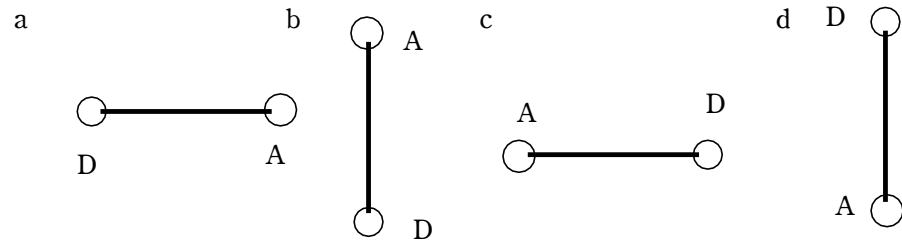
電流と磁場

・ 下図a~cはコイルの回転しているある瞬間を示したものである。



- ⑧ 電流が流れていないのはどれか
- ⑨ 最大の電流が流れているのはどれか

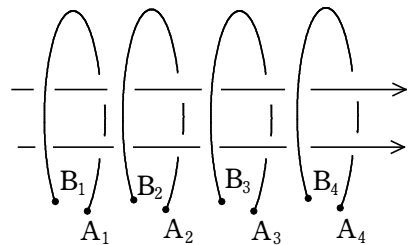
・ グラフの時刻とコイルの位置a,b,c,dについて



- ⑩ a,b,c,dの各状態にある時刻は何msか。8ms以内の時刻で答えよ。
- ⑪ bの前後で電流は正→負と変わるのか、負→正と変わるのか答えよ。

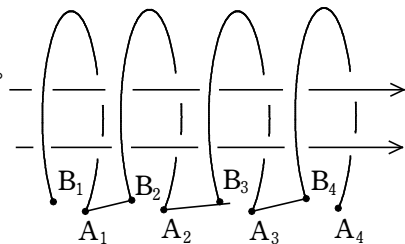
166. コイルによる電磁誘導

(1) 4つのコイル A_1B_1 、 A_2B_2 、 A_3B_3 、 A_4B_4 を右図のように並べ、コイル内に一樣な磁場を加えて、一樣に変化させたところコイル A_1B_1 には $V[V]$ の誘導起電力が生じた。各コイル内の磁力線数は常に同じであるとして以下の問いに答えよ。



- ① コイル A_2B_2 、 A_3B_3 、 A_4B_4 の誘導起電力はそれぞれいくらか。

・ 各コイルを右図のようにつなぎ、最初と同じように磁場の強さを変化させた。



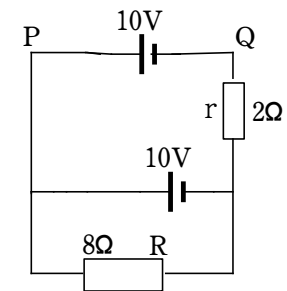
- ② A_4B_4 間の誘導起電力はいくらになるか。
- ③ コイルの巻き数と誘導起電力との関係を示す下の文章を完成せよ。

コイル一巻きあたりの誘導起電力は、コイル内の磁場が同じであれば、(a)である。そのためにコイルの巻き数が2倍になれば、誘導起電力は (b) 倍になり、巻き数と誘導起電力は (c) する。

(2) あるコイルに10Vの電池、 2Ω の抵抗 r

解説

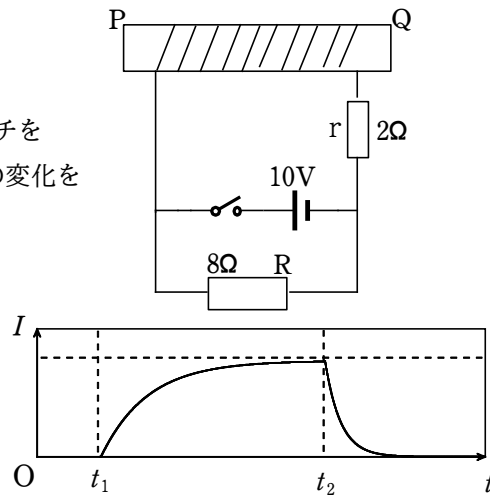
- (1) ① すべて $V[V]$
- ② 各コイルの誘導起電力の和になるので、 $4V[V]$
- ③ $a=$ 同じ $b=2$ $c=$ 比例
- (2) ① 0 ② 0
- ③ 電流がPからQに流れるので、磁力線はQからPの方向に増加する。
- ④ 電流が0になるように、コイルを電池で置き換えると右図のようになる。
(発電部分を電池マークで置き換える)
Pが正極になるのでPの電位が高い
- ⑤ 電流が0になるにはPQ間は電池と同じ電圧でなければならない。よって、10V
- ⑥ 電流が一定なので、磁力線数は変わらない。
よって、一定
- ⑦ 磁力線数が変化していないので、誘導起電力は生じていない。0V



電流と磁場

8Ωの抵抗R、スイッチを右図のように接続し、スイッチを入れたり切ったりしたときの電流変化を調べた。

時刻 t_1 にスイッチを入れ、時刻 t_2 にスイッチを切った。このときのコイルを流れる電流の変化を表わしたのが下のグラフである。



これに関して以下の問いに答えよ。

・スイッチを入れた直後について

- ① コイル内の磁場はいくらか
- ② コイルを流れる電流はいくらか
- ③ コイル内の磁力線はスイッチを入れるとどの方向に増加するか
- ④ PとQの電位はどちらが高いか
- ⑤ コイルが発生する誘導起電力の大きさを求めよ。

・スイッチを入れてから十分に時間がたった時（スイッチを切る前）。

- ⑥ コイル内の磁力線数はどうなっているか。一定か、増加か、減少かで答えよ。
- ⑦ コイルの誘導起電力はいくらか
- ⑧ このときコイルを流れている電流はいくらか

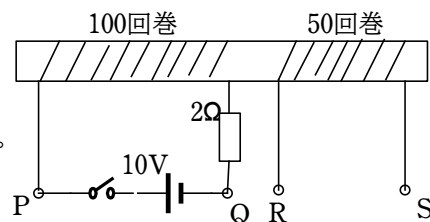
・スイッチを切った直後

- ⑨ コイルを流れている電流はいくらか
- ⑩ コイル内の磁力線数はどうなるか。一定か、増加か、減少かで答えよ。
- ⑪ PとQの電位はどちらが高いか
- ⑫ コイルの誘導起電力の大きさはいくらか

・スイッチを切ってから充分時間がたった時

- ⑬ コイルを流れる電流はどうなるか
- ⑭ コイルの誘導起電力はいくらか

(3) 鉄心に100回巻の一次コイルと50回巻の二次コイルを巻きつけ、一次コイルには10Vの電池と、2Ωの抵抗、それにスイッチを取り付けた。二次コイルは最初は何も取り付けない状態にしておいた。



磁力線は常に鉄心内で一様であり、側面から外部に漏れないものとする。

これに関して以下の問いに答えよ。

・スイッチを入れた瞬間について

- ① 一次コイル内の磁場の強さはいくらか
- ② 一次コイルを流れている電流はいくらか
- ③ 一次コイルに生じている誘導起電力はいくらか。また、コイルのどちら側の電位が高いか。

⑧ コイルの誘導起電力が0なので、右のような

回路となる。オームの法則より 5A

⑨ 磁力線数は徐々に変化するので、電流は

連続的に変化する。よって、5A

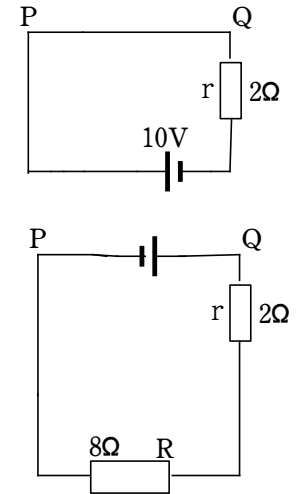
⑩ 電流が減少するので磁力線数も減少する。

⑪ PQ間を電流が右向きに流れるので、コイルを電池で置き換えると、右図のようになる。よって、Qの電位が高い

⑫ 合成抵抗が10Ωなので、オームの法則より $V=10\Omega \times 5A=50V$

⑬ 0になる。

⑭ 0になる。



(3) ① 0 ② 0

③ 電流が流れていないので電源と同じ10V。左側が高い（電池マークをつけて考える）。

④ $10 \div 100 = 0.1V$

⑤ 一巻きあたりの誘導起電力は一次コイルと等しい。よって、0.1V

⑥ $0.1V \times 50 = 5V$

⑦ 左向きの磁力線

⑧ 二次コイルを電池で置き換えて考えるとRが高い。

⑨ 電流変化がないために誘導起電力は0

⑩ 電池の10Vと2Ωの抵抗で5A流れている。

⑪ 一次コイルの電流が変化しないので、磁力線の本数が増えない。誘導起電力は生じない。よって、0V

⑫ 誘導起電力がないので電流は0A

⑬ 電位は等しい

(4) ① 左向き

② 一次コイルで作られた磁場を打ち消すように磁力線が生じるので、逆向きとなる。よって、右向き

③ 磁場が打ち消しあって0になるので、等しい磁力線数となる。

④ 1Aの電流が流れているので、一次コイルを電池に置き換えて考えると抵抗に2Vの電圧がかかるので、 $10-2=8V$ の電圧がかかっている。誘導起電力は8V

⑤ 誘導起電力は巻き数の比なので、二次コイルは4V

⑥ 4Vで2Ωの抵抗なので、2A

⑦ 十分に時間がたっているので一定電流である。磁場の強さが変化しないので誘導起電力は0V

⑧ 同じく0V

電流と磁場

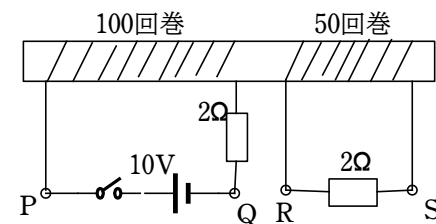
- ④ 一次コイル一巻きあたりの誘導起電力はいくらか
- ⑤ 二次コイル一巻きあたりの誘導起電力はいくらか
- ⑥ 二次コイルの誘導起電力はいくらか
- ⑦ 二次コイル内にはどちら向きの磁力線が増加するか
- ⑧ RとSはどちらの電位が高いか

(4) (3)の装置でRS間に 2Ω の抵抗をつないだ。

このとき以下の問いに答えよ。

・ スイッチを入れた直後は鉄心内に磁場はできていないが一次コイルに1Aの電流が流れた。

- ① 一次コイルが作る磁力線の向きはどちら向きか
 - ② 二次コイルが作る磁力線の向きはどちら向きか
 - ③ スイッチ直後は鉄心内の磁場はである。一次コイルが作る磁力線と二次コイルが作る磁力線の数にはどのような関係があるか。
 - ④ 一次コイルの誘導起電力はいくらか。
 - ⑤ 二次コイルの誘導起電力はいくらか
 - ⑥ 二次コイルを流れている電流はいくらか
- ・ スイッチを入れてから十分に時間がたったとき。
- ⑦ 一次コイルの誘導起電力はいくらか
 - ⑧ 二次コイルの誘導起電力はいくらか
 - ⑨ 一次コイルを流れている電流はいくらか
 - ⑩ 二次コイルを流れる電流はいくらか
 - ⑪ スイッチを入ると一次コイルの電流は次第に増加する。二次コイルの電流はどのように変化するか



- ⑨ 電池の電圧で電流が流れるので、 $10V \div 2\Omega = 5A$
- ⑩ 二次コイルの誘導起電力が0なので、0A。電流は流れない。
- ⑪ 一次コイルの誘導起電力は次第に弱くなるので、二次コイルの誘導起電力も次第に弱くなる。よって、二次コイルの電流は次第に減少する。