

Preface

➤ cmt

✎ solution sign

✎ solution sign without a new line

Example 0.1 Example 1

Question 0.1 Question 1

Exercise 0.1 Exercise 1

This is a highlight environment.

测量单位与记数法

国际单位制 (SI)

国际单位制 (SI) 包括 7 个基本单位。

电气电子科学的基本单位是安培，它是电流的单位。用字母 I 表示电流（强度），用符号 A 表示安培。安培在其定义中使用了时间的基本单位（秒），像这样使用基本单位组合而成的单位，称为导出单位¹。反之，则为基本单位。

一般来说，斜体字母代表物理量，非斜体（罗马）字母代表物理量的单位。

¹ 除了两个辅助单位，球面度 (sr)、弧度 (rad)，现已并入导出单位。

常用导出单位

123

456

789

工程记数法和公制词头

工程记数法是科学记数法的一种特殊形式，在技术领域广泛应用。工程记数法要求指数必须是 3 的整数倍，这样就可以方便地与公制词头相结合。公制词头是国际单位制中用于表示数量级的前缀，它们表示 10 的整数次幂，如千 (10^3)、兆 (10^6) 等。

工程记数法

在工程记数法中，一个数的小数点左边可以有 1 ~ 3 位数字，指数部分须是 3 的倍数。

例如，在工程记数法中，33 000 表示为 33×10^3 ，而在科学记数法中，它表示为 3.3×10^4 。另一个例子是，在工程记数法中，0.0 45 表示为 45×10^{-3} ，而在科学记数法中，它表示为 4.5×10^{-2} 。

| 基本物理量 | |
|-------|------------------------|
| 名称 | 符号 |
| 时间 | t |
| 长度 | $l, x, r, \text{etc.}$ |
| 质量 | m |
| 电流 | I, i |
| 热力学温度 | T |
| 物质的量 | n |
| 发光强度 | I_v |

| 基本单位 | |
|------|-----|
| 名称 | 符号 |
| 秒 | s |
| 米 | m |
| 千克 | kg |
| 安培 | A |
| 开尔文 | K |
| 摩尔 | mol |
| 坎德拉 | cd |

表 1: 国际单位制 (SI) 的基本物理量和基本单位

| 公制词头名称 | 符号 | 指数幂 | 公制词头名称 | 符号 | 指数幂 |
|--------|-------|------------|--------|----|-------------|
| 皮 [可] | p | 10^{-12} | 千 | k | 10^3 |
| 纳 [诺] | n | 10^{-9} | 兆 | M | 10^6 |
| 微 | μ | 10^{-6} | 吉 [咖] | G | 10^9 |
| 质量 | m | 10^{-3} | 太 [拉] | T | $10^{(12)}$ |

表 2: 常用公制词头

公制词头

公制词头即度量单位的前缀, 用于表示数量级, 便于读写和理解。在工程记数法中, 电子和电气工程中使用 10 种公制词头。表公制词头列出了最常用的公制词头、符号和相应的 10 的指数幂。

公制词头仅添加于计量单位符号之前, 如伏 [特]、安 [培] 和欧 [姆]。例如, 0.025A 可以用工程记数法表示为 $25 \times 10^{-3}A$, 也可以表示为 25mA , 读作 25 毫安培。

质点运动学

质点：忽略物体的形状和大小，只考虑物体的质量和位置的理想化物理模型。

参考系：观测者参考系或观察和描述物体运动的坐标系。

高中物理所谓参考系，通常是指观测者参考系中的惯性参考系。

矢量：既有大小又有方向的物理量

标量：只有大小没有方向的物理量。

质点运动学是研究质点运动规律的物理学分支，涉及质点的位移、速度、加速度等基本概念及其运动方程。

位矢，位移，速度，加速度

位矢：位置矢量的简称，指从参考系原点指向质点位置的矢量。记作 \mathbf{r} ，质点的运动就用位矢随时间的变化来描述，即

$$\mathbf{r} = \mathbf{r}(t)$$

位移：指物体在参考系中从初位置到末位置的有向线段。记作 $\Delta \mathbf{r}$ ，显然有

$$\Delta \mathbf{r} = \mathbf{r}(t + \Delta t) - \mathbf{r}(t)$$

高中人教版物理，位移常表示为 Δx ，为了叙事的方便，后文将只在提起位矢时采用 \mathbf{r} 的写法，而将 $\Delta \mathbf{r}$ 简记为 x ，实际则为矢量。

速度：指物体在单位时间内的位移量，即位矢的时间变化率。记作 \mathbf{v} ，显然有

$$\mathbf{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\mathbf{r}(t + \Delta t) - \mathbf{r}(t)}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \mathbf{r}}{\Delta t} = \frac{d\mathbf{r}}{dt}$$

加速度：指物体在单位时间内的速度变化量，即速度的时间变化率。记作 \mathbf{a} ，显然有

$$\mathbf{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\mathbf{v}(t + \Delta t) - \mathbf{v}(t)}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t} = \frac{d\mathbf{v}}{dt}$$

直角坐标系

这里仅介绍直角坐标系及其变换，其他坐标系（如极坐标系、柱坐标系、球坐标系等）将在后续章节中介绍。

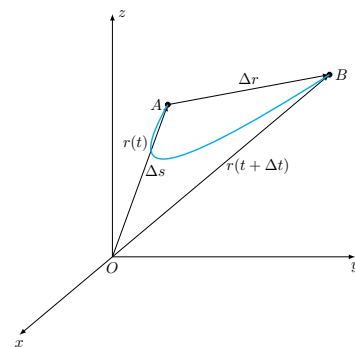


图 1: 位矢，位移，速度，加速度

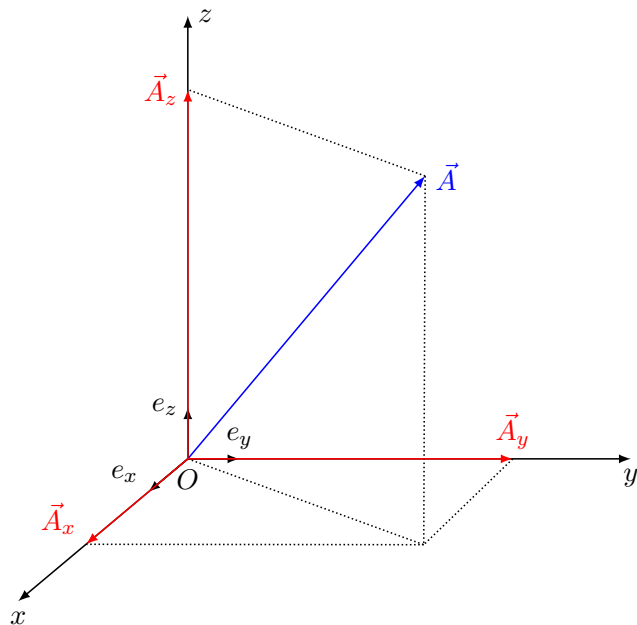


图 2: 直角坐标系

基本矢量: e_x, e_y, e_z

常见运动类型

匀速直线运动

匀变速直线运动

v_0 : 初始速度

v_t : 末速度

$$\begin{aligned} \mathbf{r}(t) &= \mathbf{v}_0 t + \frac{1}{2} \mathbf{a} t^2 = \frac{\mathbf{v}_0 + \mathbf{v}_t}{2} t \\ \Rightarrow x &= v_0(t_1 - t_2) + \frac{1}{2} a(t_1^2 - t_2^2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{v}(t) &= \mathbf{v}_0 + \mathbf{a} t \\ \Rightarrow \Delta \mathbf{v} &= \mathbf{a} \Delta t \end{aligned}$$

$$\mathbf{a}(t) = \mathbf{a}$$

速度位移关系:

$$2ax = v_t^2 - v_0^2$$

中间时刻速度:

$$\mathbf{v}_{\frac{t}{2}}(t) = \bar{\mathbf{v}} = \frac{\mathbf{v}_0 + \mathbf{v}_t}{2}$$

中间位置速度:

$$\mathbf{v}_{\frac{x}{2}}(t) = \sqrt{\frac{\mathbf{v}_0^2 + \mathbf{v}_t^2}{2}}$$

自由落体运动

$$\begin{aligned} \mathbf{v}(t) &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{x}{\Delta t} \\ &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\mathbf{v}_0(t_1 - t_2) + \frac{1}{2} \mathbf{a}(t_1^2 - t_2^2)}{t_1 - t_2} \\ &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \mathbf{v}_0 + \mathbf{a} \frac{t_1 + t_2}{2} \\ &= \mathbf{v}_0 + \mathbf{a} t \end{aligned}$$

斜抛运动

竖直上抛运动

平抛运动

竖直下抛运动

匀速率圆周运动

注意，通常简称“匀速率”圆周运动为“匀速”圆周运动，实际并非匀速运动。