

授業予定(変更されたシラバス)

①原子の構造と電気力

②クーロンの法則

③電場1 (小)

④電場2 (小)

⑤電位1 (小)

⑥電位2

⑦電流1 (小)

⑧電流2 (＋確認試験1)

⑨電流が作る磁場1 (小)

⑩電流が作る磁場2

⑪ローレンツ力1 (小)

⑫ローレンツ力2 (小)

⑬電磁誘導 (小)

⑭発展 (＋確認試験2)

⑮まとめ

⑯期末試験

基礎物理A ≪ 学習到達目標 ≫

- 1) 電気力と電場の関係を説明できる。
- 2) 電位と静電エネルギーを説明できる。
- 3) ミクロな視点で電流を説明できる。
- 4) ローレンツ力と磁場(磁束密度)の関係を説明できる。
- 5) 直線電流がつくる磁束密度を図を使って説明できる。

第2回目 クーロンの法則

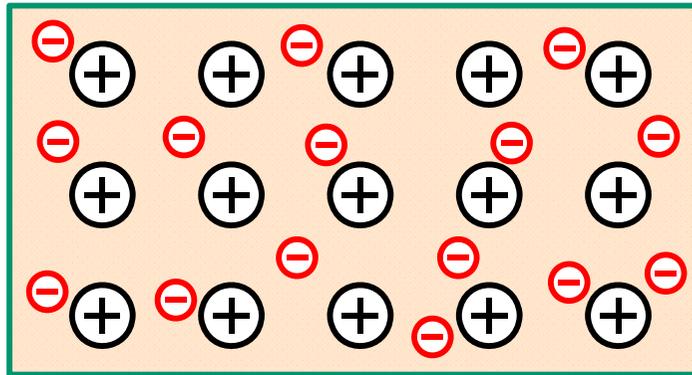
今日の授業の目的

- ① 導体を流れる電流の担い手は自由電子である
- ① 静電気力に関するクーロンの法則

§ 1 クーローンの法則 (つづき)

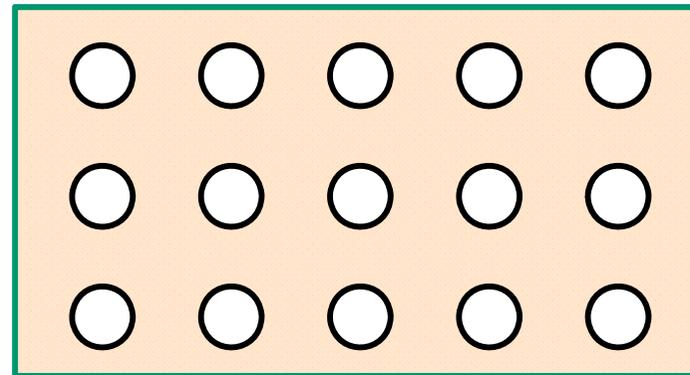
◇ 電流と自由電子

導体



自由電子が存在する

不導体



自由電子は存在しない



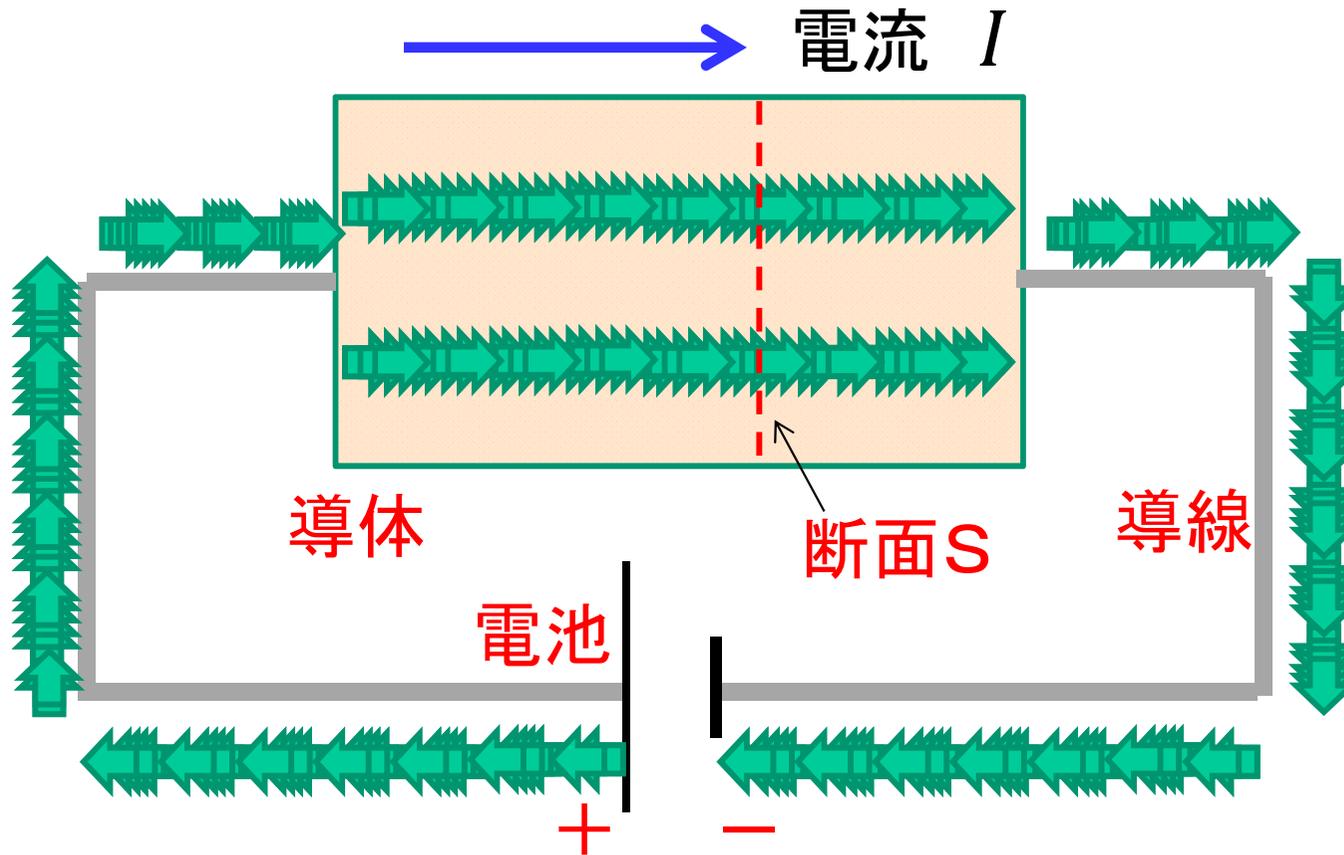
物質内部を自由に動ける

これらの電荷が一方向にそろって移動

⇒ 電気が流れる = 電流

(テキスト p.7)

◇ 電流と自由電子(つづき)



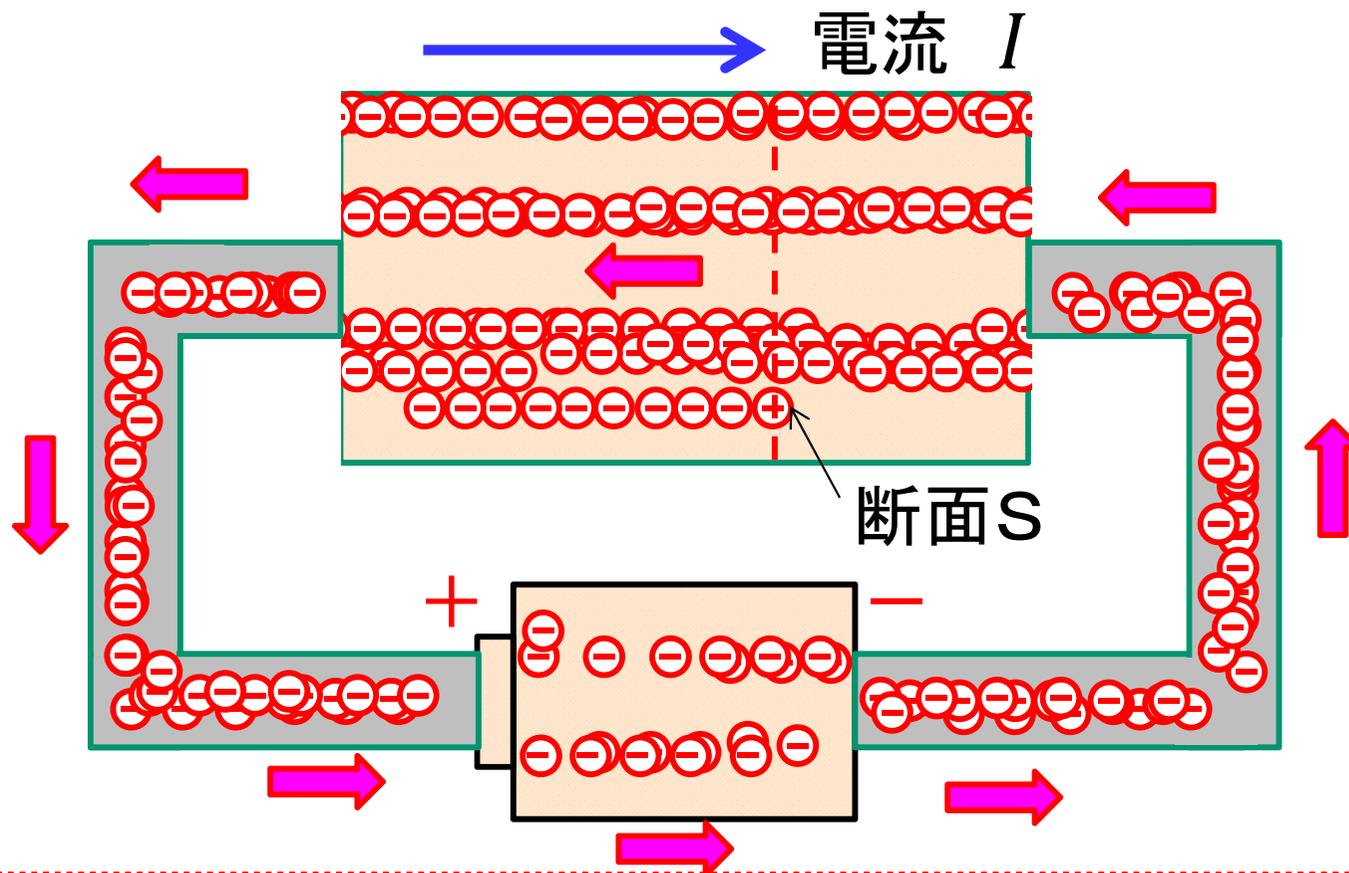
電流の向き = 正の電荷が流れる向き

しかし、実際に流れている(移動している)のは...

◇ 電流と自由電子(つづき)

(テキスト p.7)

電流の担い手は自由電子(負電荷)。負電荷が流れている場合、『電流の向きは負電荷の流れと逆向き』と定める。



自由電子は回路の中をぐるぐる回り続ける : 回路

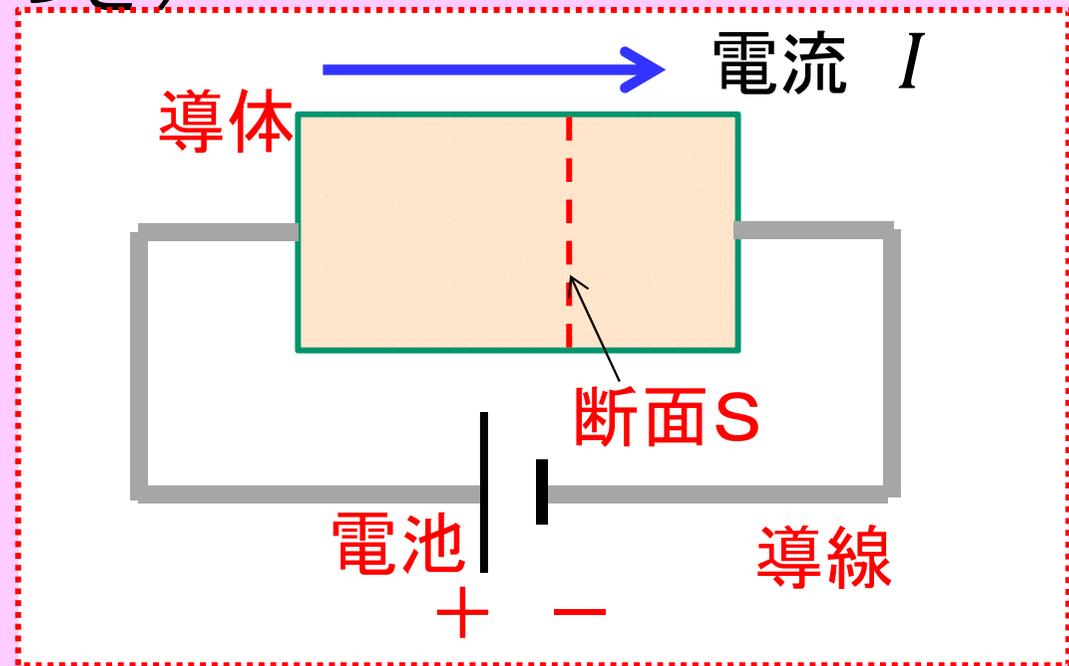
◇ 電流と自由電子(つづき)

(テキスト p.7)

導体の断面を1秒間に
通過する電気量

= 電流の強さ I

電流の単位 A
(アンペア)



回路に電流を6秒間流した。断面Sを $42 C$ の電荷が通過した。
電流の強さは？

断面Sを1秒間あたりに通過する電気量は、 $\frac{42 C}{6 s} = 7 C/s$

したがって電流の強さは、 $I = 7 C/s = 7 A$

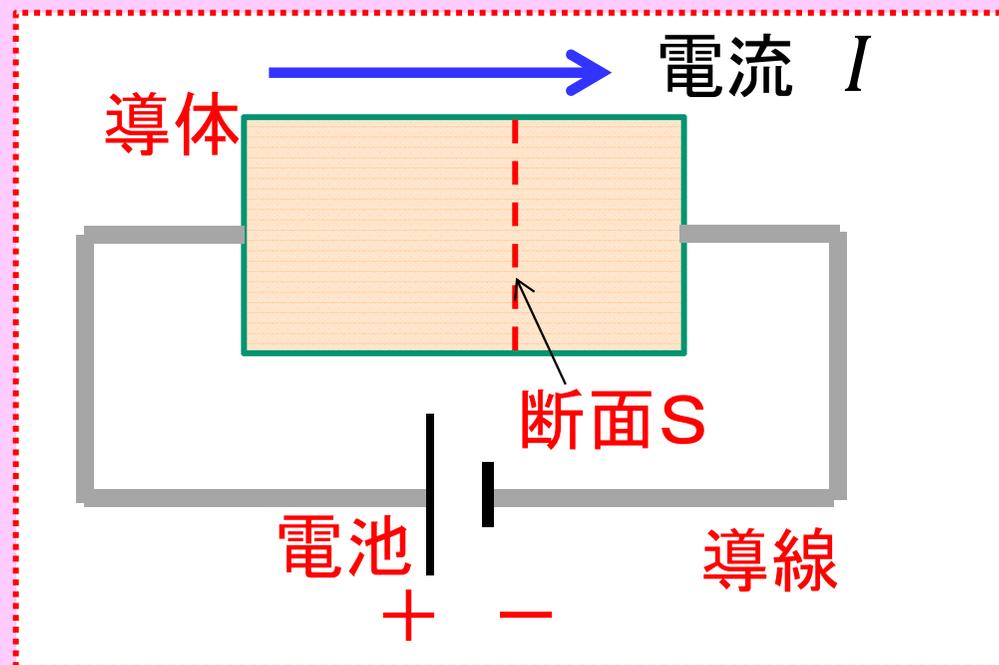
この計算でわかるように、単位 $A = C/s$ と表せる。

◇ 電流と自由電子(つづき)

(テキスト p.8)

電流の強さと自由電子の個数

導体に1 Aの電流を1秒間流した(左から右)。この間に断面Sを通過した自由電子の個数 N は？自由電子が断面を通過した向きは？(左から右？ 右から左？)



追加問題: 導体に8.0 Aの電流を右から左に4.0秒間流した。通過した自由電子の個数 N と向きは？

1分

◇ 電流と自由電子(つづき)

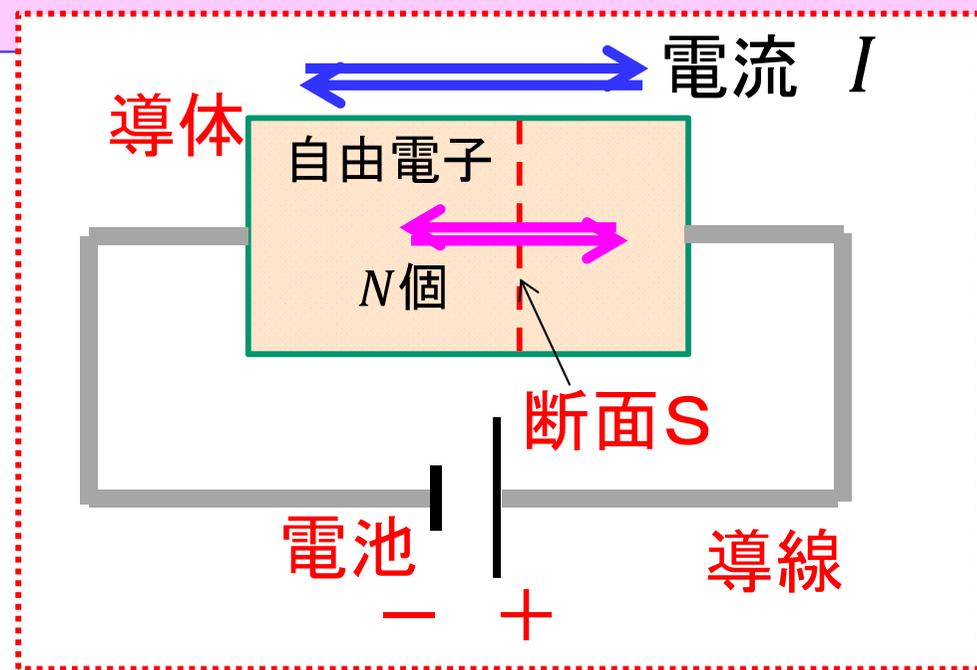
(テキスト p.8)

1秒間に断面Sを通過する自由電子の電気量 Q は、

$$Q = -(1\text{A} \times 1\text{s}) \\ = -1\text{C}$$

(前回は思い出す)

$$N = \left| \frac{Q}{e} \right| = \frac{1\text{C}}{1.60 \times 10^{-19}\text{C}} \\ = 6.3 \times 10^{18}$$



自由電子の向き: 右から左

4秒間に断面Sを通過する自由電子の電気量 Q は、

$$Q = -(8.0\text{A} \times 4.0\text{s}) = -32\text{C}$$

$$N = \left| \frac{Q}{e} \right| = \frac{32\text{C}}{1.60 \times 10^{-19}\text{C}} = 2.0 \times 10^{20}$$

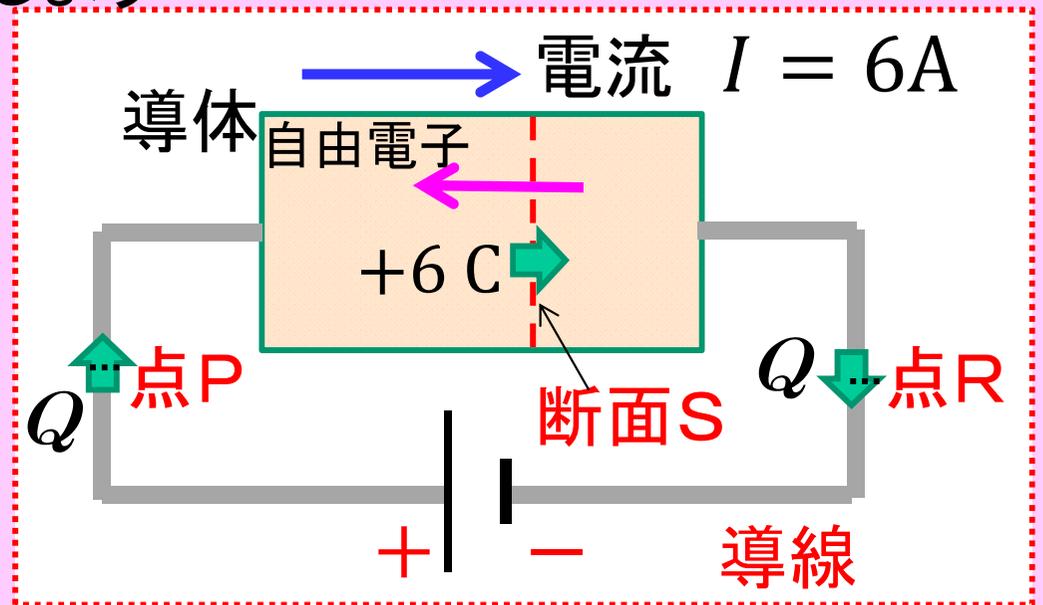
自由電子の向き: 左から右

◇ 電流と自由電子(つづき)

(テキスト p.8)

電流に電荷の保存則を適用しよう

導体に 6 A の電流が流れたとき、**導線上**の点 R にはどれだけ(何 A)の電流が流れたか。点 P ではどれだけか？



電荷保存則より、一定の電流が流れているときに、**ある部分に電荷が溜まっていったり、失われていったりはしない。**

1秒間に、**断面 S から +6 C が入り、点 R から電気量 Q が出ていく。**

電荷保存則より、 $+6\text{ C} - Q = 0 \quad \therefore Q = 6\text{ C}$

点 R を 1 秒間に 6 C の電気量が通過するので、**6 A** である。

点 P を流れる電流も、**導線のどこを流れる電流も、6 A** である。

◇ MKSA単位系

(テキスト p.8~9)

原則として、国際単位系(SI)を用いる。

基本単位は7個

そのうち、電磁気学で主に用いる基本単位は、

長さの単位 m 質量の単位 kg

時間の単位 s 電流の単位 A

基本単位以外の単位は、

基本単位を組み合わせて(掛け算, 割り算で)作られる。

⇒組立単位(誘導単位)

電磁気学の単位系: MKSA単位系

A は基本単位 C は組立単位 $C = A \cdot s$

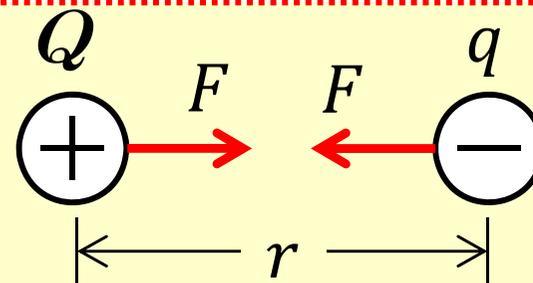
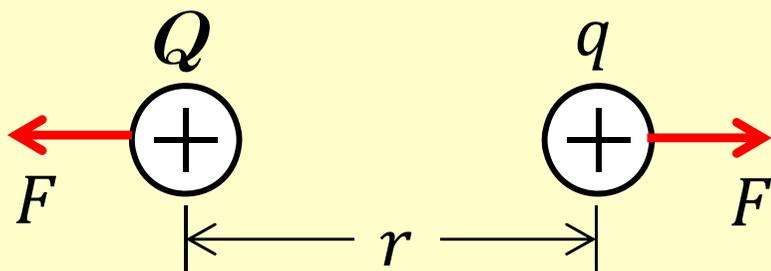
単位も計算できる(計算する)。

電磁気学は、名前がついている組立単位が多いので要注意。

◇ 電気力に関するクーロンの法則

(テキスト p.9)

前回: 2個の帯電体の間で及ぼし合う力の向き
電気力の大きさ(カベクトルの長さ)は?



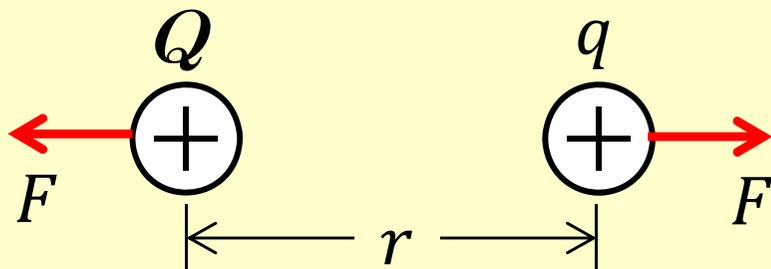
2個の小さな帯電体の間に働く電気力の大きさ F は、
2個の帯電体の電気量 q , Q の積に比例し、帯電体の
距離 r の2乗に反比例する。

$$F = \left| k \frac{qQ}{r^2} \right|$$

比例定数(真空中の場合) $k_0 = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$

◇ 電気力に関するクーロンの法則(つづき) (テキスト p.9)

1C の電荷はどれくらいの力を生むか？



真空中で, $q = 1\text{C}$, $Q = 1\text{C}$ の2個の小さな帯電体を, $r = 1\text{ m}$ の距離だけ離して置く。

比例定数(真空中の場合)

$$k_0 = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$$

$$F = \left| k \frac{qQ}{r^2} \right|$$

追加問題: 真空中で, $q = 2.0 \times 10^{-6}\text{C}$,

$Q = -3.0 \times 10^{-7}\text{C}$ の2個の
小さな帯電体を, $r = 3.0\text{ cm}$ の
距離だけ離して置く。

力の大きさ F と向きを答えよ。

過分

◇ 電気力に関するクーロンの法則(つづき) (テキスト p.9)

比例定数(真空中の場合)

$$k_0 = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$$

$q = 1\text{C}$, $Q = 1\text{C}$, $r = 1\text{ m}$ の場合

$$F = \left| k_0 \frac{qQ}{r^2} \right| = \left| 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \cancel{\text{m}^2} / \cancel{\text{C}^2} \times \frac{\cancel{1\text{C}} \times \cancel{1\text{C}}}{(\cancel{1\text{ m}})^2} \right|$$

$$= 9.0 \times 10^9 \text{ N}$$

$9.0 \times 10^9 \times 100 \text{ g} = 9.0 \times 10^5$ トンの重さ(重力)にほぼ等しい

$q = 2.0 \times 10^{-6}\text{C}$, $Q = -3.0 \times 10^{-7}\text{C}$, $r = 3.0 \text{ cm}$ の場合

$$F = \left| k_0 \frac{qQ}{r^2} \right| = \left| k_0 \cdot \frac{2.0 \times 10^{-6}\text{C} \times (-3.0 \times 10^{-7})\text{C}}{(3.0 \times 10^{-2}\text{m})^2} \right|$$

$$= 9.0 \times 10^9 \cdot \frac{6.0 \times 10^{-13}}{9.0 \times 10^{-4}} \text{ N} = 6.0 \times 10^{9-13+4} = 6.0 \text{ N}$$

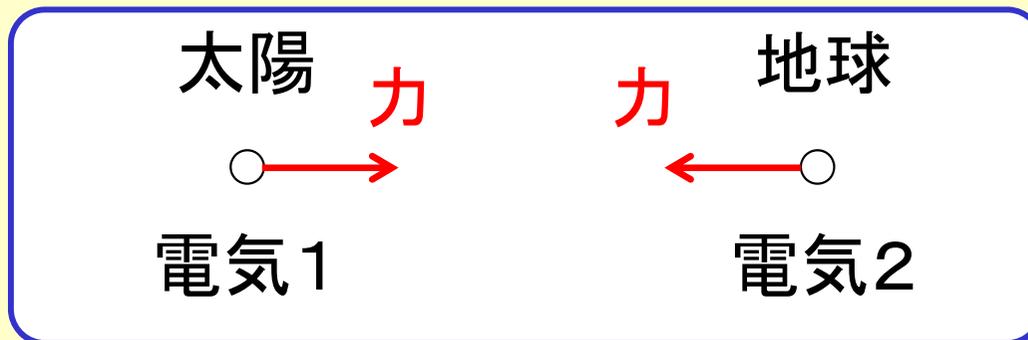
ニュートンの遠隔作用説

: 離れていてもいきなり力が作用する

(1643年～1727年)

ニュートンの名言

「私は仮説を作らない」



① 電気1を置く

○ まわりの空間に
何も生じない
電気1



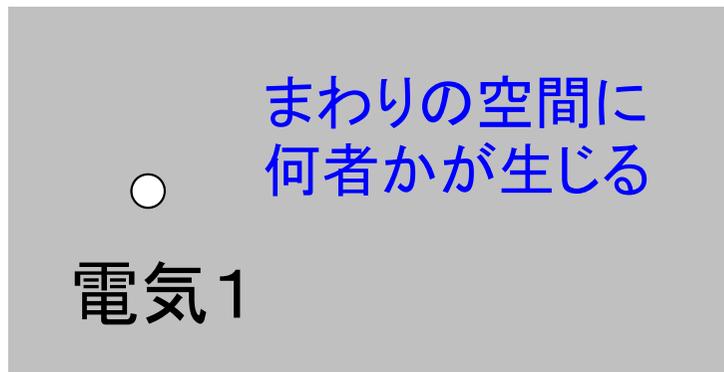
② 電気2を置く

置かれた瞬間に
電気1から力が伝わる
力
○ ← ○
電気1 電気2

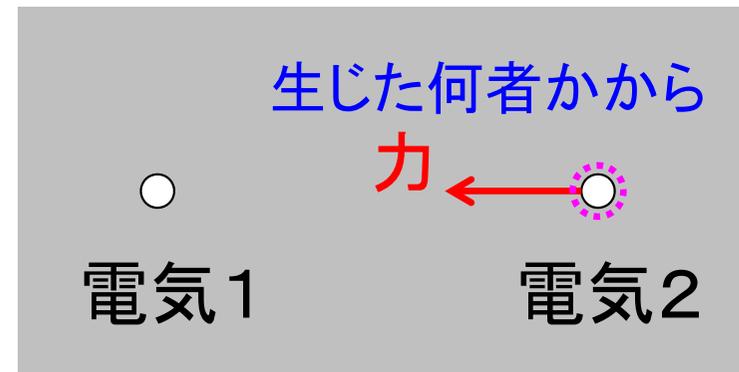
ファラデーの近接作用説 (1791年~1867年)

離れた電気同士でいきなり力は作用しない。
2段階で考える。

①電気1を置く



②電気2を置く



・レポート問題（解答用紙付き）
を必ず持って帰ること