



# 物理學計算問題解法

上 冊

# 物理學計算問題解法

上 册

中 華 書 局

**物理學計算問題解法**

上 冊

王維廉 王止善 編

\*

出版者 中華書局香港分局  
香港九龍彌敦道七四〇號

印刷者 中華書局香港印刷廠  
香港九龍北帝街馬坑涌道

版權所有 不准翻印

\*

1957年1月港版  
1972年5月重印

定價港幣三元

# 目 次



<b>第一章 運動學</b> .....	1
1. 等速運動及等加速運動.....	6
2. 落體及向上拋射.....	16
3. 速度與加速度之組合及分解.....	28
4. 相對運動.....	33
5. 拋射體.....	51
<b>第二章 靜力學</b> .....	73
1. 力之組合與分解.....	74
2. 力之平衡.....	82
3. 質心與重心.....	107
4. 器械.....	119
<b>第三章 動力學</b> .....	139
1. 運動三律.....	143
2. 圓運動.....	162
3. 摩擦.....	166
4. 功能及功率.....	176
5. 衝突.....	184

---

第四章 物性學.....	199
1. 密度與比重.....	201
2. 液體之性質.....	204
3. 氣體之性質.....	218
4. 固體之性質.....	233

# 物理學計算問題解法上冊

## 第一章 運動學

### 定義、定律及公式

#### 1. 等速運動及等加速運動。

運動 (Motion). — 物體改變位置時，稱為運動。

靜止 (Rest). — 物體不運動時，稱為靜止。

速 (Speed) 及 速度 (Velocity). — 運動體在 1 秒(或分等)中經過之程(或粉等)數，稱為速。若速有一定方向時，稱為速度。

等速運動 (Constant speed motion). — 運動之速，逐秒(或分等)相等時，稱為等速運動。

〔等速運動公式：〕

設等速運動之速為  $V$  程/秒，經過時間為  $t$  秒，經過距離為  $S$  程，則其關係可以下式表示之：

$$\left[ V = \frac{S}{t} \right]$$

等加速運動 (Uniformly accelerated motion). — 運動之速改變，逐秒(或分等)遞加、或遞減，而所加或所減之速，逐秒(或分等)相等時，稱為等加速運動。

〔加速度 (Acceleration). — 每秒(或分等)中所加或所減之速度，稱為加速度。〕

#### 2. 落體及向上拋射

落體 (Falling body). — 物體受重力之作用，向地面落

下時，稱為落體，或自由落體。

「重力加速度 (Acceleration of gravity). — 落體之加速度等於 980 糎/秒或 32 呎/秒，通常以  $g$  表 980 或 32，即重力英文 (gravity) 之第一字母。

等加速運動公式：

設  $a$  = 加速之每秒所加糎數，  
 $t$  = 運動體運動所需之秒數，  
 $S$  = 在  $t$  秒內，所經過之糎數，  
 $U$  = 初速之每秒所行糎數，  
 $V$  = 終速之每秒所行糎數，  
 $g$  = 重力加速之每秒所加糎數。

當終速與初速之方向相同時，

$$V = U + at \dots\dots\dots(1)$$

$$S = Ut + \frac{1}{2}at^2 \dots\dots\dots(2)$$

$$V^2 = U^2 + 2aS \dots\dots\dots(3)$$

當終速與初速之方向相反時，

$$V = U - at \dots\dots\dots(4)$$

$$S = Ut - \frac{1}{2}at^2 \dots\dots\dots(5)$$

$$V^2 = U^2 - 2aS \dots\dots\dots(6)$$

當  $U = 0$  時，

$$V = at \dots\dots\dots(7)$$

$$S = \frac{1}{2}at^2 \dots\dots\dots(8)$$

$$V^2 = 2aS \dots\dots\dots(9)$$

當運動體向下拋射時，

$$V = U + gt \dots\dots\dots(10)$$

$$S = Ut + \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots\dots(11)$$

$$V^2 = U^2 + 2gS \dots\dots\dots(12)$$

若為自由落體,

$$V = gt \dots\dots\dots(13)$$

$$S = \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots\dots(14)$$

$$V^2 = 2gS \dots\dots\dots(15)$$

當運動體鉛直向上拋射時,

$$V = U - gt \dots\dots\dots(16)$$

$$S = Ut - \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots\dots(17)$$

$$V^2 = U^2 - 2gS \dots\dots\dots(18)$$

當運動體鉛直向上拋射,達最高點時,

$$V = 0,$$

$$0 = U - gt,$$

$$\therefore t = \frac{U}{g} \dots\dots\dots(19)$$

$$S = U \times \frac{U}{g} - \frac{1}{2}g \left(\frac{U}{g}\right)^2$$

$$= \frac{U^2}{2g},$$

$$\therefore U^2 = 2gS \dots\dots\dots(20)$$

### 3. 速度與加速度之組合及分解

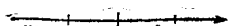
速度及加速度之組合公式:

速度或加速度,可以一直線表示之;線上作箭頭,表

(統)



示其方向，線之長短，表示其大小，例如：

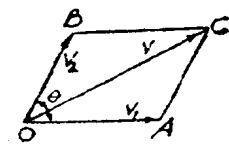


表示大小為 4 單位，方向為向右。

設  $V_1$  及  $V_2$  表示一運動體之二分速度，其合成速度為  $V$ ，如下圖，則

$$OC^2 = OA^2 + AC^2 - 2OA \cdot AC \cos \theta$$

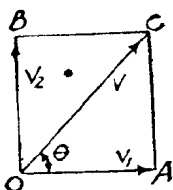
或 
$$V^2 = V_1^2 + V_2^2 + 2V_1V_2 \cos \theta$$



至於加速度之合成，亦如上式。

速度及加速度之分解公式：

大都速度或加速度可分解成二相互垂直之速度或加速度。例如：



$$V_1 = V \cos \theta,$$

$$V_2 = V \sin \theta.$$

其分解所成之速度或加速度，本可無數，不過上述方法，尤為重要。

#### 4. 相對運動 (Relative motion)

相對速度 (Relative velocity)。——當二點間之距離改

變或方向改變或兩者均變時，則一點對於他點生一速度，且一點 B 對於另一點 A 之相對速度為 B 之速度加以大小相等方向相反之 A 之速度。

求 B 對於 A 之相對速度之方法：

(1) 假定 A 點為靜止狀態。

(2) 反 A 點之速度方向。

(3)  $\vec{B} + (-\vec{A}) = \vec{B}$  對於 A 之相對速度 ( $\rightarrow$  為表該量為有向量之符號)。

### 5. 拋射體

拋射角 (Angle of projection). — 拋射體 (Projectile) 之拋射方向與水平方向所夾之角，稱為拋射角。

飛行時間 (Time of flight). — 拋射物體從出發起，至復返於其出發之水平面所需之時間，曰飛行時間。

水平射程 (Horizontal range). — 由出發時起至飛行時間完了為止，在水平方向所達到之距離，曰水平射程。

拋射體公式：

設  $U$  = 拋射體之初速，每秒所行之糎數。

$T$  = 飛行秒數，

$\theta$  = 拋射角度數，則

$$\text{拋射體上升最高距離之糎數} = \frac{U^2 \sin^2 \theta}{2g} \dots\dots(1)$$

$$\text{拋射體最大水平射程之糎數} = \frac{U^2 \sin 2\theta}{g} \dots\dots(2)$$

設  $\phi$  = 斜面與水平面所夾角之度數，

拋射體在斜面上之射程為  $S$  糎，則

(A) 當拋射體向斜面上端拋射時,

$$S = \frac{2U^2}{g} \times \frac{\cos \theta \sin(\theta - \phi)}{\cos^2 \phi} \dots \dots \dots (3)$$

(B) 當拋射體向斜面下端拋射時,

$$S = \frac{2U^2}{g} \times \frac{\cos \theta \sin(\theta + \phi)}{\cos^2 \phi} \dots \dots \dots (4)$$

## 計 算 問 題

### 1. 等速運動及等加速運動

1. 一馬於 1.25 時內行路 11 哩, 求其平均速度.

[解]

$$S = Vt,$$

$$\therefore V = \frac{S}{t} = \frac{11 \times 5,280}{1.25 \times 60 \times 60} \\ = 12.91 \text{ 呎/秒}$$

2. 見電光 3.5 秒後, 始聞雷聲, 設聲速為 1,100 呎/秒, 求發雷處與觀察者間之距離.

[解]

$$S = 1,100 \times 3.5 \\ = 3,850 \text{ 呎.} \\ = 0.729 \text{ 哩.}$$

3. 一車於 10 秒內行路 480 呎, 求此車之速(以哩/時表之).

[解]

$$V = \frac{S}{t} = \frac{480}{10} = 48 \text{ 呎/秒,} \\ = \frac{48 \times 60 \times 60}{5,280} \text{ 哩/時,} \\ = 32.73 \text{ 哩/時.}$$

(統)

4. 甲乙二人自同處出發,甲先行,其速爲8哩/時,乙待甲出發後30秒,以10哩/時之速追之,求甲乙相遇時距出發點之路。

[解] 設 $t$ =乙所行之秒數。

因兩人相遇時,所行之路必等,故得

$$8(t+30)=10t,$$

$$10t-8t=240,$$

$$\therefore t=120\text{秒}.$$

因此相遇時距出發點之路 $=10\text{哩}\times\frac{120}{60\times 60}=\frac{1}{3}\text{哩}$ 。

5. 甲乙兩車,自甲乙兩站相向進行;甲乙兩站相距1.5哩,甲車之速爲40哩/時,設兩車於距甲站0.9哩處相遇,求乙車之速度。

[解] 設 $t$ =兩車所行之時數,

$V$ =乙車每時所行之哩數,

$$\therefore t=\frac{0.9}{40}=0.0225\text{時}.$$

$$\therefore 1.5-0.9=0.0225V,$$

$$\therefore V=\frac{0.6}{0.0225}$$

$$=26.67\text{哩/時}.$$

6. 靜止之車於15秒內得速爲10哩/時,求其加速(以呎/秒<sup>2</sup>表之)。

[解]

$$V=at,$$

$$\therefore a=\frac{V}{t}$$

$$Vt=at^2$$

$$\frac{10}{15}$$

$$\frac{2}{15}$$

$$\begin{aligned} & \frac{10 \times 5,280}{60 \times 60} \\ &= \frac{15}{15} \\ &= 0.9778(\text{呎}/\text{秒}^2). \end{aligned}$$

7. 一舟之速於40秒內自22呎/時,減至18呎/時,求其加速(以呎/秒<sup>2</sup>表之).

[解]  $V = U + at,$

$$\therefore a = \frac{V - U}{t}$$

$$= \frac{(18 - 22) \times \frac{1,000}{60 \times 60}}{40}$$

$$= -0.02778(\text{呎}/\text{秒}^2).$$

8. 速為800呎/分之物體,於 $\frac{1}{8}$ 秒使之靜止,求其加速.

[解]  $V = U + at,$

$$V = 0,$$

$$\therefore U = -at,$$

$$\therefore a = -\frac{U}{t} = -\frac{800}{\frac{1}{8}},$$

$$= -106.7(\text{呎}/\text{秒}^2).$$

9. 60哩/時/分之加速,以呎/秒<sup>2</sup>表之.

[解]  $60 \text{ 哩}/\text{時}/\text{分} = \left( \frac{60 \times 5,280 \times 12 \times 2.54}{100} \times \frac{1}{60^2} \right) \text{ 呎}/\text{秒}^2$   
 $= 0.447 \text{ 呎}/\text{秒}^2.$

10. 靜止之某車,以 1.1 呎/秒<sup>2</sup> 之加速進行,求 25 秒末之速,及 25 秒內所行之路.

$$V = 1.1 \times 25 = 27.5 \text{ 呎/秒}$$

$$= 18.75 \text{ 哩/時.}$$

$$S = \frac{1}{2} at^2 = \left( \frac{1}{2} \times 1.1 \times 25^2 \right) \text{ 呎}$$

$$= \left( \frac{1}{2} \times 1.1 \times 25^2 \times \frac{1}{5,280} \right) \text{ 哩}$$

$$= 0.0651 \text{ 哩.}$$

11. 一車之速,於 15 秒內,自 60 哩/時,減至 50 哩/時,求在此時間內所行之路.

[解]

$$V = U + at,$$

$$\therefore a = \frac{V - U}{t} = \frac{50 - 60}{\frac{15}{60 \times 60}}$$

$$= -2400 \text{ 哩/時.}$$

$$\therefore S = Ut + \frac{1}{2} at^2$$

$$= 60 \times \frac{15}{60 \times 60} - \frac{1}{2} \times 2,400 \times \frac{15^2}{60^2 \times 60^2}$$

$$= \frac{1}{4} - \frac{3}{4 \times 36}$$

$$= 0.2291 \text{ 哩.}$$

12. 某靜止之火車,經時 5 分得速為 40 呎/時,設為等加速運動,求第五分鐘內所行之路.

[解]

$$a = \frac{V}{t} = \frac{40}{\frac{60 \times 60}{5 \times 60}} \text{ 呎/秒}^2$$

$$\begin{aligned}\therefore S &= \frac{1}{2} a(t_2^2 - t_1^2) = \frac{1}{2} \times \frac{40}{5 \times 60^3} \\ &\quad \times (5^2 \times 60^2 - 4^2 \times 60^2) \\ &= \frac{20}{5 \times 60^3} \times 9 \times 60^2 = 0.6 \text{ 呎.}\end{aligned}$$

13. 某車之速為 70 呎/時, 欲於距離 600 呎內使之靜止, 問需加速若干?

[解]  $V^2 = U^2 + 2aS,$

$$\therefore V = 0,$$

$$\begin{aligned}\therefore a &= -\frac{U^2}{2S} = -\frac{\left(\frac{70}{60}\right)^2}{\frac{2 \times 600}{1,000}} \\ &= -1.13 \text{ 呎/分}^2.\end{aligned}$$

14. 某物以等加速於 2 分內行路 72 呎.

設 (a) 初速 = 0,

(b) 初速 = 15 呎/秒,

求該物最後之速度.

[解]

$$\begin{aligned}\text{(a)} \quad a &= \frac{2S}{t^2} \\ &= \frac{2 \times 72 \times 100}{2^2 \times 60^2} = 1 \text{ 呎/秒}^2.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\therefore V &= U + at = 1 \times 2 \times 60 \\ &= 120 \text{ 呎/秒.}\end{aligned}$$

$$\text{(b)} \quad \therefore S = Ut + \frac{1}{2}at^2.$$

$$\therefore a = \frac{2(S - Ut)}{t^2}.$$

$$= \frac{2 \times (72 \times 100 - 15 \times 2 \times 60)}{2^2 \times 60^2}$$

$$= \frac{3}{4} \text{ 呎/秒}^2.$$

$$\therefore V = U + at = 15 + \frac{3}{4} \times 2 \times 60$$

$$= 15 + 90$$

$$= 105 \text{ 呎/秒}.$$

15. 一靜止之火車,以  $0.9$  呎/秒<sup>2</sup> 之加速進行  $30$  秒後,以等速進行,於某時施以減速  $1.5$  呎/秒<sup>2</sup>,使其停止,設所行之路為  $2$  哩,求以等速進行之時間,及行全路所需之時間.

〔解〕 設  $S_1$  = 火車以加速進行之呎數,

$t_1$  = 火車行  $S_1$  所需之秒數,

$S_2$  = 火車以等速進行之呎數,

$t_2$  = 火車行  $S_2$  所需之秒數,

$S_3$  = 火車以減速進行之呎數,

$t_3$  = 火車行  $S_3$  所需之秒數,

則  $S_1 = \frac{1}{2} \times 0.9 t_1^2 = \frac{1}{2} \times 0.9 \times 30^2 = 405$  (呎).

又  $U$  = 火車最大速每秒所行之呎數,

則  $U = 0.9 \times t_1 = 0.9 \times 30 = 27$  呎/秒.

$$\therefore S_2 = Ut_2 = 27t_2,$$

及  $U = 1.5t_3,$

$$\therefore t_3 = \frac{U}{1.5} = \frac{27}{1.5} = 18 \text{ 秒}.$$

$$S_3 = \frac{1}{2} \times 15 \times t_3^2 = \frac{1}{2} \times 1.5 \times 18^2 = 243 \text{ 呎}.$$



$$\therefore 405 + 27t_2 + 243 = 2 \times 5,280,$$

$$\therefore t_2 = 367.1 \text{ 秒},$$

$$\therefore \text{等速進行之時間} = 367.1 \text{ 秒}.$$

$$\begin{aligned} \text{因此行全路所需之時間} &= 30 + 367.1 + 18 \\ &= 415.1 \text{ 秒}. \end{aligned}$$

16. 甲乙兩車同在一站;甲車以  $\frac{1}{2}$  呎/秒<sup>2</sup> 之加速出發,至速為 15 哩/時,即為等速進行;乙車於甲車出發後 40 秒,始以 1 呎/秒<sup>2</sup> 之加速出發,至速為 30 哩/時,亦以等速進行,求兩車相遇處距該站之路長.

[解] 設  $S$  = 兩車相遇處距該站之呎數,  
 $t$  = 甲車遇乙車所需之秒數,

而 15 哩/時 = 22 呎/秒,

30 哩/時 = 44 呎/秒,

則 甲車以加速進行之時間 =  $\frac{22}{\frac{1}{2}}$

$$= 44 \text{ 秒}$$

$$\therefore S = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times (44)^2 + 22(t - 44).$$

又乙車以加速進行之時間 =  $\frac{44}{1}$

$$= 44 \text{ 秒},$$

$$\therefore S = \frac{1}{2} \times 1 \times (44)^2 + 44(t - 40 - 44).$$

由是  $\frac{1}{4} \times (44)^2 + 22(t - 44) = \frac{1}{2} \times (44)^2 + 44(t - 84),$

$$\frac{44 \times 2}{4} + t - 44 = \frac{44 \times 2}{2} + 2t - 168.$$