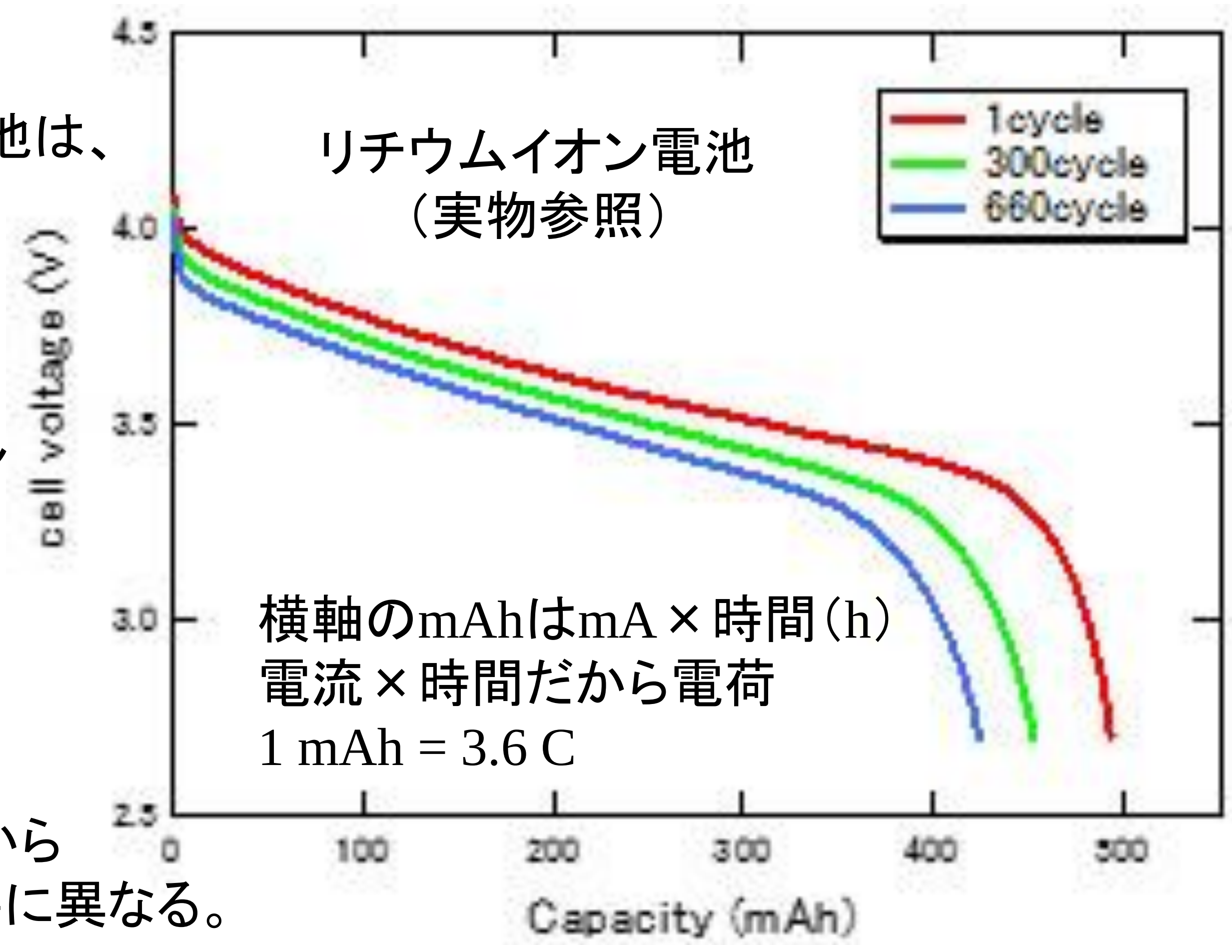
Q & A

レポートの提出日は、年明け最初の授業に賛成との意見はありましたが、反対意見はありませんでしたので、１月１０日（木）とします。

Q: 中間試験は何分間で行いますか？
A: 期末試験の 2/3 くらいの量にする予定です。終わったら退出してよいですが、90分使ってもかいません。

Q: スマートフォンなどの電池は、充放電を繰り返すと劣化すると聞きます。どうして充放電を繰り返すだけで劣化してしまうのですか。
A: 右の図は、スマートフォン等に使われているリチウムイオン電池の劣化の様子を示しています。充放電の化学反応の他にも、都合の悪い反応も少しづつ起こり、電極や電解液が劣化するからです。詳細は電池の種類毎に異なる。



②

比較
単三電池→

実物参照

問題: 3.7 V 3200 mAh とすると、このリチウムイオン電池は、どれだけのエネルギーを蓄えることができるか？（実際には、①のグラフのように起電力は徐々に下がっていく。）

$$Q = Pt = VIt = 3.7 \times 3200 \times 10^{-3} \times 3600 = 42464\ \mathrm{J}$$

$$\underline{4.2 \times 10^{4}\ \mathrm{J}}$$

ノートPCのバッテリーには、この電池が数本入っていることが多い。

ビオ-サバールの法則（p245）

（任意の形の電流のつくる磁場）

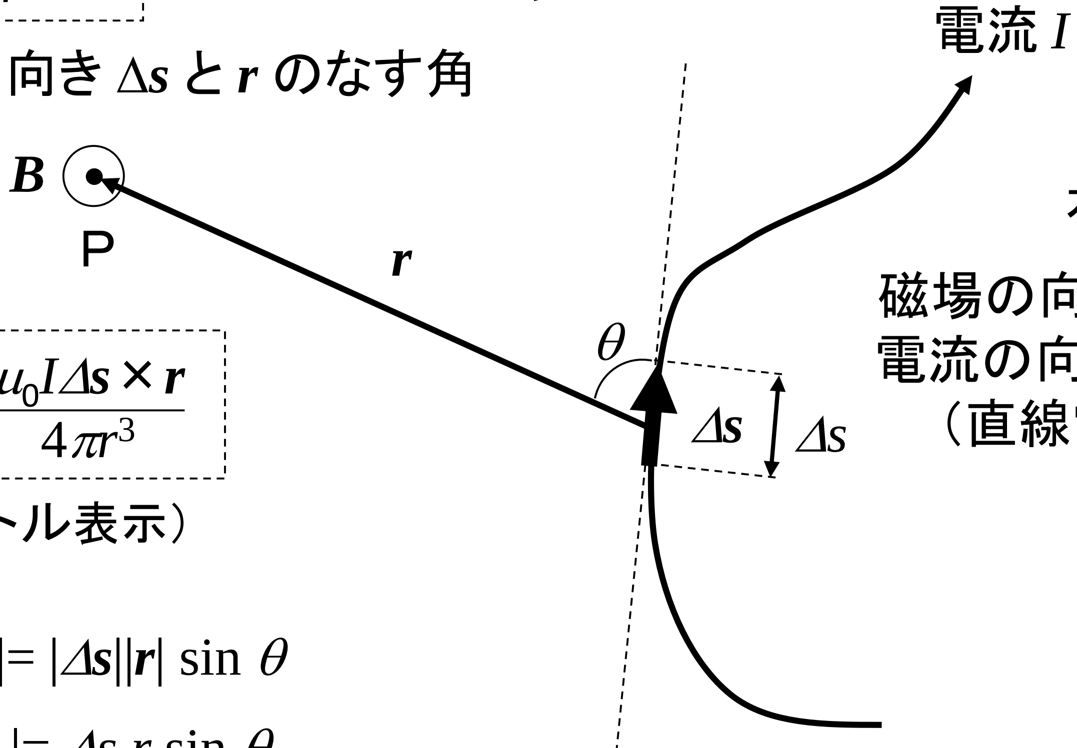
定常電流 I が流れている導線の微小部分 $\varDelta s$ が、
そこから距離 r（相対位置ベクトル$\boldsymbol{r}$）の点Pに作る磁場 $\varDelta \boldsymbol{B}$

ビオ-サバールの法則

$$\boxed{\varDelta B = \frac{\mu_0 I \varDelta s \sin\theta}{4\pi r^2}}$$

方向：$\varDelta \mathbf{s}$, $\boldsymbol{r}$に垂直
向き：右ネジの規則

θは電流の向き $\Delta\mathbf{s}$ と $\boldsymbol{r}$ のなす角



右ねじの規則

磁場の向き：右ねじの回る向き
電流の向き：右ねじの進む向き
（直線電流の場合と同じ）

$$\boxed{\varDelta \boldsymbol{B} = \frac{\mu_0 I \varDelta \mathbf{s} \times \boldsymbol{r}}{4\pi r^3}}$$

（ベクトル表示）

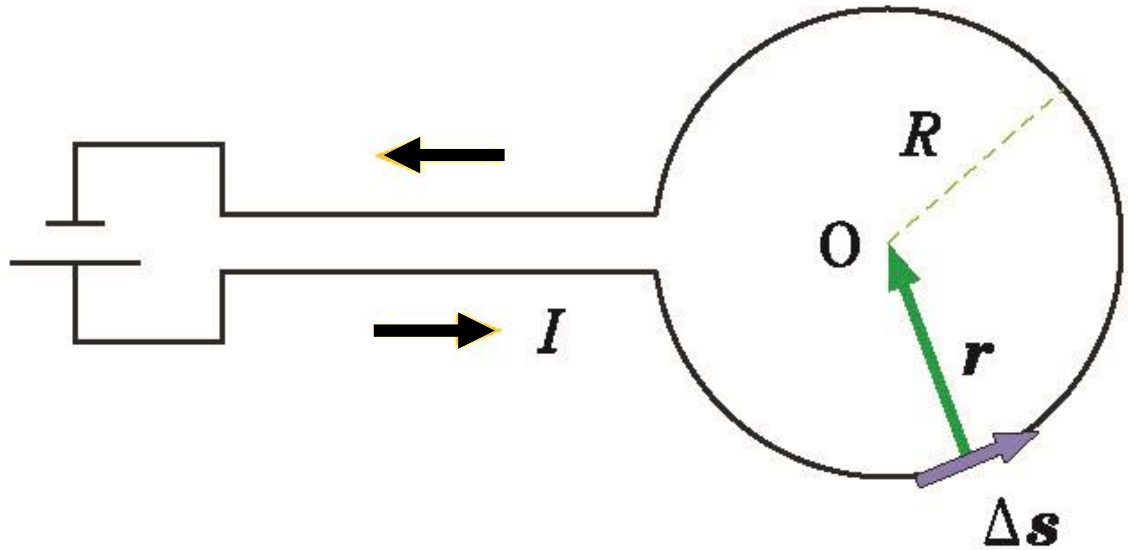
$$|\varDelta \mathbf{s} \times \boldsymbol{r}| = |\varDelta \mathbf{s}||\boldsymbol{r}| \sin\theta$$

$$|\varDelta \mathbf{s} \times \boldsymbol{r}| = \varDelta s\, r \sin\theta$$

半径 R の円電流 I が円の中心に作る磁場

ビオ-サバールの法則

$$\varDelta B = \frac{\mu_0 I \varDelta s \sin\theta}{4\pi r^2}$$



導線の微小部分 $\varDelta s$ が円の中心につくる磁場

$$\varDelta B = \frac{\mu_0 I \varDelta s}{4\pi r^2} \quad (\sin\theta = 1)$$

θ は $\Delta \boldsymbol{s}$ と $\boldsymbol{r}$ のなす角

$$B = \Sigma \Delta B = \frac{\mu_0 I}{4\pi R^2}\Sigma \Delta s$$ ，$\Sigma \Delta s = 2\pi R$（円周の長さ）なので

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi R^2} 2\pi R = \frac{\mu_0 I}{2R}$$

$$\boxed{B = \frac{\mu_0 I}{2R}}$$

図の場合向きは？

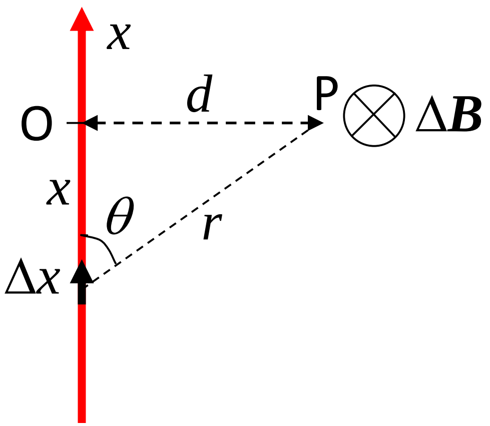
紙面の奥から手前

磁場 B は電流 I に比例し半径 R に反比例

問題:ビオ-サバールの法則を用いて、直線電流の作る磁場の式 $B = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi d}$ を導け。⑧

電流 I　x 軸は、電流 I 上にとる。

ヒント: $\displaystyle\int \frac{dx}{(x^2+a^2)^{3/2}} = \frac{x}{a^2(x^2+a^2)^{1/2}} + C$



微小部分 Δxに流れている
電流 I が点Pに作る磁場 ΔB は

$$\sin\theta = \frac{d}{r} = \frac{d}{(x^2+d^2)^{1/2}}$$

$$\Delta B = \frac{\mu_0 I \Delta s \sin\theta}{4\pi \underset{(x^2+d^2)}{r^2}} = \frac{\mu_0 I d \Delta x}{4\pi(x^2+d^2)^{3/2}}$$

$$B = \frac{\mu_0 I d}{4\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\mathrm{d}x}{(x^2+d^2)^{3/2}}$$

$$B = \frac{\mu_0 I d}{4\pi} \left[\frac{x}{d^2(x^2+d^2)^{1/2}} \right]_{-\infty}^{+\infty}$$

$$B = \frac{\mu_0 I d}{4\pi} \left(\frac{1}{d^2} - \frac{-1}{d^2} \right)$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$$

円電流 I（半径 R）の中心軸上の点の磁場①

（ソレノイドの磁場を計算する下準備）

問題：右の図のような円電流 I の微小部分 Δs が図の点 P につくる磁場 ΔB の大きさを求めよ。図中の記号を用いてよい。

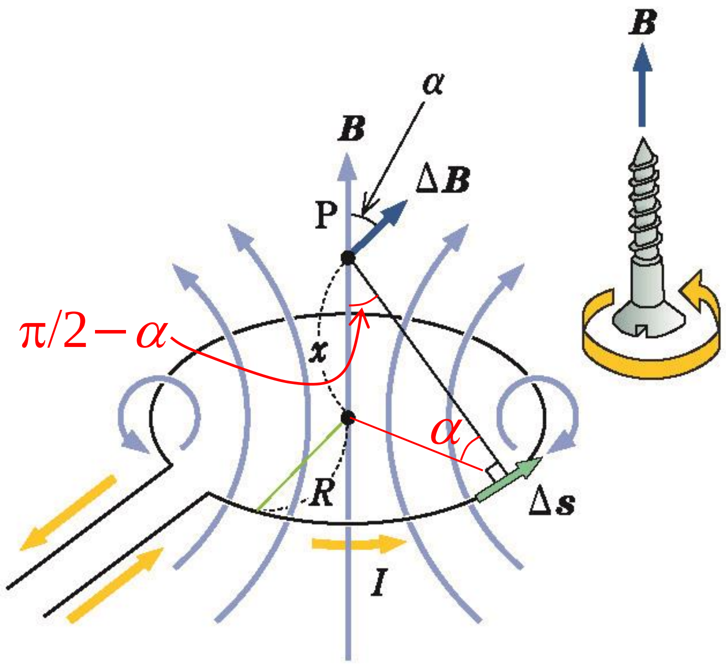


図20.25

ビオ-サバールの法則

$$\Delta B = \frac{\mu_0 I \Delta s \sin\theta}{4\pi r^2}$$

$$\sin\theta = 1\ ,\ r = (R^2+x^2)^{1/2}$$

$$\Delta B = \frac{\mu_0 I \Delta s}{4\pi (R^2+x^2)}$$

円電流 I（半径 R）の中心軸上の点の磁場②

$$\Delta B = \frac{\mu_0 I \Delta s}{4\pi\,(R^2+x^2)}$$

ΔB の中心軸に垂直な成分は打ち消し合うので、
中心軸方向成分だけ考える。

問題：中心軸方向成分：$\Delta B\cos\alpha$ を求めよ。
図中の記号を用いてよい。

$$\cos\alpha = \frac{R}{(R^2+x^2)^{1/2}}$$

$$\Delta B\cos\alpha = \frac{\mu_0 I R \Delta s}{4\pi\,(R^2+x^2)^{3/2}}$$

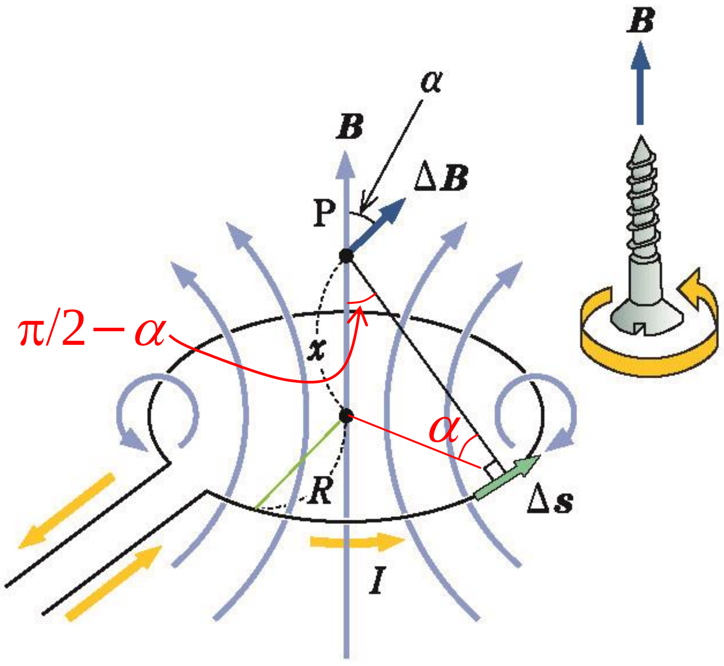


図20.25

円電流 I（半径 R）の中心軸上の点の磁場③

中心軸方向成分 : $\Delta B \cos\alpha = \dfrac{\mu_0 I R \Delta s}{4\pi (R^2+x^2)^{3/2}}$

問題 : 円電流 I が点 P につくる磁場 B の大きさを求めよ。

$$B = \Sigma(\Delta B \cos\alpha) = \frac{\mu_0 I R}{4\pi (R^2+x^2)^{3/2}} \Sigma\Delta s,$$

$$\Sigma\Delta s = 2\pi R$$

$$B = \frac{\mu_0 I R^2}{2(R^2+x^2)^{3/2}}$$

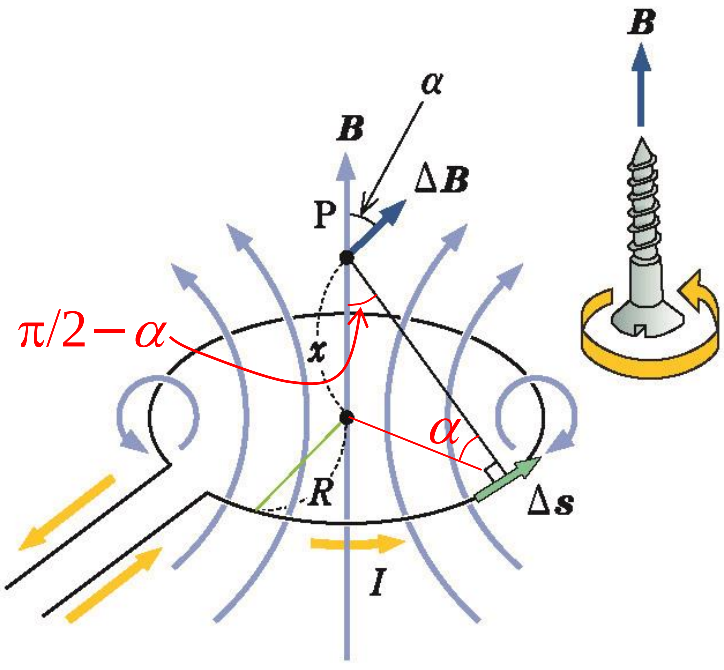


図20.25

問題 : $x = 0$ のときの B を求めよ。

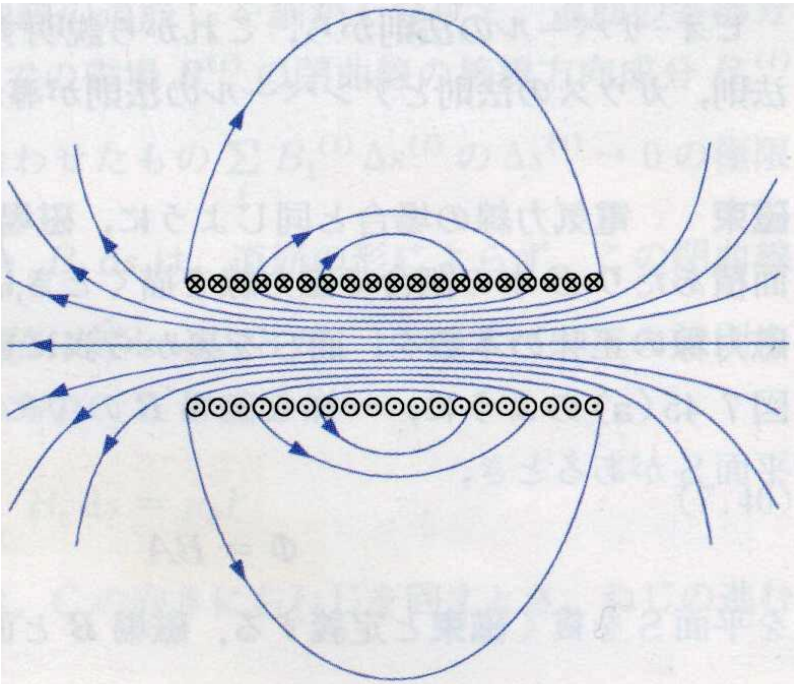
$$B = \frac{\mu_0 I}{2R}$$

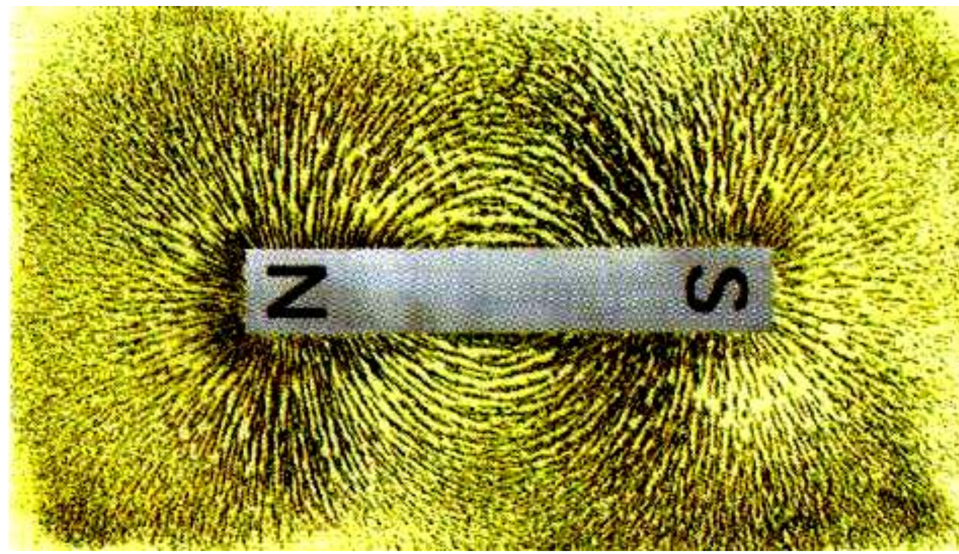
＝円電流のつくる磁場⑦

長いソレノイドを流れる電流が作る磁場

ソレノイド ソレノイドコイル	:絶縁した導線を密に円筒状に巻いたもの

ソレノイドに電流を流したときに生じる磁場＝多数の円電流の重ね合わせ





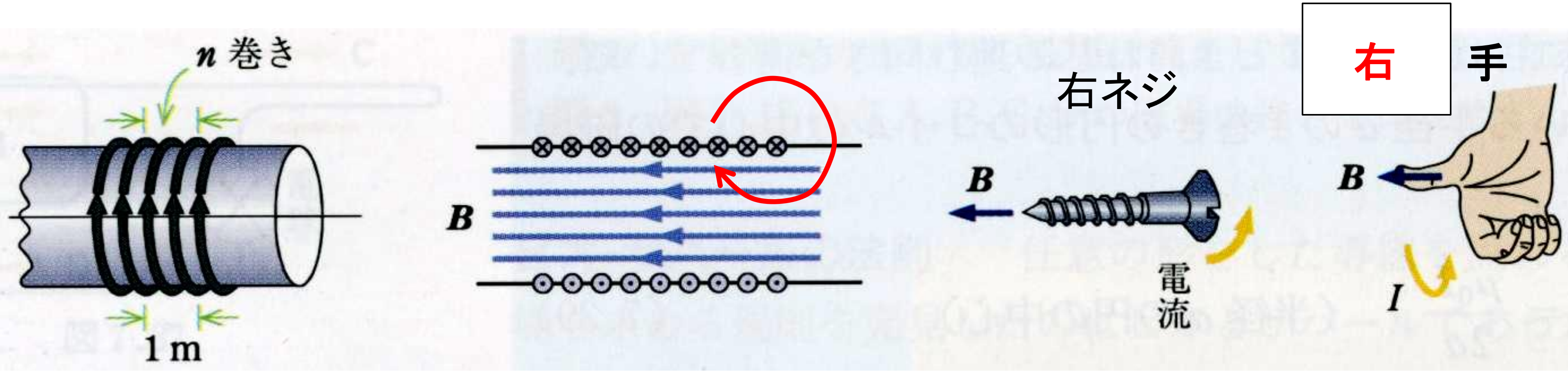
ソレノイドの外部に生じる磁場は、棒磁石の外部の磁場に似ている。
（理由は後で説明する）。

十分に長い（無限に長い）ソレノイドの中央付近の磁場

十分に長い　　　　　　　　　　　中央付近なら

① ソレノイドの内部の磁場は、どこでもソレノイドの軸に平行で $B=\mu_0 nI$
② ソレノイドの外部の磁場は、どこでも 0

n : 1 m あたりの巻き数、　　後でアンペールの法則を用いて補足

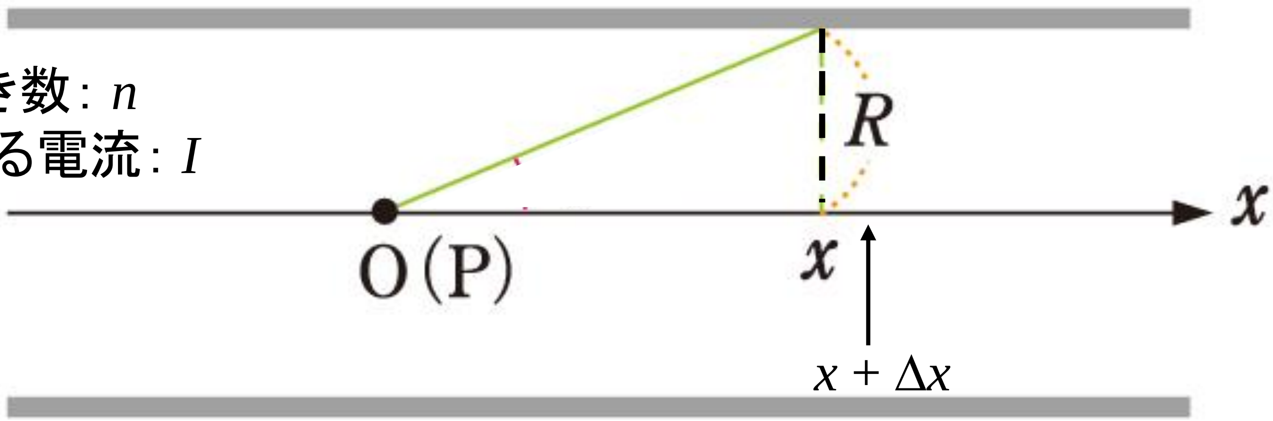


例5 : 長さ 30 cm , 全巻き数 300 の中空のソレノイドに 2.0 A の電流が流れている。コイルの内部に生じる磁場の強さを求めよ。ただし、コイルの半径は 30 cm に比べて十分に小さく、問題にしている磁場はコイルの端でなく中央付近の磁場とする。

$n=\dfrac{300}{0.3}=1000$　　　$B=\mu_0 nI=4\pi\times10^{-7}\times1000\times2\fallingdotseq2.5\times10^{-3}\ \mathrm{T}$

ソレノイドの内部の磁場 $B = \mu_0 nI$ の証明①

単位長さあたりの巻き数 : n
ソレノイドに流れている電流 : I



ソレノイドは、非常に多くの円電流の集まりとみなせる。
よって、先ほど⑨～⑪で求めた円電流の中心軸上の点の磁場の式が使える。

問題 : 上の図のようにソレノイドの中心軸に x 軸をとる。
点Pから距離 x と $x+\Delta x$ の間の微小部分には何個の円電流が存在するか？ $n\Delta x$ 個

その円電流が点 P につくる磁場の大きさを求めよ。

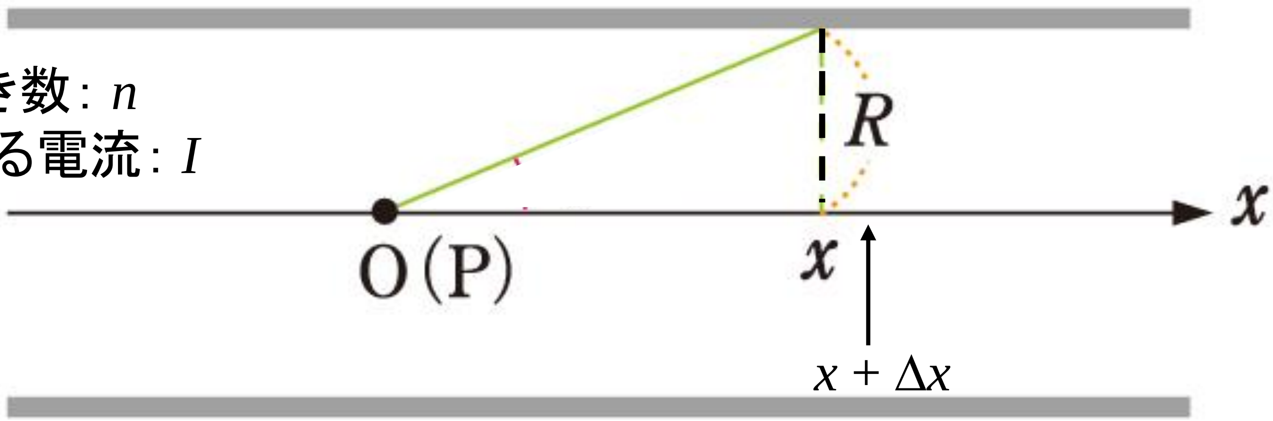
1巻き :　$B = \dfrac{\mu_0 I R^2}{2\,(R^2+x^2)^{3/2}}$

$n\Delta x$巻き : $\Delta B = \dfrac{\mu_0 I R^2\; n\Delta x}{2\,(R^2+x^2)^{3/2}}$

↑
Δxは無視してよい

ソレノイドの内部の磁場 $B = \mu_0 nI$ の証明②

単位長さあたりの巻き数：n
ソレノイドに流れている電流：I



問題：無限に長いソレノイドの場合、点 P の磁場 B の大きさを求めよ。

$n\Delta x$巻き：$\Delta B = \dfrac{\mu_0 I R^2\, n\Delta x}{2\,(R^2+x^2)^{3/2}}$

ヒント：$\displaystyle\int \frac{dx}{(x^2+a^2)^{3/2}} = \frac{x}{a^2(x^2+a^2)^{1/2}} + C$

$$B = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\mu_0 I R^2\, n\, dx}{2\,(R^2+x^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0 I R^2 n}{2} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx}{(R^2+x^2)^{3/2}}$$

$$B = \frac{\mu_0 I R^2 n}{2}\ \frac{2}{R^2} \qquad \left[\ \frac{x}{R^2(x^2+R^2)^{1/2}}\ \right]_{-\infty}^{+\infty}$$

$$B = \mu_0 nI \qquad \left(\frac{1}{R^2} - \frac{-1}{R^2}\right)$$

非常に長いソレノイドの端の断面（円）の中心の磁場の強さが $B = \dfrac{\mu_0 nI}{2}$ であることを示せ。

中央付近の磁場の半分は右側のコイルが、残りの半分を左側のコイルがつくる
端は一方しかコイルが存在しないので、磁場の強さは中央の半分となる。
⑮の積分を－∞から+∞でなく、－∞から0まで積分した場合に相当

または、0～+∞

長いソレノイドの内部を物質で満たした場合

ソレノイドに電流を流すと電磁石になる。ソレノイドに鉄心を入れると鉄が磁化して電磁石の内外の磁場 $\boldsymbol{B}$ ははるかに強くなる。

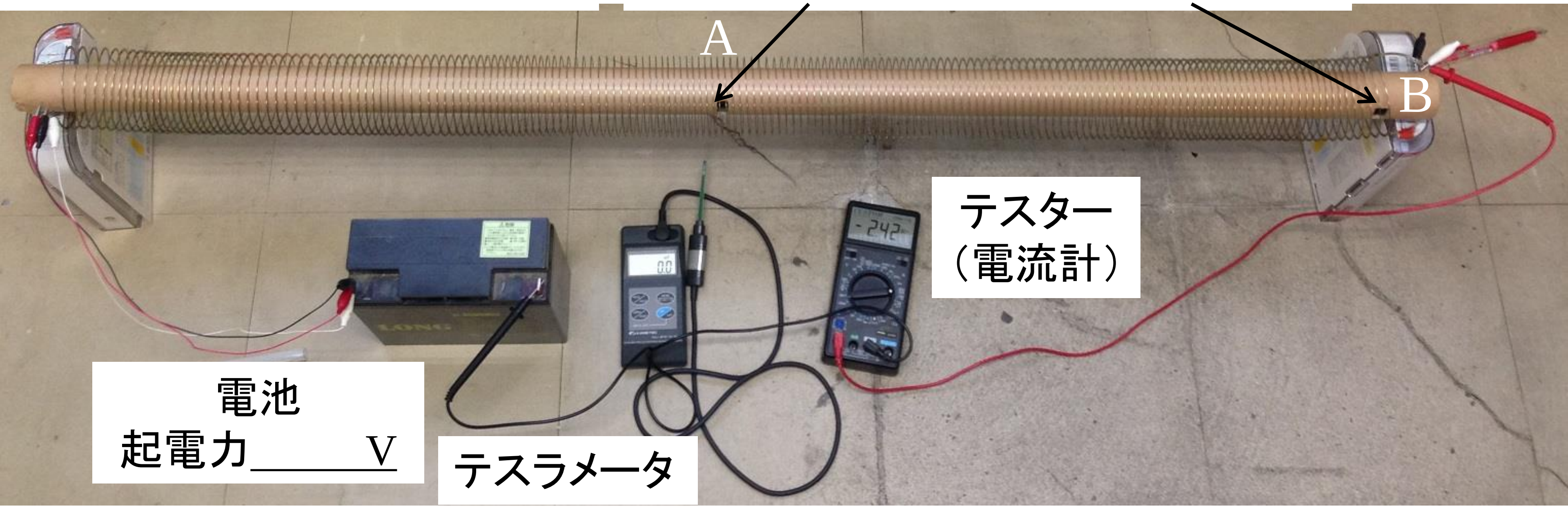
長いソレノイド内部の磁場が空心の場合のμ_r倍になる場合、

μ_r をその物質の $\boxed{\text{比透磁率}}$ という

ソレノイドの内部の磁場： $\boxed{B = \mu_r \mu_0 nI}$ （μ_r：物質の比透磁率）

実験：ソレノイドを流れる電流のつくる磁場の測定

(5.2 Ω)
ソレノイド（ばね）179巻, 1.15 m　　テスラメータのセンサーを差し込む穴



1 m あたりの巻き数 n は 179/1.15 ≒ 156

回路を流れる電流は 2.4 A

回路の全抵抗を求めよ。

＿＿＿＿Ω

電池の内部抵抗は

全部で＿＿＿＿Ω、一本あたり＿＿＿＿Ω

ソレノイドの中心付近の内部の磁場 B の強さを計算せよ。ソレノイドは十分に長いとしてよい。

$$\mu_0 nI = 4\pi \times 10^{-7} \times 156 \times 2.4 = 4.33 \times 10^{-4}$$

＿＿＿＿T

テスラメーターをゼロ点補正し（地磁気等を差し引いて）A,Bの部分の磁場の強さを測定

A: 4.7×10^{-4} T，B: 2.4×10^{-4} T

今後の予定

2018年11月

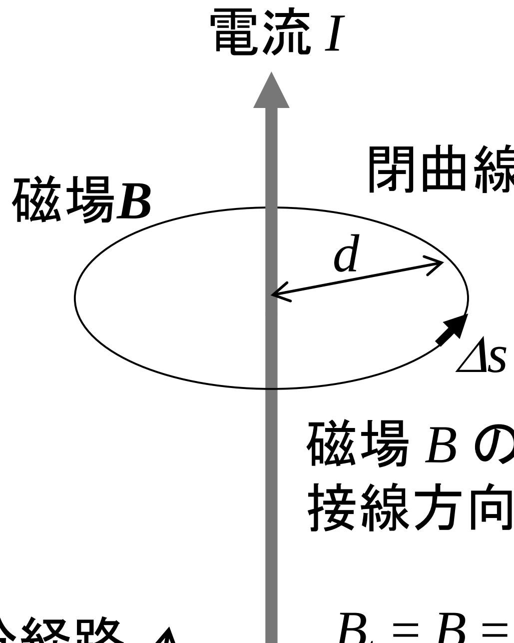
日	月	火	水	木	金	土
				~~1~~	~~2~~	~~3~~
~~4~~	~~5~~	~~6~~	~~7~~	~~8~~	~~9~~	~~10~~
~~11~~	~~12~~	~~13~~	~~14~~	~~15~~	~~16~~	~~17~~
~~18~~	~~19~~	~~20~~	~~21~~	~~22~~	~~23~~	~~24~~
25	26	27	28	29 ⑮	30 休講	

2018年12月

日	月	火	水	木	金	土
						1
2	3	4	5	6 中間試験	7 休講	8

13 ⑰ 14 休講

アンペールの法則 p248

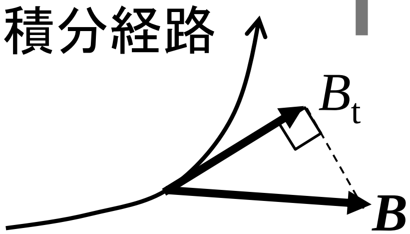


閉曲線C : 長さ$2\pi d$

磁場 B の閉曲線Cの
接線方向成分 B_t は、

$$B_t = B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$$

積分経路

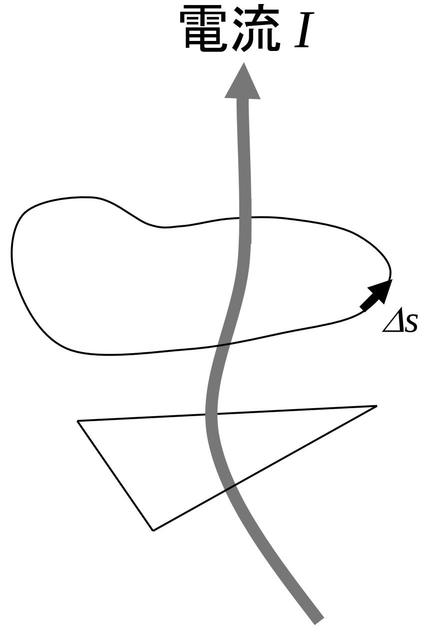


tangent : 接線

B_t を閉曲線Cに
沿って1周積分すると

$$\oint_C B_t ds = \oint_C \frac{\mu_0 I}{2\pi d} ds = \frac{\mu_0 I}{2\pi d} \oint_C ds = \frac{\mu_0 I}{2\pi d} \times 2\pi d = \mu_0 I$$

$$= \oint_C \boldsymbol{B} \cdot d\boldsymbol{s} = \mu_0 I$$



任意の閉曲線Cを
電流 I が貫いている

どんな形でも
複数の電流でも
（合計が I ）

$$\oint_C B_t ds = \mu_0 I$$

アンペール	の法則

マクスウェル方程式の一部

右ネジの進む向き : 電流の向き
右ネジの回る向き : 積分の向き

アンペールの法則の応用例（例題1 p249）

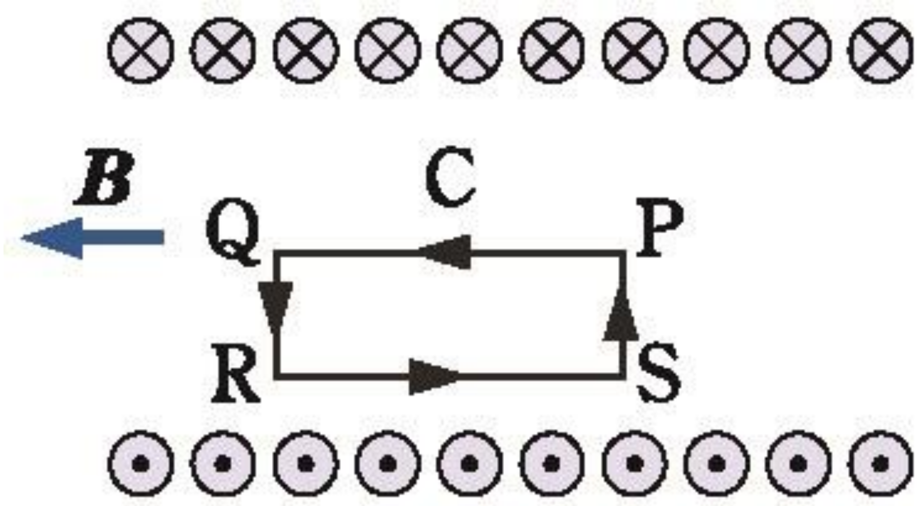
問題：無限に長い空心のソレノイドを流れる電流 I のつくる磁場 B は

$B = \mu_0 nI$（ソレノイドの内部）
$B = 0$ （ソレノイドの外部）

であることを示せ。

ソレノイドの中心軸上に1辺PQがのっている長方形PQRSを考える。

無限に長いソレノイドの中心軸上（PQを含む）の磁場の強さは、
ビオ-サバールの法則より、$B = \mu_0 nI$ と計算できた。



長方形 PQRS にアンペールの法則を適用すると、長方形を貫く電流は 0 なので、

$$\oint_C B_t ds = 0$$

QR, SP 上では、$B_t = 0$ なので

$$\int_{P\to Q} B_t\, ds + \int_{R\to S} B_t\, ds = 0$$

$\mu_0 nI$ なので　$-\mu_0 nI$ でなければならない。

RS上の磁場は、PQ上の磁場と同じでないと
0 にならない。（積分方向は互いに逆）
RS位置は任意なのでソレノイド内部の磁場は
どこも中心軸上と同じ $\mu_0 nI$

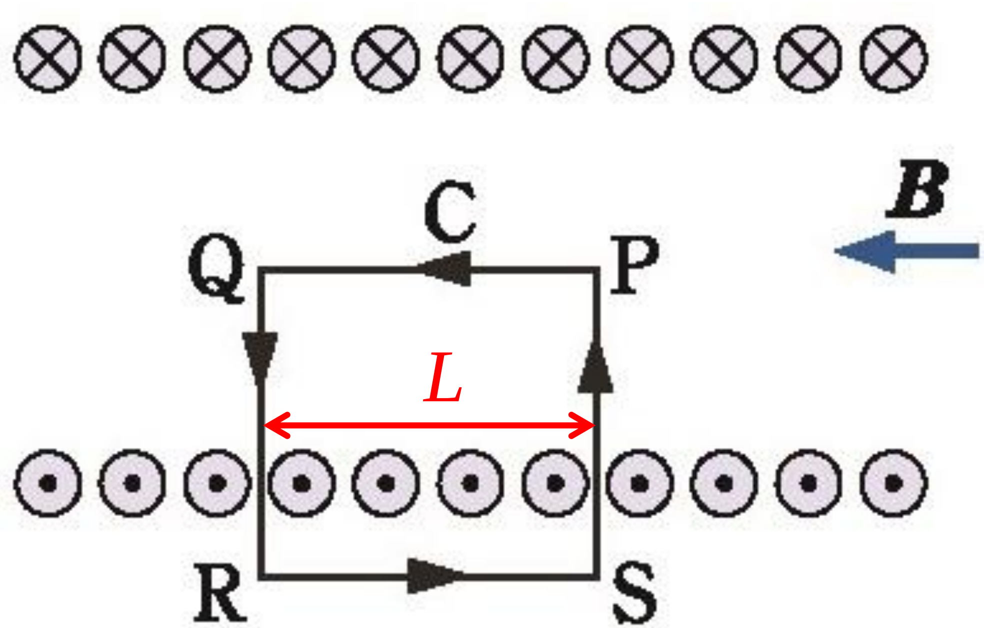
（つづき）問題：ソレノイドの外部は、どこでも $B = 0$ であることを示せ。 ⑤

ソレノイドの中心軸上に1辺PQがのっている長方形PQRSを考える。

長方形 PQRS にアンペールの法則を適用すると、長方形を貫く電流は

$\boxed{nLI}$ なので、

$$\oint_C B_t ds = \boxed{\mu_0 nLI}$$



QR, SP 上では、$B_t = 0$ なので

$$\int_{P\to Q} B_t\, ds + \int_{R\to S} B_t\, ds = \mu_0 nLI$$

↑

$\mu_0 nI$ なので

$$\mu_0 nLI + \int_{R\to S} B_t\, ds = \mu_0 nLI$$

$$\int_{R\to S} B_t\, ds = 0$$

RS上は $B_t = 0$

（ソレノイドに平行な成分は 0 ）

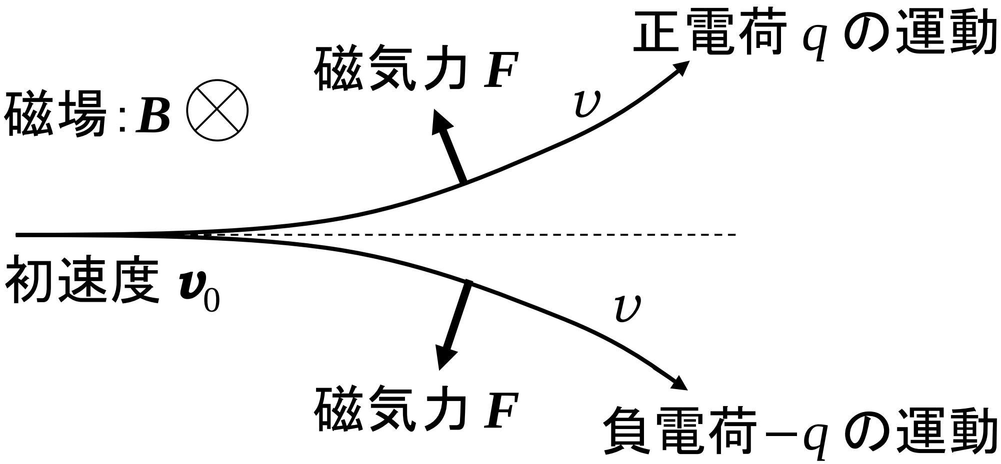
垂直な成分も 0 であることは明らか。

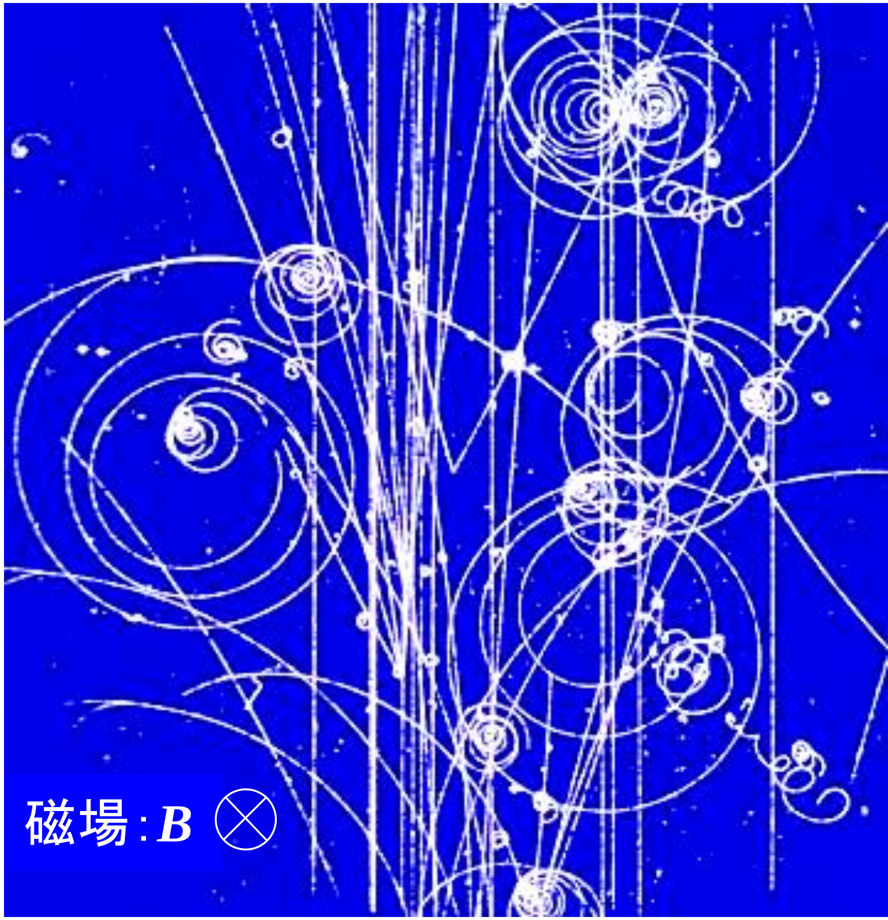
よって、RS上では $B = 0$ である。

RS位置は任意なのでソレノイドの外部の磁場はどこも 0 である。

20.3 荷電粒子に働く力（ローレンツ力） p249

磁場中を運動する荷電粒子には、磁場と運動方向に垂直な力（磁気力）が働く





加速器実験における
荷電粒子（正，負）の飛跡

$$\boldsymbol{F} = q\boldsymbol{v} \times \boldsymbol{B}$$

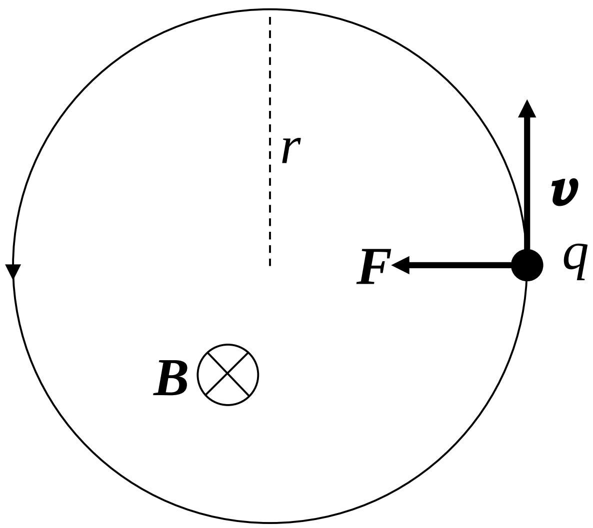
電場 $\boldsymbol{E}$ 、磁場 $\boldsymbol{B}$ 中において、
電荷 q の荷電粒子に働く力

$$\boldsymbol{F} = q\boldsymbol{E} + q\boldsymbol{v} \times \boldsymbol{B}$$

この荷電粒子に働く電磁気力を **ローレンツ力** という。

サイクロトロン運動

一様な磁場中の荷電粒子の運動



磁気力は常に運動方向に垂直
（等速円運動における向心力も運動方向に垂直）

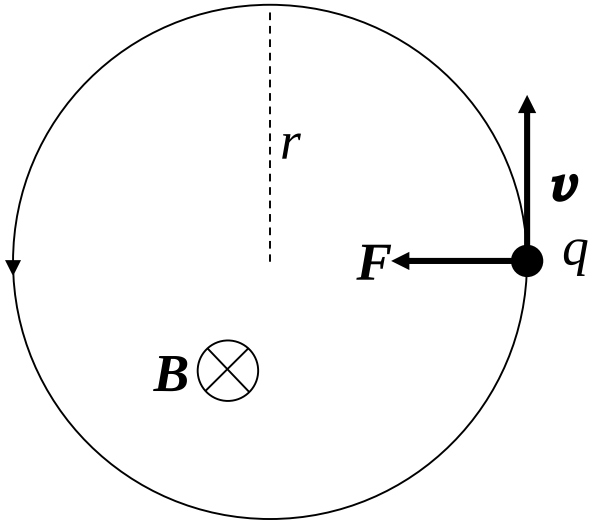
仕事は $W = F \cdot s$ なので磁気力は仕事をしない
（等速円運動における向心力も仕事をしない。）
↓
荷電粒子の運動エネルギー（速さ）は不変
運動方向は一定の割合で変化する。
↓
磁気力が向心力となって等速円運動する。

$$F = qvB = \frac{mv^2}{r}$$ （磁気力＝向心力）

回転半径 $r = \dfrac{mv}{qB}$

例：物理実習の比電荷の実験
上の図は正電荷の場合の図。
物理実習では、運動するのは電子なので、図のように円運動させるには、磁場の向きは逆でないといけない。

問題：図のように、質量 m の点電荷がサイクロトロン運動している。 ⑧
角速度 ω, 回転数 f（サイクロトロン周波数）, 周期 T を求めよ。



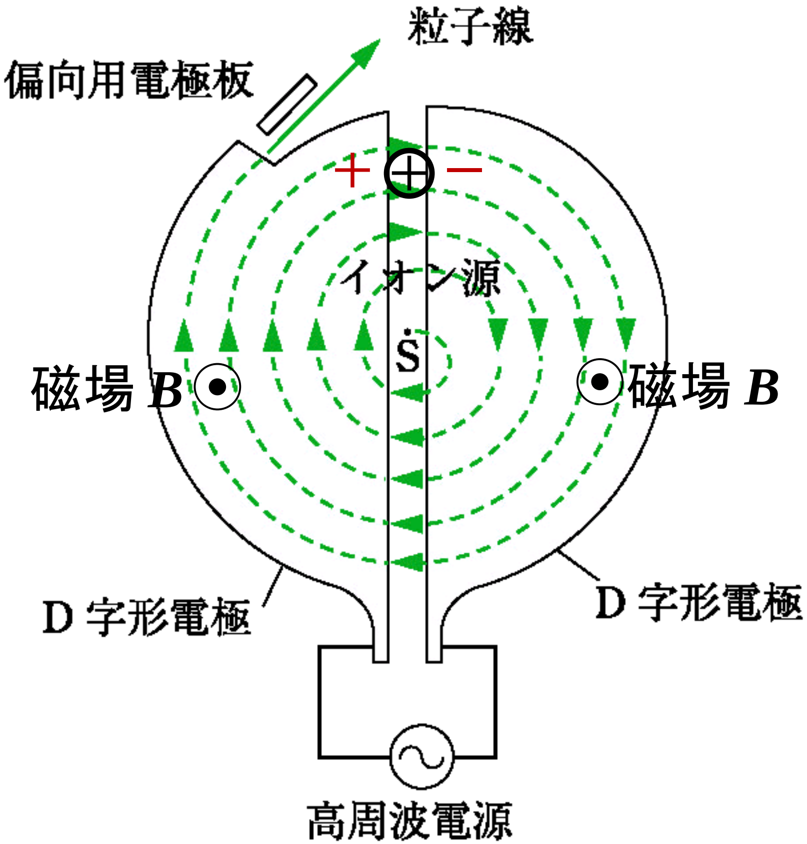
$$\omega = \frac{\upsilon}{r} = \frac{qB}{m} \quad , \quad f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{qB}{2\pi m} \quad , \quad T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi m}{qB}$$

回転半径 $r = \dfrac{m\upsilon}{qB}$

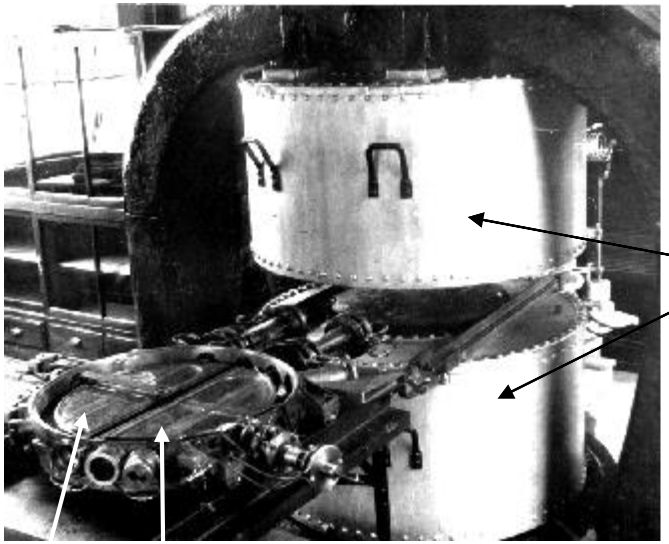
ω, f, T は r, υ に無関係なことに注意
よって、次のサイクロトロンは上手く動作する。

サイクロトロン

（荷電粒子を加速する装置）



国産第1号機（1937）理研HPより転載



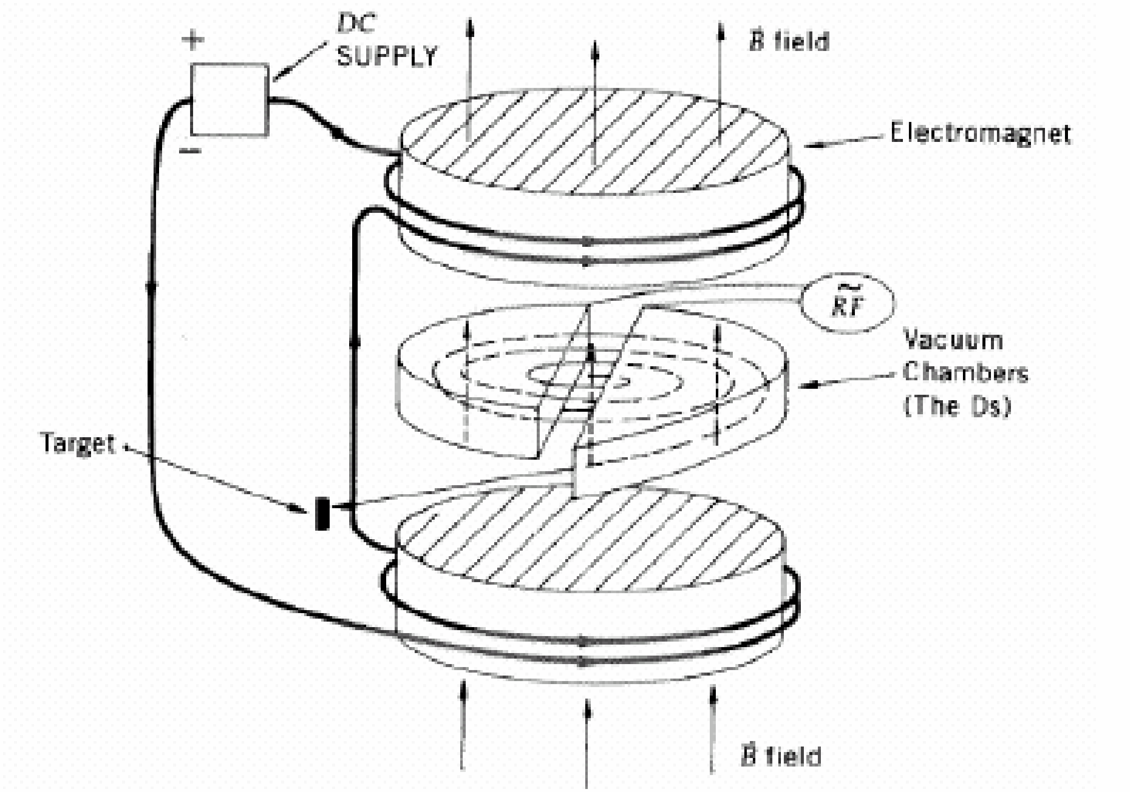
左の図の部分を電磁石から引き出したところ

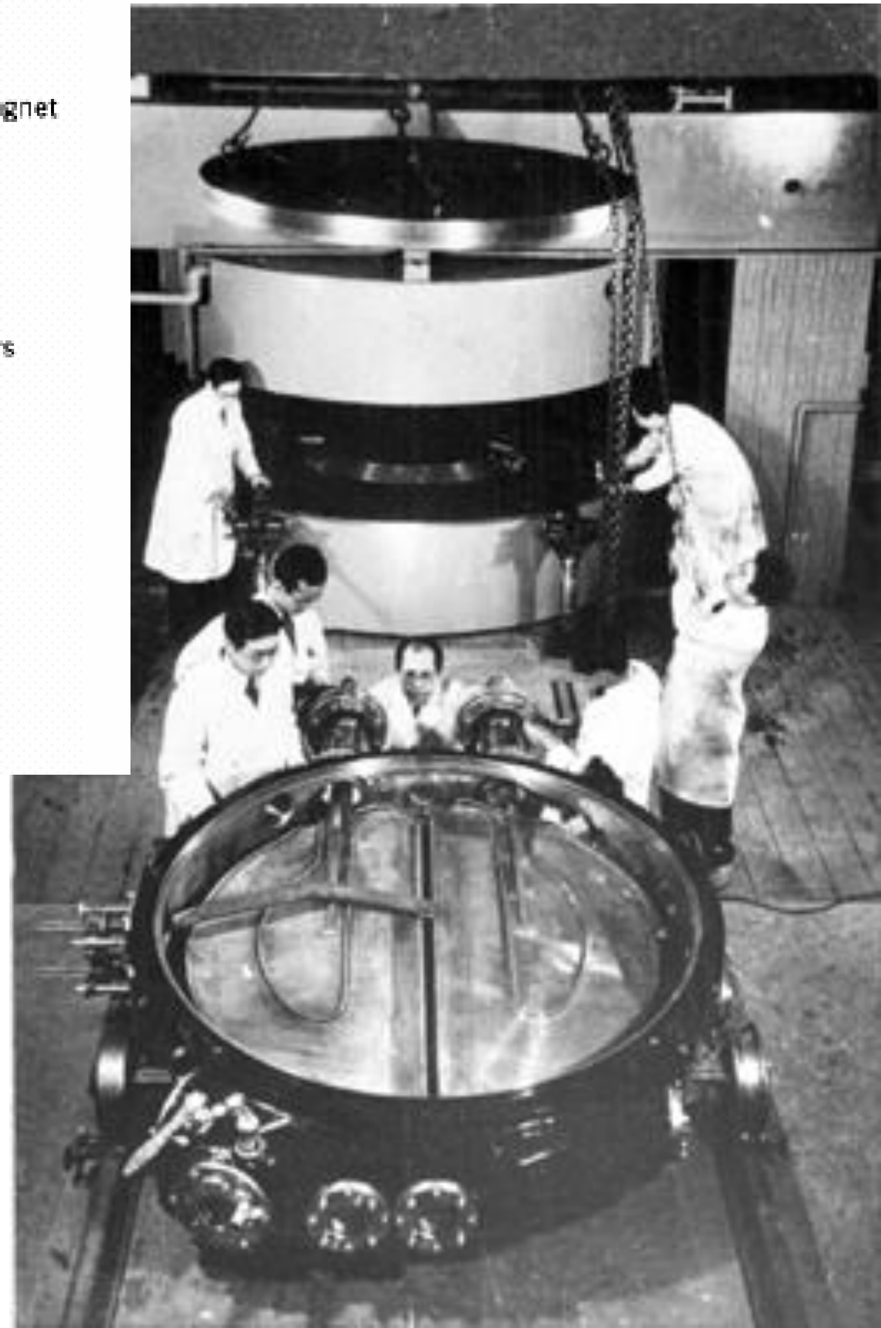
D字型電極にサイクロトロン周波数の電場をかける。イオン源を出たイオンは、電極間の電場で加速され外部へ取り出される。

問題: 左上の図の粒子線は正か負か

$$\boldsymbol{F} = q\boldsymbol{v} \times \boldsymbol{B}$$

$\boldsymbol{v} \times \boldsymbol{B}$ と $\boldsymbol{F}$ は同じ向きなので正





理科学研究所仁科研サイクロトロン
１９３０年代後半世界最高性能を誇った
終戦直後GHQの指令で東京湾に
投棄された

（参考）現在のサイクロトロン

住友重機械工業
PET用薬剤製造システム
HM-18サイクロトロン

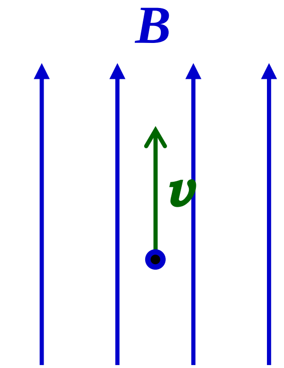
PET検査等使われる短寿命の放射性同位元素（^{18}F,半減期110分）の合成に使われる。

$$^{18}O + p \rightarrow {}^{18}F + n$$

（陽子をサイクロトロンで加速し、ターゲットの酸素１８にぶつけて、フッ素１８を生成）

（サイクロトロンは大学内には無いが、富山PETセンター内にはある）

時々、付属病院で宅配便？で運ばれてくる放射性の薬剤を見かけるがたぶんこれ。
富山PETセンターで製造されたものだと思う。

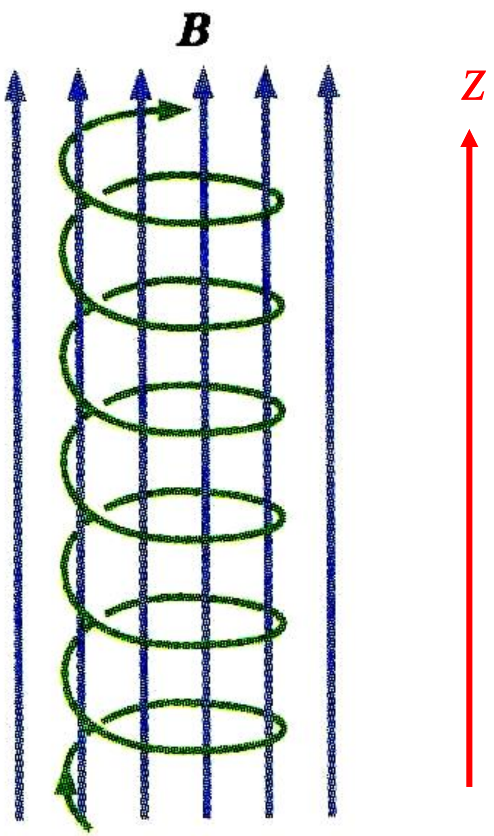


荷電粒子の速度 $\boldsymbol{v}$ と磁場 $\boldsymbol{B}$ が平行な場合

磁気力 $\boldsymbol{F} = q\,\boldsymbol{v}\times\boldsymbol{B} = 0$ → 等速直線運動

$\boldsymbol{v}$ と $\boldsymbol{B}$ が平行の場合は 0 ← $|\boldsymbol{v}\times\boldsymbol{B}| = vB\sin\theta$

荷電粒子の速度 $\boldsymbol{v}$ と $\boldsymbol{B}$ が垂直でも平行でもない場合



具体的な例として、磁場 $\boldsymbol{B}$ が z 軸方向の場合を考える。

$$\boldsymbol{F} = q\,\boldsymbol{v}\times\boldsymbol{B} = q(\,v_x, v_y, v_z\,)\times(\,0, 0, B\,)$$
$$= q(\,v_yB, -v_xB, 0\,)$$

z 軸方向には力は作用しない。→ z 軸方向は等速運動

x, y 方向の力は進行方向（速度）に垂直→等速円運動

$$\boldsymbol{v}\cdot\boldsymbol{F} = (\,v_x, v_y\,)\cdot qB(\,v_y, -v_x\,) = qB(v_xv_y - v_yv_x\,) = 0$$

xy方向の等速円運動 ＋ z 軸方向の等速運動 ＝ 螺旋（らせん）運動

磁力線に巻きつくような

問題：日本付近の地磁気による磁場中で陽子と電子が等速円運動している。 ⑬
磁場の強さを 5×10^{-5} T とし、回転半径が 1 m である場合の陽子と電子の速度を求めよ。陽子の質量は 1.7×10^{-27} kg、電子の質量は、9×10^{-31} kg、陽子・電子の電荷は $\pm 1.6 \times 10^{-19}$ C とする。

回転半径 $r = \dfrac{m\upsilon}{qB}$

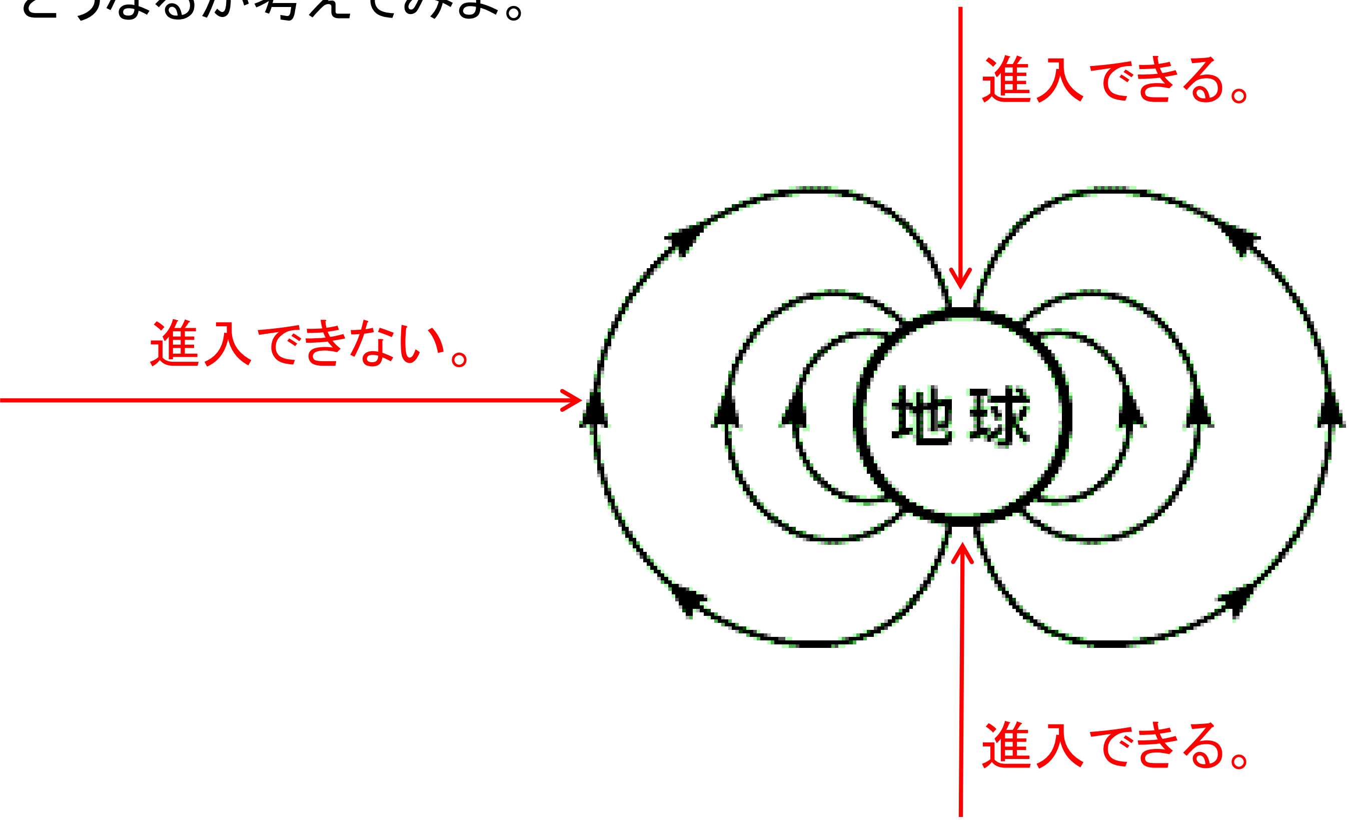
電子の速度 $\upsilon = \dfrac{qBr}{m} = \dfrac{1.6 \times 10^{-19} \times 5 \times 10^{-5} \times 1}{9.1 \times 10^{-31}} \fallingdotseq 9 \times 10^{6}$ [m/s]

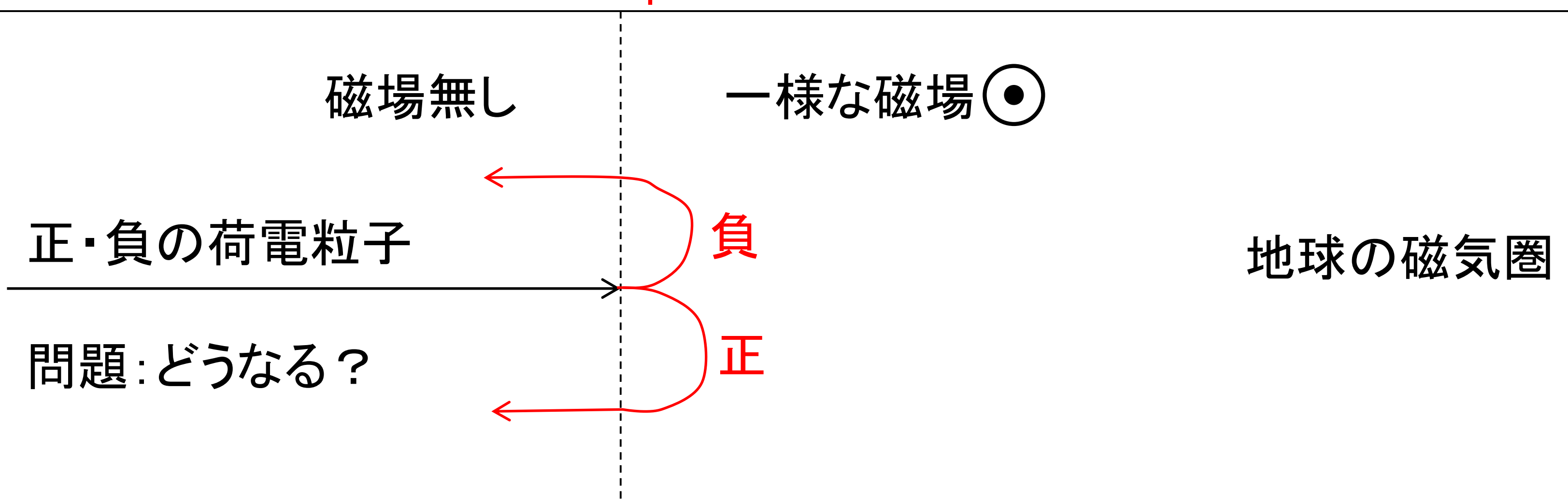
陽子の速度 $\upsilon = \dfrac{1.6 \times 10^{-19} \times 5 \times 10^{-5} \times 1}{1.7 \times 10^{-27}} \fallingdotseq 5 \times 10^{3}$ [m/s]

電子の方が軽いので、速くても曲がる。

電磁気力は強力：（大きな速度でも小さい半径で円運動する）
身の回りの物体の電荷は、ほぼ打ち消しあっているから、普段はそう感じない。

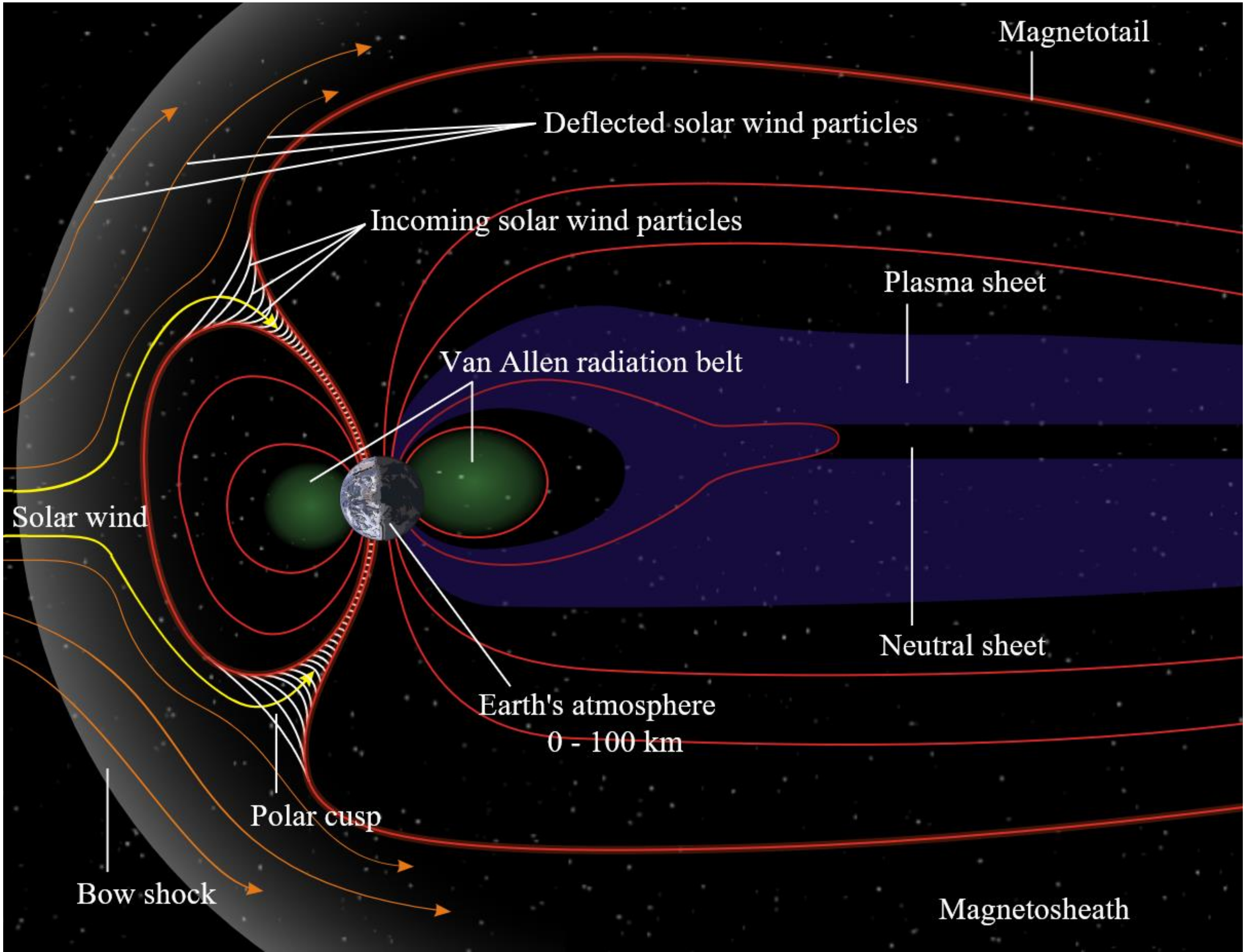
問題：電子や陽子（荷電粒子）がいろいろな方向から地球にやってくる場合、どうなるか考えてみよ。 ⑭





オーロラ

地球には太陽から太陽風（陽子や電子からなるプラズマ）が吹きつけている。
これらが、大気上層の分子と衝突して励起させ、基底状態に戻る時に発光する。

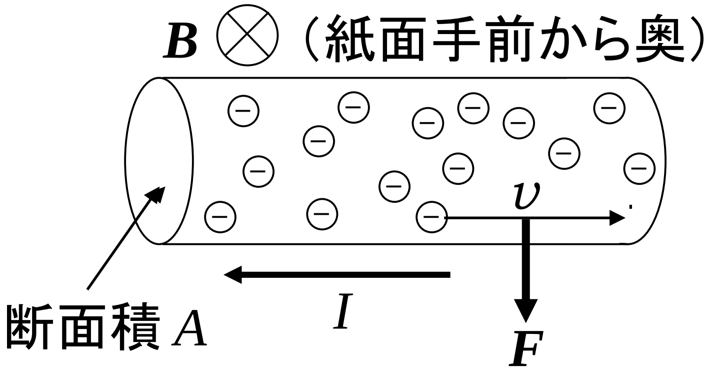


一般的な色は緑、上部は赤っぽい。

オーロラ動画（実際の動きの速さ）

ISS から見たオーロラ

20.4 電流に働く力（p252）



磁気力（ローレンツ力）: $\boldsymbol{F} = q\boldsymbol{v}\times\boldsymbol{B}$

電子１個に働く力の大きさ: $F = evB$

長さ L の導線の体積は、LA

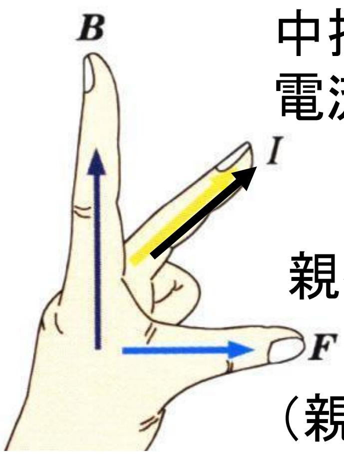
導線中の自由電子の密度を n 個／m^3 とすると
長さ L の導線中には nLA 個の自由電子がある。

nLA 個の自由電子に働く力の大きさは
$F = (nLA)(evB) = (envA)(BL) = IBL$

電流 I

フレミングの 左 手の法則

人差し指 $\boldsymbol{B}$



中指:
電流 I の向き

親指: 力 $\boldsymbol{F}$

（親指は力が入るので）

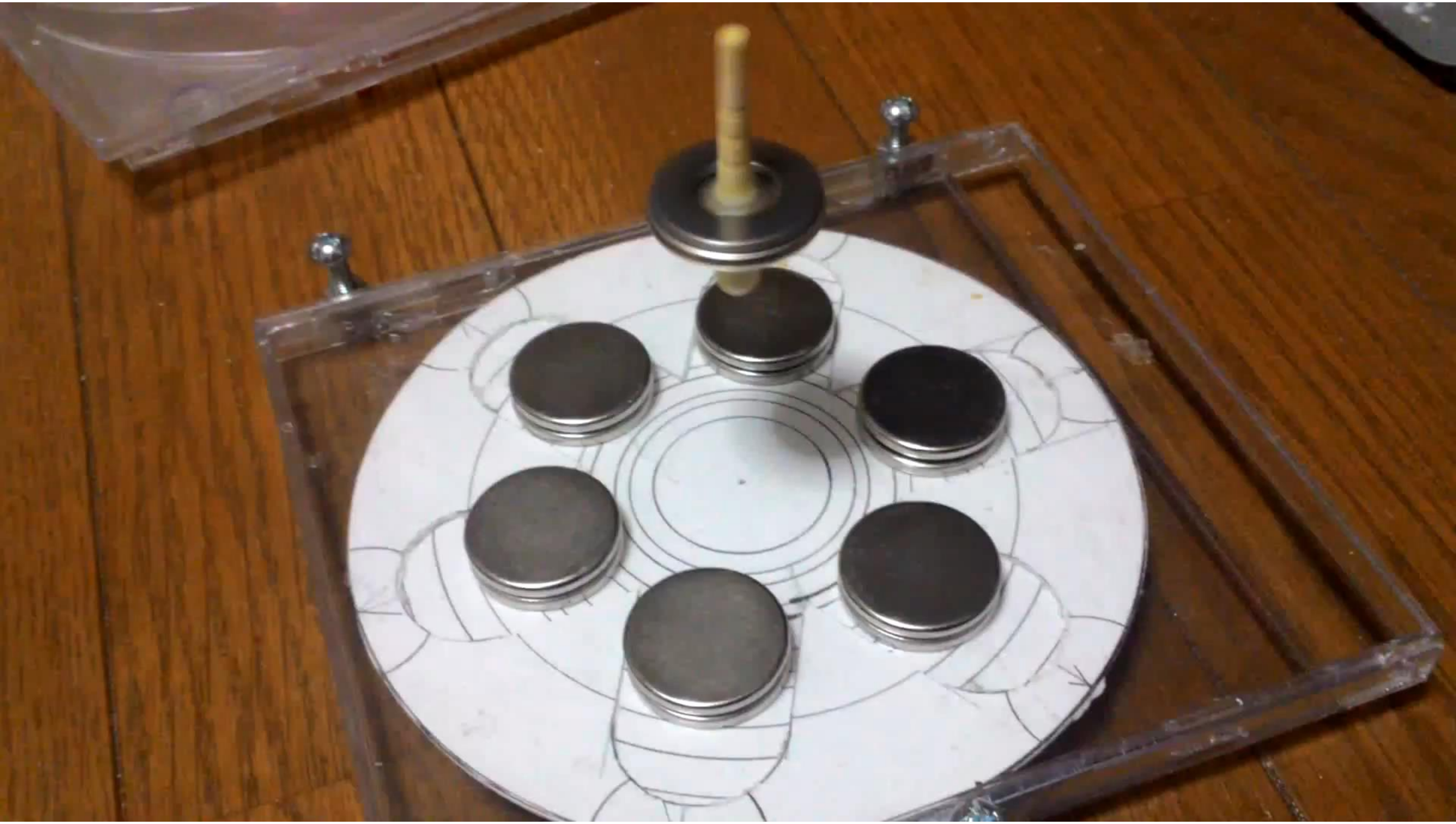
親指から順番にFBI（米連邦捜査局）

磁場中の電流に働く力の大きさ: $F = IBL$
（電流と磁場が垂直の場合）

問題: 磁場の単位 T（テスラ）を他の単位で表せ。

$\mathrm{N = A\cdot T\cdot m \rightarrow T = N/(A\cdot m)}$

浮遊コマ



しくみは、またの機会に･･･

売ってますが、浮かすのは難しい・・・

すべてのバリエーションを見る

Sasuga UFOゴマ 空中浮遊コマ 磁力浮遊コマ 知育玩具 理科 科学 自由研究 ジャイロマジック (ブルー)

Sasuga

¥ 1,680 prime

明日中にお届け

2

空中浮遊コマ U-C A S 【ユーカス】

増田屋コーポレーション(Masudaya Corporation)

¥ 5,000 prime

明日中にお届け

残り3点。注文はお早めに。

こちらからもご購入いただけます

¥ 1,980 中古品 (11 出品)

2

私は、以前買ってやってみましたが挫折しました。
我こそはという人は買ってもいいかも