

物理学. . . .

労多くして実が少ない？

数学. . . 数や図形のパズル. . . 出来ると楽しい. . . その実は「論理学」

物理. . . もの（主に無生物）のありさまに理屈（法則）をつける. . . しかも数式で

数式で、こんなに変化に満ちて色々なことが起きている世界を記述するのは無謀？

自らの行動が（単純な）法則に支配されているなどとは信じがたい

なぜそうなるのか

数式は（比較的）単純 ↔ 実際に起こっている現象は複雑（に見える）

=>数式で現実の「もの」の動き（変化）を考えるのは無謀. . . できたとしても. . .

現実の複雑な（それでいて面白い）現象から、普遍的な特徴を抽出する作業は大変

科学に携わるときの基本的な態度

「なぜそうなるのだろうか」を徹底的に考えぬく

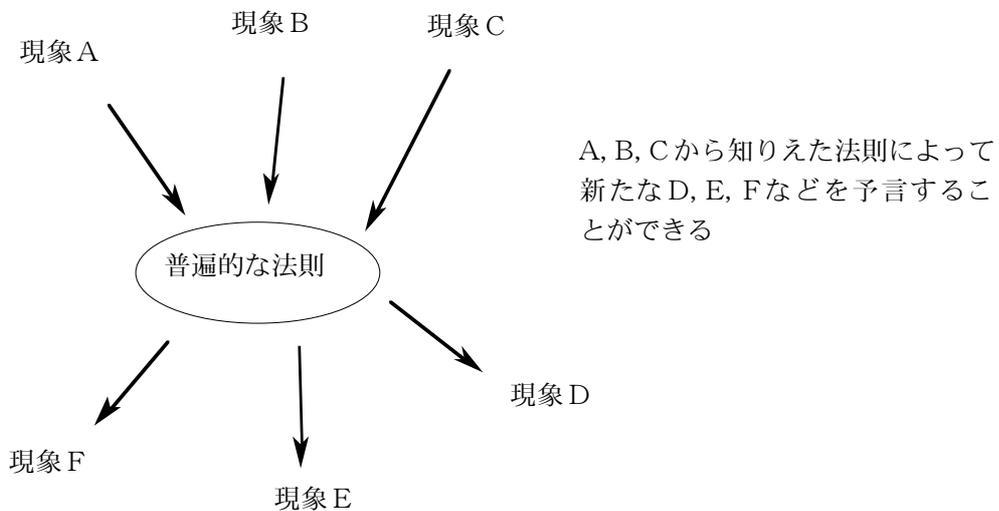
どうして私は生まれたの > 生命活動の一つ > なぜ生命があるのか >

われわれはどこから来たのか > 世界、宇宙はどうしてあるのだろう. . .

ものは何から出来ているのか > なぜ分子や原子があるのだろうか.

このような考え方は、. . . どの分野で仕事をするにも大切な態度

一旦、「なぜ」がわかると、そのことを元にした応用と発展の範囲は極めて広範（経験則）



例えば ニュートンの運動方程式

力を受けて運動する様子は全て（相対論的な場合を除く）

振動・波動現象

ばねの振動が理解できれば、電気振動も理解できる

ひもを伝わる波の現象が理解できれば、音や電波等の現象も理解できる

1. 静電気力＝クーロンの法則

物質の成り立ち

無生物、生物、色々な形、色、香り、堅さ、重さ、、、、

多種多様な様相がいかんして出来ているのか？

それらをうまく利用したい、役に立てたい、、、科学者・技術者の責任

分子 > 原子 > 電子+原子核 > 陽子・中性子 > クォーク > . . .



日常の世界では、電気力・磁気力と重力がもっとも重要な役割を果たしている

原子の構造

- ・ 大き（直径）さが約 $10^{13} \sim 10^{12}$ cm 程度の原子核の周り、約 10^8 cm 程度の領域を電子が回っている
- ・ 原子核は、陽子と中性子から成り立っている
- ・ 質量の大部分は原子核が担っている
- ・ 電荷は、陽子と電子は大きさ同じで反対の符号、中性子はゼロ電荷

電気素量： 1.6×10^{19} [C]

質量： $m_e = 9.11 \times 10^{31}$ [kg], $m_p = 1.67 \times 10^{27}$ [kg]

問1 1 mol の数を知った上で、原子の大きさを概算せよ。

クーロンの法則 ねじればかりを用いた観察実験

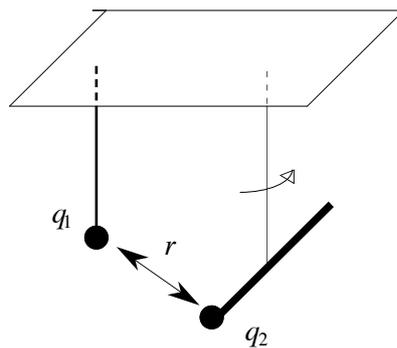
電気は逃げやすいので注意深い実験が必要

$$\vec{F} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r}$$

$$k = 8.9875518 \times 10^9 \text{ [N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2]$$

$$\epsilon_0 = 8.9 \times 10^{12} \text{ [C}^2 / (\text{N} \cdot \text{m}^2)]$$

- ・ ここで r は 1, 2 の距離、 \hat{r} はそれらを結ぶベクトルで長さが 1 の単位ベクトル
- ・ 向きは、 q_1 と q_2 が同符号なら反発力、異符号ならば引力となるように決める。



問2 1 [kg] で 1 [C] の電荷を蓄えた物体が 1 [m] 隔てておかれているときに作用するクーロン力を求めよ。この力を重力と比較せよ。

問3 仮に同じ量の静電気を帯びた2人が1[m]離れているときに1[N]の力を感じたとしよう（こんなに大量に帯電することは普通あり得ないが）。何個の電子が余分に（または少なく）あればよいか。この数を、これらの人が持つ全電子数と比較してみよう。

問4 （電流の単位）1[A]は1[C]の電荷が1秒間に移動する電荷の流れの量である。1[A]は、毎秒何個の電子の移動に等しいか。

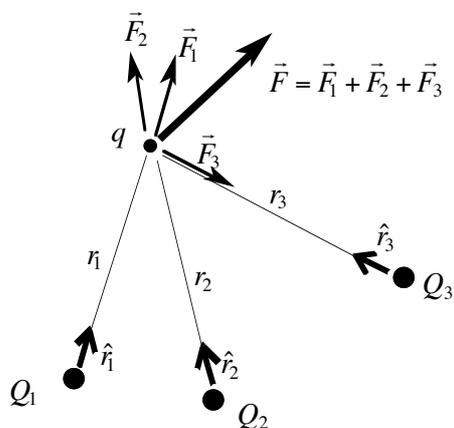
問5 直径1mmの銅線に1[A]の電流が流れるときの、自由電子の平均速度を求めよ。銅の比重、1モルの重さは各自調べよ。自由電子は、銅原子1個当たり1個の放出されるものとする。

重ね合わせの原理

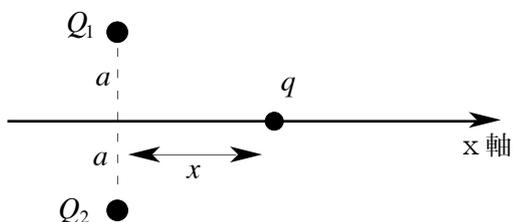
電荷 q が複数の電荷 Q_1, Q_2, \dots から受ける力は、それぞれの電荷から受ける力のベクトル和に等しい：

$$\vec{F} = k \frac{qQ_1}{r_1^2} \hat{r}_1 + k \frac{qQ_2}{r_2^2} \hat{r}_2 + \dots = \sum_i k \frac{qQ_i}{r_i^2} \hat{r}_i$$

（記号の意味は図を参照）



問6 2つの電荷 Q_1, Q_2 が距離 $2a$ へだてておかれており、中心線におかれた電荷 q が受ける力を、 Q_1, Q_2 が同・異符号のそれぞれの場合に求めよ。



電荷密度が分布している場合

離散的な和を連続的な積分に変えれば良い

$$\vec{F} = kq \int dQ \frac{1}{r^2} \hat{r}$$

問7 無限に延びた直線上に単位長さあたり λ [C/m] の電荷が一様に分布している。直線から r [m] 離れた点に置かれた電荷 q [C] が受ける力を求めよ。

