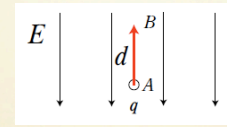


# 物理学基礎 I [総合] 2009年度 第13回 最終回

医学部保健学科 (看護学、作業療法学専攻)  
名古屋大学理系基礎科目  
2009年7月17日

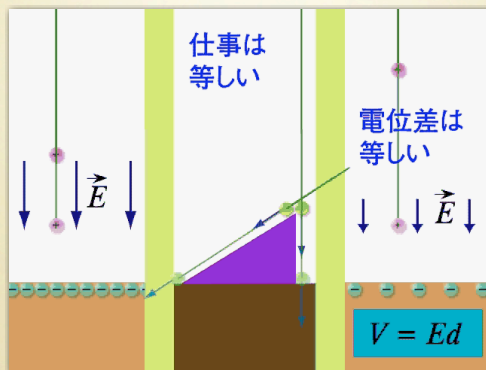
## 電位差 (電圧)

- 電場のあるところで電荷を動かすには仕事が必要



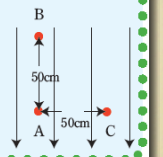
- 図のAからBへ動かすときに必要な仕事:  $W = Fd = qEd$
- この仕事の分だけ電荷のポテンシャルエネルギーとなる
- 電位差  $\Delta V$ : 1クーロンあたりのポテンシャルエネルギーの差
  - 例: 図のAとBの間の電位差は  $\Delta V = Ed$
  - 電位差の単位: ボルト  $V = J/C$

## 重力ポテンシャルとの類推



### 例題 5.1

- 4.0[N/C] の一様な電界がある。図のA-B間とA-C間の電位差を求めなさい。
- 2[C] の点電荷を 4.0[N/C] の一様な電場の中を、電場の方  $\vec{E}$  向と逆に 50[cm] 移動させるのに必要な仕事は?
- 2[C] の点電荷が 4.0[N/C] の一様な電場の中を、電場の方向と垂直に 50[cm] 移動させるのに必要な仕事は?

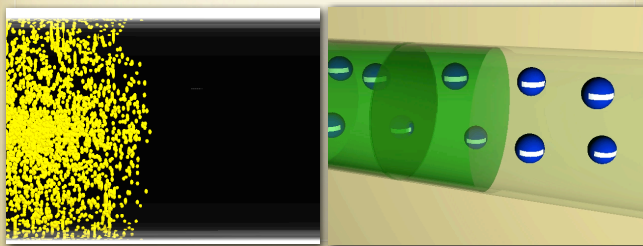


**解説** 初めて電位を習う場合に概念がわかりにくいという人が多い。重力との類似で理解しておこう。

- A-B:  $V = Ed = 4.0 \times 0.5 = 2(V)$ , A-C: ゼロ。
- $W = qV = 2 \times 2 = 4(J)$ 。
- 垂直方向には仕事がいらないので、ゼロ。

## 電流

- 電流とは、導体中の電荷の流れの量
  - 自由電子がマイナスからプラスへ移動
  - 電流はプラスからマイナスへ流れる (電子の移動と逆)
  - 1秒間に1クーロンの流れを1アンペア(1A):  $1A = 1C/s$



## 電源

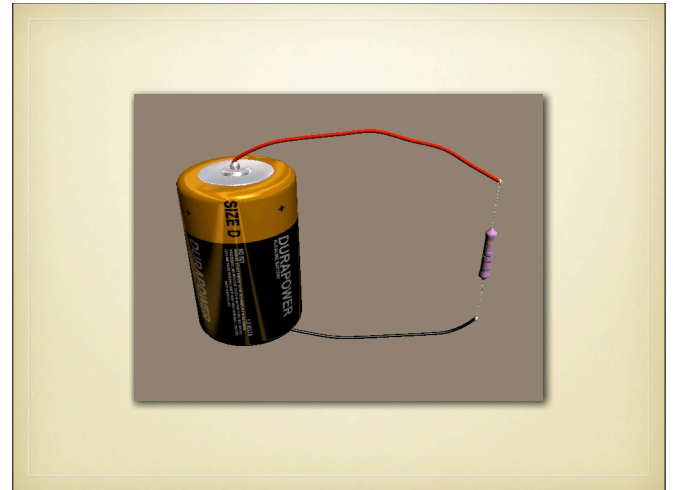
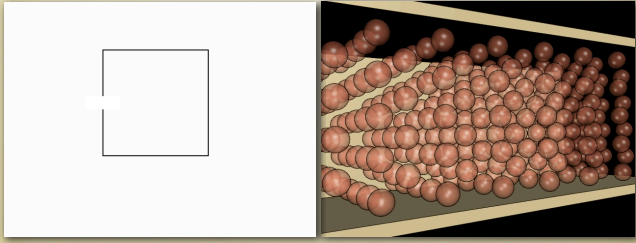
- 電流は電位差があると流れる
- 電源とは、電位差を作り出すもの
- 電位差と電圧は同じ



# 電気抵抗

## ・ オームの法則

- ・ 流れる電流  $I$  はかかっている電圧  $V$  に比例する
- ・  $V = RI$
- ・ 比例定数  $R$  を電気抵抗という (単位: オーム  $\Omega = V/A$ )



## 例題 6.4 ★★

白熱電球は 100[V] の電圧で 1[A] の電流が流れる。白熱電球の抵抗を求めなさい。

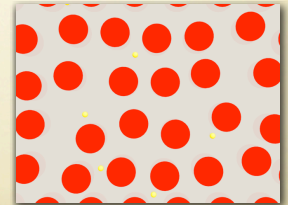
解説 日常生活での抵抗の例。

$V = RI$  より抵抗は 100[ $\Omega$ ]。



# 温度と抵抗

- ・ ほとんどの金属では温度が上昇すると抵抗が大きくなる
  - ・ 原子の熱運動により自由電子の移動が妨げられる
- ・ 半導体では温度が上昇すると自由電子数が増えて逆に抵抗が小さくなる
- ・ サーミスタ: 抵抗の変化により温度を測る素子



# 電力

## ・ 電流 $I$ が電位差 $V$ の回路を流れると仕事をする

- ・ 一秒あたりにする仕事率  $P$  は一秒あたりに流れる電荷と電位差の積: すなわち電流  $\times$  電位差

$$P = IV \quad (\text{オームの法則を使うと}) \quad P = IV = I^2 R = \frac{V^2}{R}$$

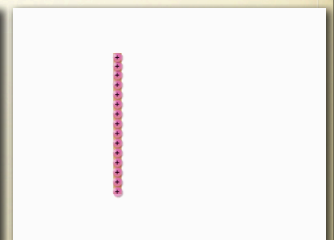
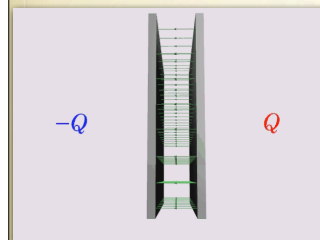
## ・ この仕事率を「電力」という

- ・ 電力の単位=仕事率の単位: ワット  $W = J/s$
- ・ キロワット時 (kWh):
  - ・ 1キロワットの電力を1時間消費したときのエネルギー
  - ・  $1 \text{ kWh} = 1000 \text{ J/s} \times 3600 \text{ s} = 3600 \text{ kJ}$

# コンデンサー (キャパシター)

## ・ コンデンサー: 電気エネルギーを蓄える装置

- ・ 電極に電荷がたまり電場の形で電極間にエネルギーが蓄えられる

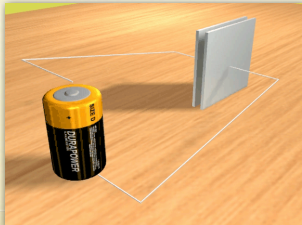


## 電気容量

- ・コンデンサーに蓄えられる電荷  $Q$  は電極間の電圧  $V$  に比例

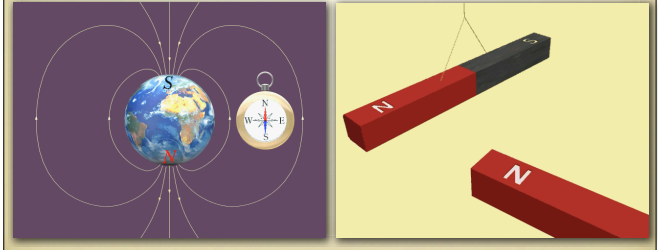
$$Q = CV$$

- ・比例定数  $C$  : 電気容量 (静電容量)
- ・電気容量の単位はファラッド  $F = C/V$



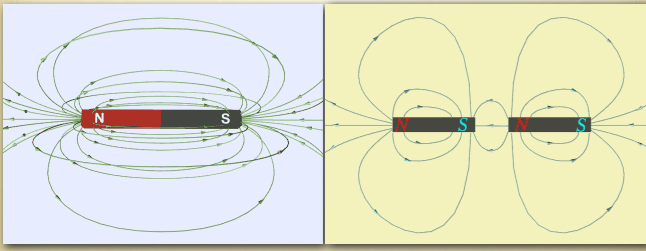
## 磁気

- ・磁気は電気と似ている
- ・NとSが引き合い、NとNやSとSは反発
- ・磁極のまわりには磁場が発生
- ・地球は巨大な磁石のようなもの



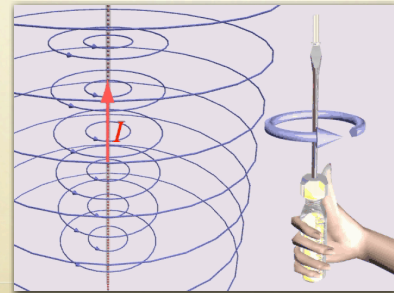
## 磁力線

- ・磁力線
  - ・電気のとときの電気力線と同様に、磁気にもN極から出てS極へ入る線を考える
  - ・磁力線の密度を「磁束密度」という：磁場の強さに比例
  - ・電気との大きな違い：N極やS極は単独では存在できない



## 磁場は電流によって発生する

- ・電流のまわりには磁場が円状に発生する（向きは「右ねじの法則」）
- ・実はすべての磁場は電流（のようなもの）により発生



## 磁場の向きが紙面と垂直な場合の表し方

⊙ 紙面下から上矢印

⊗ 紙面上から下矢印

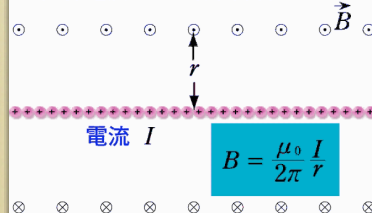


## 直線電流のまわりに発生する磁場

- ・直線電流から距離  $r$  離れた場所における磁場の大きさ（真空中）：

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

直線電流による磁束密度

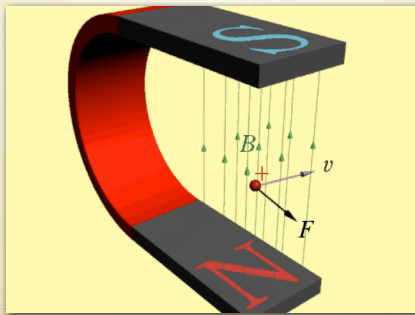


$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

真空の透磁率：  
 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ [N/A}^2\text{]}$

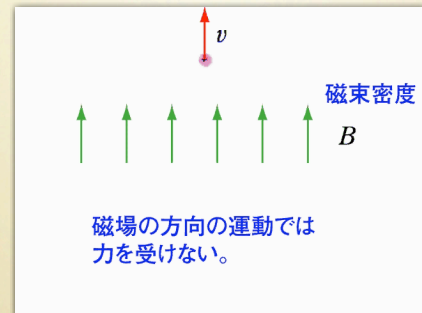
## 磁場中を運動する荷電粒子に働く力

- ・ 磁場の向きと垂直に運動する荷電粒子には力が働く
- ・ 「ローレンツ力」と呼ばれる



## 磁場中を運動する荷電粒子に働く力

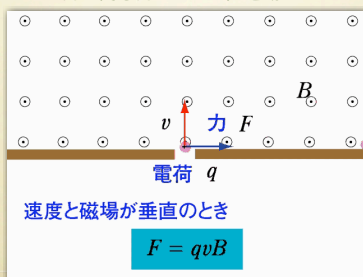
- ・ 磁場の向きと平行に運動する荷電粒子には力は働かない



## 磁場中を運動する荷電粒子に働く力

- ・ 電荷  $q$  の粒子が磁束密度  $B$  と垂直に速度  $v$  で運動するとき:

- ・ ローレンツ力の大きさ:  $F = qvB$
- ・ ローレンツ力が向心力となって円運動する



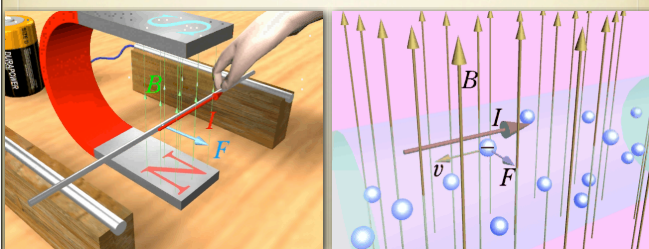
## 磁束密度

- ・ 磁束密度  $B$

- ・ 単位面積あたりを貫く磁力線の本数
- ・ 単位: テスラ  $T = N \cdot s / C \cdot m$
- ・ ローレンツ力の式  $F=qvB$  より上のように他の単位で表される
- ・ テスラのかわりに「ガウス」  $G = 10^{-4} T$  もよく用いられる
- ・ 地磁気の大きさは約 0.3 ガウス

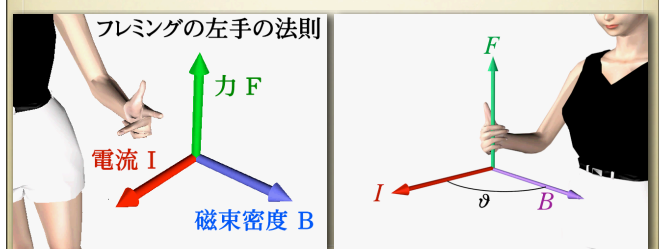
## 磁場中の電流に働く力

- ・ 電流は電荷の流れなのでやはりローレンツ力が働く
- ・ 電流と磁場が平行なら力は働かない
- ・ 電流と磁場の両方に垂直な向きへ力が働く



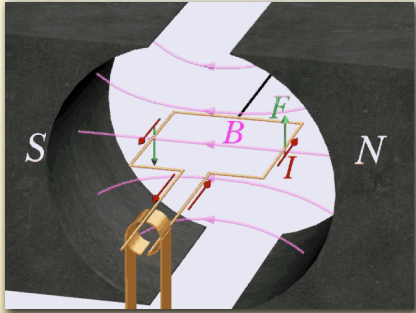
## 電流に働く力

- ・ 長さ  $l$  の導線を電流  $I$  が磁束密度  $B$  の磁場と垂直な方向へ流れるときに働く力の大きさ:  $F = BIl$
- ・ 力の方向の覚え方 (2種類ある):
- ・ フレミング左手の法則、右ねじの法則



## 電気モーターの原理

- ・ローレンツ力を使って電流を回転力に変換



## 電磁波の放射

- ・電磁波は電場と磁場の横波である
- ・電荷が振動  $\Rightarrow$  まわりに電場と磁場が発生  $\Rightarrow$  電磁波が放射される

