

假者：一物

記小驗真

飛心孟：王聖整

如果去年那個忙亂的夏天不算的話，對於我們這些剛告別「新鮮人」的學生而言今年的暑假可以說是有生以來最長的一次。隨著心智的成長，大家一定越來越能體會時間的珍貴，我想，這個暑假即將成為許多同學有生以來最有意義的暑假。該是稍作回顧的時候了，同樣的「一物」一年，但是大家心中的感觸和收穫或多或少會有點不同，雖然如此，大家一定都能感覺到這不是很輕鬆的一年，有那麼多的事情想做，暑假前一個月，望著堆積如山的書本更不禁有「噫吁戲！危乎高哉，蜀道之難難於上青天」之嘆。但這一切，到底是結束了，接下來是八十多個悠閒的、美妙的夏日。看看我們美麗的校園：柔軟的草地，高大的椰子樹，古老的建築物都安詳地沈浸在醉人的蟬鳴中，夏夜靜靜的湖水和潔白的蓮花與白晝的蟬鳴一樣皆能洗去人心中的塵埃，而代之以安寧。在這漫漫長夏中，同學們有的在運動場上奔馳，有的與音樂文學思想為伍，有的足跡深入中央山脈，有的在讀向量分析，有的在做實驗，有的漫步校園，與萬物一同沈浸在蟬聲中。多麼悠閒的一個夏天，悠閒得令人懷疑它是不是一場幻夢。在這奇異的社會裏，可悲的是悠閒成了最不得了的奢侈品卻不知犧牲它的代價在那裏。我們的暑假馬上就要結束，我們又要恢復「備戰狀態」（有的人不用恢復，因為他一直在這種狀態下），對於我們這些經常得處於「備戰狀態」的人而言，這八十幾個日子是值得回憶的，在後面的文章中看不到「當今的台灣學生最大的毛病就是只知死讀書，不知……」之類的字句，因為我只想把這幾篇文章做為民國七十三年暑假的紀念。

吹玻璃

李·利·利

說實在，暑假中我參加實驗的「動機」並不很正當。一方面固然是爲了多吸收一些知識和經驗，一方面也是爲了暑假日長無事，得以有個「堂皇」的理由每天跑跑學校，而免去遊盪之嫌。我選擇的實驗是吹玻璃。吹玻璃與其稱之爲一種實驗不如說是一項技術。它的原理很簡單，就是利用玻璃導熱和易熔的特性，把一根直直的玻璃管，用手工的方法或拉或吹，製成需要的玻璃器皿。

說起來簡單，但當我第一次看到實驗室的許先生，面對著本生燈上忽藍忽紅的火舌，把一根玻璃管捏弄得宛轉如意時，心裏充滿了觀賞魔術表演時的那種興奮和驚奇，似乎堅硬的玻璃在火舌和手指靈巧的轉動下，成了柔軟可塑的陶土。而我，馬上就要變成這個魔術師了！

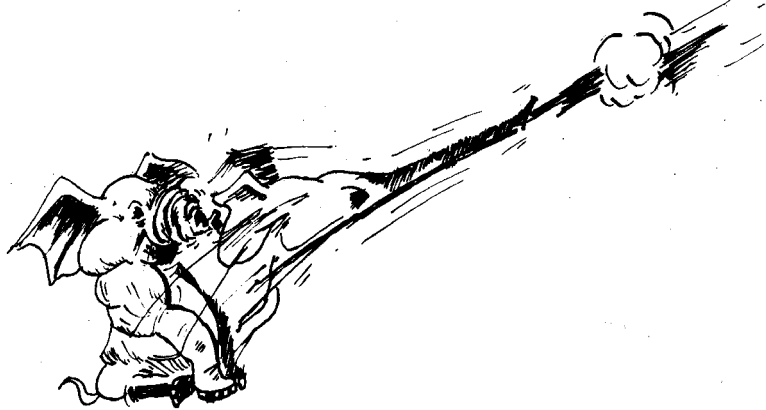
在這裏我想解釋一下「吹玻璃」的「吹」字。如果你需要一個一頭膨脹的管子或器皿，把玻璃管的一段放在火裏燒烤，等鍛燒的部分熔化到了一定程度，封住一邊管口，嘴對著另一個管口吹氣，熔化的部分承受不了壓力便會漸漸膨脹起來。因爲玻璃的導熱度十分不好，所以不會燙傷嘴唇。

許先生教了一些截斷玻璃管的方法，怎樣把兩根玻璃管銜接起來，怎樣吹，怎樣把管子拉得又直又細，……。接下來就是我們實際操作了。坐在本生燈前，看見火焰「咻咻」地跳動，不覺

有些膽戰心驚起來，拿著玻璃管的手也不覺微微發抖，結果不是拉得歪七扭八，就是鍛燒得不够平均，吹出鼓脹得「很有不對稱美」的東西來，甚至玻璃管偏離了火焰還自得其樂地「燒」個不停。一個回合下來，每個人手上都被燙出水泡來，而我們只有對著實驗桌上那一堆奇形怪狀的成品發笑。

第二個回合中，粗心大意的我又讓玻璃管割破了手，望著鮮紅的血液和本生燈的火光，竟頗能體會古人「鑄劍」的感覺。的確，吹玻璃不應只是一個實驗或一項技術，或許和製陶燒瓷一般，是一種藝術吧？眼前似乎浮現許先生示範時，用玻璃管做成一隻小鴨子的微笑，和心目中一向冷然凝然的燒杯試管又有什麼差別呢？

很遺憾的，我缺乏一個鑄劍師的決心和毅力，沒有把吹玻璃學好。但是至少我已經不怕本生燈發出的熊熊火焰，知道一門技術的大概，擁有一雙比較穩定的手，而更重要的是，當我面對實驗桌上許先生自製的全套蒸餾設備，我看到的不仅是蒸餾水，不只是蒸餾的原理，還有一根根透明的蒸餾管，如何彎曲？如何連接？如何……



雲霧室

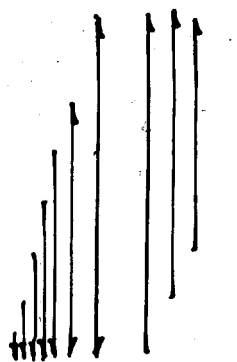
暑假做實驗與平常不同的地方除了儀器較為複雜外，時間也遠為充裕，沒有助教在後面盯著你，也沒有「時間到了」的問題，同時主要的目的是在瞭解儀器和學習操作儀器，不像平常在一堆數據中打轉，而且要計算出一些結果和「標準值」比較。因此我們可以有更大的機會熟悉儀器、分解儀器，更重要的是去體會這些儀器設計上的妙處，換句話說，就是去看看設計者如何以巧妙的設計使所希望具備的功能得以實現。當你了解這些儀器後，你會發現這些功用和外觀都不太驚人的機械卻蘊含了許多精巧和智慧（有人稱為機巧，我也不反對），以及想像不到的複雜。我曾經蹲在學校內腳踏車店的師傅旁邊看他替我的腳踏車修理剎車和安裝後座，那時我才發現我的腳踏車也是工業的結晶，一個承軸、一個齒輪都不馬虎——原來橫在「理論」與「實際」之間的技術之河是如此地難渡；不過人類到底是一種聰明的生物，憑着大腦一次又一次地成功地渡過了河。我們的雲霧室看起來雖像上一個世紀的產品，實際上也是一具設計精良的儀器，以它的兩個重要部分為例：一造成過飽和水蒸氣壓的快速膨脹裝置，是由彈性薄膜兩側的壓力差來控制，並由一塊打了許多小孔的鐵板來控制膨脹後的體積。我讀書讀了這麼多年，困難的數學問題也不知做了多少，可是我想我一定設計不出這麼好的雲霧室（不要說實際製造了）。二膨脹時刻和閃光燈閃亮時刻要有約1/10秒的時差，造成這時差的延時系統是一套很簡單的電子線路，它的设计人林先生為我們說明它的道理時還說了一句：「你們都是專家嘛！」其實當時大家都似懂非懂，後來慢慢看了電路圖後才真正了

孟心飛

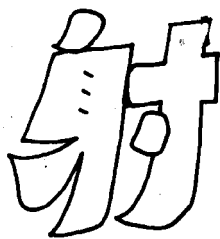
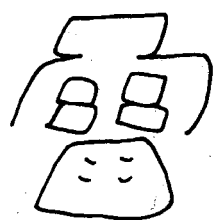


解。我前面之所以說它簡單，是與積體電路比較而言的，對於我們這些「理論家」，它實在是個很新鮮的東西，因為它使課本上的數學式子和實驗的需要發生了關係。我寫這些，並不是想勸大家去學習實驗技巧，我想，物理系的學生也不一定需要精通實驗（如果你一直只接觸理論物理的話），不過你如果想好好利用實驗室，「技巧」是不能忽略的。

至於我們操作過程可說是非常「坎坷」，說得老實一點，是「錯誤百出」，每當我們檢討了毛病所在並加以改進，重新開始時，馬上又會出現新的毛病，於是又停頓下來，檢討……。獨立的毛病前後加起來大約十幾個吧，前幾天操作時以雲霧室本身的問題居多，後來問題都出在曝光不適當和暗房內的差錯；所幸尚能維持「不貳過」的原則，故情況不致滯留不前。在這眾多大小錯誤中，「人為因素」和「戲劇性」皆最大的應該是我們的最後一個錯誤：一切正常的情形下，我們用每一種光圈都拍了兩張，但是在暗房中卻發現我們並沒有裝底片，底片在二個小時前拿出來沖洗上一次拍照結果後忘了裝回去。這次錯誤之所以是最後一次，是因為從此以後，大家便不那麼想看成果了，並不是洩了氣，而是已經「玩夠了」，時至今日，伸手尚能見一、二指的核子實驗室和伸手不見五指的暗室再也無人問津，但想必明年暑假又會熱鬧一番吧！



氮氣



Y 2 2 2

「你要不要做氮氣雷射？」

「好！」

事情就這麼開始的。

七月九日 週一

學吹玻璃的同學今天開始動手，有幾個人手被燙起了泡。和劉威志向許玉釧先生領了講義，明天才開始操作。

七月十日 週二

許先生一早就去打開液態空氣製造室，厚厚的灰塵、蛛網圍繞鏽蝕的機器，很像鬼屋。令人佩服的是，十點鐘時液態空氣已在隆隆的馬達聲中源源注入容器裏。直到中午收工前，機器數度因進氣閥結冰而停下，這點蠻正常的。

另一方面在107裏，進門處那一堆便是氮氣雷射及輔助設備，包括一個機械式抽氣機（可抽至 10^{-4} Torr）、一個擴散式抽氣機（可抽至 10^{-6} Torr）、一套充氮氣到放電管的玻璃管路、高壓直流電供應器以及雷射的主體：氮氣放電管（共振腔）及兩片反射鏡（部分穿透的那一片是雷射光出口）。我們要做的動作是將玻璃管路和放電管內抽到 10^{-6} Torr，然後將一比十的氮、氮氣充入放電管而總壓為2 Torr，最後調整反射鏡使之同時垂直於放電管。

聽起來很簡單的工作，第一天操作就發生意外。今天先用機

械式抽氣機將玻璃管路的空氣抽去，那麼明天再檢查管路壓力便知道管路會不會漏氣；其中有兩個玻璃球分別充著兩升氮氣和氮氣，我和小威想它們可能已滲入空氣，便打開氣閥一起抽掉，許先生知道了心疼得直說：「你們把它抽掉了！這個氣體很貴呢！」我們倆覺得很不好意思——許先生很放心地讓我們自己操作、我們卻笨手笨腳的。但話說回來，平時在實驗室中我們的確太少被容許自己去摸索。

晚上發覺小腿上被蚊蟲咬了十幾個泡，又紅又腫、奇癢無比，藥石無效，眾室友束手無策。今天真晦氣。

七月十一日 週三

一早去，許先生正在107裏噴拜貢——他昨天也被蚊蟲咬得滿腳紅腫。原來我們實驗時的災情比吹玻璃的還慘重（以「泡數」論）。

檢查玻璃管路的真空，沒什麼大毛病便開動擴散抽氣機（液態空氣便用在它身上），順利地抽到了 10^{-6} Torr，我們便連通放電管以將之抽真空。在這同時許先生檢查高壓直流電供應器，發現三個電流計壞了兩個，真慘。

昨天製的液態空氣還不夠，今天又開動製造機；我在機器旁邊找到一張分配表和一本製造機使用登記簿，發黃的表上寫滿某月某日光學實驗室兩桶、原子核實驗室一大桶、固態實驗室四桶之類的事項；由登記簿上知道，十幾年前有一段日子，製造機每

天工作八、九小時甚至十四小時來供應各實驗室所需，真的是「顯赫一時」，但那段「顯赫」後它便被閒置了，直到去年七月間學長做我們這項實驗時才重新啓用。看看褐色銹痕下的它，我有些難過。

七月十二日 週四

今天繼續抽真空。你也許奇怪為什麼要抽那麼久？因為玻璃會吸收空氣而在低壓時釋出（勒沙特列原理），所以抽的越久反應（釋出空氣分子）越完全，真空也就可以保持的更久，懂了吧！我原也不太清楚，爲了這次實驗才弄熟的，這就是為什麼要多動手做——加深印象、澄清觀念。

許先生已將電路中不用電流計的地方直接連結，恰好只用一個，正所謂「窮則變、變則通」。接著在放電管充好所需氬氣氣看看放電的效果，結果熱偶氣壓計（量放電管內壓力以得知充入多少氣體）短路燒壞了，真慘。沒了它，今天的工作只有停下。去看雲霧室實驗的情況，小毛病此仆彼起蠻有趣的。

七月十三日 週五

昨天下午許先生換好了熱偶氣壓計，今天將玻璃管路、放電管抽到 10^{-6} Torr 便充 2 Torr 氬氣到放電管，然後放電使氬的正離子撞擊陰極板以驅走雜氣、形成表面氧化膜，那麼將來充氬氣放電時，陰極板的損耗會減慢而使用時數增加。這麼「氧轟擊」了幾分鐘，切電源，抽真空，充氬氣，放電，便進入了最後一個步驟——調反射鏡。

兩面反射鏡各有兩個微調桿調整鏡面俯仰、左右轉，桿是從螺旋測微器上拆下來的，真可愛。不過這工作卻一點也不可愛：「兩鏡同時垂直放電管」對應在微調桿刻度所成 R^2 上某特定點的微小鄰域內；這就像開一個四變數的號碼鎖而每個變數可能是零到一百中任一個，真可怕！從十一點半到十二點我和小威調的煩死了，決定由我明天去借一具手提雷射來幫忙校正鏡子。

七月十四日 週六

八點半到107時，許先生已經借來一具手提雷射，令人不由得要說：「許先生真好！」小威沒來，因爲今天我們班去林旭中家玩；我計劃晚上前去，所以早上還是到了實驗室。

許先生幫我概略校好反射鏡便去忙了，我微調一個小時還是沒弄成，由於十一點半有事便提早收拾放工了。

七月十五日 週日

玩得開心、吃得痛快，但與本文無關，不再多說。

七月十六日 週一

經過假日的放鬆心情非常好，我和小威重新用雷射精確地校正反射鏡。近十點時許先生過來看看，動一動微調桿，在我還沒的心理準備前，一道紅光忽然由放電管投向釘在門旁的白紙上，當我想到我們已完成這次的工作時，我覺得這世界真是充滿了希望與快樂。

這份不是報告的報告並不能告訴你氬氣雷射是什麼，只希望能激起新生動手實際做些東西的欲望、引起某些學長「想當年……」的回憶；其間省略了許多瑣碎的細節，因爲個中的樂趣、滋味只有實際經歷過才能體會。有關工作中抽真空的知識可以看看科學圖書社出版的「基礎物理」，氬氣雷射的原理則可找找今年初的科學月刊，至於107那堆東西的構造可向許先生借閱講義。

液態空氣製造室一個月來想又積了不少灰塵，是不是它又得等待明年一展長才？希望這等待不要落空。

