

1. 電磁気学Iのおさらい
2. 電流と電流密度
3. オームの法則
4. 金属電子論
5. 準定常電流
6. 電流間に生じる力と磁場
7. ローレンツ力
8. 電流が作る磁場
9. アンペールの法則
10. 前半のまとめと確認
11. 磁束と電磁誘導
12. 自己インダクタンスと相互インダクタンス
13. 磁場のエネルギー
14. 交流回路と複素インピーダンス
15. まとめ

電流と電子の速度

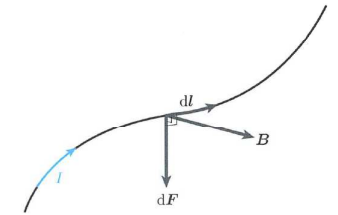
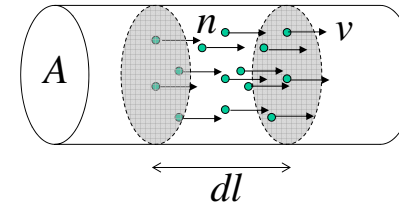


図 3.10 電流素片に働く力

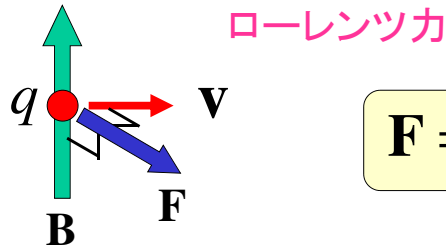
電流密度: $\mathbf{j} = -nev$

電流: $I = jA = -neAv$

電流素片 Idl に働く力: $d\mathbf{F} = Idl \times \mathbf{B} = -neAvdl \times \mathbf{B}$

微小体積 Adl にある電子数: $nAdl$

電子1個あたりにはたらく力: $F = -ev \times \mathbf{B}$



ローレンツ力

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

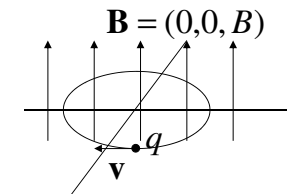
ローレンツ力の場合、力と粒子の動く方向が常に垂直であるから、粒子に仕事をしない!

磁場 \mathbf{B} とともに、電場 \mathbf{E} がある場合

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

一様な磁場中の荷電粒子の運動

- ローレンツ磁気力は仕事をしない
- 荷電粒子の速さは一定
- 力の大きさ $F = qvB$ も一定
- 速度に常に垂直



等速円運動 (サイクロトロン運動)

$$\frac{mv^2}{R} = F = qvB$$

$$\rightarrow R = \frac{mv}{qB}$$

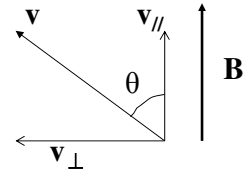
周期: $T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$ 速度 v 、回転半径 R によらず一定

サイクロトロン周波数: $f = \frac{1}{T} = \frac{qB}{2\pi m}$

一様な磁場中の荷電粒子の運動

磁場に対して角度 θ で運動するとどうなるか？

→ らせん運動

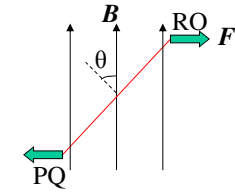
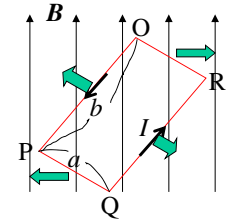


磁場中でコイルに働く力

OP, QRに働く力:
逆向きで等しい $\rightarrow 0$

PQ, ROに働く力:
 $F = IBa$

トルク:
 $N = bF \sin \theta$
 $= abIB \sin \theta$
 $= SIB \sin \theta$



電場: \mathbf{E}

電荷 q に働く力: $\mathbf{F} = q\mathbf{E}$

電荷 q が作る電場: $\mathbf{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \frac{\mathbf{r}}{r}$ クーロンの法則

磁束密度: \mathbf{B}

電流素片 $I d\mathbf{l}$ に働く力: $d\mathbf{F} = I d\mathbf{l} \times \mathbf{B}$

電流素片 $I d\mathbf{l}$ が作る磁場: $d\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\mathbf{l}}{r^2} \times \frac{\mathbf{r}}{r}$

ビオ・サバールの法則