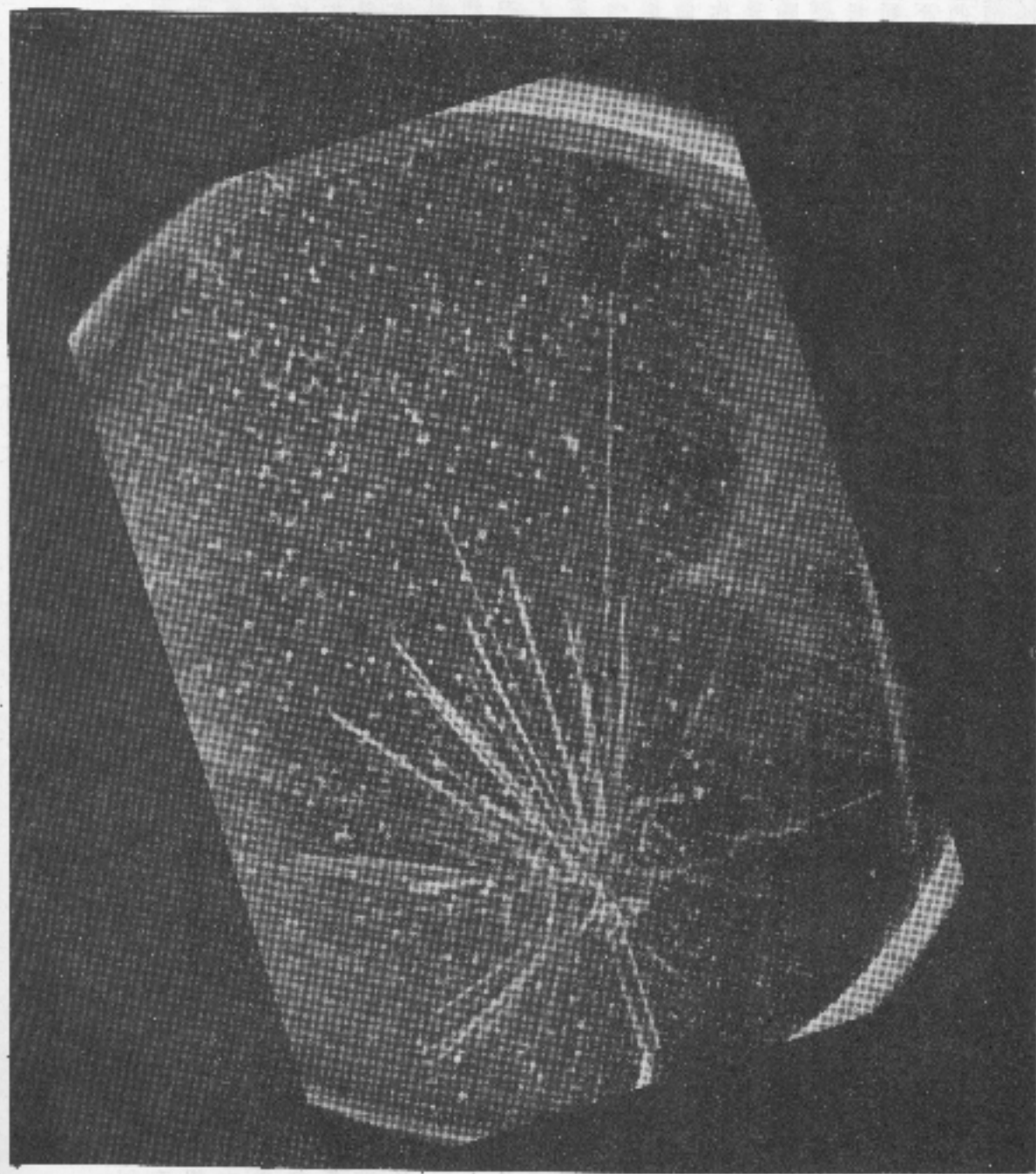


雲霧室簡介

● 葉正容 ●



去年開學以後的一個系務會議上，有些今年剛畢業的學長們提出來現在系上的實驗課程的份量不很充份，不足以供畢業以後繼續研究所需。好像就是從那次的會議後，剛剛接下物理系的林老師就開始盤算著如何加強系上同學做實驗的一些實用性的能力。

放了寒假以後，就在林松雲先生、許玉釧先生和林進成先生的熱心幫助下，大約有十五位系上的同學跟著他們學些手工和實驗技術。許先生是教同學們如何吹玻璃，做玻璃的儀器，林進成先生是在金工廠教同學們金工，林松雲先生則帶我們做真空蒸鍍以及雲霧室的實驗。由系上的這些先生們教同學們實用性的技術是很難得的機會，在以往是從來沒有的，因為在平時，系上的同學很難有機會向他們請教。這是由於彼此不熟悉的關係。可是，事實上對物理系瞭解最深，貢獻最大的就要屬他們了，系上的許多儀器，甚至一樓的加速器都是他們幫忙做的。同時，教授們的實驗論文也有很多是他們共同努力下完成的。系上能有目前的規模，他們的功勞相當大。

在參加這一項的活動以前，我對物理系的認識尚不很多，倒是藉著這一次的機會把以前視為『神秘禁地』的系館一樓的一些房間幾乎跑遍了，在解除了心頭那一層以往所抱的神秘感後，倒能比較清楚的看看物理系。我覺得，在技士先生們的幫助下，系上頗能自給自足，小至螺絲，大至加速器（當然是小型的啦！）都可以自己做，以往也做了不少東西，例如戰十四年代測定；氦氣雷射等等，只是好像現在已經很久都沒有人動它們了，放在那裏實在有點可惜，東西已經有了，自然當有效的運用。有的儀器是當初教授們作研究用的，例如氦氣雷射，雲霧室之類（我很幸運地這次有機會接觸到雲霧室，等下介紹給大家），研究完了後就沒有什麼機會用了，不妨由同學們來操作，做一做看。

然而，另外一個問題是在寒假活動中同學們的反應似乎不像預期中的那麼熱烈，並且只有三分鐘熱度，有可能是同學們對吹玻璃的技術或金工沒有興趣，也可能是寒假中的活動辦得太匆促，因為決定要辦的時候假期已經開始了，來不及通知大家。這一個活動並沒有能在

這一個暑期中延續下來，似乎有點可惜，可是有機會的話應該是要辦的，當然，要看先生們有沒有空。但像雲霧室這樣不具危險性，也不太困難的實驗由做過的學生帶其他同學做，亦不失為可行之道。

凡事開始都是比較困難些；這一種技術的訓練是正式課程以外的學術活動，它是建立在學生們興趣上的自動參與，雖然不具有學分，但可能日後它實際的幫助很大，寒假的活動是系主任林老師的一項嘗試，我以一個參與者的身份說：「這一個活動是有價值的。」，問題就是在是否能立下長期的計畫而去實現它。需要考慮的事自然是不少，但能成功的話，畢竟是件美事！

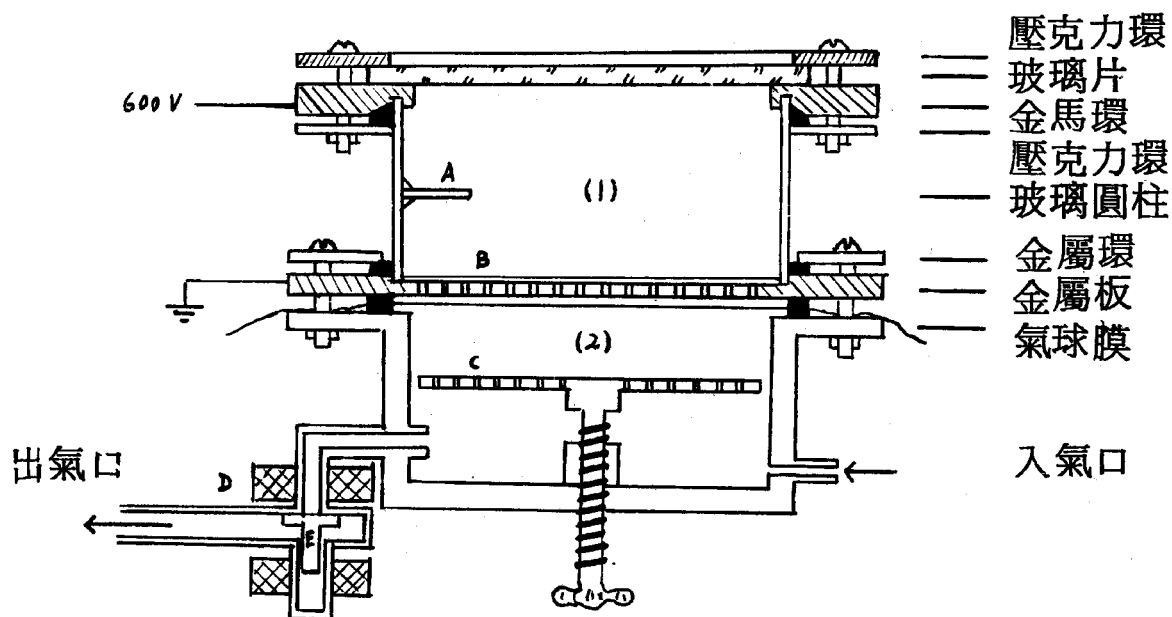
在寒假中，我和其他幾個同學跟著林先生做雲霧室，開學後停了暑假中，自己跑去找林先生，希望能完成它，這時就只有和高怡宣兩個人一起做了，照像時找了艾積慧和宋明文來幫忙，都快開學了才完成整個實驗。

好了！讓我們來看看雲霧室吧！我相信每一個學過物理的都聽過雲霧室，可是不一定知道它是怎麼樣的。

雲霧室是威爾遜（Wilson）所發明的，是利用過飽和的水蒸氣在質點的軌跡旁凝結以觀察質點的運動。微細水滴所組成的雲霧是飽和的水蒸氣附在微細的質點上凝結而成。若是把凝結核排除，則即使水蒸氣過飽和也不易凝結成水，但若有離子的存在，即使沒有微細質點，亦能使飽和的水蒸氣凝結。

於僅含有陰離子而沒有其他可做為凝結核的微細粒子之空氣中，我們讓水蒸氣飽和於其內，而急速膨脹空氣的容積，因絕熱膨脹的關係，而溫度下降，使水蒸氣達到過飽和狀態，設原有空氣體積為 V_0 ，膨脹後體積為 V ，根據威爾遜的實驗結果， V/V_0 小於一·二五的範圍內不產生雲霧； V/V_0 大於一·二五，小於一·三八，則有小部份的水滴凝結；若 V/V_0 大於一·三八，則可以看見非常濃厚的雲霧。但是，在僅含陽離子的空氣中，若非 V/V_0 大於一·三四無法發生霧氣，故陽離子較陰離子難於使水蒸氣凝結。

在雲霧室的過飽和水蒸氣中要是通過了快速運動的粒子，由於粒



圖一 切面圖

子與氣體分子的碰撞，在粒子的軌跡上會出現很多的離子對，因而促使過飽和的水蒸氣凝結成水。因此，我們在粒子行進的軌跡上可以看到清晰的條紋，而加以研究。

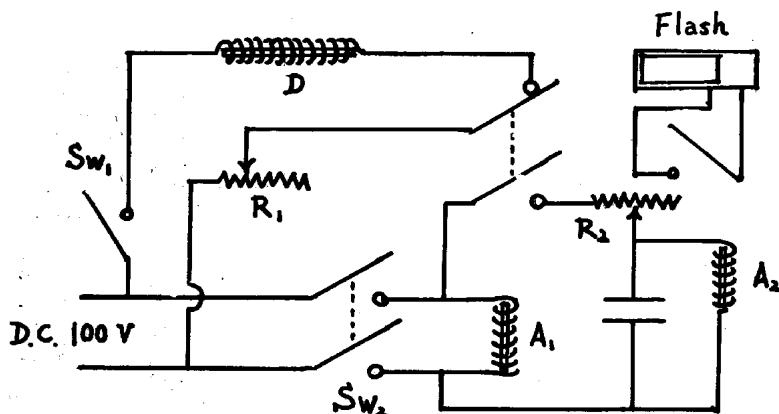
雲霧室最光榮的歷史是一九三二年安德生 (Anderson) 用它證實了正子的存在，在我們的實驗中是用少量的 R 二二六做為放射源，放射出 α 射子而蛻變成 R 二二二，但是我們並沒有加上偏向磁場，讓 α 粒子以直線前進。

在圖一中，是雲霧室的剖面圖，A 部分是一段小小的玻璃棒黏在玻璃容器壁上，其前端沾有少許放射性物，做為粒子源。B 處是一片黑色的絨布，上面有孔可以讓空氣分子通過，其為黑色的原因是為了用來在照像時做為明顯的背景。C 部分是一圓形的平板，上面有很多小孔通到下層，圓盤的下面加有一旋轉的把手，可以控制 (2) 部分的體積。(1) 部分的體積是霧室原來的體積，(2) 是膨脹部分的體積。D 是一圈圈的線圈，在通以電流後做為一個電磁鐵，經由電流的有無控制鐵質活塞 E。活塞的一端通往霧室，一端通往抽成真空的玻璃容器。在氣室 (2) 的上層有一氣球膜，是用來承受體積的膨脹。在霧室的上下二端加有一高壓電場，在我們是實驗中是六〇〇伏特。用來消除在霧室中多餘的陽離子及陰離子；在空氣做絕熱膨脹時，除了粒子軌跡外，我們不希望有多餘的霧氣，而離子的存在是促使水氣凝結的因素之一。在儀器的下端還有一個入氣口，當氣體絕熱膨脹後由此放入空氣，使系統回復初始狀態。這整個的系統是不能漏氣的，在每一個接口都要密封好。

這儀器是如何操做的呢？首先讓電流通過 D 中的線圈，把活塞吸上去；同時，把入氣口封閉。然後，把出氣口末端的一個玻璃容器（大約兩升的體積）內的空氣抽出，使氣壓下降。這時我們再切斷 D 處電圈中的電流，活塞 E 就突然地降下，由於氣壓差的作用，底部的空氣迅速的由出氣口流出，底部上層的氣球膜急速地向下擴展，直到到達 C 處的平板就不再下降，我們可以藉調整 C 平板的高低，控制膨脹的體積。原本佔據 (1) 室體積的空氣絕熱膨脹後同時佔據了 (1) 室及 (2) 室

。如果(2)室的體積控制正確，在膨脹的同時，我們可以見到由A處放出的 α 粒子所留下軌跡，在兩三秒鐘後，軌跡就漸漸消失。然後就可以把入氣口打開，讓空氣進入底部，使氣壓回升，氣球膜回復原狀，等待做下一次的膨脹。

這一個實驗困難處在調整絕熱膨脹的體積，最理想的目標是除了軌跡旁邊以外沒有其他的水蒸氣凝結，而絲毫沒有霧氣，但這可不是很簡單的事。要軌跡出現不難，要沒有霧氣出現很困難！常常是迷霧一片，揮之不去，越弄頭越大。在做實驗以前把儀器的內部清理乾淨應該會有些幫助。



圖二 控制線路

照像是必須的項目，爲了攝得清晰的照片，一延時線路是必須的。在我們打開活塞E與 α 粒子軌跡形成之間大約有0.1秒的時距，所以照像的時間要在膨脹的0.1秒之後，在圖二中，把Sw1接通則活塞關閉，R1可以控制D中的電流。A1與A2是兩個電流通關，內有電磁鐵，以電流控制開關的開或閉。當Sw2被接通，A2作用，D中的電流被切斷，絕熱膨脹開始。同時電流通過R2，通過R2的電流先使電容充電，流過A2的電流慢慢增加，在增加到某一程度時，A2才開始作用，觸發閃光，藉調整R2與電容，我們可以控制A2與A1二者作用的時間間隔。照像是要用B快門的，在閃光燈沒閃之前，四周要保持黑暗。

還有一項要注意的就是每一次絕熱膨脹之後都要讓空氣慢慢的進入底部（非絕熱）。同時，膨脹過後要讓儀器休息大約兩分鐘，讓霧室的溫度回復到室溫，以備下一次膨脹。

在圖三中的照片就是攝得的照片，右方V字形爲玻璃反光，粒子軌跡清晰可辨。

除了威爾遜的雲霧室外，我還曾見過有書上介紹另外一種，它並不利用氣體膨脹；構造是這樣的：在霧室的上層置一金屬板，加熱至高溫；霧室的下層加一金屬板，冷卻至低溫。霧室內，上方放一層沾以酒精或水的絨布，而放射源放在下層的地方。由於溫度差的原故，上層的酒精蒸發成氣體，到了下層又成爲過飽和態，如有粒子通過就會留下軌跡。這一種雲霧室的好處在製作方便，同時，它可以連續的觀察。

在實質上，這一次我們所做的是一項操作而不是一個實驗。過程中，並沒有數據或分析，只是完成了儀器組合和照像，這可以說是爲了真正的實驗所做的準備，只要有想像力與創造力；小規模，但有價值的實驗是可以做成的，有興趣的同學們值得一試。

好了，介紹完了，諸君還滿意嗎？最後想要說的是：謝謝林先生和許先生不辭辛勞的教導，我們才有機會做這樣的一個實驗。