

物理学1

No. 1 単位と次元

SI単位系

7つの基本単位

m kg s A K mol cd

長さ 質量 時間 電流 温度 物質質量 光度

SI接頭語

大きい数, 小さい数の表現

例)

$$1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$$

$$1 \text{ MJ} = 10^6 \text{ J}$$

教科書 p.2 参照

記号	読み	大きさ	記号	読み	大きさ
k	キロ	10^3	m	ミリ	10^{-3}
M	メガ	10^6	μ	マイクロ	10^{-6}
G	ギガ	10^9	n	ナノ	10^{-9}
T	テラ	10^{12}	p	ピコ	10^{-12}
P	ペタ	10^{15}	f	フェムト	10^{-15}
E	エクサ	10^{18}	a	アト	10^{-18}
Z	ゼタ	10^{21}	z	ゼプト	10^{-21}
Y	ヨタ	10^{24}	y	ヨクト	10^{-24}
h	ヘクト	10^2	c	センチ	10^{-2}
da	デカ	10^1	d	デシ	10^{-1}

各種の量，基本単位の組み合わせ

$$\text{速度} = \frac{\text{距離} \xrightarrow{\text{m}}}{\text{時間} \xrightarrow{\text{s}}} \quad \Rightarrow \quad \text{速度 } \text{m/s}$$

$$\text{密度} = \frac{\text{質量} \xrightarrow{\text{kg}}}{\text{体積} \xrightarrow{\text{m}^3}} \quad \Rightarrow \quad \text{密度 } \text{kg/m}^3$$

大事な量は特別な名前を持つ ⇒付録A.2

例)

力 $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2 \rightarrow \mathbf{N}$ (ニュートン)

圧力 $\text{N}/\text{m}^2 = \text{kg}/\text{m} \cdot \text{s}^2 \rightarrow \mathbf{Pa}$ (パスカル)

エネルギー $\text{N} \cdot \text{m} = \text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$
 $\rightarrow \mathbf{J}$ (ジュール)

文字の利用

慣用

質量 \cdots mass \cdots m, M, \dots

時間 \cdots time \cdots t, T, \dots

微小量の表記

「デルタエックス」と読む

Δx 微小な x

Δt 微小な t

これ全体で1つの文字

$A=B$ …… AとBが単位も含めて等しい

~~$5\text{kg}=5\text{m}$~~

同じ種類の量の比……単位はない……無次元量

指数関数や三角関数の引数も無次元量である

~~$\sin(5\text{m})$~~ ~~$e^{2\text{kg}}$~~

例題(1)

以下の式で各種の量はSI単位系で表されているとする。 x の単位は[m], t の単位は[s]である。 A と k の単位を答えよ。

$$x = Ae^{kt}$$

単位なし(無次元)

単位なし(無次元)

$$X = A e^{kt}$$

t は単位 [s]

x は単位 [m]

* k は単位 [1/s]

両辺の単位は等しい

* A は単位 [m]

数値計算のときの鉄則

数値計算をするときは、必ず、**単位をそろえる**こと。

悪い例) m と km の混在
秒 と 時の混在

⇒ SI にそろえたほうが安全。

例題(2)

停止していた自動車が、一定の加速度で発進し、10s後に時速54kmとなった。自動車の加速度を求めよ。

教科書 例題1.1

加速度の定義に基づいて計算すればよいが、重要なのは、単位をそろえて計算することである。

$$a = \frac{54}{10} = 5.4$$

あわてて、上のように答えてはいけない。

2種類の時間の単位，秒と時間が混在している。

$$54 \text{ km/s} = \frac{54 \times 1000}{60 \times 60} = 15 \text{ m/s}$$

これから加速度が求められる。

$$a = \frac{15}{10} = 1.5 \text{ m/s}^2$$

次元解析

- 各種の量の間になり立つ式を, それらの量の単位から推定する
- 次元のない比例定数の値は決定できない。

例題(3)

振り子の周期の T は、ひもの長さ L 、おもりの質量 m 、重力加速度 g から決まると考えられる。次元解析により、 T を次元のない比例係数 C と m 、 L 、 g で表せ。

次元解析：手順

表式を作りたい量

F

その量を決定する要素となる量

X, Y, Z, \dots

$$F = C X^a Y^b Z^c \dots \quad \text{と仮定する}$$

次元をもたない比例定数

a, b, c, \dots はこれから決定する**未知数**

それぞれの量を単位で表現して代入し、両辺の単位が一致する条件から連立方程式を作り、それを解いて a, b, c を決定する

振り子の周期のTは、ひもの長さL, おもりの質量m, 重力加速度gから決まると考えられる。次元解析により, Tを次元のない比例係数Cとm, L, gで表せ。

$$T = CL^a m^b g^c \text{ とおく}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} a + c = 0 \\ b = 0 \\ -2c = 1 \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} [s] \cdots [m]^a [kg]^b [m/s^2]^c \\ \downarrow \rightarrow \\ [m]^{a+c} [kg]^b [s]^{-2c} \end{array}$$

$$a = \frac{1}{2}$$

$$T = CL^{1/2} m^0 g^{-1/2}$$



$$b = 0$$

$$c = -\frac{1}{2}$$

$$T = C \sqrt{\frac{L}{g}}$$