

電磁気学II

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

前回の復習

半径 a の導体球の内部に正の電荷が密度 ρ で一様に分布している。

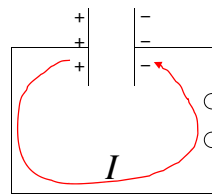
- a) 電場の様子を描け。
- b) ガウスの法則を書け。
- c) 導体球の内部の電場の大きさを求めよ。
- d) 導体球の中心からの距離を r として、球の外部の電場の大きさ $E(r)$ を求めよ。
- e) 導体球の中心からの距離を r として、電位 $\phi(r)$ を求めよ。

電流と電流密度

電流 = 電荷の移動

電流 I [A]

$1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$



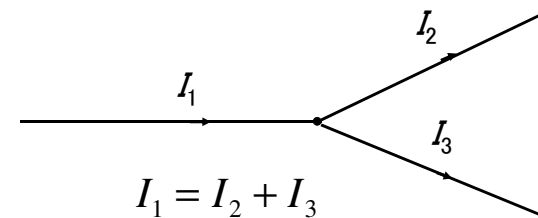
多くの場合、移動する電荷は電子

電子の電荷量: $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$

t 秒間に電荷量 Q の移動 $I = \frac{Q}{t}$

移動する電荷量が時間的に変動する場合 $I = \frac{dQ}{dt}$

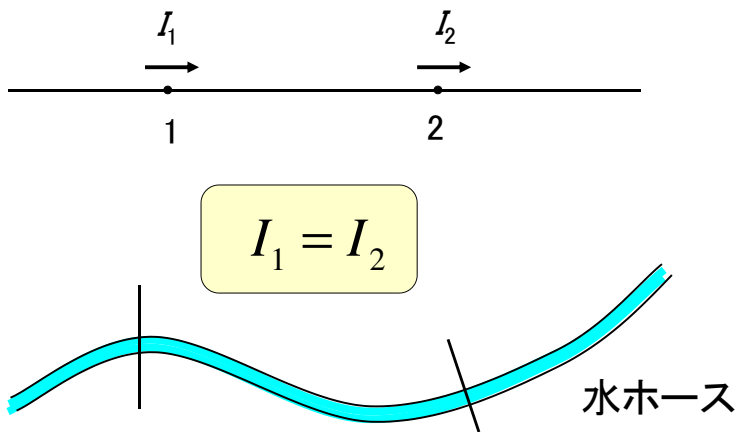
キルヒホッフの第1法則



ルール: 入る電流は-
出る電流は+

$$\sum_i I_i = 0$$

定常電流:強さが時間的に変わることなく
流れつづける電流



電流と電荷の保存

電流 = 単位時間あたりに移動する電荷量

電荷の保存



Δt の間に入る電荷量: $I_1 \Delta t$
 出る電荷量: $I_2 \Delta t$

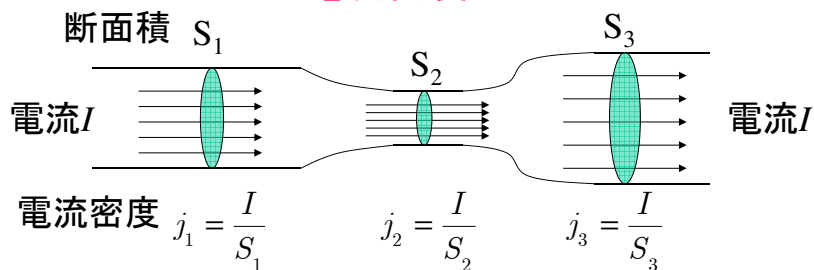
↓

Δt の間の電荷量の変化 ΔQ

$\Delta Q = I_1 \Delta t - I_2 \Delta t$

→ $\frac{dQ}{dt} = I_1 - I_2$

電流密度

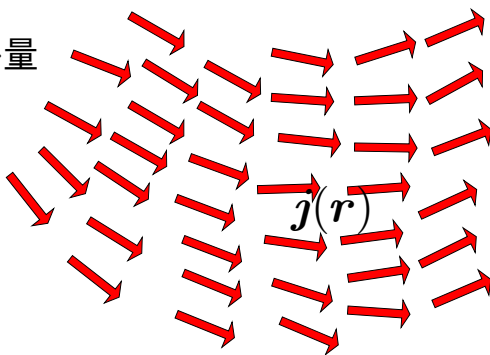


一般にはベクトル量

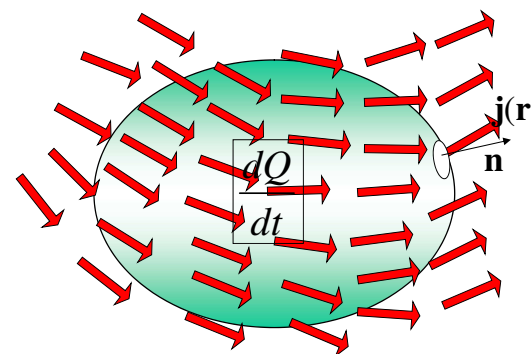
$\mathbf{j}(\mathbf{r})$

単位面積
あたりの電流

単位 [A/m²]



電流密度と電荷の保存



閉曲面Sから出ていく
「電流線」の総数

$$\int_S \{\mathbf{j}(\mathbf{r}) \cdot \mathbf{n}(\mathbf{r})\} dS$$

$$= \int_S j_n dS$$

閉曲面S内の電荷変化

$$\frac{dQ}{dt}$$

電荷の保存

$$\frac{dQ}{dt} = - \int_S j_n dS$$

定常電流

$$\int_S j_n dS = 0$$