

單元 直線運動

主題 1 時間

在現代的社會中，時間對我們來說，它扮演著非常重要的角色，例如我們每天上學要注意起床的時間、搭車時要注意車次的時間、考試時要注意開始與結束的時間等等，無時無刻要注意時間，於是我們拜科學所賜，計時器（手錶、電子鐘、碼錶等）的發明，讓我們可以很輕鬆的知道每一個時刻的時間，以便規畫每天的行程，這就是科技的便利性，但時間是如何定義與計算的？在人類的生活中心，自然環境帶給我們的知覺，某些事物是前後連續不中斷的，就如同每天都可見到日出所產生的光亮與日落所帶來的黑暗，以下我們將從早期人們的發現來逐一探討。

一、時間的定義：

自古以來，人類就想辦法要找出測量時間的方法，利用自然環境中所發現的各種規律的現象，例如日出日落、月圓月缺及春夏秋冬的循環等，來測量時間的長短，並以此定出日、月、年等計量的單位。

二、時間的規律性：

我們發現上述的時間會有規則的週期性變動現象，可用來衡量時間的長短。

1. 春夏秋冬、月圓月缺、日夜更迭等分別定出年、月、日等時間計量單位。
2. 我們自然的呼吸、與心跳脈搏等，也有一定的規律，也可用以衡量時間，但因人的心跳與呼吸的快慢因人而異，故無法有一致性。
3. 擺的運動因具有規律性，所以可作為人造的計時工具。

三、時間的單位：

1. 在早期時間的單位是利用地球自轉及繞太陽公轉的規律性而訂出來的。
2. 太陽日：地球自轉時，太陽連續兩次正對地球上某處高度角最大的位置時，所經歷的時間，稱之為太陽日。
3. 平均太陽日：由於地球繞太陽運行的軌道並非真正圓形，因此一年中各太陽日的長短並不一致，故以一年中各太陽日的平均值，我們稱為平均太陽日，也就是一日或一天。
4. 一日等分為 24 小時，一小時等分為 60 分，一分等分為 60 秒。
5. 由上可知，一日 = 24 小時 = 1440 分 = 86400 秒。

四、早期的計時工具與其精確度：

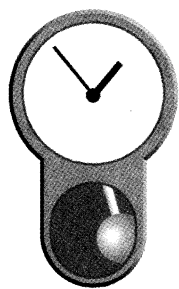
當時人類利用日晷、沙漏、滴漏等具有規律性的特性來計時，但因為每一計時器無法非常精密，故會有較大的誤差，且必須由人們不斷的調整與翻轉，也會有人為的誤差。



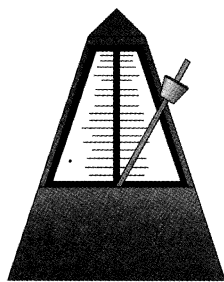
圖(一) 日晷、滴漏、沙漏

五、現代的計時工具與其精確度：

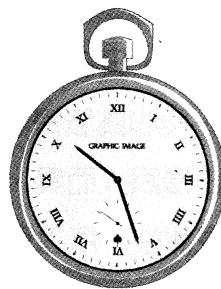
1. 機械鐘：利用機械擺動的規律性來設計成可計算時間的工具，但仍會有誤差，目前最精密的機械鐘，其誤差約為每日在千分之一秒左右。
2. 石英鐘錶：利用石英晶體來控制電路，所產生的振動非常規律，加以轉換成計時器，其精密度最高可達三年內只誤差一秒。
3. 原子鐘：這是目前最精密的計時器，利用原子處在不同狀態的變化來控制時鐘的快慢，其精確度可達石英鐘的千倍以上。



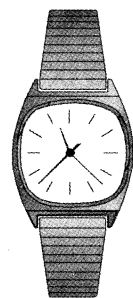
(a) 擺鐘



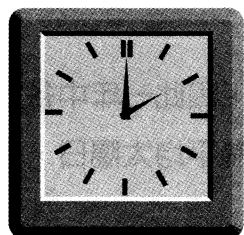
(b) 節拍器



(c) 停錶



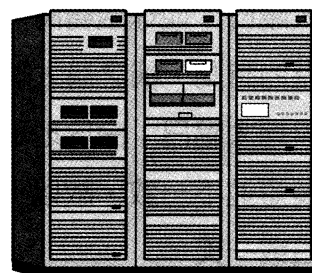
(d) 石英錶



(e) 電子鐘



(f) 電子錶

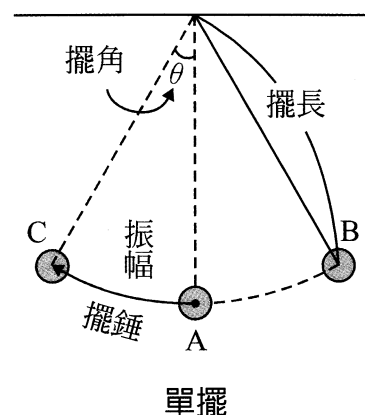


(g) 原子鐘

圖(二) 各式鐘錶

六、單擺：

將一細線的一端固定，另一端綁住一個重物，假如重物只作單一方向的擺動，我們稱之為單擺；當重物拉到一邊，再放開，單擺可在同一平面內平穩的來回擺動，如圖所示。



1. 擺錘：單擺下端的重物，稱為擺錘。
2. 擺長：單擺細線的固定點與擺錘重心的距離，稱為擺長。
3. 擺角：擺錘擺動時，在固定端點處與擺線鉛垂線的夾角 θ 。
4. 擺動一次：在 B 點放手，經過 $B \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow A \rightarrow B$ 。
5. 擺幅：擺錘由靜止位置至兩端間的最大距離，如圖 AB 或 AC
6. 週期：單擺往復擺動一次所需的時間，稱為週期（單位：秒）。
7. 頻率：單擺每秒擺動的次數，稱為頻率（單位：次/秒或赫）。

七、單擺的特性：

1. 十六世紀，義大利科學家伽利略，在教堂內看見一盞吊燈來回擺動著，於是他利用自己的脈搏來測量吊燈來回擺動的時問，擺動的吊燈就擺動的擺，他發現吊燈來回擺動一次所需的時間，每次幾乎都一樣，這就是擺的等時性。利用這個特性，發明各種鐘擺計時器。
2. 擺長一定時，只要擺角不太大（大約 10° 以下），則單擺的週期為一定值，且與擺錘的質量、擺角的大小無關。
3. 擺長一定時，單擺擺動次數與所經歷的時間（為週期的數倍）會成正比。
4. 擺長一定時，單擺擺動一次所需的時間與擺錘質量（不論質量大小，時間不變）無關。
5. 當擺長改變時，單擺的週期也會有所改變。（擺線愈長，週期愈大）

例題 1 下列對於太陽日的敘述，何者錯誤？

- (A) 太陽相鄰兩天出現在白晝天空中最高點所經歷的時間稱為一個太陽日
 (B) 一年中各個太陽日皆相同，因太陽的運轉軌道為圓形
 (C) 一個平均太陽日定義為 1440 分鐘
 (D) 一個平均太陽日等於 86400 秒。

例題 2 甲、乙二單擺的擺錘、擺角（控制在 10 度以內）均相等，擺長甲 $>$ 乙，則擺動一次所需的時間何者較短？

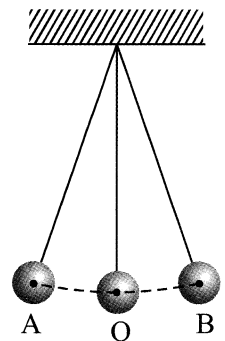
- (A) 甲 (B) 乙 (C) 相等 (D) 無法判定。

例題 3 測量一單擺在 1 平均太陽日時間內，總共擺動 3600 次，則此單擺的週期為多少秒？

- (A) 60 (B) 36 (C) 24 (D) 6 秒。

例題 4 啓泰做單擺的實驗，所得數據如下，試回答下列問題：

擺動次數	10	20	30	40	50
時間(秒)	20.1	39.9	60.4	79.8	99.9



(1) 單擺每擺動一次，擺錘所走的路徑是：

- (A) $A \rightarrow O \rightarrow B \rightarrow O \rightarrow A$ (B) $A \rightarrow B \rightarrow A \rightarrow B$
 (C) $A \rightarrow O \rightarrow B \rightarrow O$ (D) $A \rightarrow O \rightarrow B$ 。

(2) 由實驗知：

- (A) 擺長愈短，擺動愈慢 (B) 擺長愈長，擺動愈快
 (C) 擺動次數和所需時間成正比 (D) 此單擺擺動一次所需的時間是 1/2 秒。

(3) 此單擺擺動 15 次約需時：

- (A) 22.5 秒 (B) 27.5 秒 (C) 30.0 秒 (D) 32.5 秒。

(4) 啓泰以此單擺測量節拍器的節奏。當此單擺擺動 25 次時，節拍器滴答 50 次。則此節拍器約每分鐘滴答：

- (A) 30 次 (B) 60 次 (C) 90 次 (D) 120 次。

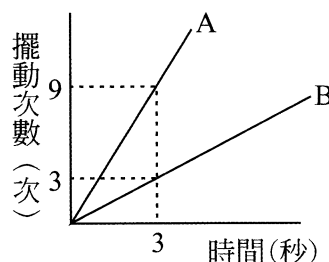
例題 5 當鐘擺動的太慢，下列何種處理方式可以讓鐘擺得快些？

- (A) 增加擺長 (B) 換個重量小的擺錘
(C) 減少擺動的幅度 (D) 縮短擺長。

例題 6 利用甲單擺（擺長 180 cm）和乙單擺（擺長 20 cm）做實驗，得關係圖如下；試回答下列問題：

(1) 乙單擺應為哪一條線，其週期為多少秒？

- (A) A, $\frac{1}{3}$ 秒 (B) A, 1 秒 (C) B, 3 秒
(D) B, 1 秒。



(2) 若同時一起擺動，當甲單擺擺動 60 次，則乙單擺會擺動幾次？

- (A) 20 次 (B) 60 次 (C) 120 次 (D) 180 次。

(3) 若以 200 cm 擺長的丙單擺做實驗，則結果與甲乙單擺比較如何？

- (A) 週期變短 (B) 週期變長 (C) 不變 (D) 無法由圖得知。

主題 2 位置與位移

一、位置的定義：

當我們與朋友約會時，常會相互問“你現在在哪裡？”或是問“你的位置在哪裡”，而回答時，我們會選擇一個大家都熟悉的目標為基準點，來說明自己相對於基準點的方向和距離。

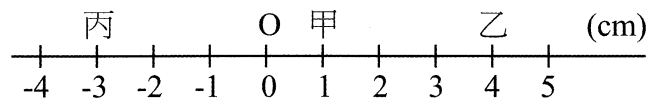
例如：台北火車站東一門口前方十公尺，這是一個大家都知道的位置，因為台北火車站即是一個非常明顯的參考目標，而東、南、西、北各有幾個出口，所以東一門即是相對於台北火車站的相對位置、而前方十公尺，即是方向與距離。

二、基準點：

在確定某一個點的位置之前，必須先指定一個參考目標，再說明所在地點與參考基準點的方向和距離。例如數學上我們稱此一參考基準點為原點。

三、座標軸：

若物體在直線上時，我們將此物體可能行進的路線，以座標表示。一般我們都以 O 為原點， O 右邊的數為正數、 O 左邊的數為負數。若以原點為參考基準點，相對於 O 點的兩邊，當定義左方為正時，右方則為負；而北方為正時，南方則為負。如圖



1. 甲點的位置在原點右邊 1 cm 處，其座標是 +1，以甲(+1)表示。
2. 乙點的位置在原點右邊 4 cm 處，其座標是 +4，以乙(+4)表示。
3. 丙點的位置在原點左邊 3 cm 處，其座標是 -3，以丙(-3)表示。

四、平面座標：

我們用經度和緯度來描述地球表面上各地方的地理位置，而座標的原點相當於基準點或參考點。

五、位移：

當物體在位置有所變化時，我們稱物體有位移，而這個變化必須包含方向和距離大小。

1. 位移的大小是起點與終點的直線長度，而起點到終點的方向就是位移的方向。
2. 若起點的位置座標以 x_1 表示，終點的位置座標以 x_2 表示，則物體的位移為 $x_2 - x_1$ ，且 $x_2 - x_1$ 的正、負即代表位移的方向。注意位移與原點的選擇參圖。

六、路程：

當物體在位移時，包含每一次所經過的路線長之總和。例如公車每天行經的路線都會有往和返兩路程，當公車回到總站時，它的位移為零，但路程卻是行經路線的兩倍長。

七、在項次 3 之(1)中，若有一隻螞蟻由甲點向右爬到乙點，其位移和路程分別為：

1. 位移：甲點的位置座標 $x_{甲} = +1\text{cm}$ ，乙點的位置座標 $x_{乙} = +4\text{cm}$
則甲到乙的位移 $x_{乙} - x_{甲} = (+4\text{cm}) - (+1\text{cm}) = +3\text{cm}$
2. 路程：螞蟻運動而產生的位移為向右 3cm，因為沒有折返，所以路程也是 3cm。

八、在項次 3 之(2)中，當螞蟻由乙點向左爬到丙點，其位移和路程分別為：

1. 位移：乙點的位置座標 $x_{乙} = +4\text{cm}$ ，丙點的位置座標 $x_{丙} = -3\text{cm}$
則甲到乙的位移 $x_{丙} - x_{乙} = (-3\text{cm}) - (+4\text{cm}) = -7\text{cm}$
2. 路程：螞蟻運動而產生的位移為向左 7cm，因為沒有折返，所以路程也是 7cm。