

# 怎樣用電腦製作一份物理試題

## 一、前言

在物理老師的工作中，除了上課及批改作業和實驗報告之外，出考題是最重要的項目之一了。早年沒有電腦的幫助，老師們要用鐵筆和鋼板在蠟紙上用力寫字（稱為刻鋼板）。現在有電腦的幫助，尤其是利用文書處理程式，使得製作試卷成為容易的事情。各種文書處理程式中，老師們最常用的是 Microsoft Word。但是物理科的題目常常有特殊符號，方程式和圖形等，製作不易，致使有的老師出考題時，文字部分打好以後，圖形部分仍然用手繪畫，或直接拷貝書上再剪貼，失去電腦處理的意義，而且檔案儲存時，圖形部分仍為空白，以後存取修改困難。

部分老師可能由於不太熟悉電腦，或曾經用電腦出題，但是遭遇挫折，結果回歸用手寫，造成學生要花很多時間才能順利讀完題目，有時甚至要猜老師寫的是什麼字，這對學生是不公平的。我們不能說，以前我們唸書的時候就是這樣呀，所以現在我們用手寫出題目，有何不可。我們須知，時代在進步，沒有理由要求學生遭受我們以前的待遇。因此，每位老師都應該要能純熟地利用電腦製作考題。

筆者將多年利用電腦處理物理試卷的心得提出報告，與大家分享經驗，希望能對大家有所助益，同時，各位先進若有更好的做法，也請不吝指正。

根據經驗，物理試題最令老師們感到棘手的有下列數項：

- 1.特殊符號，如希臘字母、上下標等。
- 2.方程式：雖然有方程式編輯器，但是每次去點選要用的符號、樣式等，非常煩瑣。
- 3.圖形：包含普通圖形，如斜面、滑輪等，以及數學函數圖，尤其後者製作不易。

## 二、範例

以下我們就按照這幾項來討論怎樣有效率地處理這些問題。首先附上一份考題，這是前年（88年）暑假時出的模擬考試題目。

### 物理複習考試（範圍：物理第一冊）

數字計算時重力加速度的值為  $g = 9.8$  公尺/秒<sup>2</sup>。

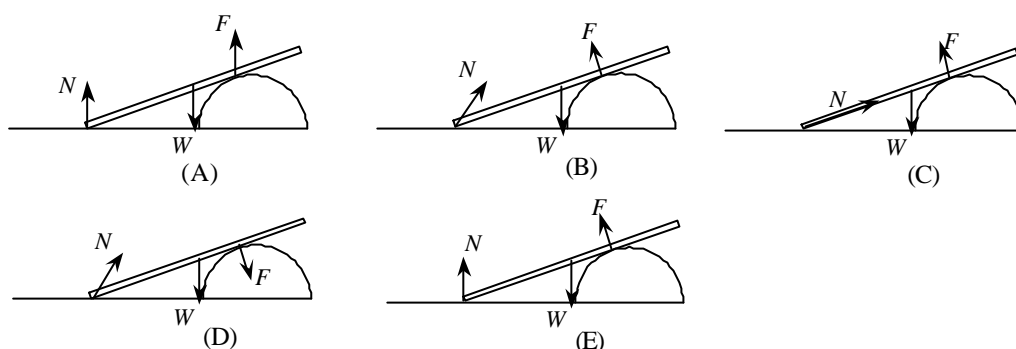
第一部分：單一選擇題

說明：（一）下列 1 至 5 題每題 4 分，共 20 分。每題五個備選答案中，有一個正確答案，答對得 4 分，答錯倒扣 1 分，若不答題則不給分也不扣分。  
（二）請在選擇題答案卡上，將答案標出。

1. 五個物體各在直線上作等加速度運動(皆維持同一方向運動), 經過一段相等的時距, 其中 A 物體的初速最大, B 物體的末速最大, C 物體的加速度最大, D 物體的平均速度最大, E 物體的動量變化最大, 在這段時間內何者經過的距離最大?

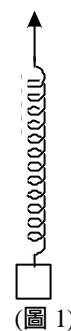
- (A) A      (B) B      (C) C      (D) D      (E) E

2. 一均勻木棍重量為  $W$ , 斜靠於地面上的固定半球, 成平衡狀態, 木棍與地面之間的作用力為  $N$ , 木棍與半球之間的作用力為  $F$ , 地面和木棍之間無摩擦力。下列圖中木棍所受各力的方向何者正確?

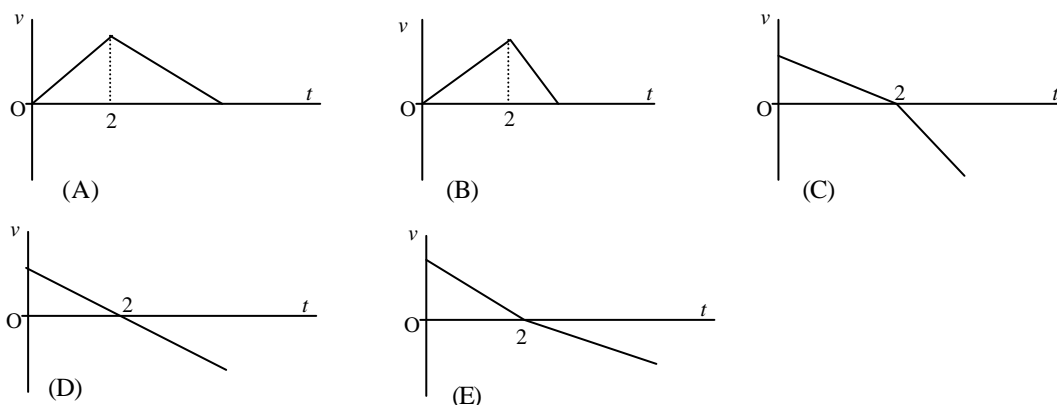


3. 圖(1)中彈簧下端掛有重物, 手提彈簧 (手未畫出) 使物體加速向上, 現在手突然停止運動, 此瞬間物體會

- (A) 開始向上等速度運動      (B) 開始向上減速運動      (C) 繼續向上加速運動  
(D) 立即停止運動      (E) 開始向下等速運動

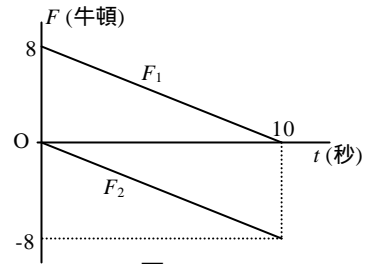


4. 一物體以初速  $v_0$  沿一粗糙斜面底端往上滑動, 斜面傾斜角度的正切值較物體和斜面之間的靜摩擦係數大, 已知物體從開始運動至最高點須時 2 秒鐘, 則其速率  $v$  對時間  $t$  的關係圖可能為下列何者?



5. 地球與太陽的平均距離為一個天文單位，已知冥王星的週期為 248 年，冥王星與太陽最接近之距離約為 30 天文單位。設其他行星對冥王星的影響均可忽略不計，則冥王星與太陽的最遠距離和下列哪一個距離最接近？

- (A) 68 天文單位      (B) 49 天文單位      (C) 40 天文單位  
(D) 35 天文單位      (E) 32 天文單位



(圖 9)

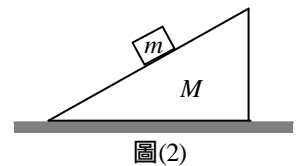
第二部分：多重選擇題

說明：(一) 下列 6 至 10 題，每題 6 分，共 30 分。每題有五個備選答案，其中至少有一個對的答案。每個備選答案，答對得 1.2 分，答錯倒扣 1.2 分，不作答則不給分也不扣分。

(二) 請在選擇題答案卡上，將答案標出。

6. 將一石塊以  $v_0$  的初速自地面鉛直上拋，1 秒鐘後將一同質量的小球自同處以同樣的初速鉛直上拋，忽略空氣阻力的作用，下列有關石塊與球的敘述何者正確？

- (A)  $v_0$  必須大於 9.8 公尺/秒，兩者才能在空中相遇。  
(B) 兩者在空中相遇的瞬間，石塊不可能正在最高點位置。  
(C) 兩者在空中相遇的瞬間，小球必定尚未抵達最高點位置。  
(D) 兩者在空中相遇的瞬間，兩者的動量量值相等。  
(E) 兩者在空中相遇的瞬間，兩者的位移相等。



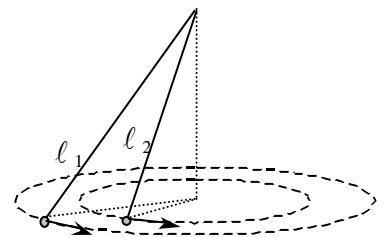
(圖 2)

7. 圖(2)中質量為  $M$  的楔形木塊置於水平地面上，質量為  $m$  的小木塊正從斜面上方以等速度滑下，而楔形木塊仍保持靜止，視兩木塊為一系統，則此時

- (A) 系統質心的加速度為零。  
(B) 系統受到鉛直方向的合力為零。  
(C) 楔形木塊和地面之間的沒有摩擦力存在。  
(D) 楔形木塊和地面之間的正向力恰為  $(M + m)g$ 。  
(E) 楔形木塊的斜面對小木塊的作用力方向為鉛直向上。

8. 圖(3)中兩質量相等的小物體各以細繩（繩長  $l_1 > l_2$ ）懸吊在同一點，週期分別為  $T_1$  和  $T_2$ ，角速度分別為  $\dot{\omega}_1$  和  $\dot{\omega}_2$ ，速率分別為  $v_1$  和  $v_2$ ，線的拉力分別為  $F_1$  和  $F_2$ ，向心加速度分別為  $a_1$  和  $a_2$ ，下列各式何者正確？

- (A)  $T_1 > T_2$       (B)  $F_1 > F_2$       (C)  $v_1 > v_2$       (D)  $a_1 > a_2$       (E)  $\dot{\omega}_1 > \dot{\omega}_2$

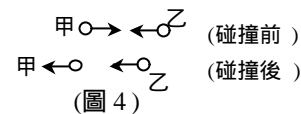


(圖 3)

9. 圖(4)中甲乙兩物體在同一直線上相向運動，發生碰撞後乙物體的運動方向不變

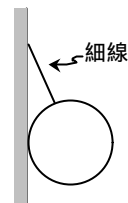
，甲物體則反方向運動，下列哪個說法一定對？

- (A)碰撞前甲的速率較乙小 (B)碰撞前甲的動量量值較乙小  
 (C)碰撞前甲的動能較乙小 (D)甲的動量量值碰撞後較碰撞前小  
 (E)乙的速率碰撞後較碰撞前小



10.圖(5)為一均勻重球以細線吊起，線的上端釘在鉛直牆壁的 O 點，牆壁和重球之間無摩擦力，而球成靜力平衡狀態，線的張力為  $F$ ，球和牆壁間的作用力為  $N$ 。若將細線的長度增為 2 倍，下列敘述何者正確？

- (A)  $F$  會增大 (B)  $N$  會增大 (C)  $F$  對 O 點的力矩會增大  
 (D)  $N$  對 O 點的力矩不會改變 (E) 球所受的重力對 O 點的力矩不會改變

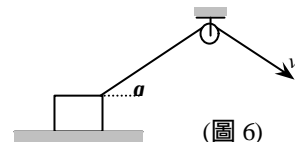


### 第三部分：非選擇題

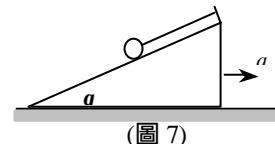
說明：此部分共有兩大題，第一大題為填充題，第二大題為計算題。請將全部答案寫在非選擇題試卷上。作答時不須抄題，但應在題號欄內寫出題號。

一、填充題：本大題分 10 小題，每小題 3 分，共 30 分。請在非選擇題試卷上作答，作答時請勿寫出演算過程。

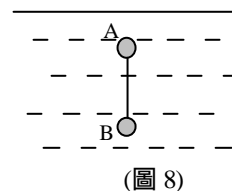
11.圖(6)的裝置中，以等速率  $v$  拉動不可伸縮的繩子，繩跨過滑輪綁住水平地面上的物體，使物體向右運動，當綁住物體的繩和水平成  $q$  角時，物體的速率為 \_\_\_\_\_。



12.圖(7)中小球以細繩懸在斜面上，繩的方向與斜面平行，當斜面向右作加速度運動，欲使小球離開斜面，斜面的加速度量值最小需為\_\_\_\_\_。(斜面的傾斜角  $q$  為已知)



13.體積相同的兩個球 A 和 B (在水中受到相等的浮力)，質量分別為  $m$  和  $2m$ ，以細線連接，放入水中，恰能平衡不動如圖(8)，則線的張力為 \_\_\_\_\_。



14.一汽車重 1500 公斤重，停在水平地面上，前後輪相距 2.46 公尺，車的重心距前輪 1.16 公尺，前輪（兩輪合計）支撐的力為 \_\_\_\_\_ 公斤重。

15.若用地球的半徑  $R$ 、地表面的重力加速度  $g_0$ 、和萬有引力常數  $G$  來表示地球的密度  $r$ ，則  $r =$  \_\_\_\_\_。

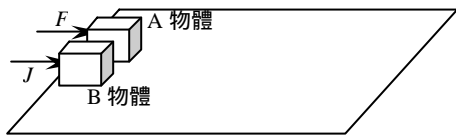
16.自地面斜向投擲一炸彈，抵最高點的瞬間爆裂成質量相等的甲、乙兩塊，其中甲塊恰沿原來的軌跡落回原起拋位置，則炸開時，甲、乙兩塊的速率比為

\_\_\_\_\_。

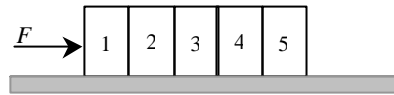
17. 質量為 2 公斤的物體，同時受到兩個外力  $F_1$  和  $F_2$  的作用， $F_1$  和  $F_2$  與時間的關係如圖(9)所示，若物體從靜止開始運動，在 0 至 10 秒的期間，物體最大的速率為 \_\_\_\_\_ 公尺/秒。

18. 某行星以圓軌道環繞太陽運行，軌道半徑為  $R$ ，角速度為  $\dot{\theta}$ ，則該行星與太陽的連線在單位時間內掃過的面積為 \_\_\_\_\_。

19. 圖(10)中質量皆為  $m$  的 A、B 兩物體靜止並排在光滑水平桌面上，以向右的水平定力  $F$  推動 A 物體，同時對 B 物體施以瞬間的衝量  $J$ ，當兩物體再度相遇時，所經歷的時間為 \_\_\_\_\_。



(圖 10)



(圖 11)

20. 如圖(11)所示，五個質量相等的木塊(編號 1 至 5)依序靠著，置於光滑的水平桌面上，以水平方向的定力  $F$  推第 1 木塊，則第 3 木塊和第 4 木塊之間的作用力為 \_\_\_\_\_。

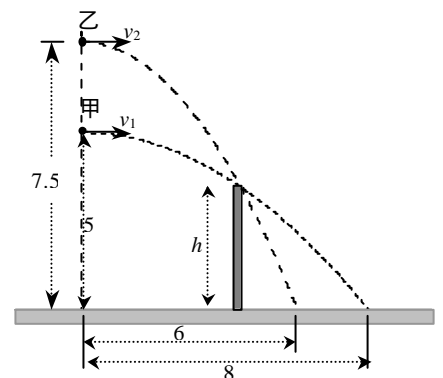
二、計算題：本大題有兩題，每題各分(a)、(b)、(c)三小題，請在非選擇題試卷上作答。演算過程必須詳細寫出。

1. 從高 5.0 公尺處以水平速度  $v_1$  向右拋出甲物體，落點的水平位移為 8.0 公尺；又從原來甲物體位置的正上方離地高 7.5 公尺處，以水平速度  $v_2$  向右拋出乙物體，落點的水平位移為 6.0 公尺。兩物體的飛行軌跡在同一鉛直面，而且都恰掠過一牆的頂端，如圖(12)所示。

(a) 甲物體的初速為多少公尺/秒？(3 分)

(b) 以通過物體原拋出位置的鉛直線為  $y$  軸， $y$  軸與地面的交點為原點，過原點向右的水平直線為  $x$  軸，則甲物體飛行路徑的軌跡方程式為何？(3 分)

(c) 牆的高度是多少公尺？(4 分)



(圖 12)

2. 兩相同的木塊，質量皆為  $M$ ，並排靠著，置於光滑的水平桌面上，如圖(13)所示，質量為  $m$  的槍彈以速度  $v_0$  水平射穿此兩木塊，槍彈穿過左邊的木塊歷時  $t_1$ ，穿過右邊的木塊歷時  $t_2$ ，設木塊對槍彈的阻力皆為定力  $F$ 。



(圖 13)

- 左邊木塊的末速為何？(3 分)
- 槍彈的末速是多少？(3 分)
- 在穿過程程中，左邊的木塊作用於右邊木塊的衝量是多少？(4 分)

#### 四、特殊符號的處理

通常中文字的輸入不應有問題，但是特殊符號就麻煩多了。這類符號可以分成下列幾類：

##### 1. 中文的標點符號

有的老師喜歡在 Word 的工具列上放了一排符號表，遇到標點符號就用滑鼠去點，其實這個方法太慢了。通常中文輸入法都有內建輸入中文標點符號的快速鍵，老師應該詳閱該輸入法的使用說明，如果沒有印刷的使用說明，則可以檢閱該輸入法的線上幫助檔案（每個輸入法都有的）。

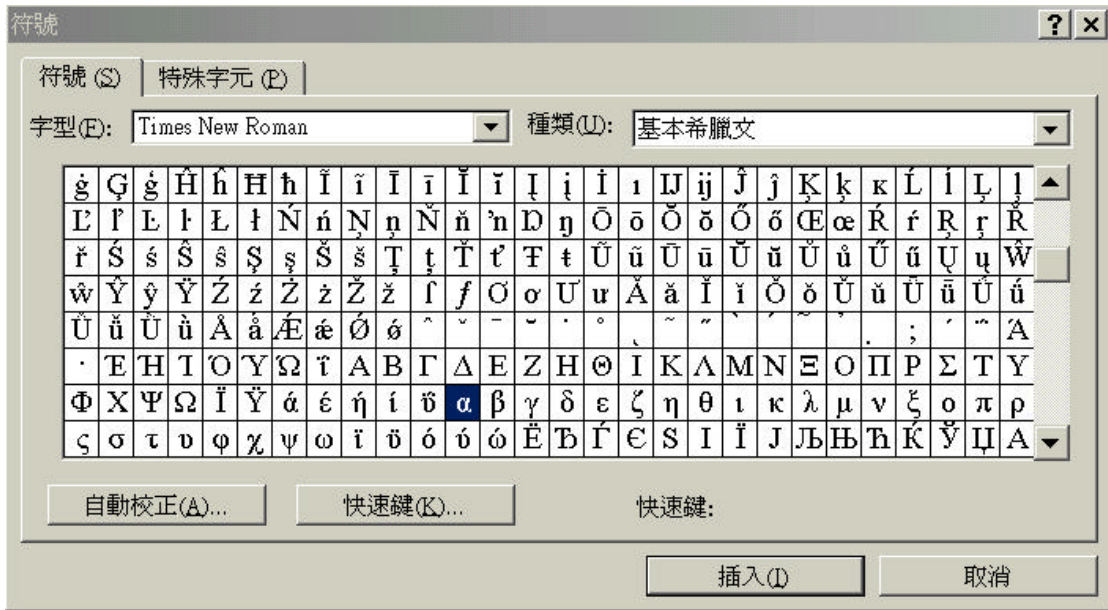
##### 2. 文字中的上下標

例如要輸入質量為  $m_1$  的下標 1，只要先打  $m$ ，再同時按 control 和 = 兩鍵，然後都放開，敲 1，1 就在下標了。要改回正常模式（不輸入下標），則再同時按一次 control 和 = 兩鍵，然後放開即可。如果要輸入上標，改為同時按 control、shift 和 = 三鍵，其餘操作類似。大部分的老師都是利用滑鼠點選（自訂）工具列裡的  $x^2$  和  $x_2$  來輸入上下標，顯然效率差很多。請記住，用鍵盤操作絕對比用滑鼠點選要快多了。

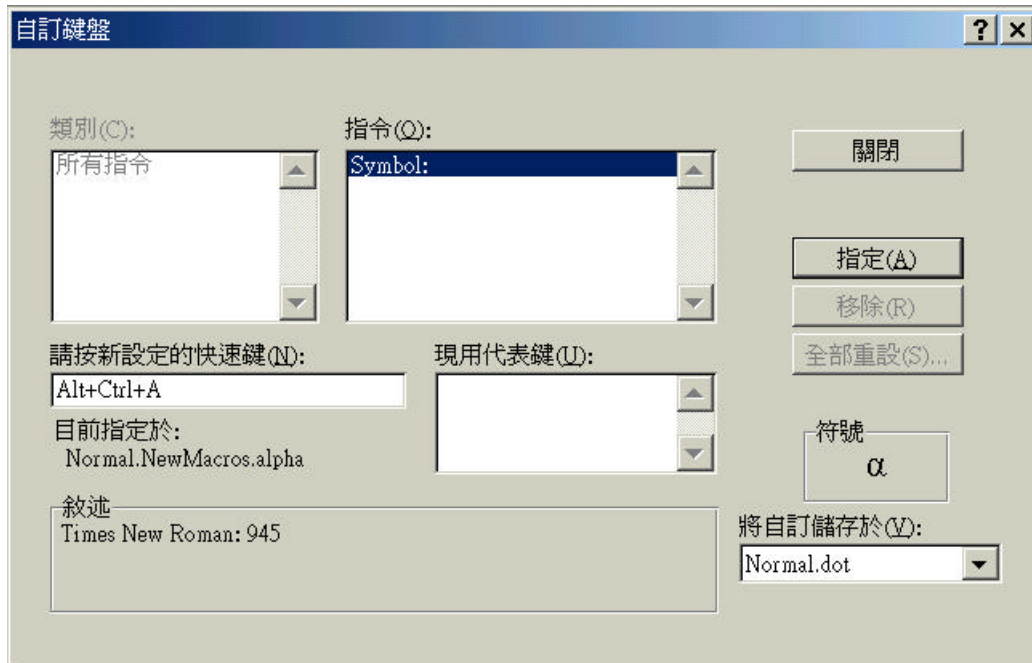
##### 3. 希臘字母的輸入

在物理學中，希臘字母使用頻繁，大部分的老師是用滑鼠點選中文系統的希臘字母，如  $\alpha$ ， $\beta$  等。其實這並不理想，因為中文字佔兩個 byte，和真正只佔一個 byte 的英文字不同，正確應使用  $\acute{\alpha}$  和  $\hat{\alpha}$  等。英文系統的  $\acute{\alpha}$  可以用滑鼠從工具列裡的 **插入** **符號** 來選取，但是每次都用滑鼠操作，實在不方便，我們可以設定快速鍵，有許多種方法設定，其中最方便的方法是：

(1)在功能表中， **插入** **符號**



進入此畫面之後， **字形**請選 Times New Roman **點選** á **快速鍵** 得到下一畫面：

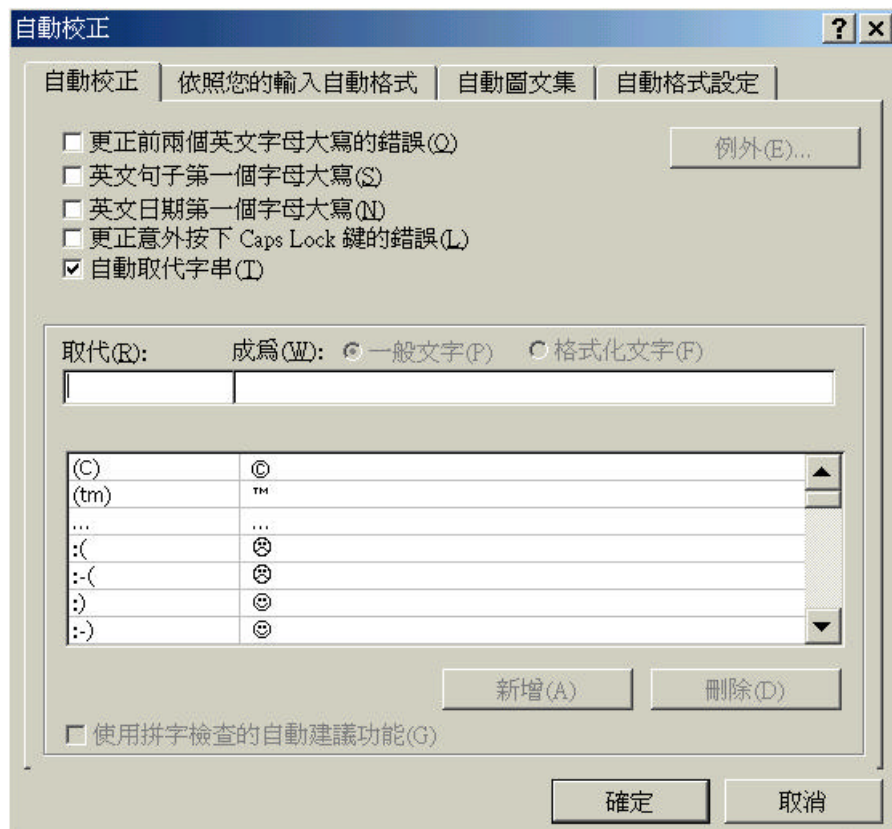


在 **請按新設定的快速鍵** 中，按下你想要啟動的按鍵，例如，同時按 control, alt, 和 a 三鍵，然後按畫面右邊的 **指定**，再按 **關閉**，就大功告成，爾後在 Word 中，隨時同時按下 control, alt 和 a 三鍵，螢幕立刻顯示出 á。用這個方法要注意的是常用的希臘字母都設定，為了避免使用時忘記快速鍵是什麼，最好都用相同的設定，譬如，á 用 control, alt 和 a，則 â 就用 control, alt 和 b，ä 就用 control, alt 和 d，等等。其他常用的 Å (10<sup>-10</sup> 公尺)，× (乘號)，° (角度)，' (撇號，表示 prime) 等等，也是經常使用。

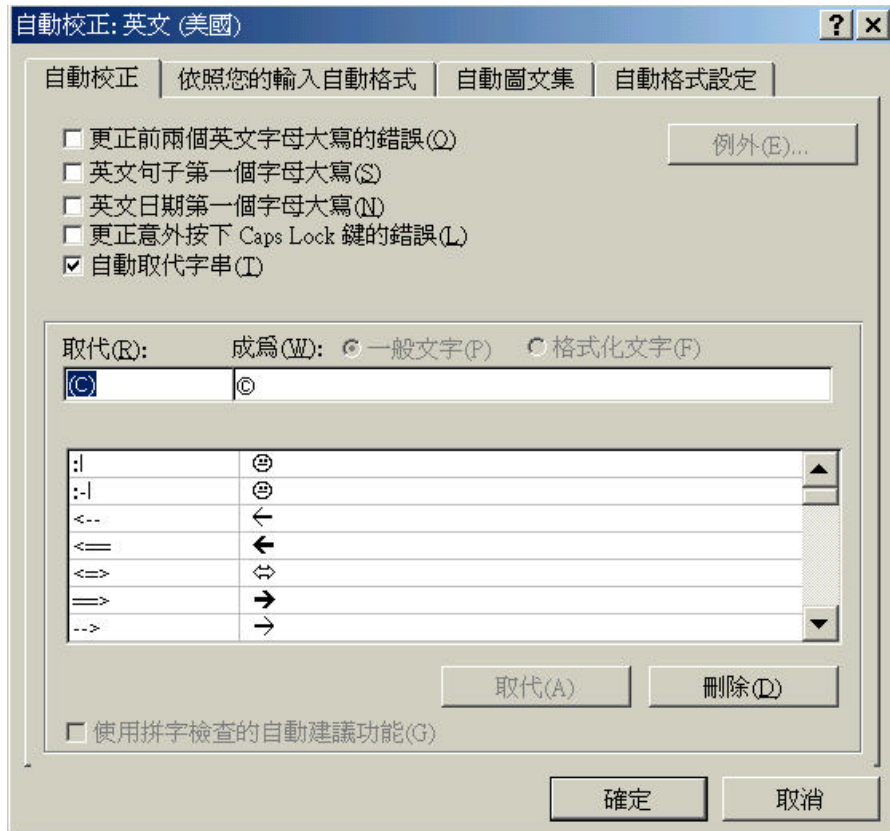
除了用上述的快速鍵可以方便輸入之外，還可以用自動圖文集來定義。有時我們在出選擇題，輸入 (C) 時，Word 會自動變成 ©，會覺得很討厭吧，這就是 Word 自動圖文集內建的功能，要去除這一項，可以這樣做：

插入 自動圖文集 自動圖文集 自動校正


會出現下一畫面：

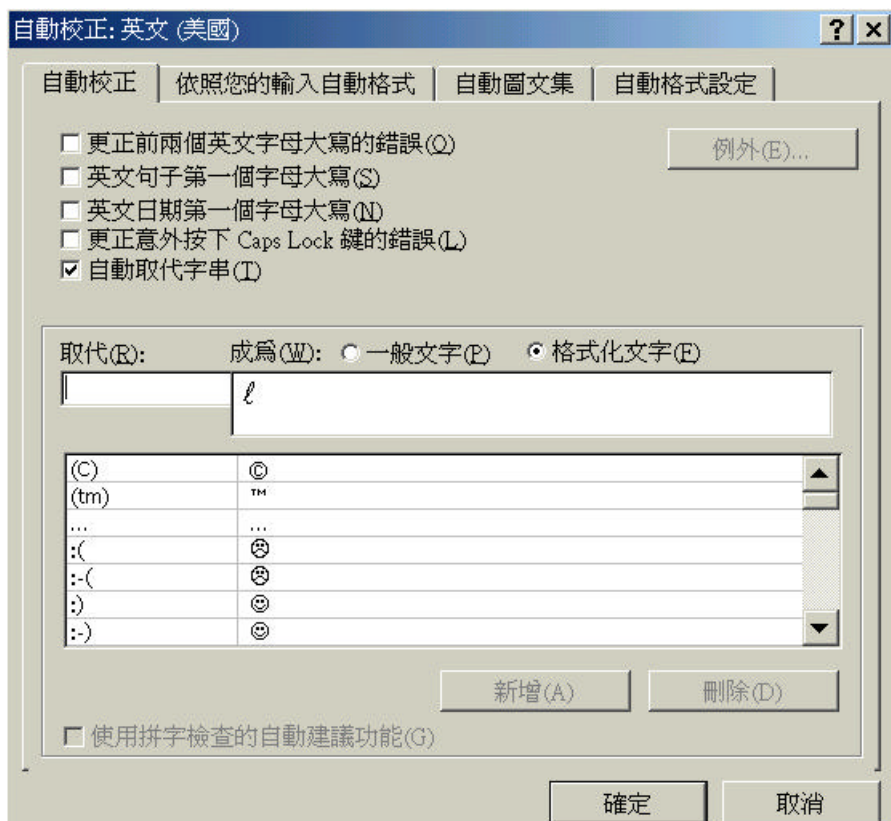


接著以滑鼠點選下方的 (C) 列，如下一畫面，並按 **刪除**、**確定** 即可。



在物理量中，長度常常用  $l$  表示，要輸入  $l$  的方法之一是進入方程式編輯器，用滑鼠點選此符號即可，但是每次點選會很煩，而且沒有效率。一個方便的做法是：

- (1). 進入方程式編輯器，以滑鼠點選  $l$ 。
- (2). 把步驟 1 中的  $l$  mark 起來，像這  樣。
- (3). 進入 **插入** | **自動圖文集** | **自動圖文集** | **自動校正**，螢幕出現以下畫面：



在畫面中出現  $\ell$  的符號，在左邊 **取代** 的空白欄內填入  $e\ell$ ，再按 **新增** **確定**，然後離開，以後只要輸入  $e\ell$ ，再按空白鍵 (space)， $e\ell$  立刻成為  $\ell$ 。其他的符號也可以用這個方法來加速特殊符號的輸入。

順便提起的是，英文符號的輸入請依照國際間科學界的規定，即 SI 的規定。物理量（變數）一律使用斜體字，單位符號用正體字，例如牛頓第二運動定律要寫成：

$F = ma$  而不是  $F = ma$ ，力的單位為牛頓，其英文符號（不是縮寫）為 N（不用斜體字）。有關物理量和單位符號使用的規定，以後再談。國外英文版本的普通物理教科書裡的符號，都是正確按照 SI 的規定使用，而國內自從高中課本開放民間編寫以來，很多版本的教科書，也已經改採 SI 的規定使用正確的符號，大家可以參考。

## 五、方程式的輸入

出物理考題或編寫物理講義必定常常需要輸入方程式，絕大部份的老師都是使用 Office 內建的方程式編輯器，可以編寫出品質良好的方程式來。有的人在安裝好 Office 軟體後，找不到方程式編輯器，那是因為安裝 Office 時，安裝程式的預設是沒有選方程式編輯器，因此要新增方程式編輯器，才能在 Word 中使用。

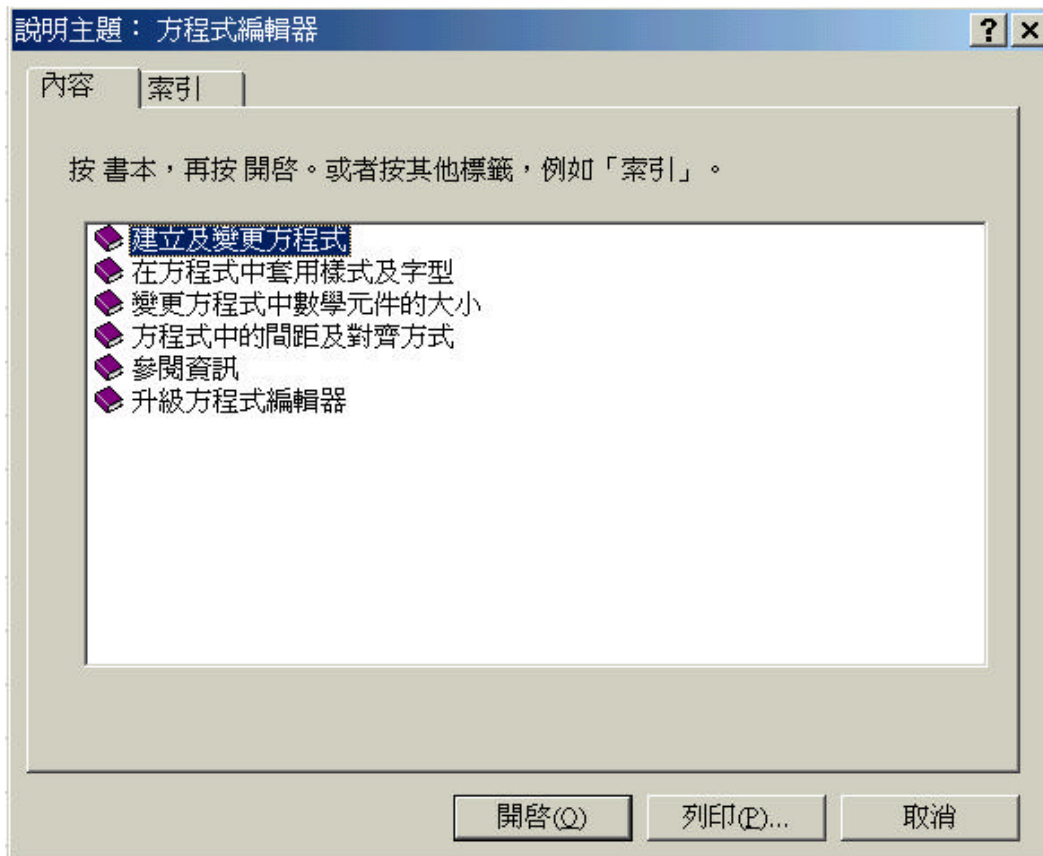
在使用上最大的問題是怎麼常常出現斜體字？而且每次輸入時都要用滑鼠來點選所需要的符號，動作遲緩，效率不彰，一個簡單的式子要打很久。

1. 針對第一個問題，為什麼方程式編輯器的許多字體是內建斜體字呢？原因是上一段所提的國際間科學界的標準 SI 所制定的原則，方程式編輯器程式本身也就依此原則，以利輸入。當然我們也可以更改，進入方程式編輯器後，注意畫面上功能列的項目會自動更改，請點選 **樣式** **定義** 得到以下畫面：

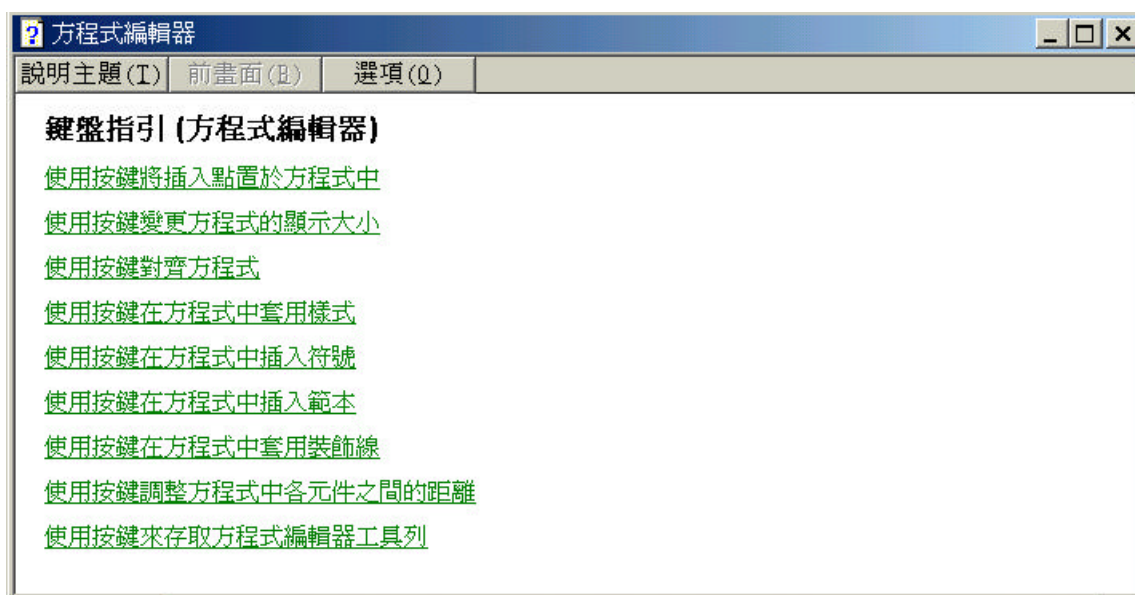


請依自己的需要修改即可，不過一般的情況是維持內定值較好。

- 2 怎樣才會使得輸入加快呢？答案當然是利用鍵盤的快速鍵 (shortcut)。進入方程式編輯器後，按鍵盤上的 F1 鍵，(注意：要進入方程式編輯器後才是，未進入方程式編輯器時按 F1 鍵所得內容不同) 得到以下的畫面：



請點選 [參閱資訊](#) [鍵盤指引](#) 畫面成為：



建議大家進入每一項，看看怎樣用鍵盤快速輸入，記不起來的話，應該列印出來，放在桌上隨時參考，很快就會熟悉。應注意的是，上一段所說的特殊符號的輸入是在 Word 中使用的，不是在方程式編輯器內使用，兩者不可混淆。我們常用的有下列：

(1)分數

同時按 control 和 f 兩鍵，立刻出現分數讓你輸入分子和分母 (f 表示 fraction)。

(2)根號

同時按 control 和 r 兩鍵，立刻出現分數讓你輸入 (r 表示 root)。

(3)上下標：

符號打完後，同時按 control 和 h 兩鍵，即可輸入上標。同時按 control 和 l (是小寫的 L) 兩鍵，即可輸入下標 (h 代表 high, l 代表 low)。

(4)希臘字母：

同時按 control 和 g 兩鍵，放開後按 a 即出現  $\acute{a}$ 。若同時按 control 和 g 兩鍵，放開後按 b 即出現  $\hat{a}$ 。若同時按 control 和 g 兩鍵，放開後按 w 即出現  $\grave{u}$  餘類推。若同時按 control 和 g 兩鍵，放開後按 W 即出現  $\grave{U}$ 。(g 表示 Greek)。餘類推。

常常使用上述的方法，熟練後將會發現輸入方程式是輕而易舉的事，不再苦惱。偶爾，也許會碰到找不到要用的符號，例如  $AB$  向量，向量符號要從  $A$  到  $B$ ，而且要單箭頭的符號。方程式編輯器好像只能這樣： $\overline{AB}$ ，請注意  $AB$  上面的橫線其實是整個箭頭的符號。解決的方法之一就是使用數學方程式的編輯軟體，如 MathType，可以作出單箭頭的向量  $\overrightarrow{AB}$ 。

MathType 套裝軟體是美國 Design Science 公司出的([www.mathtype.com](http://www.mathtype.com))，Microsoft 的 Office 內的方程式編輯就是向該公司買版權作為外掛程式，所以 MathType 軟體可以說是 Office 內方程式編輯器的本尊，具有完整的功能，當然要另外花銀子購買，若有需要，建議直接到國外網站買。以下列出 MathType 和方程式編輯器 (equation editor, 簡稱 ee) 的重要差別：

Feature	MathType	EE
<a href="#">Number of math symbols and templates</a>	500+	275
<a href="#">Customizable keyboard shortcuts</a>	Yes	No
<a href="#">Customizable equation toolbars</a>	Yes	No
<a href="#">Equation numbering and referencing in MS Word</a>	Automatic	Manual
Save equation settings in preference files	Yes	No
<a href="#">TeX, LaTeX, AMS-TeX, AMS-LaTeX output</a>	Yes	No
<a href="#">MathML output</a>	Yes	No
<a href="#">Save equations as GIF files</a>	Yes	No
<a href="#">Anti-aliases GIF equations</a>	Yes	No
<a href="#">Color with CMYK, RGB and spot color support</a>	Yes	No
<a href="#">Save equations as EPS files</a>	Yes	No
<a href="#">Euclid math font set</a>	Yes	No
<a href="#">International character and keyboard support</a>	Yes	Yes
Feature	MathType	EE
<a href="#">Unicode-based character descriptions</a>	Yes	No
<a href="#">Formatting ruler with tab stops</a>	Yes	No
<a href="#">Fence alignment controls</a>	Yes	No
<a href="#">Customizable function recognition (sin. _____)</a>	Yes	No

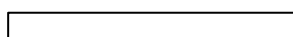
<a href="#">cos, etc.)</a>		
<a href="#">Toolbar size and workspace controls</a>	Yes	No
<a href="#">Programmable translators for custom SGML/XML solutions</a>	Yes	No
DLL interface for special tasks	Yes	No
<a href="#">Hierarchical view of equation structure</a>	Yes	No
<a href="#">Online help file</a>	Extensive	Yes
<a href="#">User manual</a>	Yes	No
<a href="#">Technical support</a>	Yes	???
<b>Feature</b>	<b>MathType</b>	<b>EE</b>

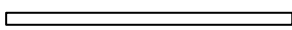
由表可知，絕大部份的物理老師使用方程式編輯器就夠用了。市面上還有其它的數理方程式編輯軟體，如 MathEdit，但是使用上不如 MathType 方便，與 Word 的整合也沒有 MathType 來得好。

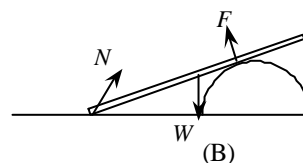
## 六、圖形的製作

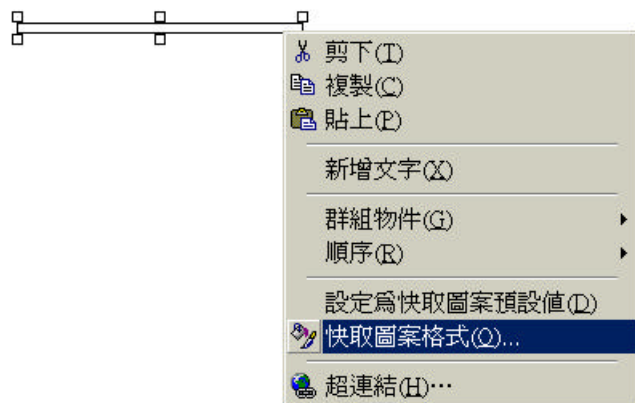
一般的圖形可以用 Word 內建的繪圖工具來製作就可以了，例如範例試題中選擇第 5 題的圖：

簡單即可繪出，但是有一個小問題，細棒可以畫得那麼細嗎？用繪圖工具畫出的長方形後，譬如得到下圖：

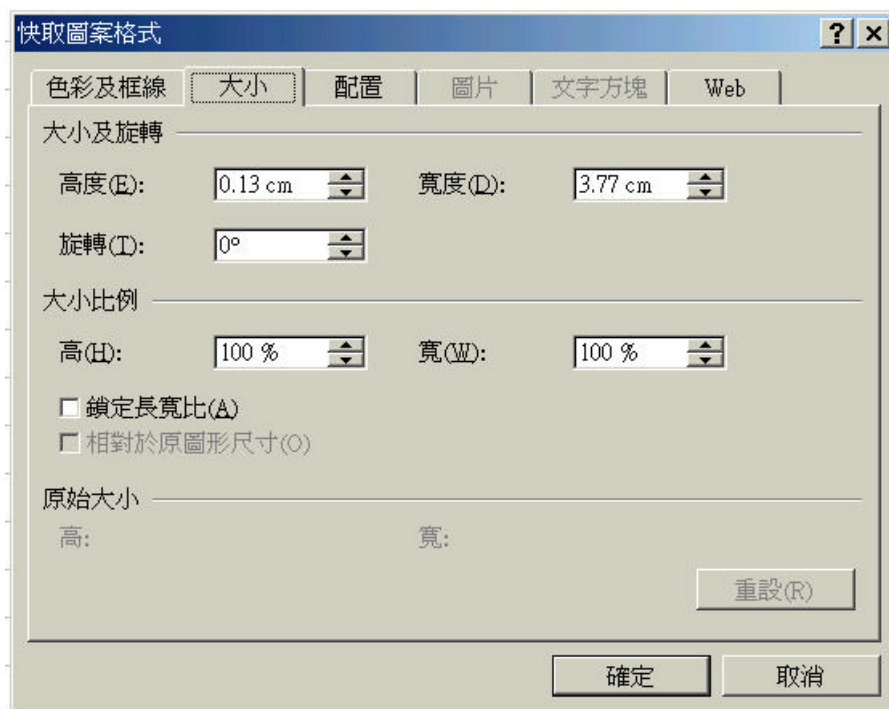


為了要成為細棒，需要將長方形的高縮小，但是用滑鼠操作時，我們會發現，長方形的大小不能縮至任意小，以上圖而言，最小的高約為 ，還沒有到細棒的程度，此時請按照底下的方法操作：滑鼠點選此長方形，然後按滑鼠右鍵得到以下畫面：





這時請選取 **快取圖案格式** 然後出現：

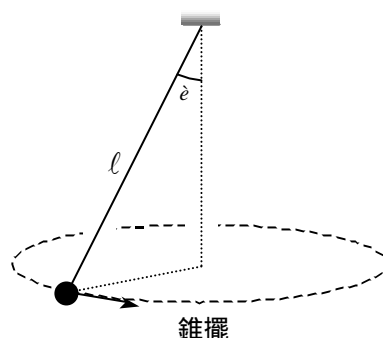


從這個畫面中，我們可以鎖定圖形的長寬比來改變大小，也可以不鎖定長寬比，分別調整長或寬，都可以調整至我們所需的寬度。以本例來說，只要調整高度即可得到細棒。當然還要旋轉細棒至正確的位置。又如我們要在一直線上標出一點，用畫出一個圓後，也可以利用此法，得到很小的點，才適合使用。

利用 Word 畫圖時，下列幾點應注意：

(1) 畫弧的工具很好用：

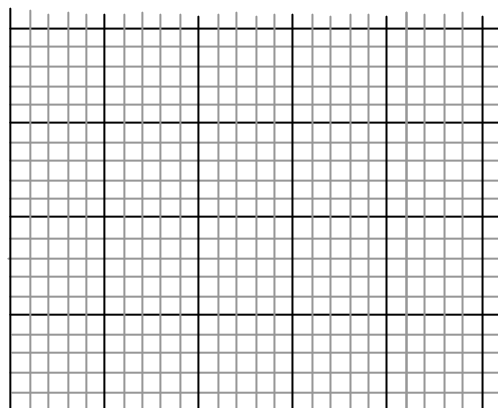
畫弧線的工具在快取圖案的基本圖案中，參見下左圖。此工具可以畫出任意範圍的圓弧，對作圖極有幫助。



(2) 兩條線交叉，為了分辨前後，可以把後面的現以小方形無線條、填白色來處理。例如上右圖的錐擺，圖中擺線和鉛直線後面的圓（其實是畫橢圓）似乎被割斷，就是貼上兩塊無線條、填白色的小長方形，如此，整個圖形就有前後之分。



(3) 平常收集並儲存常用的小圖，以便於容易抓取使用。例如常常要畫彈簧，彈簧的圖不容易畫，老師們請直接把範例試題中圖 1 的彈簧直接 copy 回去使用，另外，右圖的彈簧圖也很好，可以任意縮放。如果校內同事們平時所畫的圖能互相觀摩，交換使用，最為理想。另外，方格紙也常常用到，現在提供一小塊方格紙，請大家 copy 回去，若不夠用，請自行加長。



(4) 將常用的繪圖工具取出，置於螢幕下方的工具列，例如下圖：

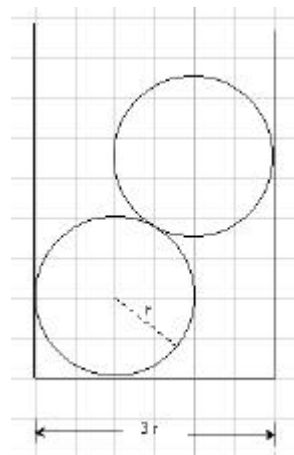
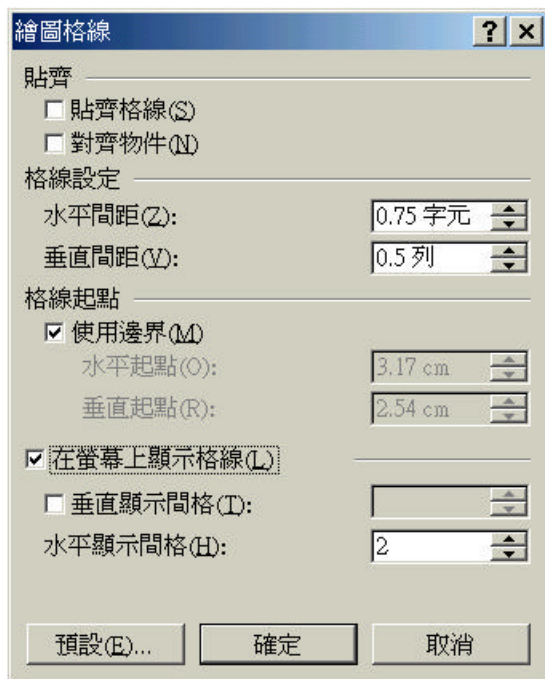


此工具列已經把繪製物理圖所需的常用工具取出，以利點選。老師們應熟悉圖中從右邊數過來第三個到第四個，有關圖形的層次的用法。

(5) 常常利用格線來方便取等長線段或取圓的中心位置。


上面繪圖工具列中從左邊數過來第三個是格線的 icon，點此 icon 後，會出現以下畫面，可進行一些設定。

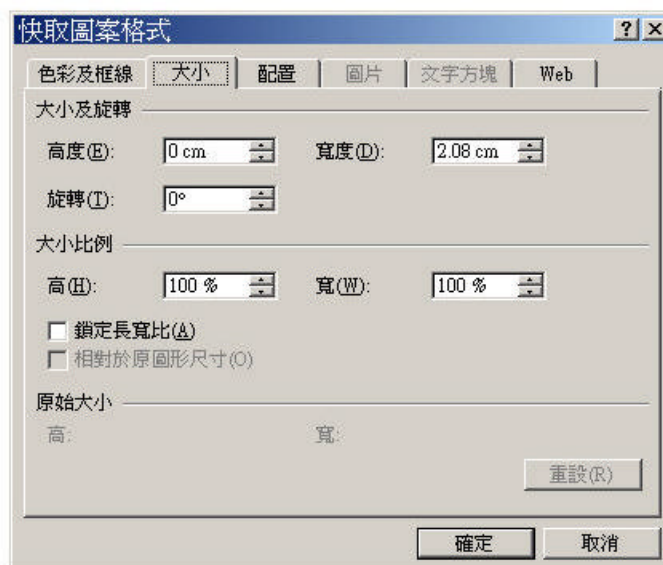
下左圖中，貼齊格線和對齊物件可視自己需要決定要不要打勾，打勾和不打勾（內定值是打勾）各有利弊，大家自行試試。水平和垂直格線是否顯示則在下方自行設定。




右上方的圖是靜力平衡中常常見到的，畫圖的時候，把左圖中的垂直顯示間格前的方塊打勾，其右邊的數字調為 2，然後進行繪製時，可以迅速而正確地畫好圖。

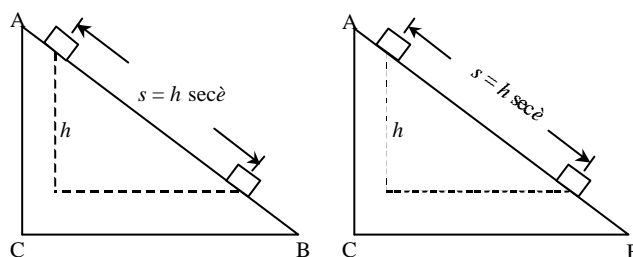
#### (6)圖形的旋轉

平常畫直線時，word 內建可以容易畫出特別角，即 15°，30°，45°，60°，和 75° 等斜線。在物理中，為了讓學生計算方便，常常出現 37°，當成特別角。我們可以畫一水平線，然後旋轉 37° 即可。旋轉圖形的方法大致有二：一是利用旋轉工具，即繪圖工具列中的 。但是用此工具時無法得知轉了幾度。這時應該用快取圖案格式的內容來設定。如點選下圖的直線，然後按滑鼠右鍵，選快取圖案格式，將大小對話盒中旋轉方格內的 0 改為 37°（不要加度的符

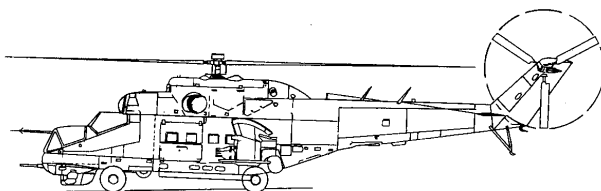


號)，圖形即可順時鐘方向旋轉 37 了。若要逆時鐘方向旋轉，則將角度的數字前加負號即可。

另外，在 Word 中插入的圖片是無法旋轉的，例如我們利用掃描器將需要的圖片，(圖片可能是相片，或者是別的繪圖程式所畫的圖，包含函數圖)，利用插入，圖片，或 copy/paste 到 Word 裡的圖片都無法旋轉，另外，繪圖工具中的文字方塊  功能是無法旋轉的。如底下兩圖中斜面上的公式排列不太相同，右圖的公式與斜面平行。左圖是按照一般 Word 所做出，右圖則是配合 Vosio 做出。



有時所需的圖形較為複雜，利用電腦作圖不易，例如編寫講義有關直昇機和角動量守恆的應用時，直昇機的圖通常藉由掃描器來輸入，如下圖便是利用掃描器所得。



需注意的是若原稿為線條圖，掃描時請選擇 line art，或黑白（即不選灰階及彩色），掃完後需修飾處理，也就是去除污點，去掉不要的部分。完成後存

檔時請選 gif 檔，不要用 jpg 檔，因為黑白線條圖存成 gif 檔的檔案大小小多了。如果原圖是照片，掃描時請選擇灰階，存檔時存 jpg 檔。（試卷，講義等還是黑白印刷，故選灰階掃描。）如果編寫的講義要交付印刷出版販售，請特別注意圖片的版權，未經授權不可隨意使用。（其實如果不是為出版販售，也應注意版權。）

#### (6) 畫圖要正確，不正確的圖會誤導學生的思考。

最常見的不正確圖形為

##### 1. 角度錯誤。

例如題目說某個角度為 30°，而圖形看起來比 45° 還大，使得學生在寫 sine 或 cosine 時寫顛倒了。這不能只怪學生分析錯誤，主要是老師自己畫圖錯誤在先，造成學生誤判。

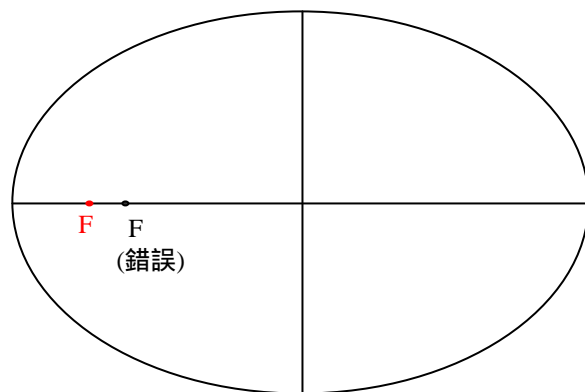
##### 2. 橢圓的焦點位置錯誤。

出到克卜勒行星運動定律的題目時，有時要畫橢圓，時常看到類似以下

錯誤的圖。圖中的焦點位置(黑色的) F 是錯誤的，正確的焦點位置是紅色的 F。

### 3. 數學函數圖錯誤。

這類錯誤通常是未使用畫數學函數的軟體，而使用 Word 的繪圖工具來代替所造成的。例如，拋物線就以橢圓或圓的一部分來代替。三角函數圖更是隨手畫，差異更多。有關這部分留待下節說明。

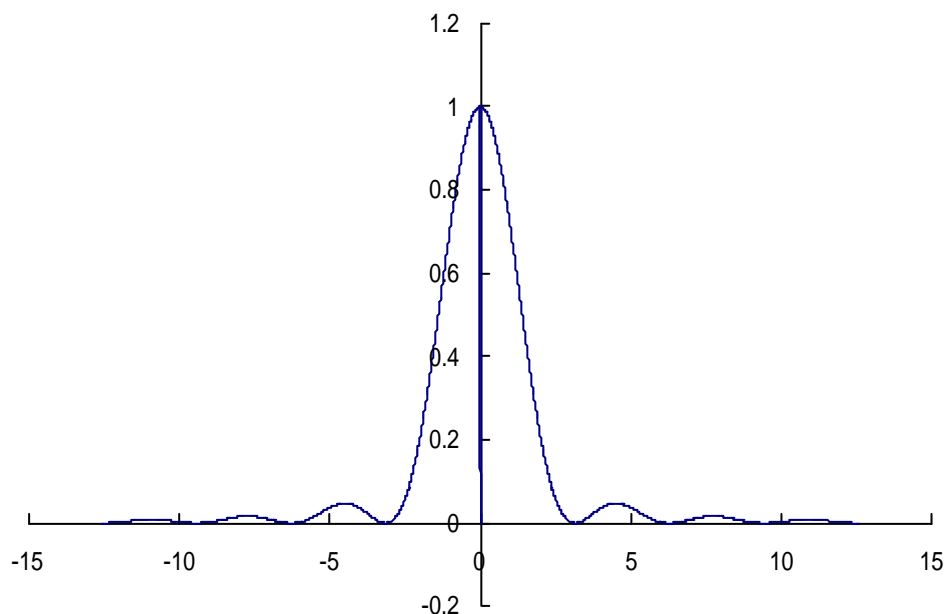


## 七、函數圖形的處理

數學函數圖，尤其是曲線，最令許多老師感到製作困難。用心的老師可能會使用 Office 裡的 Excel 來製作，再拿到 Word 裡來用。例如繪製繞射強度分佈圖（公式不必教給學生，但是講解強度分佈圖時，圖不能亂畫）：

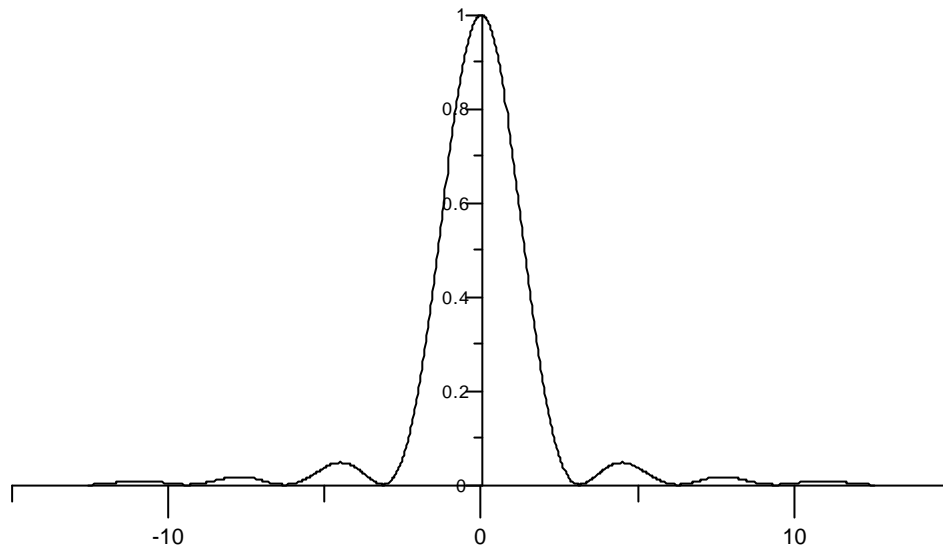
$$I(q) = I(0) \left( \frac{\sin b}{b} \right)^2$$

上式中  $\vartheta$  為繞射角，而  $b = \frac{p b \sin q}{l}$ ； $b$  為狹縫寬度。

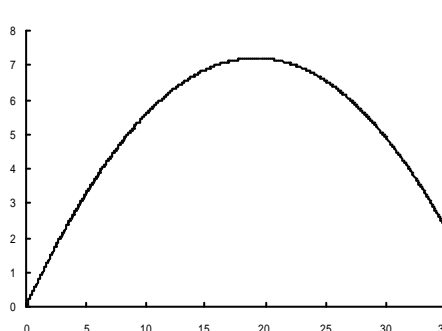


上圖是利用 Excel 畫出的單狹縫繞射強度分佈圖。有的老師覺得

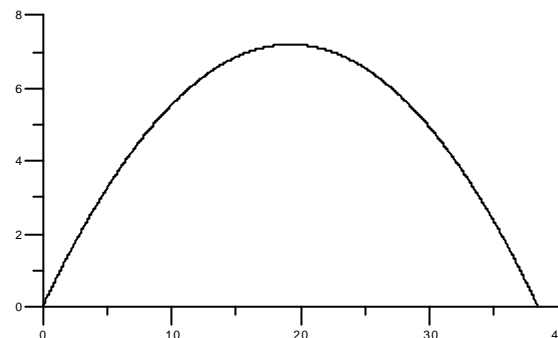
不錯了，有的老師希望能做得更好。有一個不錯的軟體，叫做 Grapher，是美國 Golden Software 公司出的專業繪圖軟體，可以畫一般的函數圖，(含參數形式)，更可以輸入數據作數據處理，畫函數圖的方法簡單，不是類似 Excel 的方法。下圖便是以 Grapher 畫出的圖形。



在考試題目中最常出的圖形之一是拋物線，

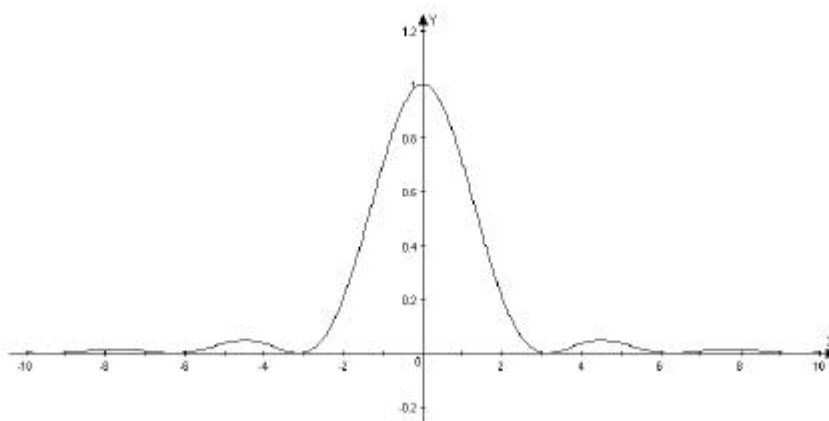


用 Excel 畫出



用 Grapher 畫出

網路上還可以找到許多不錯的數學方程式繪製軟體，有的是免費的，有的是共享軟體，後者需註冊，否則有時間限制或功能限制。例如評價頗高的 Advanced Grapher 為共享軟體，除了畫函數圖以外，還有其他許多功能，如作微積分，回歸分析等。用 Advanced Grapher 所畫的單狹縫繞射強度分布圖如下。(還不錯吧！註冊費 29 美元)



也有人使用如 mathematica, mathcad, matlab, maple 等大部頭的專業軟體來畫函數圖，當然也不錯，可是有點小題大作，用牛刀殺雞的樣子。各種繪圖軟體各有特點，至少應熟悉一種，尤其是使用時怎樣改變座標軸的刻度，怎樣調整圖線的寬窄，樣式等等，都時常用到，而不同的軟體，調整的方式都不一樣。

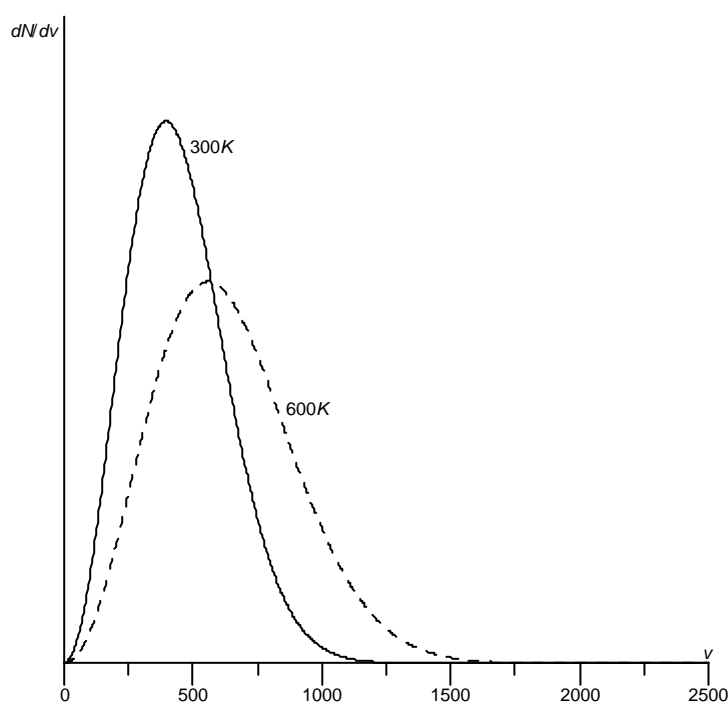
練習：請自行選定一種畫圖軟體畫出：

1. 定量理想氣體在 300K 和 600K 兩種溫度下的分子速率分布圖。

$$\frac{dN}{dv} = 4pN \left( \frac{m}{2pkT} \right)^{3/2} v^2 e^{-mv^2/2kT}$$

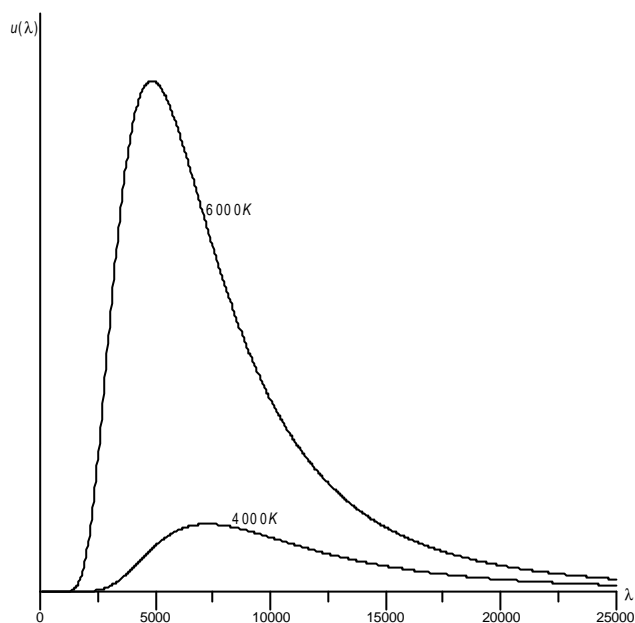
2. 2000K 和 6000K 的黑體輻射單位體積內的功率與波長的關係圖。

$$u(\lambda) = \frac{8phc}{\lambda^5 (e^{hc/\lambda kT} - 1)}$$



上圖為參考答案：(1)定量氧分子（視為理想氣體）在 300K 和 600K 時的速率分布。

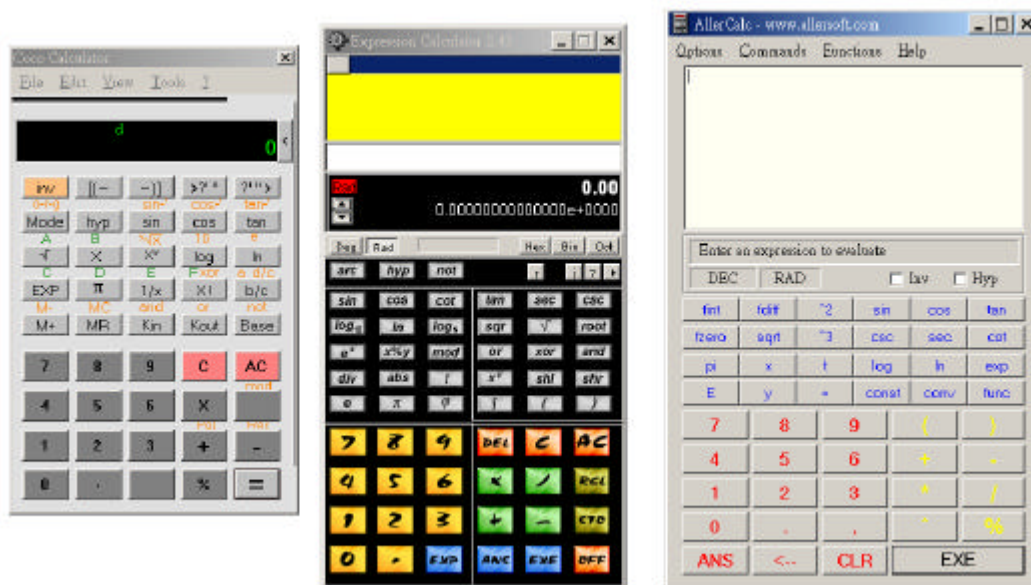
下圖為參考答案：(2)黑體輻射的頻譜圖（4000K 和 6000K）。



## 八、其他有用的工具程式

### 1. calculator 程式

平日在打電腦的時候，難免需要計算一些數字，臨時找小電算器找得很累，不如從網路上下載個 calculator 的小程式，就放在螢幕下方的工作列，容易叫出，非常方便。下列三個是常見的 calculators。



通常這種小程式是共享軟體或免費軟體，在大網站上有很多可供下載，例如進入 cnet 的 download 網站 (<http://download.cnet.com/>)裡就有一大堆各

式各樣的程式任您挑選。

## 2. 輔助列印的程式：FinePrint

利用電腦製作試卷還有一個很麻煩的就是版面問題，通常的雷射印表機是印製 A4 尺寸，(噴墨印表機製作試卷不如雷射印表機好)，而學校油印室所用的考試用紙是 B4 尺寸，兩者不易配合。解決的方法不是用印表機印好後再用剪貼的方式。有些印表機內建兩頁印成一頁的功能，就是，Word 的兩頁經由印表機印成一頁，我們再將這一頁放大成 B4，送製油印室製卷，(或油印室會幫老師將原稿放大成 B4)。也有許多印表機沒有這樣的功能，剛好有一個共享軟體：FinePrint 可以解決，而且調整的項目較內建此功能的印表機多，值得推薦使用。使用上唯一的要點就是，在 Word 打文件時，要用 12 點字，最後的結果大小剛好適合。

## 3. Adobe Acrobat Reader

這是免費軟體，專門閱讀 .pdf 檔。 .pdf 檔是跨平台的檔案格式，很多手冊，文件，以及網路上很多文件常用此格式存取。此軟體網路上廣為散布，請大家自行抓取。但是製作 .pdf 檔的軟體，則要花銀子購買，好在有教育版，價格只有一般版本的三分之一。

## 九、練習：

### 1. 輸入以下方程式：(盡量利用鍵盤的快速鍵)

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

$$\Delta B = \frac{\mu_0 i \Delta \ell \sin \theta}{4\pi r^2}$$

### 2. 畫圖：

