

物理学(1)

担当: 白井 英俊

Email: sirai@sist.chukyo-u.ac.jp

講義「物理」の計画, 教科書と担当者

この『物理学』は、白井英俊と佐藤俊郎先生が講義する

前半7回： 講義内容: 力学

担当: 白井英俊

教科書: 西浦、田中(2013)「大学新入生のための力学」共立出版

8回目(2015年度は6月1日)は、**力学の試験**を行う

欠席すると単位取得不可

後半7回： 講義内容: 電磁気学

担当: 佐藤俊郎先生

教科書: 西浦・藤井・田中 (2010)『入門工系の電磁気学』共立出版

前期試験(7月28日)は、**電磁気学の試験**を行う

講義の進め方

反転授業方式で行う

つまり、「学ぶべき知識」は**自宅学習**で

講義の前までに、教科書を読む、『物理学』のホームページにある講義資料を視聴する、教科書の問題を解く、など「**自分で学んでくる**」

力学では、**2章ずつ**進みます

講義では、内容の確認のあと、確認問題に取り組みます

また、ほぼ**毎回宿題を出します**。締切を厳守すること

これによって理解度をチェックし、理解を深めます

当然のことだが、**自分で学ばない限り、何も学べない**

物理について

- 歴史的にみて、物理と数学は互いに影響しあって、発展してきた
- 物理現象を数学を用いて記述し、それを解くことで物理現象の予測や、よりよく理解することが可能になる

だから、数学は物理にとって必須

しかし、物理は数学ではない。

物理学ではいろいろな物理量が現れ、いろいろな文字が使われる
数学と異なり、それらが特有の意味と「単位」をもっている

物理学に強くなるには

物理学は『暗記科目ではない』

しかしながら

必要最低限のことは頭に入れておかないといけない

物理量の定義とその意味はしっかり記憶する必要がある

物理量の定義や法則が意味するところを含めて、その知識を実際に活用できるようにしておく

活用するには、演習問題を自力で解く！

第1章 物理量と測定

- 物理量: 物理現象について述べるのに必要な (測定できる) 量
 - 単位: 物理量の大きさの基準
- 物理量 = 数値 × 単位

1章では、物理量の単位
次元解析
物理量の測定値の表し方
測定値の数値を使った計算
を学ぶ

1.1 物理量と単位

物理量

例: 時間、長さ、重さ、速さ、などなど

$$\text{物理量} = \text{数値} \times \text{単位}$$

例えば 太郎君の身長は 175 cm

単位 物理量の大きさの基準となる大きさ

基本単位: 時間、長さ、質量、電流、温度、物質質量、光度

国際(SI)単位系: s m kg A K mol cd

他の基本単位では置き換え不能

組立単位

面積や密度、速さは基本単位にはない

⇒ **組立単位**・・・基本単位を『組み合わせる』

例: 面積 m^2 --- 長さ×長さ

体積 m^3 --- 長さ×長さ×長さ

密度 kg/m^3 --- 質量÷体積

速さ m/s --- 長さ÷時間

加速度 m/s^2 --- 速さ÷時間 (大きさに注目)

力 $kg \cdot m/s^2$ --- 質量×加速度 (大きさに注目)

注: 力の単位はよく使われるので記号 N を用いる

補助単位

物理で扱う物理量にはとても大きいものから小さいものまでいろいろある：

大きい: 地球の直径(12,742km, およそ 10^7 m)

地球と太陽との距離(1天文単位、

149,597,870,700 m, およそ 10^8 m)

光が1年間で進む距離(1光年、

9.4605284×10^{15} m, およそ 10^{16} m)

小さい: 水素原子の直径(およそ 10^{-10} m)

γ 線の波長(およそ 10^{-12} m)

補助単位

長さの場合: km (キロメートル) が 10^3 m

mm (ミリメートル) が 10^{-3} m

を表すように、

単位(kgを除く、s, m, Aなど)の前に補助単位をつけて表すことが多い

大きい: k (キロ) 10^3 , M (メガ) 10^6 , G (ギガ) 10^9 , T (テラ) 10^{12}

小さい: m (ミリ) 10^{-3} , μ (マイクロ) 10^{-6} , n (ナノ) 10^{-9} , p (ピコ) 10^{-12}

練習: 次の単位の読みと意味を答えよ

(1) ms (2) MA (3) μ m

注1: μ だけギリシャ文字が使われている。u を代用で使う人もいる

注2: 桁が3桁刻みなのは、欧米語の慣習によるもの。

1.2 次元

物理量が基本量のどのような組み合わせで用いられるか、だけに注目する --- なぜなら、単位にはいろいろに表されるから混乱する場合がある --- 例: 長さ m/s、km/h, ...

長さ(Length)を L

質量(Mass)を M

時間(Time)を T

電流(Intensity of current)を I で表す

物理量Q が $L^a M^b T^c I^d$ の形をしているとき、Qの次元を

(1.2.1) $[Q] = [L^a M^b T^c I^d]$ で表す --- 次元式

次元式の例:

$$[\text{面積}] = [L^2]$$

$$[\text{速度}] = [LT^{-1}]$$

$$[\text{密度}] = [ML^{-3}]$$

次元の異なる物理量を等式(イコール)では結べない!

次元解析

物理の方程式において、左辺と右辺には同じ次元の物理量でなければならない

--- ということを利用して、物理量の間関係式を求める方法

例 1.3

円運動の角速度 ω は 円運動の半径 r と速さ v を用いて表される

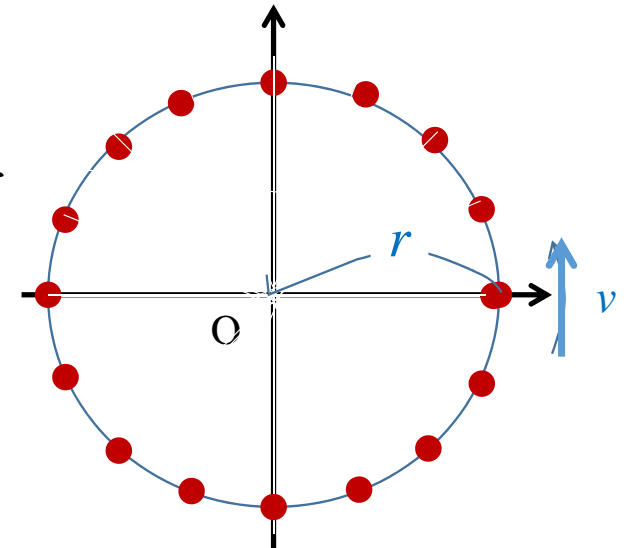
ω の次元は [角度/T] --- ここで角度は無次元なので、次元は $[T^{-1}]$

r の次元は [長さ]、つまり $[L]$

v の次元は [長さ/時間] --- つまり、 $[LT^{-1}]$

$\omega = r^a v^b$ と表されるなら、右辺の次元は $[L^{a+b} T^{-b}]$ となる。

ゆえに、 $b=1, a=-1$ つまり、 $\omega = \frac{v}{r}$



$$\begin{aligned} \therefore a+b &= 0 \\ b &= 1 \end{aligned}$$

次元解析---別な例

例: 糸におもりをつるして揺らす。

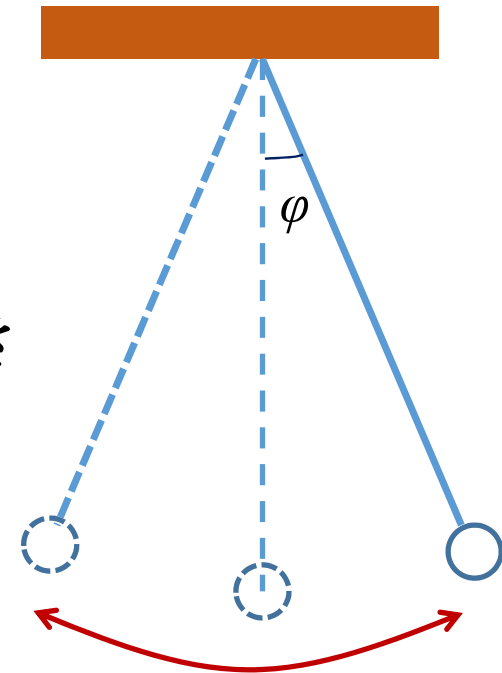
右から左に振れ、また右に戻ってくる時間(周期)はおもりの重さや最初の位置に関係なく一定(振り子の等時性---ガリレオ)

周期を T [s]、糸の長さを l [m]、重力加速度の大きさを g [m/s²]とすると、

周期の次元は [T]、糸の長さの次元は[L]、重力加速度の大きさの次元は[LT²]であることから

T は $\sqrt{\frac{l}{g}}$ に比例する

実際には、 $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ (p.116公式9.1)



1.3 測定と有効数字

物理量を測定する---身長、体重、速さなど---、得られた測定値には誤差がつきもの(目盛によって読み取れる量に限界がある)

- 有効数字: 測定値として意味のある数字
- 有効数字の桁数: 有効数字の個数

数の科学的な記法

$$7.0 \times 10^{-2} \text{ m}$$

有効数字 位取り

「位取りのゼロ」は有効数字には含めない

例: 物体Aの長さが7.0 cm (ここでは6.95cm以上7.05cm未満)と測定された場合、これを7cmと書いてはいけない---最後の0は測定された値を示すから。この時の有効数字は2桁である、という

また0.070 mとも表せるが、この場合の0.0は「位取りのゼロ」であって有効数字には含めない。

計算のルール

複数の測定値を足し算、引き算など四則演算する場合、**単位と有効数字に注意して計算**する

(0) **単位**を合わせる

例: $2.0\text{m} + 15.3\text{cm}$ の場合、 $2.0\text{ m} + 0.153\text{ m}$ として計算する

(1) 足し算、引き算

測定値の最後の有効数字のうち**最も大きい位**までの計算結果を書く

例: $2.0\text{m} + 0.153\text{ m} \Rightarrow 2.153\text{ m}$ とせずに、「5」を四捨五入して 2.2 m

(2) 掛け算、割り算

使った測定値の有効数字のうち、**最も小さい桁数**で計算結果を書く

例: $3.2\text{ cm} \times 2.15\text{ cm} \Rightarrow 6.88\text{ cm}^2$ とせずに、 6.9 cm^2 とする

この場合は2桁

(3) 引き算の場合、有効数字の桁数が減る場合が多いので注意

1章の問題

p.10 の問題をすべて解き、答と照合すること

追加問題 (1)

海面を伝わる波の速さ v が深さ h と重力加速度の大きさ g によってだけ決まる時、 v を h と g の関数として表せ

追加問題(2)

質量 m 、半径 r の一様な球体が、中心を通る軸の周りに毎秒 n 回転しているとき、この球体の運動エネルギーはどのように表わされるか？ただしエネルギーの次元は ML^2T^{-2} である

1章についての質疑討論