



一年過去了，咱們系裏的新鮮人大概都有個感覺：大一的課程實在是一點也不新鮮。成日和泡了多年的國文、英文、數學……；有些系還有一些本科的介紹課程，咱們物理系？甭提了！本科就是物理，國中就唸了兩年，高三又啃了一年，到了大一般都還來個換湯不換藥的高中課程，著實地不過癮！

過了暑假，升上大二，“過癮”的可來了。“物理和菜”四菜一湯就在眼前；所謂四菜就是力學、電磁學、光學、以及應用數學。這四菜可都是酸甜苦辣，味味俱至，只看怎麼嚐；而且保證鮮度十足，若不好好嚐嚐，充分地消化吸收一番，只怕大二唸完，這四菜仍然新鮮如昔，自然肚子裏還是空空如也。

另外一湯是基礎實驗物理，其實就是實驗。在大一時，大家都修過普通實驗，對於實驗略知一二，自然大二的基礎實驗物理不是吃重的科目。可是大二的實驗和大一時的普物實驗不一樣就是不一樣。

大二的實驗，右課程編排上分為兩部分：一是口講的、一是手動的。口講的當然是課堂上教授上課，每週兩堂；內容方面：上學期偏重在實驗方法及儀器裝置的探討，下學期是應用電子學，為大三應電實驗的準備課程。手動的則是實驗室中，學生自己弄的；又分為電磁學、光學、熱

學及近代物理四部分；每星期兩個下午，原則上每次三個小時，實際所需時間，或長或短，則視個人用心情形而定。無庸廢言，此科目自是著重於手動的方面。

回想大一的普物實驗，星期三下午兩點鐘，同學們姍姍來遲，人手一本所謂的“實驗課本”。薄薄的一本。道盡一學期所要做的實驗；從實驗目的、方法、原理、步驟、乃至數據處理，說得淋漓盡致，無一遺漏。提到這“本”課本，各位學弟妹們直該慶幸自己“生逢其時”，更該感謝幾位熱心的學長為各位學弟妹們出了這份力量，使各位不必再浪費時間於蟹形文字的了解，而有更多的時間用於實驗本身的探討。想當初，我們大一時，在開學之時，每人自助教處領到幾十份的“洋文”實驗講義；每週實驗前總要先花上幾個小時“翻譯”文字，常常有語句文字無法明白的，更別提實驗原理以及步驟的部份了。大二的實驗更是不容易了；大一時還有那麼一本，至少有那麼幾十份，說明清清楚楚、明明白白，只待了解原理、步驟。就可按“步”完成，取得數據，求得結果；而大二的實驗物理，很多實驗都是一個題目，若干項目、一堆儀器、至多加上幾張儀器說明書，其他則需自己動腦筋去想，或到系圖去找。因為大二的實驗，目的在訓練學生能自己做實驗，寫報告，不假他人之手。實驗教授

、助教只是居於指導者的地位，專解疑難；而不是實驗的共同參考者，和學生一同動手。

在我們大二上學期剛開始時，指導教授或許是怕同學生疏，一時不知所措，在實驗前都會到各組聚集全組同學，將實驗大致講解一番，並強調一些較困難的部份，然後由同學自行操作，自己發掘問題。多數的問題，都先由同學自己想法解決，能力不及或無法解答的，再請教授助教幫忙。幾週後，同學們熟了實驗方式，大多到了實驗室就先行問前組同學實驗的大概情形，而後自己動手起來，不再等教授來講解；教授來了也只是巡視各組解疑難罷了。到第二部分以後的實驗，則是在開始時，教授將各實驗，花一個下午全部講解一次；以後上課則由同學自行開始，不再多說，有困難再談。以我本身的經驗，每次實驗總要請教授、助教好幾次，無論是在原理方面，或儀器方面；也無論是自己不懂的，或是自想像而需要解釋的。反正只要問題就問，若是自己害羞不敢問，只有虧了自己不懂，於教授、助教又何傷呢？

前面提到大二的實驗不再有教材，原理方面要自己到系圖找書，步驟方面要自己想，總之一切自己來；不過不是無路可循，到系圖去翻箱倒櫃，在浩浩書堆中。找那幾行文字來拼湊；大抵教授講解實驗之時，會提到與各實驗有關的書籍，循著那些書去找大致不會有錯。我記得一位教授曾說過：“大二的實驗是以普物課程及大一的實驗為基礎。”這在告訴我們：只要大一的實驗曾經自己好好做過，大二的實驗自然駕輕就熟；只要大一的普物課程曾經好好唸過，大二的實驗不會不懂，即使有所遺忘，翻翻課本也就通了。說實在的，除了大二下的幾個近代物理實驗，大二的實驗根本就是大一程度。其實，實驗的程度只視原理及步驟的難易而定；原理懂了，步驟明白了，儀器會操作了，實驗自然做得出來；最後的問題只在個人操作的準確、以及數據的處理了。

實驗報告的形式，與大一時無異，唯一不同的是，應出於自己之手。實驗目的、方法、原理等等，不再像大一時有本“實驗課本”可資摘錄

；大都需要先翻翻書，看看一些相關的章節，段落，自己先消化一番，然後再重新排列組合，寫出屬於自己的東西；若一味抄書，多會落得“段落”分明，無法銜接。有些同學在教授講解時，作了詳解的筆記，作實驗時參考、參考，寫報告時整理、整理，即可出籠，而且全屬“自我產物”不失為好方法。不過報告最重要的部分並不在原理、方法，而在最後的討論，也可說是報告的結論。實驗時，總難免會發生問題，怎麼解決的、應如何避免、如何改進；這個實驗的方法如何、有何缺失，……都是討論的好材料。凡是親手做過，一定有所問題，需要研究討論。整個實驗報告，從頭到尾，可說是全為前人的結果，我們所做的工夫不過是“翻譯”成為自己的話罷了；只有討論是自己懷疑出來的，由自己想法解決，當然所得的結果也是自己的，所以討論才是最重要的。我想教授評判實驗報告的好壞，也必從其討論部分而定。

依規定，報告是每做一個實驗交一份，即每次實驗時交前一次實驗的報告。但很少有同學如此用心的，大都是期末大趕，一次完成，自然“翻版”居多。我認為，在我們現階段的實驗，寫報告可說是一個“再思”的機會。我們在作實驗時，為了求得數據。完成實驗，總要先動一番腦筋，好好想想如何去做；同樣地，寫報告時也是要自己先想想才下手的（除了翻版以外），這不正是“再思”嗎？大致而言，自己動手做了實驗，報告也是自己傑作的人！期末考試不必怎麼準備，都能應付自如了。

我們在大二所做的實驗，上學期為電磁學及光學二部分，下學期則為熱學及近代物理兩部分，其主要內容分別如下：

在電磁學方面。以一些電磁基本量的測定為主，例如，電流、電阻、電壓、電容、電感、以及磁場的測定。法拉第電解及感應定律、平板電容的原理，以及一些電磁上的基本理論為此部分的理論基礎，並不太難。重要的是在於一些儀器的使用：電位計（potentiometer）主要用於測線路中二端的電位差，很多實驗都用得到，即使在熱學實驗，此儀器也是不可或缺的，因此其

用法就不得不會。衝擊電流器 (galvanometer) 是測電流的主要儀器，平板電容上電荷及磁場感應電流的測定以它為最方便，其用法頗簡單，主要是校正的原理及步驟難懂。另一儀器是示波器，在大二用得尚不多。然大三的應電實驗中，則是時時必用，其幾乎萬能，和電子扯上關係的都會用到，做這種儀器必須學得熟手。

有一點值得一提，在實驗桌上所置的儀器，並不是唯一可使用的，那只是提供一種可行方法而已；如果於實驗過程當中或實驗完成後，發現有何不妥。或想到更好的方法能測得更準，求得更美妙的數據，儘可請求助教提供儀器。這種情形，在電磁方面為甚，一些測電值的方法，實驗所提供的往往不盡理想，很多電子方面造詣頗高的同學，常能利用所知，做出更好的實驗結果。

光學方面，幾何光學和物理光學都有。幾何光學偏重在反射及折射，多與透鏡有關，以光的直進為基礎。物理光學以光譜分析為主，與大一實驗中的光譜分析無大異，只是所用方法及儀器不同罷了。物理光學的實驗常用到分光計 (spectrometer)，其聚光和調整甚繁，常要費上一、二小時，但學會使用並不難，只是用心與否的問題。

熱學實驗，包括物性學在內，也就是一些特殊物質現象的觀察及探討，如磁滯現象及居里點 (Curie point) 之測量與作圖，即是研究流體的黏滯性及鐵磁性物的磁化現象。其餘則是有關熱的實驗：熱傳導的探討，自然為實驗的重要主題；還有就是溫度的測定法，包括有幾種物理上重要而常用的測溫方法，如 Thermo-Couple、gas-thermometer、及 Optical Pyrometer 等。其中 Thermo-Couple 尤其重要，其所須之用心程度自不在話下；前述居里點之測定就是以此種方法測量溫度。Thermo-Couple 方法所使用的一種重要儀器是電位計 (potentiometer)，只有在電位計能靈活運用的情況下，Thermo-Couple 方法才能正確地測量溫度；由此可見，電位計之熟習的重要，也就是在電磁學實驗強調電位計用法的原因。

近代物理實驗可說是大二基礎實驗物理中最

精彩、最有趣、也最有“測驗性”的一些實驗。怎麼說最有“測驗性”呢？因近物實驗很多都是一些有公認值或精確值的數值測定，所要求的是盡已所能地精確；當然儀器本身的精確度也是頗高的。試想用精確度不錯的儀器，測量公認值，不正是在測驗自己實驗的準確度嗎？這類實驗有光速、重力常數及  $e/m$  值 (荷質比值) 之測定。光速是早在數百年前伽利略就企圖以人類的感覺測定過；結果所測得的，只是人類神經傳遞消息的速度。而今在一間不算大的實驗室中，用一些看起來不太複雜的儀器，居然能測出這麼大的數值，而且誤差不太大，不是一件很值得驕傲的事嗎？又如重力常數的測定，一個負十一次級的小小數目 (MK S 制) 不學物理，怎麼也想像不到是個實驗測得出來的數目，竟然也在扭擺的幾搖幾晃之下搞了出來。荷質比值的測定更是個“漂亮”的實驗：暗暗的實驗室中，開關一開，一個紅點，劃開了一圈紫紅的光圈，不太大，直徑就那麼幾十公分，觀賞過的人無不叫美，它竟還是個霓虹燈呢！除了這些實驗，就是一些近代物理理論的驗證：有關輻射的是 Stefan's law；量子方面的是 Planck's Constant 的側定及 Frank-Hertz experiment；使大家不得不相信光還真像“肉包子打狗”般地打在金屬上，也不得不承認原子中的笨電子，竟只會爬樓梯而不會走斜坡，真是愚蠢之至！

曾有人說：“實驗課是物理系的小週末”一句話將大部分同學的實驗態度及情形說得透徹到底。然而物理上的理論。如果沒有實驗的證明，却是無法成立的。由於實驗的結果，可以推翻既有的理論；由於實驗的結果，可以引發新理論的產生。要不是太陽地球運行合乎牛頓定律，牛頓不會葬在西敏寺內；要不是電子跑得太快，不再聽牛頓的，牛頓可能成為“物理之神”為人所奉拜，愛因斯坦也可能只是一個瘋子的名字；要不是……，還有許許多多的“要不是”等待著我們從實驗室裡發掘。可是那股實驗精神，却需要從現在起開始培養，否則永遠永遠只有說“要不是”的份上，而沒有創“要不是”的例。