

挑戰學生對慣性現象的物理概念

陳萬德、郭炳偉

香港教育學院 科學系

中國 香港 新界大埔露屏路十號

電郵：mtchan@ied.edu.hk

收稿日期：二零零五年二月七日(於六月十三日再修定)

內容

[簡介](#)

[實驗設計與教學方法](#)

[實驗\(1\)](#)

[實驗\(2\)](#)

[實驗\(3\)](#)

[總結](#)

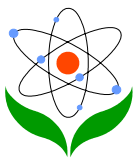
[參考書目](#)

簡介

牛頓力學學說被認為是物理學中一個困難的課題，學生通常都不懂得將力的現象與牛頓運動定律聯繫起來。其中牛頓第一運動定律(慣性定律)似乎違反了大多數學生對運動的想法，因為在一個速度不變的運動中，通常都需要一道力去抗衡摩擦力。這一點令大多數學生誤解為『物體需要外力才能保持等速運動』。本文介紹三個實驗，用以教授牛頓第一運動定律的概念。此等實驗曾經在十一班中二級的課堂進行，涉及學生總數有 384 位，其效果令授課老師感到十分滿意 (Kwok, Chan & Mung, 1999)。

實驗設計與教學方法

以下會介紹三個實驗去幫助學生學習牛頓第一運動定律，除實驗設計外，教學

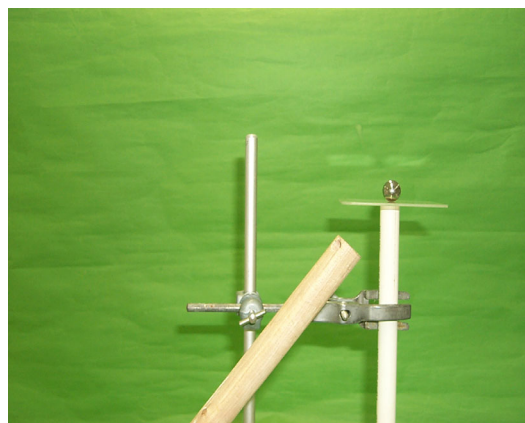


過程中主要採用 Trowbridge & Bybee (1996, p.150-154) 的『概念改變』作為教學策略, 幫助學生建立正確的科學概念。其中較多採用「預測 – 觀察 – 解釋」(POE)的教學法。方法是請學生在觀察現象前預測實驗結果, 然後才進行實驗, 最後教師要求學生對實驗前的預測與觀察所得之實驗結果比較, 對一致(或差異)之處作解釋。

牛頓第一運動定律是形容物體在沒有外力影響下的兩個情況:(一)物體靜止及(二)物體以不變的速度在一直線上移動。實驗(1)是教授牛頓第一運動定律時所描述物體靜止的情況;實驗(2)及實驗(3)是幫助學生了解物體在沒有外力的影響下, 會以不變的速度作直線運動。

實驗(1)

第一個實驗讓學生認識當靜止的物體沒有受到外力的影響時, 它會保持靜止的狀態。圖(一)顯示一項學生活動, 是要挑戰學生能否擊打薄膠片令其飛脫, 但彈珠卻可保持靜止不動地留在管子上。為使實驗更有趣和有挑戰性, 建議用較大的彈珠及較幼的管子來增加難度。教師要求全部學生仔細觀察和解釋實驗成功或失敗的原因。這實驗曾經在不同的中二班進行, 384 位學生中絕大多數能指出擊出的棍子角度要與薄膠片成直角, 才可令薄膠片以水平方向飛走, 減少撞擊力的垂直分量, 從而減低對彈珠的影響 (Kwok, Chan & Mung, 1999)。

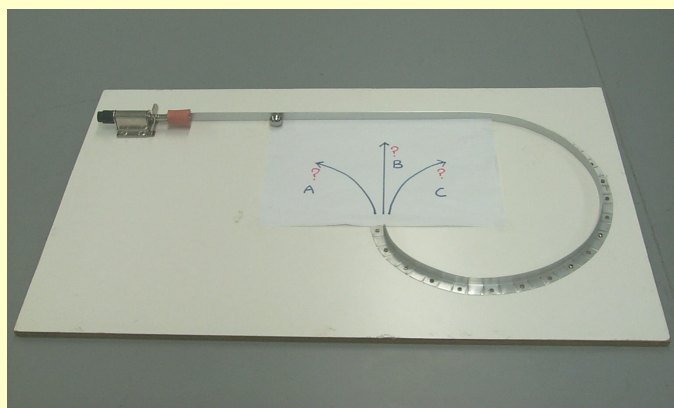
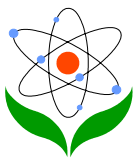


圖(一)

教師再引導學生思考減低對彈珠的影響之含意, 即為減少外力作用於彈珠上, 令學生建立『當靜止物體沒有受到外力影響時, 會保持靜止狀態』的概念。

實驗(2)

第二個實驗顯示的現象是: 當沒有外力加諸一件移動中的物體時, 物體會保持直線運動。裝置如圖(二)所示。實驗開始前, 教師請學生預測彈珠離開鋁質軌道後的路線。Kwok, Chan & Mung, 1999 指出: 課堂經驗告訴我們, 不少於三分一的學生認為彈珠會沿著圖(二)路線 C 而行。這結果顯示很多學生對「慣性」這術語存有錯誤的概念, 而這實驗正好能清楚示範彈珠會沿路線 B 走。這實驗結果有效激發學生去反思他們實驗前的預測, 重新建立正確的概念: 彈珠在未脫離鋁質軌道前因受到軌道的約束而倚著弧形軌道行走, 脫離鋁質軌道後, 在缺少外力的情況下便會依著路線 B 作直線運動。



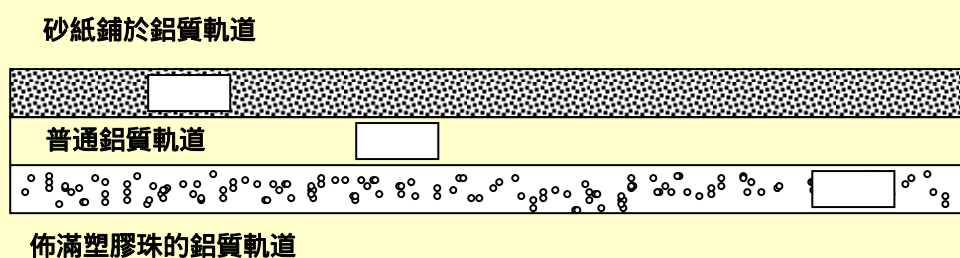
老師在發射彈珠前向學生提問以下的問題以測試他們對「慣性」的想法：當彈珠發射後，沿著鋁軌走到軌道末端時，它跟著會向哪一個方向走呢？

圖(二)

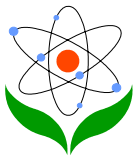
研究結果可分別從部首和詞語兩方面分析，探討兩者是否有助學生理解科學概念，或相反地引起概念混淆。以下將以教師列舉的部分例子加以說明。

實驗(3)

在第三個實驗中，採用了如圖(三)所示的三條表面粗糙程度不一的軌道：第一條軌道是將砂紙鋪於鋁質軌道，以增加其摩擦力；第二條是普通鋁質軌道；第三條是在光滑的鋁質軌道表面放上細小的塑膠珠，用以模擬一個接近無摩擦力的表面。



圖(三)



圖(四)顯示這裝置的實物照片。三個大小及重量相若的相同物質的物體由一彈簧發射，透過比較三個物體在不同摩擦力的表面上能前進的距離，幫助學生去預測和推論『當沒有摩擦力時，移動中的物體在一個無限長的軌道是不會停下來』。教師再協助學生建立『這過程即表示物體的速度沒有慢下來』的概念，繼而推論在沒有外力的影響下，移動中的物體會以不變的速度作直線運動。



圖(四)

總結

通過實驗(2)及實驗(3)，我們期望能引導學生建構出『當沒有外力作用時，移動中的物體會以不變的速度作直線運動』之概念。再結合實驗(1)的學習結果，學生應能建立牛頓第一運動定律的概念。這三個實驗最重要的效能是利用實驗的現象挑戰學生對一些慣性現象之固有錯誤概念，以『概念改變』的教學策略，令他們可重組全套觀念，將現象與定律所描述的原理連繫起來，建構牛頓第一運動定律包含的物理概念。

參考書目

- Kwok, P.W., Chan, M.T. & Mung, W.K. (1999, August). Teaching Newtonian Mechanics through a Journey to the Space in Junior Secondary Forms. *Proceedings of 1999 International Conference of Physics Teachers & Educators* (pp. 238-240). Guilin, P.R. China.
- Trowbridge, L. W., & Byee, R. W. (1996). *Teaching Secondary School Science: Strategies for developing Scientific Literacy*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.