

高中化學視聲教具製作及其O. H. P 教法與學理之研究

高中教師組化學科第二名

高雄縣鳳山高中

作者：梁榮財



一、研究動機

反射投影機(Overhead Projector, 簡稱O.H.P)對高中化學教學上,確是一項很實用的硬體設備,可惜平常使用率並不高,未發揮其教學功能,這可能是缺乏教具軟體的製作及對O.H.P.使用的認識不夠。一般認為教具由市面上購買太貴而自己製作又嫌麻煩,因此一直維持傳統式口授,缺乏創新教學。

作者深感教具製作在現今教學的重要性且教具製作與使用是一種潮流,隨新教材的實施,勢在必行。教學方法的革新要從教具製作着

手。因此，竭盡所能，貢獻所學，設計一系列與課本理論有關的教具模型，加以靈活運用，俾益高中學生對化學理論現象的認識及達成教學效果。

二、研究目的

- (一) 加深高中學生對化學理論現象的認識及達成教學效果。
- (二) 以動態教具教學，提高學生學習科學的興趣。
- (三) 充分研製及使用教具，以發揮視聽教學的效果。
- (四) 配合新教材的實施，改進教學方法。

三、研究內容 分以下七大單元研製

- (一) 動態透明片的製作（三十五件）。
- (二) 透明壓克力板上，燒杯內有色反應的觀察及編序教學設計。
- (三) 利用O.H.P比色新方法簡易教學，求 $Fe-SCN^{+2}$ 生成反應之平衡常數。
- (四) 自製電子組態及能階圖教具教法的解說。
- (五) 利用水波槽及投影片分別模擬示範海森堡測不準度原理。
- (六) 氣體動力論及化學動力論在O.H.P上的模型學理研究。
- (七) O.H.P上光譜儀對光色散之研究。

四、研究過程

(一) 動態透明片的製作

1. 製作材料：透明片（T.P片）、偏光紙、偏光板、剪刀、投影筆、膠帶、圓規刀、直尺、刀片。
2. 製作方法：將圖片繪製後，有的貼上偏光紙或顏色紙，有的製成疊片，加上厚紙框而成。
3. 製成內容及配合課本單元（東華版本）。
 - (1) 液體—氣體分子間之分子互換：（配合教材第四章及第十章）。
 - (2) 氫原子光譜：（第六章）

- (3)共振現象：(第七、八、十七章)
- (4)多元化活動週期表之設計與改良：(第六、七章)
- (5)晶體模型中原子堆積：(第八章及實驗十五)
- (6)電化電池電子流動方向：(第十一章)

㊦透明板上，燒杯內，有色反應的觀察及編序教學設計。

1. 設計說明：

本示範實驗是利用 O.H.P 及點滴分析法 (Spot Tests) 來分析未知物中的化學式並比對顏色、濃度及反應速率。老師可攜帶實驗操作用的壓克力透明盤 (附有 21 cc 小燒杯) 及試劑架 (瓶) 到教室中，利用銀幕、講桌即可動手實驗與全班學生共同觀察探討，為改進實驗教學，實施“做中學”之新方法。

2. 本設計特點：

- (1)未知溶液在有秩序的方格中，易於比對，可做編序化學實驗教學。
- (2)有透明盤墊著鏡面、藥品及水溶液不會污染 O.H.P。
- (3)每格用小燒杯 21 cc 裝試液，易於 O.H.P 投影，小燒杯是活動的，可隨意分格置、取之。
- (4)便於教師示範實驗，可與全班學生同時探討。

3. 實驗應用：

- (1)可測反應速率：(例如課本實驗 17 — a 「反應速率」)。
- (2)可比對顏色、濃度：(例如實驗 22 「以指示劑測氫離子濃度」)。
- (3)可分析未知物：(例如實驗 31 「定性分析之設計」)。
- (4)可課堂示範固體溶解相變化平衡的觀察：(例如第十章 I_2 溶於酒精)。

㊦利用 O.H.P 比色新方法，簡易教學，並求 $Fe\ SCN^{+2}$ 生成反應之平衡常數。

1 配合課本單元名稱：第十章及實驗十八

2. 製作原因：便於教師示範教學用及改良課本中利用試管在發散光源上比色之缺點。

3. 製作過程：製作有格子（49 格）之透明壓克力及容量為 21 cc. 之小燒杯，然後按實驗步驟進行比色。

(四) 自製電子組態及能階圖教具教法的解說

1. 配合課本單元名稱：第六章

2. 製作原因：

在高中化學課程中，教師講解觀念較為抽象的原子結構時，往往不易引起學生的學習興趣。本教具因此採用實體的材料，將電子能階的觀念，以一種有趣的方式介紹給學生。

3. 製作材料：

透明壓克力板，T.P 片（2 張），投影筆，鐵鋸、磁鐵墊，紅、藍壓克力製箭頭長 2 cm（頭尾附有小磁鐵片）、細鐵線、小四方格片（7 片 2×2 cm）、針筒、 CHCl_3 、強力膠粘劑、O.H.P。

4. 製作過程：

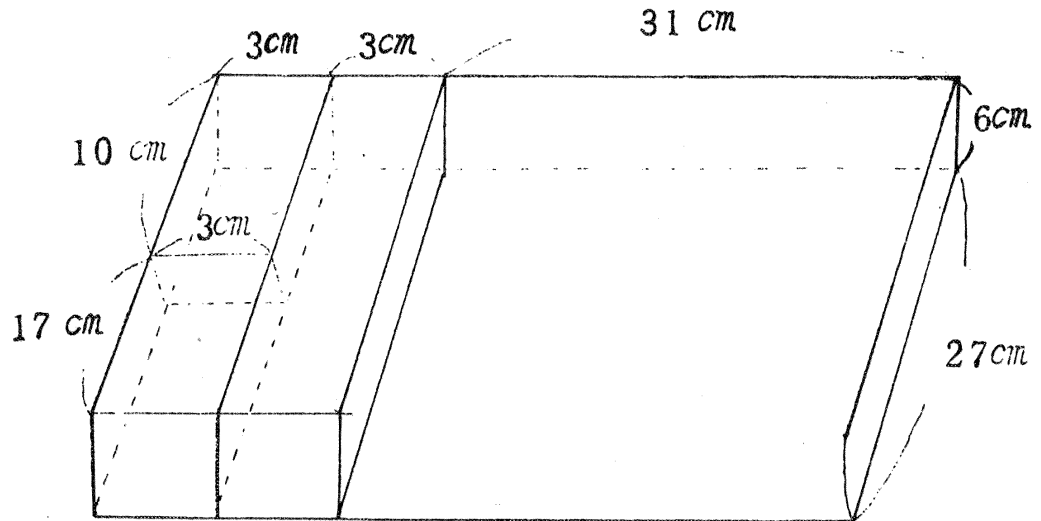
(1) 先製作一壓克力透明架（附有容器）規格如圖一，以便套入所製作的 T.P 片。

(2) 在 T.P 片先繪上，S.P.d.f 軌域之四方格。

（ 2×2 cm）上下邊緣粘上鐵線各二條，並依次寫上：

$ns(0) n \geq 1$; $np(1) n \geq 2$; $(n-1)d(2) n \geq 4$; $(n-2)f(3) n \geq 6$

(圖一)



(3)主量子數牌：作 7 片 $2 \times 2 \text{ cm}$ 尺寸之透明壓克力，上下邊緣各粘上磁鐵片，以便附着於 T.P 片之格子上。

(4)製作紅、藍色壓克力箭頭各 65 個，代表自轉方向不同之電子。

(五)利用水波槽及投影片分別模擬示範海森堡測不準度原理

1 配合課本單元：第六章

2 製作原因：

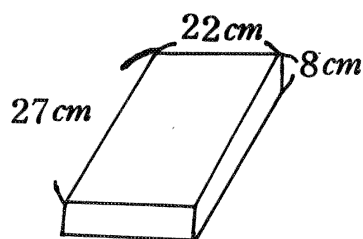
用波動力學來討論原子構造時，常提到海森堡測不準原理。對無法同時精確地測定粒子位置和速度的觀念，學生是很難理解的，因為它和我們巨觀世界 (macroscopic world) 日常生活的經驗相反。為了使學生了解此現象，今日的教學活動中，作者分別設計了「投影片」及「水波槽」教具說明此一原理。

3. 實驗器材：

透明片 (兩張)，壓克力 ($27 \times 22 \times 8 \text{ cm}$) 透明盒 (附海綿防止水波反射)，點滴瓶 (起波器)、氯仿 (黏合劑)、注射筒 (黏合具) O.H.P 碼錶，閃光同步儀。

第 I 部份：投影片 (詳見說明書)

第 II 部份：水波槽



(1) 製作過程：

- ① 裁製一規格為 $27 \times 22 \times 8 \text{ cm}$ 之透明壓克力盒，裝水。
- ② 在起波器上，裝上馬達及電線連接電池。
- ③ 準備點滴瓶，以代替起波器。

(2) 實驗步驟：

- ① 將水槽內放入 0.7 cm 深的水（可加 CuSO_4 增加顏色）。
- ② 調整 O.H.P 的物距，使銀幕上呈現最清晰的影像。
- ③ 操作馬達起波器（靠近 O.H.P 照度邊緣區），然後觀察及計數快速運動之波數並以閃光同步儀測起波器頻率（RPM）多次。
- ④ 改用點滴瓶滴水起波，觀察及計數波前情形，並測每秒滴數，決定頻率。

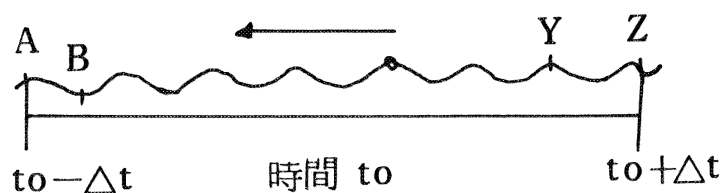
(3) 觀察結果：

- ① 由閃光同步儀操作多次，則得馬達起波器的振盪頻率為 $f = 2200 \sim 2220 \text{ RPM}$ 即 $37 \sim 38 \text{ RPM}$
- ② 由算每分滴數，測得水滴起波器的 $f = 120 \sim 120 \text{ RPM}$ 即約 2 RPM

4. 討論：

- (1) 本實驗理論上，我們觀察一系列水波通過一固定點（如時間）而在 $t_0 - \Delta t$ 時間與 $t_0 + \Delta t$ 的時間週期內所計算到的波數用來決定頻率的測不準性。頻率（ ν ）的定義是單位時間內的波數：

$$\nu = \frac{(\text{波峯數} + \text{波谷數}) / 2}{\Delta t}$$



這個數量是鄰近於 t_0 的一個 $2\Delta t$ 時間內的平均值，我們可用不定的 Δt 代替 t_0 來說明之。頻率也有一測不準值。如圖波峯 A 是可以或不可以計算的，同理波谷 Z 亦然。所以波峯數加上波谷數有約為 2 個一個測不準值，以及頻率中約有 $\frac{1}{2\Delta t}$ 的測不準值，即 $\Delta v = \frac{2}{2 \times 2\Delta t} = \frac{1}{2\Delta t}$ 。

(2) 事實上水波速度仍不及光子般地快速，因此本實驗，僅藉吾人肉眼視覺與水波的相對性快速連動之測不準現象來解釋此原理，幫助學生了解。

(六) 氣體動力論及化學動力論模型在 O.H.P 上的學理研究

1. 配合課本單元：第三、九章

2. 製作原因：

平日教學時，發現一般學生對「氣體動力論」（如擴散定律）及「化學動力論」（如碰撞學說、低限能等）的觀念多不易明白，爲了加強教學效果，作者竭盡所能地研究並經多次改良設計出一套可用於 O.H.P 顯示的教學模型，可以幫助學生了解擴散定律，碰撞學說，低限能等觀念。茲介紹於后：

3. 製作材料：

T.P 片一張，透明壓克力板（數片）、針筒、黏劑（ CHCl_3 ）、吹風機、保麗龍大小球（代表兩種不同氣體）、透明薄片。

4. 製作內容：

第 I 部份：

(1)配合課本單元：第三章

(2)製作目的：

①用保麗龍球運動之模型，觀察氣體分子碰撞。

②驗證氣體動力方程式： $P \bar{V} = \frac{1}{3} N m \bar{V}^2$

③驗證格粒漢姆 (Graham) 之擴散定律公式： $\frac{R_1}{R_2} =$

$$\sqrt{\frac{M_2}{M_1}}, \text{ (定溫定壓下) 。}$$

(3)器材：

①透明壓克力模型 ($25 \times 20 \times 20 \text{ cm}$) 1 個。

②保麗龍球 (直徑 5 mm , 10 mm , 15 mm) 各 300 粒。

③交流風扇馬達 (吹風機) : 電源: AC 110 / 60 Hz

消耗電力: 55 - 500 - 1000 W

熱風溫度: 周圍溫度 + 70 °C

風 速: 21 M / sec

重 量: 720 g

風 量: 0.89 M³ / min

④控制板 (其上小孔直徑為 2.0 cm , 3.5 cm , 5.0 cm , 6.5 cm , 8.0 cm) 。

(4)模型本身之設計: (如圖) 分三部份

①容器: 有活動蓋子、控制板、拉片網。

②碰撞球體: 保麗龍球。

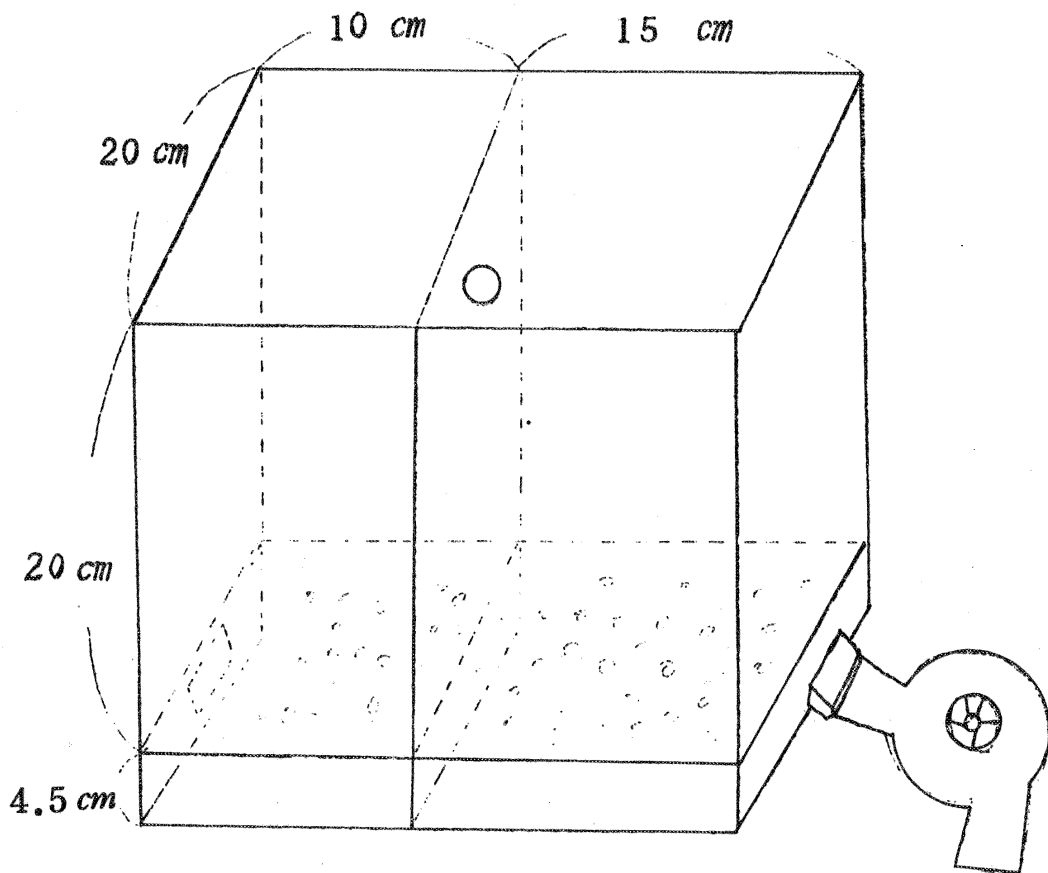
③動力: 吹風機改裝。

(5)操作過程:

①將模型放在 O.H.P 上面, 模型底片墊一張畫有立方體圖之 T.P 片。

②預備好 5 塊不同孔徑 (r) 之控制板, 其直徑分別為 2 cm , 3.5 cm , 5.0 cm , 6.5 cm , 8.0 cm 。

- ③先在容器中放入 20 顆小球；然後裝上 2 cm 控制板。
- ④開動馬達以 1 分鐘為單位記錄跳出球數，重複操作 5 次以上。
- ⑤同理，再換 3.5 cm、5.0 cm、6.5 cm、8.0 cm 控制板操作。
- ⑥改換 40 顆、60 顆、80 顆、100 顆小球，依上述步驟操作。



第 II 部份：化學動力論

(1) 配合課本單元：第九章

(2) 製作目的：

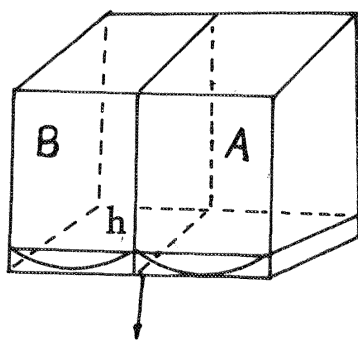
為了解釋：①碰撞學說：低限能、位向。

②溫度、濃度、催化劑對反應速率的影響。

③可逆反應。

(3)模型解說：

如圖所示，由壓克力製成的立方體中央以不同高度的控制板分成A、B兩容器，其下側兩邊各置一風扇，並附變速開關。容器內置保麗龍球代表反應之分子，打開風扇代表動能，變速器的運用表示不同溫度的動能，氣流由容器底部吹向上，帶動小球飛起，部份小球碰撞由A容器越過h（低限能）至B容器內代表生成產物。



不同高度 (R) 之
控制板

(4)學理解釋：(略)

5. 綜合討論：

- (1)本模型着重表達方式，化微視為巨視，以闡釋學理。
- (2)以 O.H.P 演示教學，模型輕巧，活潑生動，可坐在自己座位看，避免爭擠在一起，妨碍視線，其教學效果良好。
- (3)本模型採用透明壓克力，易加工自製，由鋸板至黏接皆親自動手，材料費用不多，學校可大量製作供教具使用。

(七) O.H.P 之光譜儀對光色散之研究

1 配合課本單元：第六章

- 2 製作原因：平常做光的色散實驗時，很多學生擠在教室外，效果不佳。作者嘗試用 O.H.P 本身的光，及已有的透鏡反射設備，操作非常方便，不論在夜晚或教室內都可使用。

3. 製作器材：O.H.P、T.P片、三稜鏡、電源、銀幕。

4. 理論研究：

將稜鏡置於 O.H.P 上轉動，調整適當光線透射角度。使由細縫進入之複色光，經 O.H.P 之透鏡集成一光束而通過稜鏡，並為其所折射，即不同頻率之光經不同之角度折射出不同的單色光，呈現在銀幕上。此時老師可加以解說，而學生可觀察研究。

五、成果統計分析

根據皮亞傑(Piaget. J)所提出的人類認知發展的理論，進行試測教學方法與學習的關係。由相關考驗 t 值之計算，得知 O.H.P 教具教法與傳統講演法之成績差異已達 $\alpha = 0.05$ 顯著水準，故兩組有差異。

六、總結論

(一)本作品所有數據、圖表等資料，皆用電腦處理。

(二)本作品所有教具，是作者在平日教學中，實際了解學生困難後為幫助學生學習而設計的，因此內容皆配合高中教材之單元。有些教具是經過多次改良設計成的，有些是經長久的構想，點滴知識融會而成的。也有些是靈機一動，頓悟而得的。雖然有些或許看來是雕蟲小技，但當初的構想，確是不容易。若還要親自動手去設計、去做，更要花費很多時間。

(三)教具的製作與資料的收集，往往使人感到用一小時的教學活動，卻需花費三天的時間去準備。但只要能提高教學效果，雖然製作過程中很辛勞，但也是值得的。

評語：作者能應用所學之 O.H.P 透明片製作技術於化學教學透明片製作，對教學工作很有助益，殊堪鼓勵。但其製作技術上之創意較少，應再繼續研究。