

普通物理講義

第一回

10761C-1



考友社 出版發行

物理講義 第一回 目錄

第一回 (1/2)

第一講 力學 (一)	1
命題重點	1
重點整理	2
一、時間與空間	2
二、運動學	5
三、靜力平衡	12
範例	19
精選試題	33

第一回 (2/2)

第二講 力學 (二)	1
命題重點	1
重點整理	2
一、質量與牛頓運動定律	2
二、動量守恆定律、衝量	10
三、牛頓萬有引力	12
範例	18
精選試題	32

第一講 力學 (一)



- 一、時間與空間
 - (一)時間的單位與計時工具
 - (二)長度的度量
- 二、運動學
 - (一)基本定義
 - (二)直線運動
 - (三)拋體運動
 - (四)圓周運動
 - (五)簡諧運動
 - (六)相對運動
- 三、靜力平衡
 - (一)力的量度與移動平衡
 - (二)轉動平衡
 - (三)重心
 - (四)質心
 - (五)天平
 - (六)摩擦力

重點整理

一、時間與空間

(一) 時間的單位與計時工具：

1. 時間的單位：

- (1) 太陽日：地球上某子午線連續兩次正對太陽所經歷的時間。
- (2) 恆星日：地球上某子午線連續兩次正對極遠處恆星所經歷的時間。
- (3) 平均太陽日：地球繞日公轉一周，所有太陽日的平均值為時間的標準單位，簡稱「日」或「天」。
- (4) 1年 = 365.2421 平均太陽日 (天) = 365 太陽日 = 366 恆星日
- (5) 1天 = 24 小時 = 1440 分 = 86400 秒
 \because 地球繞日公轉與自轉之方向相同
 \therefore 地球繞日公轉一周 (1年) \rightarrow 對恆星實際自轉次數 (1年的恆星日) = 對太陽視轉動次數 (1年的太陽日) + 1

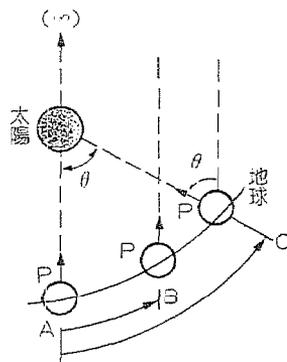


圖1-1 地球對太陽視轉一次 (A→C) 實際自轉 $360^\circ + \theta$

2. 計時工具：具有規律性變化的特性。

- (1) 單擺：擺角 (θ) $< 5^\circ$ ，則：

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad \begin{cases} T: \text{週期} \\ L: \text{擺長} \\ g: \text{重力場強度} \end{cases}$$

- ① g 一定 (同地點) $\rightarrow T \propto \sqrt{L}$
- ② L 一定 (同擺長) $\rightarrow T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$
- ③ T 與擺幅大小 ($\theta < 5^\circ$) 及擺錘質量無關。
- ④ $T = 2$ 秒之單擺稱為秒擺，其擺長 $L \div 1$ 米。
- ⑤ 可利用單擺週期 T 測量：

A. 重力加速度： $g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$

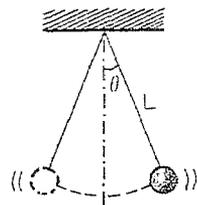


圖1-2 單擺

$$B. \text{ 擺線長: } L = \frac{gT^2}{4\pi^2}$$

(2) 沙漏：測出一年內平均每日漏沙的次數，即可以此作為計時單位。

3. 放射性元素衰變法：長時間之測定。

$$\frac{m}{m_0} = \frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} \begin{cases} m_0, N_0: \text{原有之質量, 原子核數} \\ m, N: \text{剩餘之質量, 原子核數} \\ T, t: \text{半衰期, 經歷時間} \end{cases}$$

(二) 長度的度量：

1. 短距離的測定：

(1) 游標尺：利用主、副尺每一刻度之差額對長度做更精密的測量。

① 原理：

A. 一般主尺之最小刻度為 1 毫米。

B. 若副尺 $n+1$ 個刻度相當於主尺 n 毫米，則

a. 精密度： $\frac{1}{n+1}$ 毫米。(主、副尺每一刻度之差)

b. 若副尺 x 刻度對正主尺之 y 毫米，而副尺之零刻度在主尺的 u 與 v 毫米間，則長度 z 應為：

$$\left. \begin{cases} \text{以副尺零刻度為準} \Rightarrow z = u + \frac{1}{n+1} x \\ \text{以副尺對正之刻度為準} \Rightarrow z = y - \frac{n}{n+1} x \end{cases} \right\} \text{二結果必相等。}$$

② 歸零修正：未夾物體時，求出主副尺零刻度間之距離 x 。

A. 副尺之零刻度在主尺零刻度之右，須從讀數上減去 x 。

B. 副尺之零刻度在主尺零刻度之左，須從讀數上加入 x 。

(2) 螺旋測微器：

① 原理：螺距通常為 0.5 毫米，套筒上等分為 50 刻度，則

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{精密度為 } \frac{1}{100} \text{ 毫米 (套筒旋轉 1 刻度螺桿進退之距離)} \\ \text{測量值可達到 } \frac{1}{1000} \text{ 毫米 (加一位估計值)} \end{array} \right.$$

② 歸零修正：未夾物體時，主尺橫線上之零刻度與套筒上對正之刻度差 x (x 超過零取正，未到零取負)，將物夾入後，套筒邊緣在主尺橫線之 a 與 b 刻度間，且固定軸之刻度對正套筒之 y 刻度，則物長 z 應為

$$z = a + \frac{1}{100} (y - x)$$

(3) 光學測微器：

精選試題

- (B) 1. 在重力場 g 中，有一擺長為 ℓ 之單擺。在其懸點之鉛直下方 $\frac{\ell}{2}$ 處有一網釘，故當懸線從鉛直線的一側擺到鉛直線之另一側時，擺長就成為 $\frac{\ell}{2}$ 。這個擺的週期等於 (A) $2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \left(1 + \frac{1}{2}\right)$ (B) $2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2\sqrt{2}}\right)$ (C) $2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4}\right)$ (D) $2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \left(\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{2}}{2}\right)$ 。

$$\text{題解： } T = \frac{1}{2} \cdot 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} + \frac{1}{2} \cdot 2\pi\sqrt{\frac{\ell/2}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2\sqrt{2}}\right)$$

- (B) 2. 將使用單擺的時鐘吊在氣球下。若該氣球以 3 公尺/秒² 的加速度鉛直下降，則時鐘每小時： (A) 快 10 分 (B) 慢 10 分 (C) 快 12 分 (D) 慢 12 分 (E) 快 12 分 15 秒。

題解：(1) 在慣性坐標系中單擺之週期 $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ ，而在以加速度 a 下降之坐標系中單擺之週期 $T' = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g-a}}$ 。

(2) 因 $T' > T$ ，即單擺變擺得較慢，故本題事實上只是選 (B) 或 (D) 之是非題。

$$(3) \text{ 設每小時慢 } t \text{ 分，即少擺 } \frac{t}{T} \text{ 次} \Rightarrow \frac{60}{T} - \frac{t}{T} = \frac{60}{T'} \Rightarrow \frac{T}{T'} = \frac{60-t}{60}$$

$$\text{由(1)及(3)知： } \sqrt{\frac{g-a}{g}} = \frac{60-t}{60} = 1 - \frac{t}{60}$$

$$\text{兩邊平方得 } 1 - \frac{a}{g} = 1 - \frac{3}{10} = 1 - \frac{t}{30} + \frac{t^2}{3600} = 1 - \frac{t}{30} \Rightarrow t = 9 \text{ (分)} \Rightarrow \text{(B)}$$

- (C) 3. 有一放射性同位素，每經 1 小時其強度減為原來的 $\frac{9}{10}$ ，則其半生期大約為若干小時？ (A) 3 (B) 5 (C) 7 (D) 9 (E) 11。
($\log 2 = 0.3010$, $\log 3 = 0.4771$)。

10761C-1 (1/2)

題解：設半生期為 T ，則 $(\frac{1}{2})^{1/T} = \frac{9}{10}$ ，兩邊取對數

$$\Rightarrow \frac{1}{T} \log \frac{1}{2} = -\frac{1}{T} \log 2 = \log 9 - \log 10$$

$$\therefore -\log 2 = T(2\log 3 - 1) \Rightarrow -0.3010 = T(2 \times 0.4771 - 1)$$

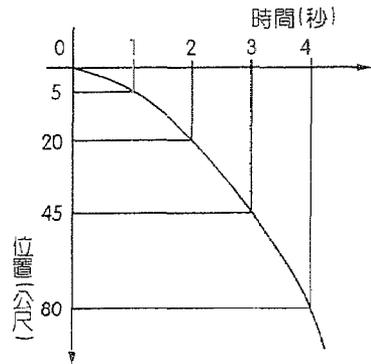
$$\therefore T \doteq 6.57 \text{ (時)}$$

- (B) 4. 游標尺的副尺實長 9 公厘刻劃成 10 等分。在測量物體長度時，副尺的零點在主尺的 1.1 公分及 1.2 公分之間，而副尺的第 5 刻度與主尺的某刻度對齊，則該物體的長度為： (A) 1.12 公分 (B) 1.15 公分 (C) 1.16 公分 (D) 1.19 公分。

題解： $z = 1.1 + 0.01 \times 5 = 1.15 \text{ (cm)}$

- (B) 5. 如圖是一物體自由落下之時間與位置的關係，則由圖知在第二秒至第三秒間的平均速度為：

- (A) 20 公尺/秒
(B) 25 公尺/秒
(C) 30 公尺/秒
(D) 35 公尺/秒。



題解： $\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{45 - 20}{3 - 2} = 25 \text{ (m/s)}$

- (C) 6. 一物體作直線運動，先以 4 公尺/秒² 的等加速度從靜止開始運動，接著以 -2 公尺/秒² 的等加速度運動直到停止。若運動的總距離為 150 公尺，則此物體運動所需時間為 (A) 5 秒 (B) 10 秒 (C) 15 秒 (D) 20 秒 (E) 25 秒。

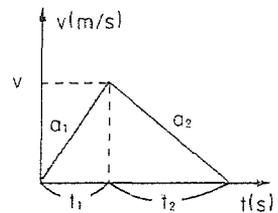
題解：如圖， $a_1 = 4 = \frac{v'}{t_1}$ ①

$$a_2 = -2 = \frac{0 - v'}{t_2} \text{ ②}$$

$$\Rightarrow t_2 = 2t_1$$

又面積代表位移

$$\begin{aligned} \Rightarrow 150 &= \frac{1}{2} (t_1 + t_2) \times v' \Rightarrow 300 \\ &= 3v't_1 \text{ ③} \end{aligned}$$



聯解①，③得 $t_1 = 5 \text{ (s)}$ ， $v' = 20 \text{ (m/s)}$ $\Rightarrow t_1 + t_2 = 15 \text{ (s)}$

- (C) 7. 圖甲表示物體運動速率 v 與時間 t 的關係圖，則該物體加速度 a 與時間 t 的關係圖為：