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

物理量=数値×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 (大きさだけに注目)

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

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10^7m)

地球と太陽との距離(1天文単位、

149,597,870,700 m, およそ10^8m)

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) μm

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: 速さ 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

次元式の例:

$[面積] = [L^2]$

$[速さ] = [LT^{-1}]$

$[密度] = [ML^{-3}]$

物理量Q が $L^aM^bT^cI^d$ の形をしているとき、Qの次元を

(1.2.1)　$[Q] = [L^aM^bT^cI^d]$　で表す --- 次元式

次元の異なる物理量を等式(イコール)では結べない！

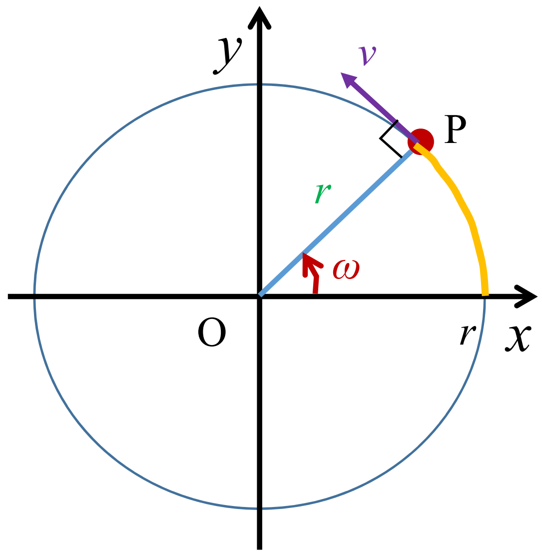
次元解析

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、物理量の間の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



角速度ω ：1sあたりの回転角(ラジアン, rad）

1秒間で1回転するなら $\omega = 2\pi$　[rad/s]

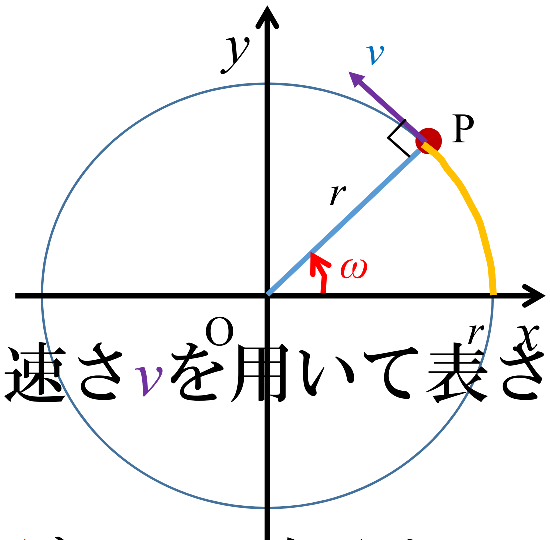
注意: 角度(rad)は無次元

参考：角速度、回転数、周波数(Hz)の次元はT^{-1}

次元解析

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 [rad /T] --- ここで角度(rad)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、$[LT^{-1}]$

$\therefore\ a+b = 0$

$b = 1$

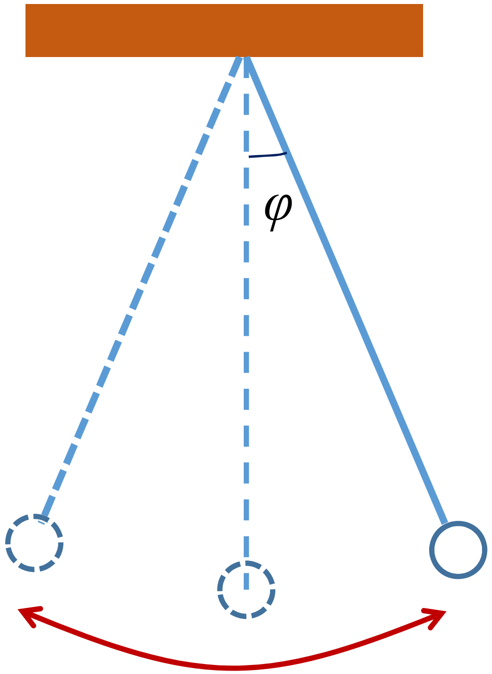
$\omega = r^a v^b$ と表されるなら、右辺の次元は $[L^{a+b}T^{-b}]$ となる.

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

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/s^2]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[LT^{-2}]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

$$\underbrace{\boxed{7.0}}_{\text{有効数字}} \times \underbrace{\boxed{10^{-2}}}_{\text{位取り}}\ \mathrm{m}$$

「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: 2.0m + 15.3cm の場合、 2.0 m + 0.153 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 m + 0.153 m ⇒ 2.153 m とせずに、「5」を四捨五入して 2.2 m

(2) 掛け算、割り算

この場合は２桁

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 cm × 2.15 cm ⇒ 6.88 cm^2 とせずに、6.9 cm^2 とする

(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とき、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