

高中物理 (一)

物理量的测量、单位和数据处理

主讲：骆家豪

基本单位和导出单位

- 每个物理量 (**physical quantities**) 都有自己的单位, 可分成:

- **基本量 (fundamental quantities)**

- 对应的单位为**基本单位 (fundamental units)**

- 例: 长度 (米)、时间 (秒)、质量 (千克)

- **导出量 (derived quantities)**

- 对应的单位为**导出单位 (derived units)**, 是根据基本量之间的关系式由基本单位导出。

- 例: 体积 (米³)、密度 (千克·米⁻³)、速率 (米·秒⁻¹)

- 可得出的一套单位, 形成**单位制 (system of units)**

国际单位制 (SI, International System of Units)

基本量		基本单位		
华文	英文	华文	英文	国际符号
长度	length	米 (公尺)	meter	m
质量	mass	千克 (公斤)	kilogram	kg
时间	time	秒	second	s
温度	temperature	凯尔文 (开尔文)	Kelvin	K
电流	current	安培	Ampere	A
发光强度	luminous intensity	烛光 (坎德拉)	candela	cd
摩尔数 (物质的量)	amount of substance (measured in moles)	摩尔	mole	mol

SI 词头 (SI prefixes)

因次	英文名称	华文名称	词头符号
10⁻¹	deci	分	d
10⁻²	centi	厘	c
10⁻³	milli	毫	m
10⁻⁶	micro	微	μ
10⁻⁹	nano	纳[诺]	n
10⁻¹²	pico	皮[可]	p
10 ⁻¹⁵	femto	飞[母托]	f
10 ⁻¹⁸	atto	阿[托]	a
10 ⁻²¹	zepto	仄[普托]	z
10 ⁻²⁴	yocto	幺[科托]	y

因次	英文名称	华文名称	词头符号
10 ¹	deca	十	da
10 ²	hecto	百	h
10³	kilo	千	k
10 ⁶	mega	兆	M
10 ⁹	giga	吉[咖]	G
10 ¹²	tera	太[拉]	T
10 ¹⁵	peta	拍[它]	P
10 ¹⁸	exa	艾[科萨]	E
10 ²¹	zetta	泽[它]	Z
10 ²⁴	yotta	尧[它]	Y

量纲 (Dimensions)

- 用来表示一个物理量是由哪些基本量组成和怎样组成的式子。
- 基本量纲：
 - [L]: 长度
 - [M]: 质量
 - [T]: 时间
- 每个物理方程等号两边的量纲必须一致。

例:

$$s = ut + \frac{1}{2}at$$

LHS:

s : 位置 \rightarrow [L]

\therefore LHS的量纲: [L]

RHS:

u : 初速度 \rightarrow [LT⁻¹]

a : 加速度 \rightarrow [LT⁻²]

t : 时间 \rightarrow [T]

\therefore RHS的量纲:

第一项: [LT⁻¹][T] = [L]

第二项: [LT⁻²][T] = [LT⁻¹]

由于第一项的量纲与第二项不同, 因此不能互加, 从中可看出此方程是错误的。

例:

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

LHS:

s : 位置 \rightarrow [L]

\therefore LHS的量纲: [L]

RHS:

u : 初速度 \rightarrow [LT⁻¹]

a : 加速度 \rightarrow [LT⁻²]

t : 时间 \rightarrow [T]

\therefore RHS的量纲:

第一项: [LT⁻¹][T] = [L]

第二项: [LT⁻²][T]² = [L]

由于左式的量纲 = 右式的量纲, 因此此公式可能存在。

1. 已知能量的量纲为 $[ML^2T^{-2}]$ ，动能的公式为 $E = \frac{1}{2}mv^2$ ，其中 E 为动能， m 为质量， v 为速度。

试以确认量纲方式判定此公式是否存在。

2. 已知压强的量纲为 $[ML^{-1}T^{-2}]$ ，动压强的公式为 $p = \frac{1}{2}\rho v^2$ ，其中 p 为压强， ρ 为密度， v 为速度。

试以确认量纲方式判定此公式是否存在。

3. 已知功的量纲为 $[ML^2T^{-2}]$ 。若空气做功，其做的功为 $p\Delta V$ ，其中 p 为气体压强， ΔV 为气体的末体积和原体积的差。试以确认量纲方式判定此公式是否存在。

4. 牛顿的万有引力公式为 $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$ ，其中 F 为引力的大小， G 为万有引力常数， m_1 和 m_2 分别为物体 1 和

物体 2 的质量， r 为此二物体之间的距离。已知力的量纲为 $[MLT^{-2}]$ 。求万有引力常数， G 的量纲。

误差

- 进行实验时，所得出的结果是不可能完全一致（很难达成）。

- **误差 (errors)**: 实验中所测出的值和真实的值的差异。可分成:

→ **系统误差 (systematic errors)**

根源为不精确的实验仪器、方法粗略或实验原理不完善 \ 错误的误差。

例：没有考虑空气阻力，进行热学实验时没有考虑散热损失。

→ **偶然误差 (random errors)**

由偶然原因所造成的误差。

例：用尺测量一个物体的长度时所得出的结果有时偏大，有时偏小。

有效数字 (significant figures)

- 由于测量出的结果会有误差，因此从中所得的值是近似值。

- 例：5.3 5.30 5.300

5.3 → 两个有效数字 (5, 3)，3是不可靠数字。(可能是 5.29 或 5.31)

5.30 → 三个有效数字 (5, 3, 0)，0是不可靠数字。(可能是 5.312 或 5.287)

5.300 → 四个有效数字 (5, 3, 0, 0)，最后面的 0 是不可靠数字。

(可能是 5.30022 或 5.2999)

小数最后的 0 有意义，不可以随意舍去。

- 小数的第一个非零数字前面的“0”代表小数点位置，因此这个“0”无意义。

例：0.21 (2个有效数字)，0.045 (2个有效数字)，0.00123 (3个有效数字)

科学计数法 (Scientific Notation)

例:

$$0.000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 002\ 345\ 212\ \text{kg} = 2.345 \times 10^{-27}\ \text{kg}$$

$$1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ \text{m} = 1 \times 10^{21}\ \text{m}$$

$$0.000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 123\ \text{s} = 1.23 \times 10^{-16}\ \text{s}$$

例：

$$2 \text{ km} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Gm}$$

$$2 \text{ km} = 2 \cancel{\text{km}} \times \frac{10^3 \text{ m}}{1 \cancel{\text{km}}} = 2 \times 10^3 \cancel{\text{m}} \times \frac{10 \text{ Gm}}{10^9 \cancel{\text{m}}} = 2 \times 10^{-6} \text{ Gm}$$

$$24 \text{ hr} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ ms} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ ns}$$

$$24 \text{ hr} = 24 \cancel{\text{hr}} \times 60 \frac{\cancel{\text{min}}}{\cancel{\text{hr}}} \times 60 \frac{\text{s}}{\cancel{\text{min}}} = 8.64 \times 10^4 \text{ s}$$

$$= 8.64 \times 10^4 \cancel{\text{s}} \times \frac{1 \text{ ms}}{10^{-3} \cancel{\text{s}}} = 8.64 \times 10^7 \text{ ms}$$

$$= 8.64 \times 10^4 \cancel{\text{s}} \times \frac{1 \text{ ns}}{10^{-9} \cancel{\text{s}}} = 8.64 \times 10^{13} \text{ ns}$$

$$90 \text{ km/h} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}$$

$$90 \text{ km/h} = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 90 \times \frac{1 \text{ km}}{1 \text{ h}}$$

$$1 \text{ km} = 1 \cancel{\text{km}} \times \frac{10^3 \text{ m}}{1 \cancel{\text{km}}} = 1 \times 10^3 \text{ m}$$

$$1 \text{ h} = 1 \text{ hr} \times 60 \frac{\cancel{\text{min}}}{\text{hr}} \times 60 \frac{\text{s}}{\cancel{\text{min}}} = 3600 \text{ s}$$

$$\therefore 90 \text{ km/h} = 90 \times \frac{1 \times 10^3 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 25 \text{ m/s}$$

$$12 \text{ cm}^2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^2$$

$$12 \text{ cm}^2 = 12 \times (1 \text{ cm})^2 \equiv 12 \times \left(1 \cancel{\text{cm}} \times \frac{10^{-2} \text{ m}}{1 \cancel{\text{cm}}} \right)^2 = 12 \times (10^{-2} \text{ m})^2 = 12 \times (10^{-2})^2 \text{ m}^2 = 1.2 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

完成以下空格：

1. $42.3 \text{ cm}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \mu\text{m}^3$

2. $34.5 \text{ mm}^4 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ dm}^4$

3. $59.53 \text{ mm}^2/\text{hr} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m} / \text{ s}$

4. $967.41 \text{ g/cm}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kg/m}^3$

5. $83.35 \text{ kgms}^{-2} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mg} \cdot \text{cmmin}^{-2}$

正比反比关系

例:

- $y = kx$ (k 是一个常数)

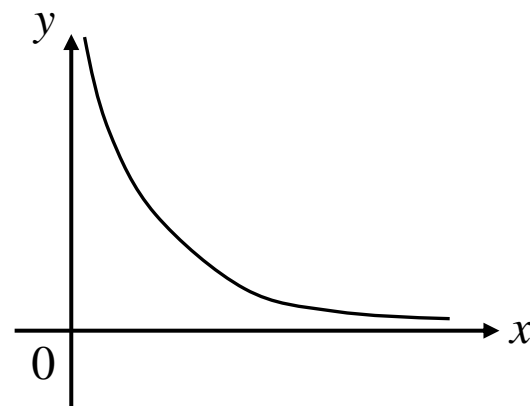
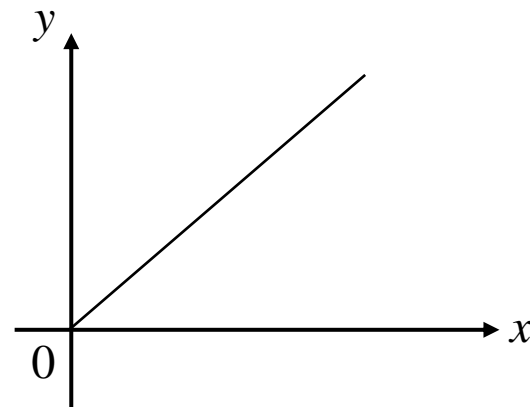
y 随着 x 增加而增加。

$\therefore y$ 和 x 成正比 或 $y \propto x$

- $y = \frac{c}{x}$ (c 是一个常数)

y 随着 x 增加而减小。

$\therefore y$ 和 x 成反比 或 $y \propto \frac{1}{x}$



标量 (scalar) 和向量 (vector)

- 标量：能显示大小、但不能显示方向的量。

例：温度、长度、时间、速率

- 向量：能显示大小和方向的量。

例：力、速度、场强、加速度