



Magnetism

磁気

2016-17

12th Physics 9

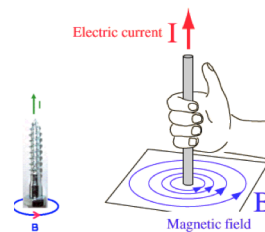
- | | |
|--------------------------------------|--------------|
| 1. Magnets | 磁石 |
| Magnetic Poles, N-Pole, S-Pole | 磁極, N 極、S 極 |
| Magnetic Force | 磁力 |
| Magnetic Field | 磁場 (磁界) |
| Magnetic Field Lines | 磁力線 |
| Geomagnetism | 地磁気 |
| 2. Magnetic Field around a Current | 電流の作る磁場 |
| Magnetic Flux Density | 磁束密度、磁場 |
| Hans Christian Oersted | エルステッド |
| Right Screw Rule | 右ねじの法則 |
| Right-Hand Thumb Rule | 右手親指の法則 |
| Magnetic Field by a Straight Current | 直線電流による磁場 |
| Magnetic Field. by a Current Loop | 円形電流による磁場 |
| Magnetic Field. by a Coil | コイルによる磁場 |
| 3. Magnetic Force on a Current | 磁場中の電流が受ける力 |
| Magnetic Force on a Coil | 磁場中のコイルが受ける力 |
| Fleming's Left-Hand Rule | フレミングの左手の法則 |
| Principle of a Motor | モーターの原理 |
| Brushes, Split ring | ブラシ、整流子 |
| Solenoid | ソレノイド |
| 4. Lorentz Force | ローレンツ力 |
| Cyclotron Motion | サイクロトロン運動 |
| Cyclotron | サイクロトロン |
| Specific Charge | 比電荷 |
| Hall Effect | ホール効果 |
| 5. Ferromagnetism | 強磁性 |
| Paramagnetism | 常磁性 |
| Diamagnetism | 反磁性 |
| Magnetization | 磁化 |
| Magnetic Damain | 磁区 |

Coulomb's Law $F = k_m \frac{|m_1| |m_2|}{r^2}$ m [Wb]

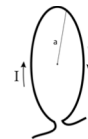
$$k_m = \frac{10^7}{(4\pi)^2} = 6.33 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{Wb}^2$$

$$\vec{H} = \frac{\vec{F}}{m} \text{ [N/Wb]} \quad \text{or} \quad \vec{F} = m \vec{H}$$

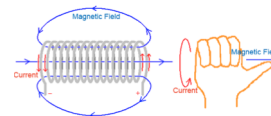
$$\vec{B} = \mu_0 \vec{H} \text{ [T]} \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$$



$$H = \frac{1}{2\pi r} I$$

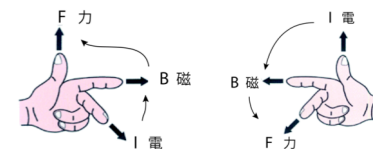


$$H = \frac{1}{2r} I$$



$$H = nI$$

Right-Hand Thumb Rule (2)



Fleming's Left-Hand Rule

Tohei's Right-Hand Rule

$$F = ILB \sin \theta \text{ Magnetic Force on a Wire}$$

$$\vec{F} = L \vec{I} \times \vec{B} \quad \text{[Cross product]}$$

$$\tau = N I S B \sin \theta \quad \text{Torque on Coil}$$

$$F = q v B \sin \theta \quad \text{Lorentz Force}$$

$$\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B} \quad \text{[Cross product]}$$

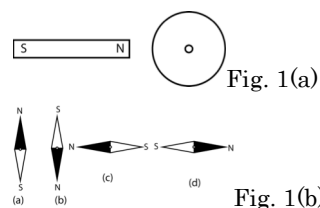
$$m \frac{v^2}{r} = q v B \quad \text{Circular Motion}$$

$$f = \frac{q}{2\pi m} B \quad \text{(Cyclotron Motion)}$$

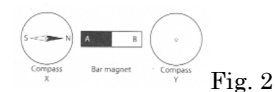
Gravitational acceleration rate	重力加速度 $g = 9.80 \text{ m/s}^2$
Elementary Charge 電気素量	$e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$
Electron Mass 電子の質量	$m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Proton Mass 陽子の質量	$m_p = 1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Neutron Mass 中性子の質量	$m_n = 1.675 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Coulomb's Law Constant クーロンの法則の定数	$k = 8.99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$
Permittivity of free space 真空誘電率	$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$
Magnetic Permeability of Free Space 真空の透磁率	$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$
Speed of Light in vacuum 真空中での光速	$c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$

1. Magnet and Magnetic Field 磁石と磁場

*[Q1] Fig. 1(a)は棒磁石の N 極のそばにコンパスを置いた図である。コンパスの磁針は Fig.1(b)のうちどれが正しいか。

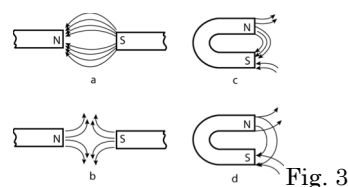


*[Q2] Fig. 2 は、棒磁石の両端近くに置かれた 2 個のコンパスを示している。コンパス X の N 極は磁石の A 側を指している。コンパス B の磁針を極の名前とともに書き入れよ。



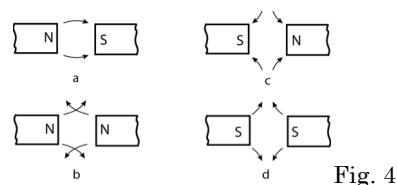
*[Q3] Which diagram in Fig. 3 correctly shows a magnetic field configuration?

Fig. 3 で、どの図が磁力線として正しいか。



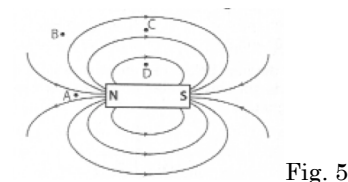
*[Q4] which diagram in Fig. 5 best represents the lines of magnetic flux between the end of two bar magnets?

Fig. 4 で、2 個の棒磁石の端の間の磁力線を表すものとしてはどの図が最も適当か。



*[Q5] Fig. 5 represents the magnetic lines of force around a bar magnet. At which point is the magnitude of the magnetic field strength of the bar magnet greatest?

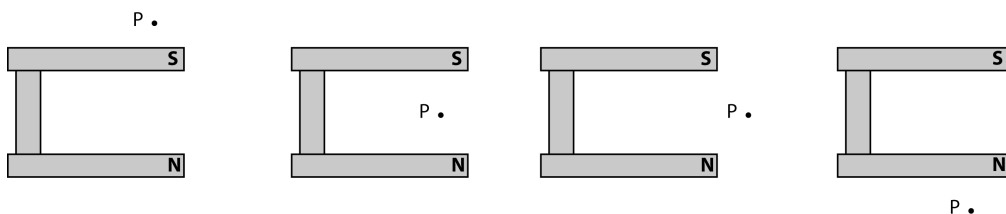
Fig. 5 は棒磁石の周囲の磁力線である。磁場の強度が最も大きいのはどの点か。



*[Q7] How is the direction of magnetic field determined? How is the direction of electric field determined?

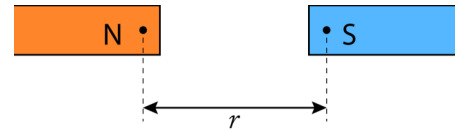
磁場の向きはどのように決められるか。電場の向きはどのように決められるか。

[Q8] 点 P における磁場の向きを矢印で示せ。



2. Magnetic Force and Magnetic Field 磁力と磁場

[Q11] 4.5mWb と 3.2mWb の 2 つの磁極間に 150N の引力が働いているとき、磁極間の距離を求めよ。

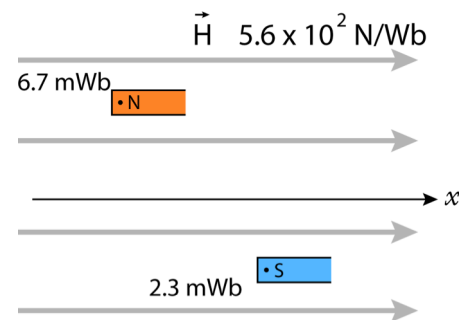


[Q12] 磁気量 16 Wb の S 極の磁極から 2.0 m 離れた点の磁場の向きと大きさを求めよ。

[Q13] ある磁場の向きが x 軸の正の方向で、その大きさが $5.6 \times 10^2 \text{ N/Wb}$ である。

(a) この磁場中にあり、磁気量 6.7 mWb の N 極の磁極が磁場から受ける力の向きと大きさを求めよ。

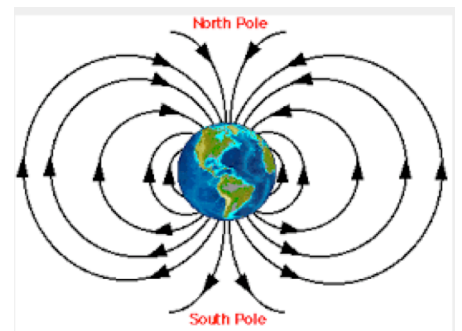
(b) この磁場中にあり、磁気量 2.3 mWb の S 極の磁極が磁場から受ける力の向きと大きさを求めよ。



3. Geomagnetism 地磁気

[Q16] 地理学的北極点・南極点とはどのような地点か。地磁気の北極・南極とはどのような地点か。

[Q17] 地球表面のある地点の磁場の 3 要素とは何か。東京における 3 要素のおおよその数値を述べよ。



3. Magnetic Field By a Current 電流の作る磁場

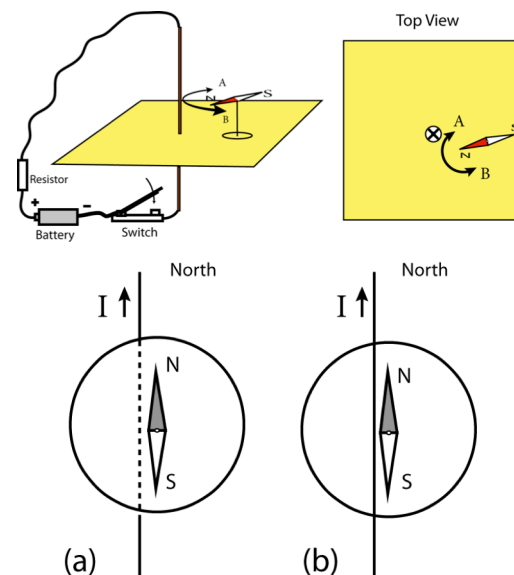
*[Q18] The connection between electricity and magnetism was discovered unexpectedly by Hans Christian Oersted in 1820. How did he do?

電気と磁気の結びつきは、1820年にエルステッドにより偶然発見された。どのようにして見つけれられたか。



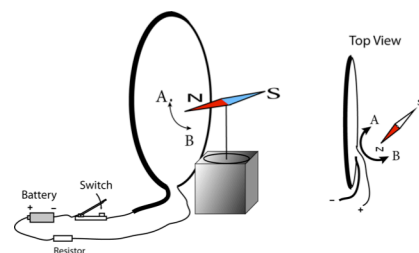
*[Q19] When the current is flown in the figure, how does the north pole of the compass rotate, in the direction A or B?

図で導線に電流を流すと、コンパスのN極はA、Bのどちらに振れるか。

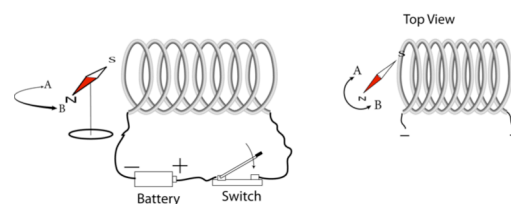


*[Q20] 図は、南北の方向にあわせて水平に張った導線の真上(a)と真下(b)に方位磁石を置いた図である。導線に南から北の向きに電流を流すとN極の磁針はそれぞれどちらの方向にずれるか。

*[Q21] 図の回路でスイッチを入れたとき、コンパスのN極はA、Bのどちらに振れるか。



*[Q22] 図の回路でスイッチを入れたとき、コンパスのN極はA、Bのどちらに振れるか。



[Q25] Find the magnitude of the magnetic field and magnetic flux density 1.0 m from a long, straight wire carrying a current of 1.0 A. (Fig. 25)

長い直線状の電流 1.0 A の導線から 1.0 m 離れたところの磁場と磁束密度の大きさを求めよ。(Fig. 25)

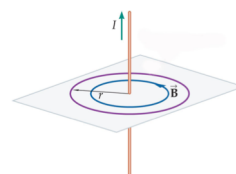


Fig. 25

[Q26] 10 A の電流が流れている直線状の導線から垂直に 7.0 cm 離れた所にこの電流がつくる磁束密度の大きさはいくらか。

[Q27] Fig. 27 (a)と(b)は距離 $2r$ を隔てた 2 本の長い平行電流で、電流値は I_1 と I_2 である。中間点の磁束密度の大きさを求めよ。

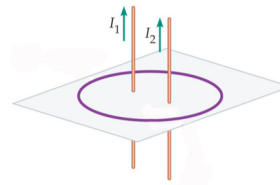


Fig. 27 (a)

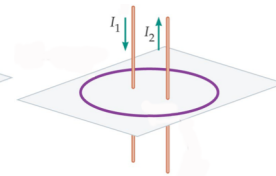


Fig. 27(b)

[Q28] Fig. 27(a)で、同じ向きに $I_1 = 10.0$ A, $I_2 = 6.0$ A であり、電流間の距離が 0.40 m とするとき、中間点の磁束密度の大きさを求めよ。

[Q29] 1.0 A、半径 1.0 m の円電流がある。この円電流の中心での磁場と磁束密度の大きさはいくらか。

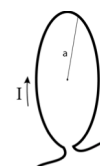
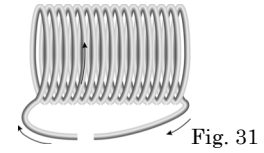


Fig. 29

[Q30] 半径 5.0 cm の円電流の中心に、 6.28×10^{-5} T の磁束密度をつくるにはいくらの電流を流す必要があるか。

[

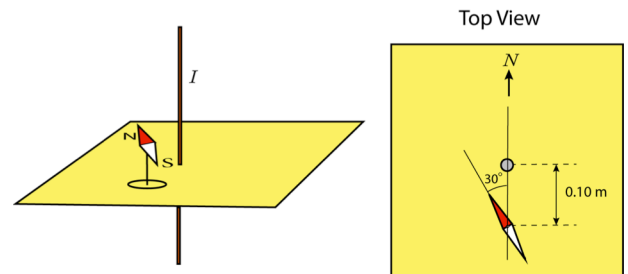
Q31] 長さ 0.80 m、巻き数 400 回のソレノイドがある。このソレノイドに 4.0 A の電流を流すと、ソレノイド内部の磁束密度の大きさはいくらか。



[Q32] It is desired that a coil 38 cm long and with 430 turns produce a magnetic field within it equal to the Earth's magnetic field (5.0×10^{-5} T). What current is required?

38 cm の長さで 430 巻きのコイルで地球の磁束密度の大きさ (5.0×10^{-5} T) と同じ強さの磁場を作るに必要な電流はいくらか。

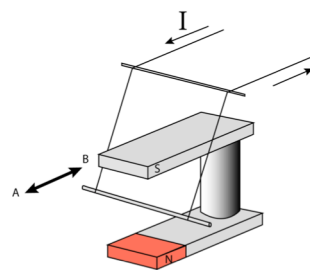
[Q33] 小磁針から北に 0.10 m 離れた点に導線を張り、電流を流したところ、小磁針は西に 30° 振れて静止した。導線に流した電流の強さと向きを求めよ。ただし、地磁気による磁場の水平成分を 24 A/m とする。



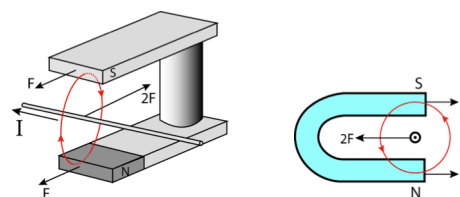
4. Magnetic Force Exerted on a Current-Carrying Wire

磁場中の電流が受ける力

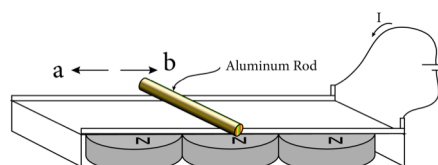
*[Q41] 図で導線に電流を流すと、U字型磁石の中の導体棒はA、Bのどちらに振れるか。



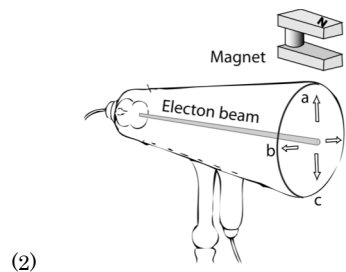
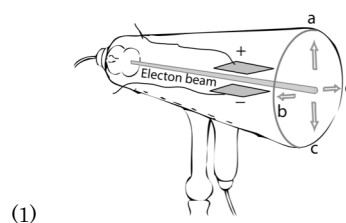
[Q42] 磁場中にある電流が受ける力の向きについて、「右手親指の法則」から「フレミング左手の法則」(=Toheiの右手の法則)を導け。



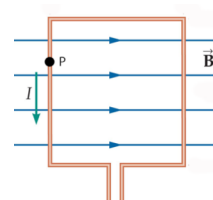
*[Q43] 図は「磁力加速器」という装置である。図のように電流を流すとアルミ棒はa、bのどちらに動くか。



*[Q44] 図はクルックス管で電子線が出ている。(1) 図のように電場をかけた。電子線はどちらに動くか？ a、b、c、dから選べ。(2) 磁石を図のように近づけた。磁石の上がわに「N」の字が見えている。電子線はどちらに動くか？ a、b、c、dから選べ。



*[Q45] 図は磁場 B 中にある四角形のコイルである。電流が図のように流れるとコイル上の点 P はどのように動くか。



*[Q47] Fig 47 (a) と (b)は2本の導線である。(a) 電流の方向が同じときと、(b) 逆向きのときに、2本の導線に働く力の向きを求めよ。

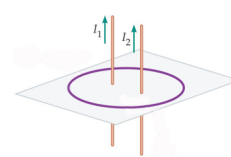


Fig. 47 (a)

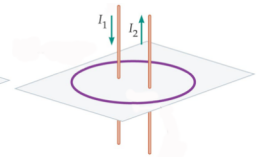


Fig. 47 (b)

*[Q49] Fig. 19 shows the principle of a DC motor. Explain.

Fig. 49 は直流モーターの原理を示している。説明せよ。

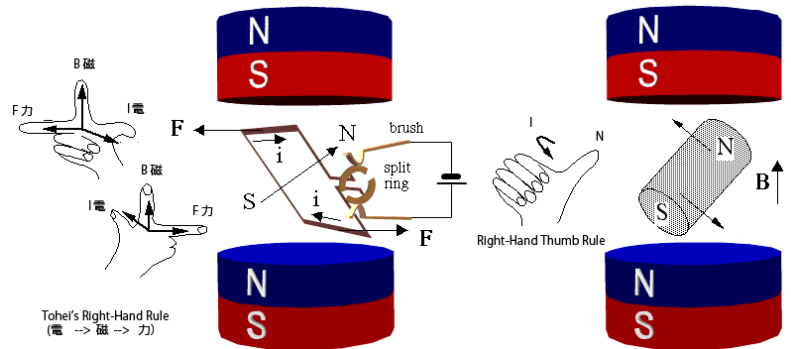


Fig. 49

*[Q50] Fig. 50 shows a DC (direct current) motor. How does it rotate, in the direction **a** or in the direction **b**?

図は直流モーターを示している。モーターはどちらの方向に回転するか？ A か？ B か？

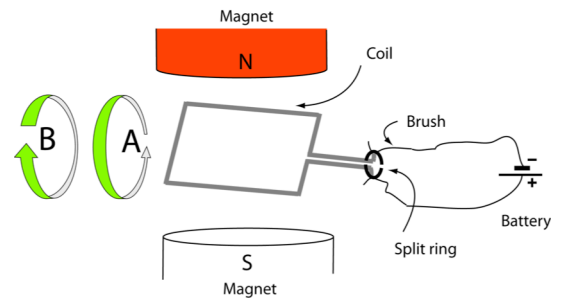
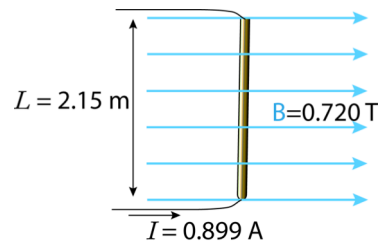


Fig. 50

[Q51] 磁束密度 1.0T の一様な磁場がある。この磁場に対して垂直に置いた導線に 1.0A の電流を流した。この導線 1.0 m の部分が、磁場から受ける力はいくらか。

[Q52] 磁束密度 0.720 T の一様な磁場がある。この磁場に対して垂直に置いた導線に 0.899 A の電流を流した。この導線 2.15 m の部分が、磁場から受ける力はいくらか。



[Q53] 一様な磁場に垂直に置いた導線に 1.5 A の電流を流したら、導線 0.10 m に 3.0×10^{-4} N の力が働いた。磁束密度はいくらか。

[Q33] Fig. 33 に示したような平行電流間に働く力を求めよ。電流間の垂直距離を r [m] とする。 (II-133)

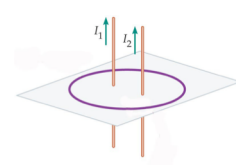


Fig. 33 (a)

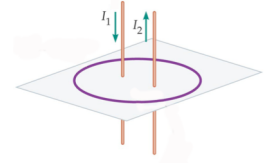


Fig. 33 (b)

[Q34] 真空中に一边 0.20 m の正三角形 ABC があり、それぞれ図に示した向きに紙面に垂直にそれぞれ 5.0 A の直線電流が流れている。点 D は正三角形 ABC の中心である。

(a) A の電流が D に作る磁場の大きさと向きを求めよ。

(b) A, B, C の電流が D につくる合成磁場の大きさと向きを求めよ。

(c) A の電流の単位長さが、B、C の電流がつくる磁場から受ける力の合力の大きさと向きを求めよ。

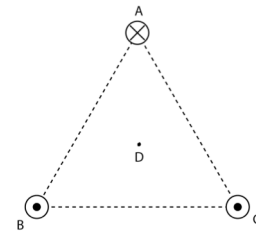


Fig. 34

[Q35] Fig. 35 のように、磁束密度 $2.0 \times 10^{-3} \text{ T}$ の中に、磁場と斜めに $\theta = 30^\circ$ をなす導線に 3.0 A の電流が流れている。この導線の長さ $1.0 \times 10^{-1} \text{ m}$ の部分が磁場から受ける力の大きさはいくらか。

また、 θ が $\theta = 90^\circ$ 、あるいは $\theta = 0^\circ$ のときはいくらか。 (II-136)

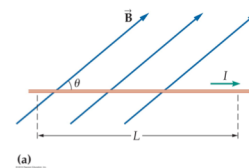


Fig. 35

[Q37] A copper rod 0.150 m long and with a mass of 0.0500 kg is suspended from two thin, flexible wires, as shown. At right angles to the rod is a uniform magnetic field of 0.550 T pointing into the page. Find (a) the direction and (b) magnitude of the electric current needed to levitate the copper rod. 長さ 0.150 m で質量 0.0500 kg の銅の棒を、銅の棒に垂直でページの向こう向きで 0.550 T の磁束密度の中に 2 本の軽くて柔軟な導線でつり下げた。銅の棒が浮き上がらせるに要する電流の向きと大きさを求めよ。

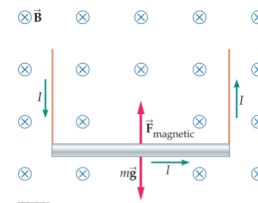
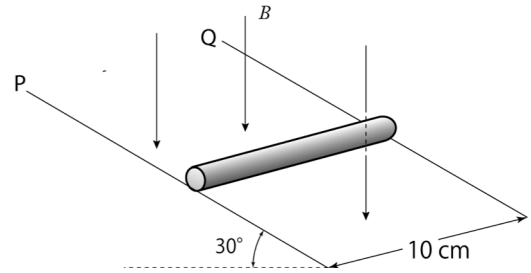


Fig. 37

[Q38] 磁束密度 B が $2.0 \times 10^{-2} \text{ T}$ の鉛直下向きの一様な磁場中に、水平と 30° の傾きをなすなめらかな銅製の棒 P 、 Q が 10 cm の間隔で図のように平行に固定されている。この上に質量 10 g のアルミニウムパイプを乗せて、 PQ の上端に電池をつないだとき、パイプが静止したままであるための電流の向きと大きさを求めよ。



[Q39] Fig. 39 は、磁束密度 B に置かれた長方形の導線である。電流 I が流れるときの導線が受ける力のモーメントを求めよ。

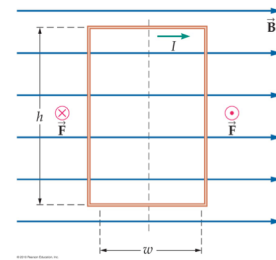


Fig. 39

[Q40] A rectangular coil with 200 turns is 5.0 cm high and 4.0 cm wide. When the coil is placed in a magnetic field of 0.35 T , its maximum torque is $0.22 \text{ N} \cdot \text{m}$. What is the current in the coil? 高さが 5.0 cm 、幅が 4.0 cm で 200 巻きの長方形のコイルが磁束密度 0.35 T の磁場中にある。コイルが受ける力のモーメントの最大値が $0.22 \text{ N} \cdot \text{m}$ のときコイルに流れる電流はいくらか。(W-778)

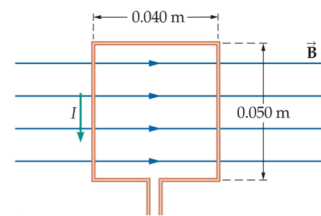
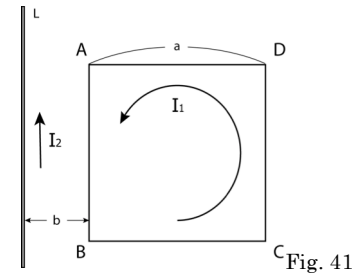


Fig. 40

[Q41] 1 辺 a [m] の正方形の導線があり、Fig. 41 の向きに電流 I_1 [A] が流れている。正方形と同じ平面内に、辺 AB と平行に無限に長い導線 L があり、図の向きに電流 I_2 [A] が流れる。導線 L と辺 AB との距離は b [m] である。(a) 導線 L の電流が辺 AB および BC の部分に作る磁場の向きを求めよ。(b) 導線 L の電流が正方形の導線 AB, BC, CD, DA に及ぼす力の向きを求めよ。(c) 導線 L の電流が正方形 ABCD に及ぼす力の向きと大きさを求めよ。(II147)



[Q42] A $52 \mu\text{C}$ charged particle moves parallel to a long wire with a speed of 720 m/s . The separation between the particle and the wire is 13 cm , and the magnitude of the force exerted on the particle is $1.4 \times 10^{-7} \text{ N}$. Find (a) the magnitude of the magnetic field at the location of the particle and (b) the current in the wire.

$52 \mu\text{C}$ の荷電粒子が 720 m/s の速さで長い導線に沿って動いている。粒子と導線の距離は 13 cm で、粒子が受ける力は $1.4 \times 10^{-7} \text{ N}$ である。(a) 粒子のあるところの磁束密度を求めよ。(b) 導線の電流を求めよ。

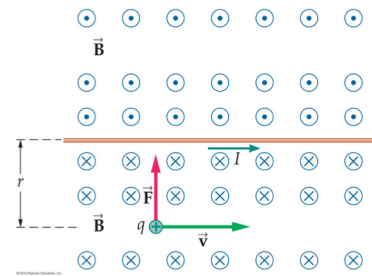


Fig. 4

[Q43] A solenoid is 20.0 cm long, has 200 loops, and carries a current of 3.25 A . Find the magnitude of the force exerted on a $15.0 \mu\text{C}$ charged particle moving at 1050 m/s through the interior of the solenoid, at an angle of 11.5° relative to the solenoid's axis. (W785)

長さ 20.0 cm 、200 巻きで 3.25 A のソレノイドがあり、このソレノイドの内部に中心軸に対して 11.5° の角度で速さ 1050 m/s で動いている $15.0 \mu\text{C}$ の荷電粒子がある。この粒子に働く力の大きさを求めよ。

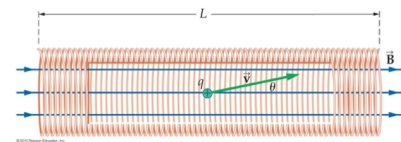


Fig.43

5. Magnetic Force on Moving Charges 磁場中の電荷が受ける力 (ローレンツ力)

[Q43] 磁束密度 B [T] の磁場中を磁場の向きと角 θ をなす向きに運動する荷電粒子 (電荷 q [C] (>0), 速度 v [m/s]) に働く力の大きさについて説明せよ。 θ が次の場合はどうか。

(a) $\theta = 0^\circ$ 、 $\theta = 30^\circ$ 、 $\theta = 45^\circ$ 、 $\theta = 90^\circ$ (II-139)

[Q44] Particle 1, with a charge $q_1 = 3.60 \mu\text{C}$ and $v_1 = 862 \text{ m/s}$, travels at right angles to a uniform magnetic field. The magnetic force it experiences is $4.25 \times 10^{-3} \text{ N}$. Particle 2, with a charge $q_2 = 53.0 \mu\text{C}$ and $v_2 = 1.30 \times 10^3 \text{ m/s}$, moves at an angle of 55.0° relative to the same magnetic field. Find (a) the strength of the magnetic field, and (b) the magnitude of the magnetic force exerted on Particle 2.

粒子 1 は $q_1 = 3.60 \mu\text{C}$ 電荷量、速さ $v_1 = 862 \text{ m/s}$ で一様磁場に垂直に進んでいる。磁場から受ける力は $4.25 \times 10^{-3} \text{ N}$ である。また、粒子 2 は電荷量 $q_2 = 53.0 \mu\text{C}$ 、速さ $v_2 = 1.30 \times 10^3 \text{ m/s}$ で同じ磁場に対しての角度 55.0° で動いている。(a) 磁場の磁束密度を求めよ。(b) 粒子 2 の受ける力を求めよ。(W767)

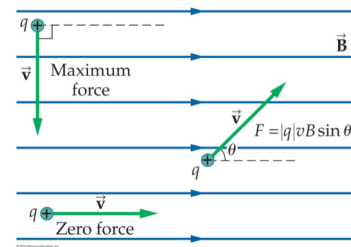


Fig. 43

$$F = q v B \sin \theta$$

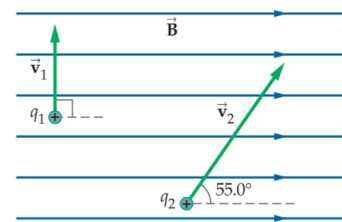


Fig. 44

[Q45] Three particles travel through a region of space where the magnetic field out of the page, as shown in Fig. 45. For each of the three particles, state whether the particle's charge is positive, negative, or zero.

ページに外に垂直な向きの磁場の中を 3 個の荷電粒子が Fig. 45 のように進んでいる。それぞれの粒子について電荷が正か、負かゼロか求めよ。

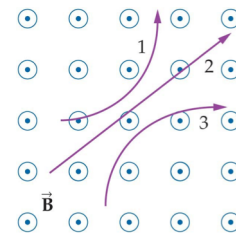


Fig. 45

[Q46] A particle with a charge of $7.70 \mu\text{C}$ and a speed of 435 m/s , is acted on by both an electric and a magnetic field. The particle moves along the x axis in the positive direction, the magnetic field has a strength of 3.20 T and points in the positive y direction, and the electric field points in the positive z direction with a magnitude of $8.10 \times 10^3 \text{ N/C}$. Find the magnitude and direction of the net force acting on the particle.

荷電量 $7.70 \mu\text{C}$ で速さ 435 m/s の電荷が電場と磁場の両方に作用されている。この粒子は x 軸の正の方向に進んでおり、磁場は 3.20 T の磁束密度で y 軸の正の向きである。電場は z 軸の正の向きで大きさは $8.10 \times 10^3 \text{ N/C}$ である。この粒子にかかる力の大きさと向きを求めよ。

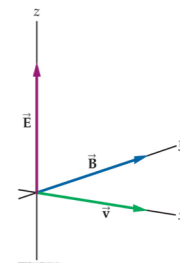
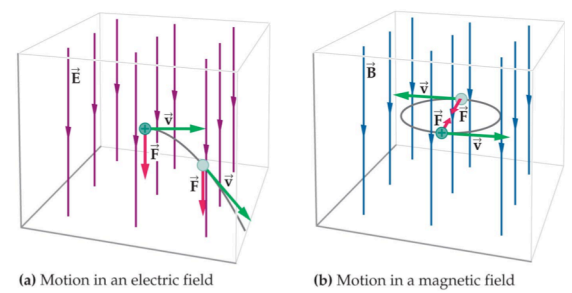


Fig. 46

[Q47] Fig. 47(a) は、電場中を運動する正の電荷である。(b)は、磁場中を運動する正の電荷である。両者の運動を比較せよ。



(a) Motion in an electric field

(b) Motion in a magnetic field

Fig. 47

[Q48] In a device called a “velocity selector,” charged particles move through a region of space with both an electric and a magnetic field. If the speed of the particle has a particular value, the net force acting on it is zero. Assume that a positively charged particle moves in the positive x direction, as shown in the figure, and the electric field is in the positive y direction. Should the magnetic field be in (a) the positive z direction, (b) the negative y direction, or (c) the negative z direction in order to give zero net force? (W771)

「速度セレクトター」という装置では、荷電粒子が電場と磁場の両方がある領域を通過する。荷電粒子の速度がある特定の値であると荷電粒子に働く力がゼロになる。Fig. 48 で示すように、正電荷が x 軸を進み、電場は y 軸の正の方向としよう。このとき、磁場の方向は、(a) z 軸の正の向き、(b) y 軸の負の向き、(c) z 軸の負の向き、のどれか。

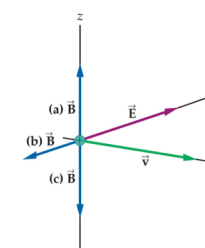


Fig. 48

[Q49] 前の問題で、粒子が電荷量にかかわらず電磁場から影響を受けない速さはいくらか。

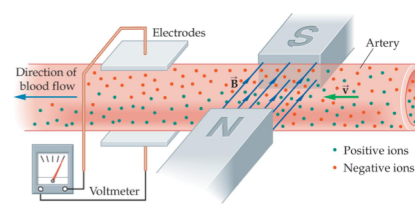


Fig. 49 Electromagnetic Flowmeter

[Q50] An electron moving perpendicular to a magnetic field of $4.60 \times 10^{-3} \text{ T}$ follows a circular path of radius 2.80 mm. What is the electron's speed?
電子が、 $4.60 \times 10^{-3} \text{ T}$ の磁束密度の磁場に垂直に入り 2.80 mm の半径で円運動をした。電子の速さはいくらか。

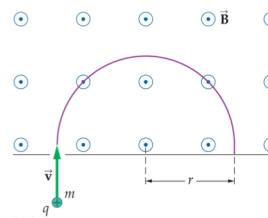


Fig. 50

[Q51] Two isotopes of uranium ^{235}U ($m = 3.90 \times 10^{-25} \text{ kg}$) and ^{238}U ($m = 3.95 \times 10^{-25} \text{ kg}$), are sent into a mass spectrometer with a speed of $1.50 \times 10^5 \text{ m/s}$, as indicated in Fig. 51. Given that each isotope is singly ionized, and that the strength of the magnetic field is 0.750 T, what is the distance d between the two isotopes after they complete half a circular path? ウランの2種類の同位元素である ^{235}U ($m = 3.90 \times 10^{-25} \text{ kg}$) と ^{238}U ($m = 3.95 \times 10^{-25} \text{ kg}$) を図のようにマススペクトル装置に $1.50 \times 10^5 \text{ m/s}$ の速さで注入した。両者とも1価のイオンであり、磁束密度が 0.750 T とすると半円の運動後の二つの同位体の距離はいくらか。

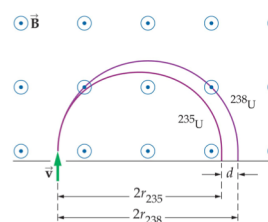


Fig. 51

[Q52] Calculate the time T required for a particle of mass m and charge q to complete a circular orbit in a magnetic field B .
磁束密度 B の磁場で質量 m 、電荷 q の粒子が円運動するときの周期を求めよ。

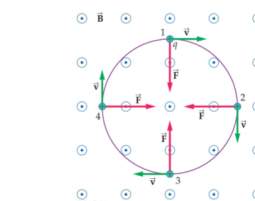


Fig. 52

[Q53] サイクロトロン(Cyclotron, Fig. 53)の原理を説明せよ。

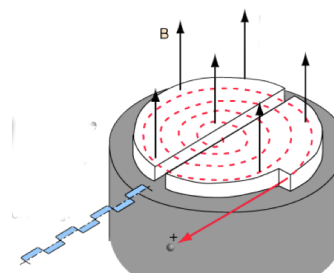


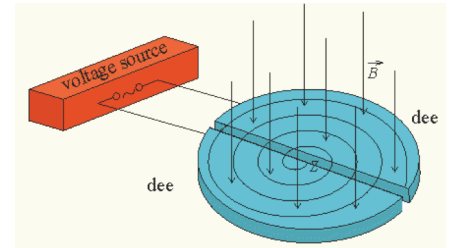
Fig. 53

[Q54] Alpha particles, the nucleus of a helium atom, are accelerated in a cyclotron. The value of magnetic field strength in the cyclotron makes 1.55 T and the mass of an alpha particle is 6.64×10^{-27} kg.

- Find the frequency of the voltage source.
- Find the cyclotron radius for particles, which leave the cyclotron with a kinetic energy of 18.5 MeV. ($M = 10^6$)
- How many times does the deuteron cross between “D” electrodes (also called “dees”), if the electrical potential difference between the two dees is 50 kV?

ヘリウムの原子核である α 粒子をサイクロトロンで加速する。サイクロトロンの磁場の大きさは 1.55 T で α 粒子の質量は 6.64×10^{-27} kg である。

- 電源の周波数を求めよ。
- α 粒子が運動エネルギー 16 MeV でサイクロトロンを離れる時のサイクロトン内の円運動の半径を求めよ。 ($M = 10^6$)
- サイクロトロンのディーの間の電位差が 70.0 kV であるとき、サイクロトロンを離れるまで何回ディーの間を渡るか。



[Q55] 一様な磁束密度 B の中に、速度 v で垂直に打ち出された正電荷 q 、質量 m の荷電粒子は、 B に垂直な平面で等速円運動をする。この円の半径を 2 倍にするために、次の量を変える。それぞれ初めの何倍にするとよいか。(a) 荷電粒子の速さ v 、(b) 磁束密度の大きさ B

[Q56] Fig. 56 は、電子を V [V] の電圧で加速して、大きさが B [T] の一様な磁束密度の中に打ち出したときの、電子の描いた軌道である。この軌道の半径は r [m] であった。電子の質量を m [kg]、電荷を $-e$ [C] とするとき、電子の比電荷 e/m を V 、 B 、 r で表せ。

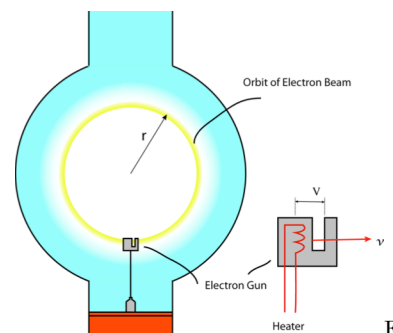


Fig. 56

[Q57] Fig. 57 のように一様な磁束密度 B の中に、質量 m [kg]、電荷 q [C]、速さ v [m/s] の荷電粒子が角度 θ で入射して、らせん運動をした。このらせん運動の周期と 1 周期の間に磁場の向きに進む距離を求めよ。 (II141, W774)

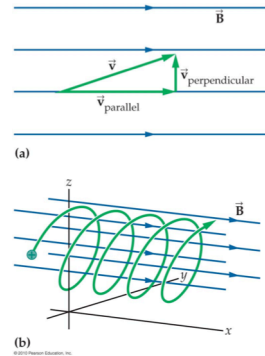


Fig.57

[Q58] 1.0 T の一様な磁束密度の中に、10⁶V の電圧で加速された陽子が垂直に飛び込んだ。陽子の速さ、円軌道の半径、およびその周期を求めよ。 (II141)

[Q59] Fig. 59 のように、真空中 x 軸方向に、一様な磁束密度 B がある。原点 O から速さ v で x 軸と角 θ の方向に電子 (質量 m 、電荷 $-e$) が射出された。以後の電子の運動について、次の問いに答えよ。(a) $\theta = 0^\circ$ のとき、電子はどのような運動をするか。(b) $\theta = 90^\circ$ のとき電子はどのような運動をするか。(c) 一般に $0^\circ < \theta < 90^\circ$ のとき電子はどのような運動をするか。(d) $0^\circ < \theta < 90^\circ$ のとき電子が点 O を出てから再び x 軸上を通るまでの時間を求めよ。(e) $0^\circ < \theta < 90^\circ$ のとき電子が点 O を出てから再び x 軸上を通る点は点 O からどれだけ離れているか。 (II147)

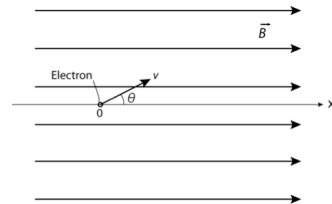


Fig. 59

[Q60] オーロラ (Aurora) のメカニズムを説明せよ。 (II142, W775)



Fig. 60

[Q64] 直方体の導体に、 x 軸方向に電流 I を流し、 y 軸方向に磁束密度 B をかけると、 z 軸方向の上下の面 $ABCD$ 、 $OB'C'D'$ の間に電位差が発生する。この現象を電荷の運び手が磁場から力を受けることから説明せよ。また、この電位差から、電荷の運び手の正、負がわかるという。このことを説明せよ。(II143,147)

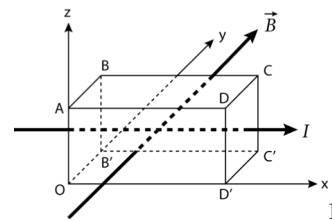
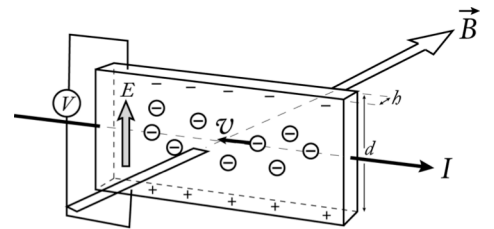


Fig. 64

[Q65] You place a slab of copper, 2.0 mm thick and 1.50 cm wide, in a uniform magnetic field with magnitude 0.40 T, as shown in the figure. When you run a 75 A current, you find by careful measurement that the potential at the bottom of the slab is $0.81 \mu\text{V}$ higher than at the top. From this measurement, determine the concentration of mobile electron in copper.

厚さ 2.0 mm、幅 1.50 cm の銅箔を磁束密度 0.40 T の均一磁場中に図のように置く。銅に 75 A の電流を流して電位差の精密測定をしたら、銅箔の下の方が上より $0.81 \mu\text{V}$ V 電圧が高かった。この結果から銅中の自由電子の密度を求めよ。



[Q66] 強磁性、常磁性、反磁性について説明せよ。

