

2-4 圓周運動與萬有引力

科學 tell me why

米開朗基羅雕刻的著名大衛雕像，是所羅門王的父親，傳說中他與巨人哥利亞有場戰役，大衛想利用手持投石器打敗巨人哥利亞，他該在石頭轉到圖中何處時放開投石器呢？



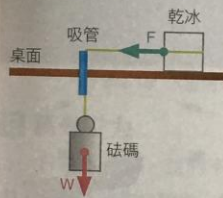
1 圓周運動

將乾冰放在光滑木板上，一端用細線綁住乾冰，另一端綁上一個砝碼，將砝碼懸吊於木板中插入吸管的洞中（圖2-13a），在垂直細線的方向施力推動乾冰，以定時連續攝影來記錄乾冰運動的軌跡。

此時乾冰環繞圓心做圓弧形的運動，稱為圓周運動（圖2-13b）。當乾冰作圓周運動時，是靠細繩提供指向圓心的力來改變運動方向，由牛頓第二運動定律得知，該力會給乾冰一個指向圓心的加速度，所以圓周運動為加速度運動。乾冰作圓周運動的過程中，細繩提供的力來自於砝碼的拉力，此力始終會指向圓心，故稱為向心力。

向心力作圓周運動

a 示意側視圖



b 實際俯瞰圖

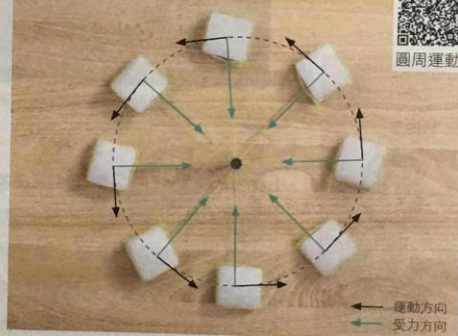


圖2-13 圓周運動的物體運動方向隨時在改變

2 圓周運動

圓周運動的速度大小不變，為一種等速率運動；但因速度方向會不斷改變，方向恆為切線方向，故為一變加速度運動。

3 向心力與離心力

離心力是一種為了方便解釋而發明的假想力，從作圓周運動的物體上看，似乎存在向外的引力，這種力就叫離心力。然而無所謂的離心力，牛頓第一運動說明：一物體若不受外力，應該保持靜止或等速直線運動；若要改變此運動狀態，第二定律說明必須使用外力。所以要使物體作圓周運動，這個外力應是朝向運動的中心點，即向心力，是作用在圓周運動物體上的唯一力。而其反作用力是作用於繩子上的力，而不是作用於該物體的。所以，並沒有所謂作用於該物體的離心力。

解 科學 tell me why

物體作圓周運動時，若向心力消失，物體會沿運動方向飛出，故應在c處放手。

教學指引

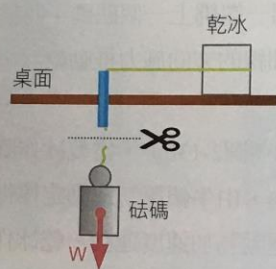
乾冰的圓周運動

課本使用乾冰示範圓周運動，因乾冰易昇華為二氧化碳氣體，能大幅減少與桌面的摩擦力，呈現效果極佳的圓周運動，且能由正上方觀察運動情形。教師可參考課本P43的QRcode中的實際操作影片（影片長度2:40），學生即能完整了解圓周運動的情形。也可參考課本p44下方，在課堂中能以手邊橡皮擦甩動解說圓周運動。

若在乾冰進行圓周運動時，將下方連接砝碼的繩子剪斷（圖2-14a），乾冰不再受到向心力的作用，由牛頓第一運動定律則得知，乾冰會依照慣性作直線運動，朝著圓周的切線方向飛出去（圖2-14b）。

慣性作直線運動

a 示意側視圖



b 實際俯瞰圖

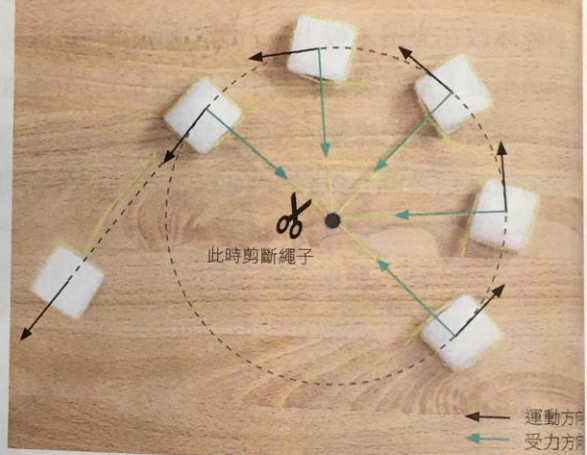
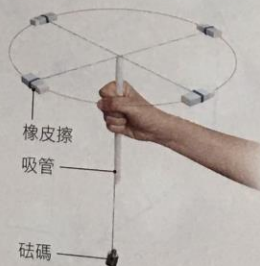


圖2-14 當物體失去向心力，會依慣性沿切線方向運動

可以利用手邊的橡皮擦，實際操作看看喔！



① 甩動的橡皮擦進行圓周運動



② 剪斷下方砝碼，觀察橡皮擦運動情形



相關科學史，請見 P216

教學指引

統整物體的運動狀態

教師可協助學生統整第一、二章已學習的物體運動狀態：

位置改變

生活中也有許多運用圓周運動的例子，例如：賽道轉彎處的路面常設計成外側比內側高（圖2-15）、傾斜式列車在轉彎處會盡量保持向內側傾斜（圖2-16），這些都是為了提供更多的向心力來幫助轉彎，使過彎時不需大幅減速，減少路程花費的時間。另一方面，以圓周運動轉彎，也能避免物體速度過快，而因慣性沿切線方向偏離賽道或軌道。



圖2-15 賽道轉彎處外側較內側高



圖2-16 太魯閣列車在轉彎時會向內傾斜

2 萬有引力

日常生活中，我們不難發現地球對其他物體的吸引力，不論是我們的體重、掉落的蘋果、生物賴以為生的大氣層，都是地球引力存在的證據。依照牛頓第三運動定律，地球對物體有吸引力，物體會以一大小相同、方向相反的力吸引著地球，既然地球能夠與所有物體互相吸引，是否所有物體間也都存有互相吸引的力量呢？

學習Check

- ☐ 我能了解圓周運動是一種加速度運動
- ☐ 我能了解兩物體間具有萬有引力 (p46)
- ☐ 我能了解物質的重量與質量是不同的 (p46)