

會考應試自修適用

# 物理學精要與計算

朱世衡編

香港百利書店出版

## 編輯例言

1. 本書專供高中學生參攷、複習及升學之用。
2. 本書特點：
  - 〔1〕以提要式，將物理學之定義、定律、原理及應用方法扼要敘述，以節省讀者之時間。
  - 〔2〕以歸納式，將各種物理習題分類編列，能使讀者於最短時間內獲得一有系統、極明確概念。
  - 〔3〕附列參攷題，用以把握物理學之重點及明瞭各院校試題之傾向。
  - 〔4〕附列類似題，以供讀者反覆練習之用。
  - 〔5〕習題及公式，皆附有索引，便以查閱。
3. 本書編印倉卒，疏漏之處在所難免，尙祈諸賢達予以指正。

# 目 錄

## 第一編 力 學

|          |   |
|----------|---|
| 諸 論..... | 1 |
|----------|---|

- |             |         |
|-------------|---------|
| ①單位         | ⑫角之單位   |
| ②長度單位       | ⑬無向量與向量 |
| ③質量單位       | ⑭向量之合成  |
| ④時間單位       | ⑮向量之差   |
| ⑤物理學常用之基本單位 | ⑯向量之分解  |

|                 |   |
|-----------------|---|
| 第 一 章 直線運動..... | 7 |
|-----------------|---|

- |            |           |
|------------|-----------|
| ①位移        | ①等加速度直線運動 |
| ②速度與速率     | ②重力加速度    |
| ③等速度與變速度運動 | ③落體公式     |
| ④加速度       | ④斜面上之運動   |

|                          |   |
|--------------------------|---|
| 第 二 章 運動定律、力與同點力之平衡..... | 1 |
|--------------------------|---|

- |           |         |
|-----------|---------|
| ①力        | ⑤衡量與動量  |
| ②質量       | ⑥動量不滅原理 |
| ③密度       | ⑦重力     |
| ④比重       | ⑧力之單位   |
| ⑤密度與比重之關係 | ⑨壓力與張力  |
| ⑥運動定律     | ⑩同點力之平衡 |
| ⑦質點之運動方程式 |         |

|                 |    |
|-----------------|----|
| 第 三 章 功與能量..... | 36 |
|-----------------|----|

- |        |          |
|--------|----------|
| ①功     | ⑤能       |
| ②功之單位  | ⑥動能公式    |
| ③功率    | ⑦位能公式    |
| ④功率之單位 | ⑧機械能不滅原理 |

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 第 四 章 曲線運動、旋轉運動與周期運動... | 46 |
|-------------------------|----|

- |         |         |
|---------|---------|
| ①水平投射運動 | ②斜向拋體運動 |
|---------|---------|

|            |                  |     |
|------------|------------------|-----|
| ③等速圓周運動    | ⑤單擺定律            |     |
| ④旋轉運動      |                  |     |
| 第 五 章      | 萬有引力.....        | 60  |
| ①牛頓萬有引力定律  | ④重力加速度           |     |
| ②萬有引力常數    |                  |     |
| 第 六 章      | 摩擦.....          | 64  |
| ①摩擦        | ⑤庫林摩擦定律          |     |
| ②摩擦係數      |                  |     |
| 第 七 章      | 力矩與平衡.....       | 71  |
| ①力矩        | ⑤轉動之力矩與動能        |     |
| ②合力與分力之力矩  | ⑥同平面內力之平衡        |     |
| ③平行力之合力    | ⑦物體之三種平衡狀態       |     |
| ④質量中心與重心   |                  |     |
| 第 八 章      | 簡單機械.....        | 83  |
| ①機械與機械利益   | ④簡單機械概況          |     |
| ②功之原理      | ⑤機械效率            |     |
| 第 九 章      | 固體之彈性.....       | 93  |
| ①彈力        | ④容積彈性及容積彈性係數     |     |
| ②虎克定律      | ⑤形狀彈性及切變彈性係數     |     |
| ③伸長彈性及楊氏係數 | ⑥彈性碰撞與恢復係數       |     |
| 第 十 章      | 靜止之液體.....       | 99  |
| ①靜止液體之壓力   | ④阿基米得原理          |     |
| ②器底之總壓力    | ⑤比重測定法           |     |
| ③水壓機       |                  |     |
| 第十一章       | 靜止之氣體與流動之流體..... | 109 |
| ①氣體與液體     | ⑤虹吸作用            |     |
| ②大氣壓力      | ⑥唧筒              |     |
| ③波義耳定律     | ⑦流動流體之能量         |     |
| ④氣體之浮力     | ⑧托里拆利原理          |     |

● 流體之連續方程式

第十二章

① 分子力

② 擴散

③ 滲透

⑩ 柏努利定理

分子現象..... 120

④ 表面張力

⑤ 毛細現象

⑥ 黏滯性

第二編 熱 學

第一章

溫度及膨脹..... 124

① 溫度與溫度計

② 固體之膨脹

③ 液體之膨脹

⑦ 氣體之膨脹

⑧ 絕對溫度

⑨ 理想氣體方程式與氣體常數

第二章

熱量與三態之變化..... 131

① 熱量與比熱

② 熔解與凝固

③ 氣化與液化

④ 露點與溫度

第三章

熱之傳播..... 136

① 熱之傳播方法

② 傳導

⑤ 對流

⑥ 輻射

第四章

熱與功..... 138

① 熱功當量

② 熱機

第三編 聲 學

第一章

波動與聲波..... 141

① 波動

② 橫波與縱波

③ 波之特性

④ 聲波及其傳播速度

⑤ 聲波之特性

⑥ 衝擊波

第二章

樂音..... 148

① 噪音與樂音

② 響度

③ 音調

④ 音品

⑤ 音程與音階

第三章

樂器與振動體..... 153

- ①樂器之種類
- ②弦之振動
- ③氣柱之振動
- ④板，膜及棒之振動
- ⑤聲之共振
- ⑥昆蟲管實驗
- ⑦強迫振動

## 第四編 光 學

### 第一章 光之傳播與光度學…………… 163

- ①光之直線傳播
- ②於真空中光速度之約值
- ③輻射能與光通量
- ④點光源之光度
- ⑤照度
- ⑥亮度
- ⑦光度計

### 第二章 光之反射…………… 168

- ①光之反射
- ②光之反射定律
- ③平面鏡之像
- ④球面鏡
- ⑤球面鏡之像
- ⑥球面鏡之公式

### 第三章 光之折射與透鏡…………… 177

- ①光之折射與折射定律
- ②折射率
- ③折射線作圖法
- ④實深度與視深度
- ⑤全反射
- ⑥透鏡
- ⑦薄透鏡之像
- ⑧透鏡之組合

### 第四章 光學儀器…………… 189

- ①眼與眼鏡
- ②照像機
- ③放大鏡
- ④顯微鏡
- ⑤望遠鏡
- ⑥其他光學儀器

### 第五章 光之色散、干涉與繞射…………… 194

- ①光之色散
- ②光譜之種類
- ③色與色之混合
- ④冷光
- ⑤光之干涉
- ⑥光之繞射
- ⑦光之極化
- ⑧光之變折射

## 第五編 電 磁 學

|              |               |     |
|--------------|---------------|-----|
| 第一章          | 磁學.....       | 196 |
| ①磁鐵之性質       | ④磁力線          |     |
| ②庫倫定律        | ⑤磁矩與力偶矩       |     |
| ③磁場強度        | ⑥地磁三要項        |     |
| 第二章          | 靜電.....       | 202 |
| ①電與磁之比較      | ④電位           |     |
| ②庫倫靜電定律      | ⑤電位差及單位       |     |
| ③電場與電力線      | ⑥電容           |     |
| ④靜電感應        | ⑦容電器          |     |
| ⑤靜電之分布       | ⑧容電器之組合       |     |
| 第三章          | 動電與歐姆定律.....  | 214 |
| ①電流          | ④電池           |     |
| ②電阻          | ⑤克希荷夫定律       |     |
| ③分路之電流       |               |     |
| 第四章          | 電流之熱效應.....   | 227 |
| ①電功率         | ④焦耳定律         |     |
| ②電能          | ⑤熱效應之應用       |     |
| 第五章          | 電流之化學效應.....  | 232 |
| ①法拉第電解定律     | ④電量計          |     |
| ②電化當量與法拉第常數  | ⑤電化學之應用       |     |
| ③游子之電荷       |               |     |
| 第六章          | 電流之磁效應.....   | 235 |
| ①電流之磁效應      | ④磁場對直線電流所作用之力 |     |
| ②線圈及螺線管之磁場   | ⑤量電用具         |     |
| ③電磁鐵與導磁係數    |               |     |
| 第七章          | 電磁感應.....     | 240 |
| ①電磁感應        | ④發電機          |     |
| ②應電流之方向與應電動勢 | ⑤電動機          |     |
| ③自感應與互感應     | ⑥變壓器          |     |

●交流與直流之比較

第 八 章 真空放電與電磁波…………… 246

①低氣壓放電與真空放電

●電磁波之應用

●電磁波

第 九 章 放射性與原子核…………… 247

①天然放射

●原子分裂與原子能

●人工蛻變與人工放射

〔附錄〕 公式索引…………… 249

# 物理學計算

## 第一編 力 學

### 緒 論

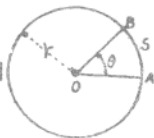
#### 提 要

- ① 單位——同類量中之標準量
- 基本單位
    - { 長度單位。
    - { 質量單位。
    - { 時間單位。
  - 導出單位——由基本單位中導出之單位——如：面積、密度、……等之單位。
- ② 長度單位
- 米制
    - (1) 仟米(Km., 即公里,  $=1000$ 米) ← 米(m., 即公尺) → 厘米(cm., 即公分,  $=1/100$ 米), 毫米(mm., 即公厘,  $=1/1000$ 米)。
    - (2) 微米( $\mu$ ,  $=10^{-4}$ 厘米), 微微米( $\mu\mu$ ,  $10^{-7}$ 厘米)。
    - (3) 埃( $\text{\AA}$ ,  $=10^{-8}$ 厘米)。
  - 英制：哩(mi.,  $=1760$ 碼) ← 碼(yd.) → 呎(ft.,  $=1/3$ 碼), 吋(in.,  $=1/12$ 呎)。
  - 換算：1米 $=1.94$ 碼 $=39.37$ 吋, 1吋 $=2.54$ 厘米。
- ③ 質量單位
- 米制：公噸(T.,  $=1000$ 仟克) ← 仟克(Kg., 即公斤) → 克(g., 即公克,  $=1/1000$ 仟克), 毫克(mg., 即公絲,  $=1/1000$ 克)。
  - 英制：噸(T.,  $=2240$ 磅) ← 磅(lb.) → 唎(oz.,  $=1/16$ 磅)。
  - 換算：1仟克 $=2.204$ 磅, 1磅 $=0.4536$ 仟克。
- ④ 時間單位：日(day) → 時(hr.,  $=1/24$ 日), 分(min.,  $=1/1440$ 日), 秒(sec.,  $=1/86400$ 日)。

- 物理學常用之基本單位
- (1) 厘米·克·秒制 (C.G.S. 制) —— 即三基本單位用厘米、克、秒。
  - (2) 米·仟克·秒制 (M.K.S. 制) —— 即三基本單位用米、仟克、秒。
  - (3) 呎·磅·秒制 (F.P.S. 制) —— 即三基本單位用呎、磅、秒。

## ●角之單位：

- (1) 平面角
- (a) 六十分法；度 ( $^{\circ}$ ，= 直角/90)，分 ( $'$ ，=  $1/60$  度)，秒 ( $''$ ，=  $1/60$  分)。
  - (b) 弧度法；測定一  $\theta$  角之大小時，常取其所張之弧長  $S$  ( $\widehat{AB}$ )，與半徑  $r$  之比值；其單位為弧度 (rad.)。
- 即， $\theta = \frac{S}{r}$  ..... [1.1]
- 換算； $1^{\circ} = 0.0175$  弧度，  
1 弧度 =  $57.3^{\circ}$



- (2) 立體弧度角；設以  $P$  點為球心，任意長  $r$  為半徑，作一球面，與以  $P$  點為頂點之錐體相交，如相交之面為  $A$ ，則此錐體所張之立體弧度角 ( $\omega$ ) 為
- $$\frac{A}{r^2}。$$

即  $\omega = \frac{A}{r^2}$  ..... [1.2]

(註) 當  $A$  等於全球面積  $4\pi r^2$  時，則空間一點所張之立體角 =  $\frac{4\pi r^2}{r^2} = 4\pi$  立體弧度。

- 無向量與向量；凡僅有大小，而無方向之量，稱為無向量；例如質量、體積、密度等。凡有大小而兼有方向之量，稱為向量；例如位移、速度、力等。

向量常以一定長度之直線與箭頭，表示其大小及方向；例如

$$\vec{A} = -\vec{B}，$$

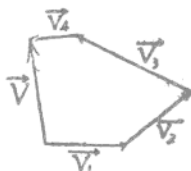
為大小相同而方向相反之兩向量  $A$  及  $B$ 。



- 向量之合成；欲求數向量之和，可將各箭之起點與他箭之終點依次

相接，然後自第一箭之起點作一直線至最末一箭之終點，即得所求之合向量——多邊形法。

求合向量時，僅須注意向量之大小與方向，至於向量之次序可任意變更，所得之結果仍然相同。



現以數學式分別討論如下：

- (1) 三角形法：依兩向量之方向與大

小作  $\vec{V}_1$ 、 $\vec{V}_2$ ，然後由  $\vec{V}_1$  之起點至  $\vec{V}_2$  之終點作一直線  $\vec{V}$ ，由正弦定律得其關係為：

$$\frac{V}{\sin \theta} = \frac{V_1}{\sin \theta_1} = \frac{V_2}{\sin \theta_2} \quad (\text{或 } \frac{V}{\sin \alpha} = \frac{V_1}{\sin \beta} = \frac{V_2}{\sin \gamma}) \dots\dots [1.3]$$



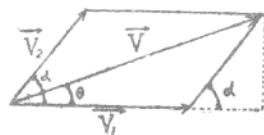
- (2) 平行四邊形法：先依兩向量之大小與方向作  $\vec{V}_1$  及  $\vec{V}_2$ ，次作平行四邊形（如圖），由原點至對角之直線  $\vec{V}$  即為  $\vec{V}_1$ 、 $\vec{V}_2$  之合向量。

兩個向量之合向量，其大小可由餘弦定律求出：

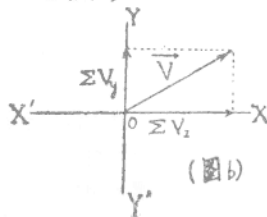
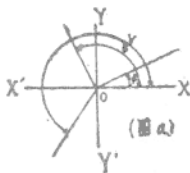
$$V^2 = V_1^2 + V_2^2 + 2V_1V_2\cos\alpha \dots\dots (i)$$

$$\text{其方向爲：} \theta = \tan^{-1} \frac{V_2 \sin \alpha}{V_1 + V_2 \cos \alpha} \dots\dots (ii) \dots\dots [1.4]$$

$$(\text{或 } \theta = \sin^{-1} \frac{V_2 \sin \alpha}{V})$$



- (3) 坐標法（圖a）；應用直角坐標法，須先將  $\vec{V}_1$ 、 $\vec{V}_2$ 、 $\vec{V}_3$  分解成沿X軸方向與Y軸方向之分向量（圖b）。



設  $\Sigma V_x$ 、 $\Sigma V_y$  為在 X 軸、Y 軸方向之分向量之和，則

$$\Sigma V_x = V_1 \cos \alpha + V_2 \cos \beta + V_3 \cos \gamma$$

$$\Sigma V_y = V_1 \sin \alpha + V_2 \sin \beta + V_3 \sin \gamma$$

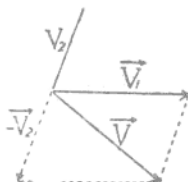
合向量  $\vec{V}$  可由  $\Sigma V_x$  與  $\Sigma V_y$  求出：

$$\left. \begin{aligned} V &= \sqrt{(\Sigma V_x)^2 + (\Sigma V_y)^2} \dots\dots\dots (i) \\ \text{方向 (與 X 軸之交角) 爲;} \theta &= \tan^{-1} \frac{\Sigma V_y}{\Sigma V_x} \dots\dots\dots (ii) \end{aligned} \right\} \dots [1.5]$$

● 向量之差；求  $\vec{V}_1$  與  $\vec{V}_2$  兩相量之差，即  $\vec{V}_1 - \vec{V}_2$

須先作相量  $-\vec{V}_2$ ，使與  $\vec{V}_1$  合併即得。

● 向量之分解；任一向量，皆可依三角形法、平行四邊形法、多邊形法分成二個或二個以上之分向量。



### 參考題

(1) O.G.S. 制、M.K.S. 制與 F.P.S 制之意義。

(2) 無向量與向量之區別。

### 習題

索引：①、②——單位換算；③——立體弧度；④~⑥——向量之合成。

**[1]** 5 立方米合多少立方厘米？

〔解〕令  $5 \text{ [米}^3\text{]} = x \text{ [厘米}^3\text{]}$

$$\begin{aligned} \therefore x &= 5 \left[ \frac{\text{米}^3}{\text{厘米}^3} \right] = 5 \left[ \frac{\text{米}}{\text{厘米}} \right]^3 = 5 \times \left[ \frac{100 \text{ 厘米}}{\text{厘米}} \right]^3 \\ &= 5 \times (100)^3 = 5 \times 10^6 \end{aligned}$$

故 5 立方米 =  $5 \times 10^6$  立方厘米……………(答)

(注意：本題一般計算如下： $5 \text{ [米]}^3 = 5 \text{ [100 厘米]}^3 = 5 \times 10^6 \text{ 厘米}^3$ )

〔類似題〕(1) 15 米長之線，問合幾吋？(註： $15 \text{ [米]} = 15 \text{ [39.37 吋]} = 15 \times 39.37 \text{ [吋]} = 590.5 \text{ [吋]}$ )

**[2]** 有一每邊長 3 吋之立方銅塊，若將其熔鑄成銅球，則球半徑為幾厘米？若將其拉成半徑為 2 毫米之銅線，則有幾仟米長？

〔解〕(1) 銅塊之體積 =  $[3 \text{ 吋}]^3 = 27 \text{ [吋]}^3 = 27 \text{ [2.54 厘米]}^3$   
 $= 27 \times (2.54)^3 \text{ 厘米}^3$

由球體積公式， $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ ，得

$$\begin{aligned}\text{半徑}(r) &= \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}} = \sqrt[3]{\frac{3}{4} \cdot \frac{7}{22} \cdot 27 \cdot (2.54)^3} \\ &= 4.72(\text{厘米}) \dots\dots\dots (\text{答})\end{aligned}$$

(2) 又洞塊之體積  $= 27 \times (2.54)^3 \times (10\text{毫米})^3 = 27 \times (2.54)^3 \times 1000$  毫米<sup>3</sup>，  
由圓柱體公式， $V = LA = L \cdot \pi r^2$ ，

$$\begin{aligned}\therefore \text{長}(L) &= \sqrt{\frac{V}{\pi r^2}} = \sqrt{27 \times (2.54)^3 \times 1000 \times \frac{7}{22} \times \frac{1}{22}} \\ &= 187(\text{毫米}) = 1.87 \times 10^{-4}(\text{仟米}) \dots\dots\dots (\text{答})\end{aligned}$$

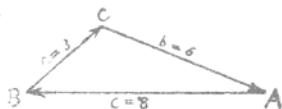
【3】一頂角為0.6立體弧度之錐體，與一以頂點為中心，半徑為5厘米之球面相交。求相交之面積。

〔解〕由公式(1.2)， $\omega = 0.6$ 立體弧度， $r = 5$ 厘米， $A = ?$ 厘米<sup>2</sup>；

$$\therefore \text{面積}(A) = r^2 \omega = 5^2 \times 0.6 = 15(\text{厘米}^2) \dots\dots\dots (\text{答})$$

【4】有三向量，其大小分別為3, 6, 8，求三者應相夾成何種角度，其合向量始等於零。

〔解〕令  $a = 3$ ， $b = 6$ ， $c = 8$ ，(如圖)



由餘弦定律，

$$\begin{aligned}A &= \cos^{-1} \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc} = \cos^{-1} \frac{6^2 + 8^2 - 3^2}{2 \cdot 6 \cdot 8} = \cos^{-1} 0.9479 \\ &= 18^\circ 33' \dots\dots\dots\end{aligned}$$

$$\left. \begin{aligned}\text{由(公式1.3)} \quad B &= \sin^{-1} \frac{b \sin A}{a} = \sin^{-1} \frac{6 \cdot \sin 18^\circ 33'}{3} = 39^\circ 33' \\ \text{而 } C &= 180^\circ - 18^\circ 33' - 39^\circ 33' = 121^\circ 54'\end{aligned} \right\} (\text{答})$$

〔類題〕(1) 一合向量為15厘米，今欲分解成9厘米及12厘米兩個分向量，問這兩個分向量與合向量的夾角各為多少度？

(答)  $\theta_{9-15} = 53^\circ 9'$ ； $\theta_{12-15} = 36^\circ 51'$ 。

(2) 分解一值為6之向量為二分向量，須一分向量之值等於8，且與原向量成  $60^\circ$  之角，求他一分向量。

(略解) 設他一分向量为  $x$ ，由通意及餘弦定律得

$$x^2 = 6^2 + 8^2 - 2 \cdot 6 \cdot 8 \cos 60^\circ, \text{ 解出 } x = 2\sqrt{13}$$

【5】大小一定之兩向量，互相垂直時，合向量之值為  $\sqrt{10}$ ；成  $60^\circ$  夾角時，合向量之值為  $\sqrt{13}$ 。求此二向量之值。

〔解〕設二向量之值各爲  $x, y$

於互相垂直時，由勾股弦定律得  $x^2 + y^2 = (\sqrt{10})^2$

於成  $60^\circ$  夾角時，由公式(1.4)得  $x^2 + y^2 + xy = (\sqrt{13})^2$

解上兩聯立方程， $\begin{cases} x=3 \\ y=1 \end{cases}$  ..... (答)

〔類似題〕(1) 設有二向量，相交成  $90^\circ$  時，其合向量爲 5，如成  $60^\circ$  時，其合向量爲  $\sqrt{37}$ ，求此二向量 (答) 4, 3.

【6】沿正三角形之三邊有  $a, b, c$  三向量，求其合向量之大小及方向。

〔解〕作一正三角形  $ABO$ ，以底邊  $BC$  爲  $x$  軸， $B$  爲原點；於各邊上截相當線段表  $a, b, c$  三向量；將  $x$  軸與  $y$  軸之合向量分別爲  $X$  與  $Y$ 。



$$\begin{aligned} X &= a \cos 0^\circ + b \cos(\pi - 60^\circ) + c \cos(\pi + 60^\circ) \\ &= a - \frac{b}{2} - \frac{c}{2} = a - \frac{1}{2}(b+c) \\ Y &= a \sin 0^\circ + b \sin(\pi - 60^\circ) + c \sin(\pi + 60^\circ) \\ &= 0 + \frac{\sqrt{3}}{2}b - \frac{\sqrt{3}}{2}c = \frac{\sqrt{3}}{2}(b-c) \end{aligned} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{由公式(1.5)} \end{array} \right.$$

所求合向量  $R$  之大小爲

$$R = \sqrt{X^2 + Y^2} = (a^2 + b^2 + c^2 - ab - bc - ca)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots$$

合向量與  $x$  軸之交角  $\phi$  爲

$$\phi = \tan^{-1} \frac{Y}{X} = \tan^{-1} \frac{\sqrt{3}(b-c)}{2a - (b+c)} \dots\dots\dots \quad \left. \vphantom{\frac{Y}{X}} \right\} \text{ (答)}$$

$\rightarrow \rightarrow \rightarrow$

〔類似題〕(1) 若有  $A, B, C$  三向量。 $A=6$ ，向南； $B=20$ ，向西南； $C=30$ ，向西北，求三者之合向量。

(答) 合向量 = 35.51；方向 = 西偏北  $1^\circ 42'$ 。

(2) 在平面之一點上有六向量，各相鄰二向量之交角均爲  $60^\circ$ 。如其值依次各爲 1, 2, 3, 4, 5, 及 6，求合向量。

(答) 合向量 = 6；方向 (與爲 1 之向量之交角) =  $60^\circ$ 。

## 第一章 直線運動

## 提 要

- ① **位移**：物體或質點之位置改變量，稱為位移。位移之量，兼有大小與方向，故為向量；其合成及分解，完全與向量之合成及分解之方法相同。
- ② **速度與速率**：單位時間內所起之位移變化，稱為速度。若專指物體運動之快慢，而不問其方向時，則稱速率。故速度為向量，速率為無向量。

速度與速率常用之單位，如：厘米/秒 (C.G.S. 制)，米/秒 (M.K.S. 制)，呎/秒 (F.P.S. 制) 等。

- ③ **等速度與變速度運動**：

(1) 等速度運動； $S$  代表  $t$  時間內所起之位移變化，則可求出等速度  $V$ ：

$$V = \frac{S}{t} \dots\dots\dots [1.6]$$

(2) 變速度運動；當物質或質點之速度之大小或方向改變而成變速度運動時，其平均速度  $\bar{V}$  可由其於  $\Delta t$  時間所經  $\Delta S$  位移中求出：

$$\bar{V} = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

但  $\Delta t$  趨近於零時，此極短時間內之平均速度，稱為該時刻之瞬時速度  $V'$  即

$$V' = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

- ④ **加速度**：單位時間內所起之速度變化，稱為加速度。此亦為向量，常用之單位，如：厘米/秒<sup>2</sup> (C.G.S. 制)，米/秒<sup>2</sup> (M.K.S. 制)，呎/秒<sup>2</sup> (F.P.S. 制) 等。

- ⑤ **等加速度直線運動**；物體或質點之初速度為  $V_0$ ， $t$  時間後之末速度為  $V$ ，與運動方向相同之等加速度為  $a$ ，則

$$\left. \begin{aligned} a &= \frac{V - V_0}{t} \dots\dots\dots \\ \text{或 } V &= V_0 + at \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} [1.7]$$

$t$ 時間內所經過之距離 $S$ 爲  $S = V_0 t + \frac{1}{2} a t^2$  ..... [1.8]

上二式消去 $t$ , 得  $V^2 = V_0^2 + 2aS$  ..... [1.9]

(註: 若加速度與初速度之方向相反, 則上三式中之 $a$ 爲負)。

⑥重力加速度; 物體於地面附近落下受重力之作用(空氣阻力略而不計), 得一加速度, 稱爲重力加速度; 以 $g$ 表之, 其值約爲980厘米/秒<sup>2</sup>(9.8米/秒<sup>2</sup>)或32.2呎/秒<sup>2</sup>, 與物體質量之大小無關。

⑦落體公式; 沿鉛直方向以初速度 $V_0$ 。拋下之物體,  $t$ 時間後之末速度爲 $V$ , 經過之距離爲 $S$ ; 故於公式[1.7]、[1.8]、[1.9]中分別以 $g$ 代 $a$ 而得:

$$\left. \begin{aligned} V &= V_0 + gt \text{ ..... (i)} \\ S &= V_0 t + \frac{1}{2} gt^2 \text{ ..... (ii)} \\ V^2 &= V_0^2 + 2gs \text{ ..... (iii)} \end{aligned} \right\} [1.10]$$

(1)如爲鉛直拋上運動時, 則以 $-g$ 代 $g$ 於[1.10]之三式中。

(a) 拋上運動自開始點上昇至最高點之時間爲 $t'$ , 則

$$t' = \frac{V_0}{g} \text{ ..... [1.11]}$$

自開始點上昇, 至落回該點共歷時間爲 $T$ , 則

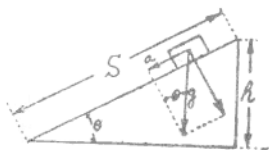
$$T = 2t' = \frac{2V_0}{g} \text{ ..... [1.12]}$$

(b) 拋上運動上升之最大高度爲 $H$ 。則

$$H = \frac{V_0^2}{2g} \text{ ..... [1.13]}$$

(2)如[1.10]之三式中,  $V_0 = 0$ 時, 則其爲自由落體運動。

⑧斜面上之運動; 物體沿光滑(無摩擦力)之斜面運動(如圖), 其在運動方向上之加速度 $a$ , 係由與地面垂直之重力加速度 $g$ 分解而來。故其三公式爲:



$$\left. \begin{aligned} V &= V_0 + (g \sin \theta) t \text{ ..... (i)} \\ S &= V_0 t + \frac{1}{2} (g \sin \theta) t^2 \text{ ..... (ii)} \\ V^2 &= V_0^2 + 2 (g \sin \theta) S = V_0^2 + 2gh \text{ ..... (iii)} \end{aligned} \right\} [1.14]$$

(註：若向斜面頂端運動時，則以 $-g$ 代 $g$ 於上三式中)

### 參 考 題

- (1) 速度與速率之區別。
- (2) 速度與加速度之意義。
- (3) 重力加速度之值約為多少？
- (4) 如無空氣之阻力，則逐重不同之物體，其下落速度是否相同？(成大)
- (5) 是非題：凡依直線而運動者，稱為移動。(師大)

### 習 題

索引：①——單位換算；②——速度；③、④——速度合成；⑤~⑩——等加速度運動；⑪~⑭——落體運動；⑮~⑯——垂直拋上體運動；⑰、⑱——斜面上之運動。

【1】速度300呎/時等於多少米/秒？980厘米/秒<sup>2</sup>等於多少呎/秒<sup>2</sup>？

〔解〕(1)  $300 \left[ \frac{\text{呎}}{\text{時}} \right] = 300 \left[ \frac{1000 \text{ 米}}{3600 \text{ 秒}} \right] = 300 \times \frac{1000}{3600} \left[ \frac{\text{米}}{\text{秒}} \right] = 83 \text{ 米/秒} \dots\dots (\text{答})$

(2)  $980 \left[ \frac{\text{厘米}}{\text{秒}^2} \right] = 980 \left[ \frac{0.3937 \text{ 呎}}{\text{秒}^2} \right] = 980 \times \left[ \frac{0.3937}{12} \text{ 呎/秒}^2 \right]$

$= 980 \times \frac{0.3937}{12} \text{ 呎/秒}^2 = 32.1 \text{ 呎/秒}^2 \dots\dots (\text{答})$

〔類似題〕(1) 某颱風中心之速度為30米/秒，約合若干呎/時？

(答) 180呎/時。

【2】在赤道上地球之半徑為6400呎，求赤道上物體之速度。

〔解〕赤道之周長為  $2\pi \times 6400 = \frac{44}{7} \times 6400 \text{ 呎}$ 。

赤道上一點之速度 =  $\frac{\frac{44}{7} \times 6400}{24} \text{ 公里/時} = \frac{44 \times 6400 \times 100}{7 \times 24 \times 60 \times 60} \text{ 厘米/秒}$   
 $= 465 \text{ 厘米/秒} \dots\dots (\text{答})$

【3】在無風之垂直降落之雨中疾走時，為

何須將傘遮向前方？並討論因雨速與人速之關係，須使傘傾向何種角度？

(解) 如圖，設  $u$  為人之行走速度， $u'$  為雨之落下速度。

