

不用運動公式的國中理化運動學題解法

林瑞文
高雄市左營國民中學

一、前言：

在以往國中理化課本中，有關等加速度問題的計算都是以代入公式 ($V=V_0+at, S=V_0t+(at^2)/2, V^2=V_0^2+2aS$) 來解決，例如求位移 S 時，要代入 V_0 、 t 、 a 三項數據，因為變因太多，致使學生常因數學能力不足而使學習信心大受打擊，教師在教學上也充滿挫折；很高興在八十七學年開始實施的國民中學理化新教材第十六章"力與運動"中已經不從公式的角度來討論等加速度問題，而就物理觀點輔以圖形來解題，但在坊間有許多參考書仍以公式計算來解題，甚或有些教師及同學為求速答而埋首公式解題，將物理義意置於一旁。

本文擬就以非公式的解題法來討論一些所謂"難題"，藉此強調在國中階段不用公式仍可解決等加速度問題，而且可讓學生學得更有意義，進而建構出自己的運動學概念。

二、學生應具備的基本能力：

學生要能不用公式解出等加速度的題目，所需的基本能力都只是課本所提的基本觀念：

- (1) 等速度直線運動時，一段時間的平均速率 $V=(S_2-S_1)/(t_2-t_1)$ ，此數也等於過程中任一時刻的瞬時速率。
- (2) 等加速度運動時，一段時間的平均加速度值 $a=(V_2-V_1)/(t_2-t_1)$ ，此數也等於過程中任一時刻的瞬時加速度值。
- (3) 自 t_1 至 t_2 速度的變化量為 $a \times (t_2-t_1)$ ，所以末速就是初速 V_0 加 $a \times (t_2-t_1)$ 。

以簡單的例子來解說：初速為 0 m/s ，等加速度值 2 m/s^2 ，意義是"速度每秒增加 2 m/s "，所以第 3 秒末的速度為 $(2 \times 3) \text{ m/s}$ ，第 6 秒末的速度為 $(2 \times 6) \text{ m/s}$ ，學生理解後再改為初速不為 0 m/s ，如初速為 1 m/s 再做練習。

- (4) 能依題意畫出簡單的速度對時間(V-T)關係圖並把(1)的數據在圖中標示出來。
- (5) 在速度對時間的關係圖中，圖形和時間軸之間的面積大小即為位移。

此點可用等速運動作圖來解釋。

- (6) 幾何相似形觀念。

三、解題範例：

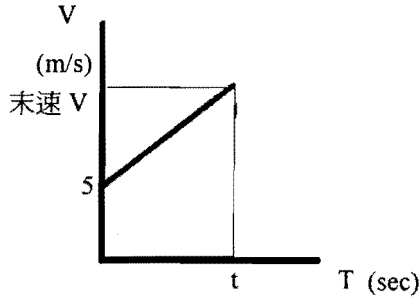
題一、做等加速度直線運動的物體，初速 5 m/s ，加速度值 2 m/s^2 ，請問開始計時後幾秒位

移可達 24m?

<公式解>以 $V_0=5 \text{ m/s}$ $a=2 \text{ m/s}^2$ $S=24 \text{ m}$ 代入 $S=V_0t+(at^2)/2$

可得 $t^2+5t-24=0$ 再解一元二次方程式可求出 $t=3$ 秒

<非公式解法>1.先畫出速度對時間(V-T)的圖：



圖一 題一用圖，初速不為零的等加速度 V-T 圖

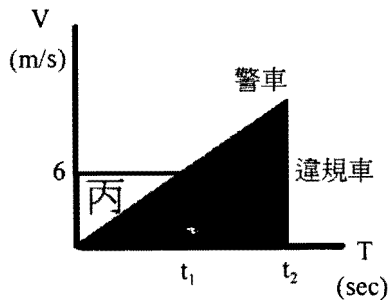
並能以 $5+2t$ 代替末速 V ，再由梯形面積為 24 可列出 $24=(5+5+2t) \times t/2$ 經整理後可和用公式解題一樣得出 $t^2+5t-24=0$ 解得 $t=3$ 秒

題二、警車停於路旁，見一車以 6 m/s 的速度闖紅燈後立刻以等加速度 $a=3 \text{ m/s}^2$ 加以追趕，若違規車保持等速，則警車幾秒後可以追上違規車？

<公式解>設 t 秒後警車可以追上違規車。在 t 秒時兩者的位移相等，利用 $S=V_0t+(at^2)/2$

可列出方程式 $6t=(3t^2)/2$ 其解為 $t=4$ 秒

<非公式解>先依題意畫出 V-T 圖



圖二 題二用圖，兩車速度對時間(V-T)的關係圖

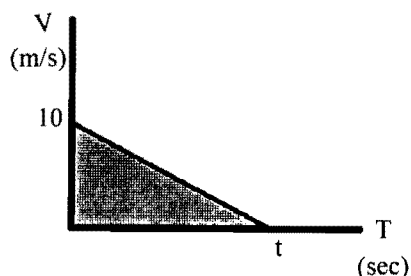
設 t_2 秒時警車追上違規車，此時警車的位移為以 (甲+乙) 區域的大小代表，違規車位移以 (甲+丙) 區域的大小代表，因兩者位移相同，所以乙區域大小和丙相同，兩者為全等的三角形，由圖可知 $t_2=2 \times t_1$ ，依圖二， t_1 時兩者速度相同，可列出 $3 \times t_1$ (警車速度) = 6s/m， $t_1=2$ 秒 所以 $t_2=4$ 秒

題三、一物體以 10 m/s 的初速進入粗糙表面後作等加速度直線運動，已知在前進 20m 後停

止，求加速度為多少？

<公式解>代入 $V^2 = V_0^2 + 2aS$ $0 = 10^2 + 2a \times 20$ 可解出 $a = -2.5 \text{ m/s}^2$ 負號代表減速

<非公式解>先畫出 V-T 圖



圖三 題三用圖，等加速度運動（速度漸減）速度對時間關係圖

三角形面積為 20，所以可列出 $(10 \times t)/2 = 20$ 解出 $t = 4$ 秒 後再依平均加速度的基本意義 $a = (V_2 - V_1)/(t_2 - t_1)$ 可得 $a = (0 - 10)/4 = -2.5 \text{ m/s}^2$ 負號代表減速

四、結論：

由以上三題的解法可知在國中程度不用運動公式也可輕易地解題，物理公式是科學現象的數學陳述，簡潔而有力，用於解題有效率且漂亮，在探討複雜問題時更不可或缺，但在國中初學的階段，若對公式的內涵（物理意義）不求甚解而只是用代入公式的方法求解，實為捨本逐末，更令人擔心的是把物理當成數學來學，對許多數學原本就頭痛的同學而言，不啻又增加一科讀之無味，棄之可惜的科目，對科學的興趣早已流失在方程式符號之間，在此筆者要對國民中學理化教科書編輯委員的用心表示敬意，我想國民中學教科書就是所有國民都要修習的課程，以功能性來說，國中理化能啟發學生對自然科學的興趣就要比教運算公式來得重要，今年我教運動學時不用費時在公式的推導和運算，就有更多的時間和學生討論運動學的物理義意及圖表內涵，去年筆者三年級上舊教材，二年級用新教材，深深覺得新教材給學生及教師更大的空間來學習理化，而如何將此空間充實，則有賴教師適切的引導。

五、網路資源：

(1) 台北市理化科國教輔導團網站

(<http://science.wfsh.tp.edu.tw/phychem/>) 其中交流園地專門討論國中理化課程和教學問題，其中並有數位新課程編輯委員參與討論，值得理化教師參與。

(2) 筆者的網站：“理化森林”(<http://uuu.to/lim1>)，內容和國中理化學習相關，並收集了超過 250 科學實驗的連結。