

教學模組之開發設計與研究

「烈焰中誕生，卻如冰晶美麗－玻璃」

江清俊 洪志明

國立臺灣師範大學 化學系

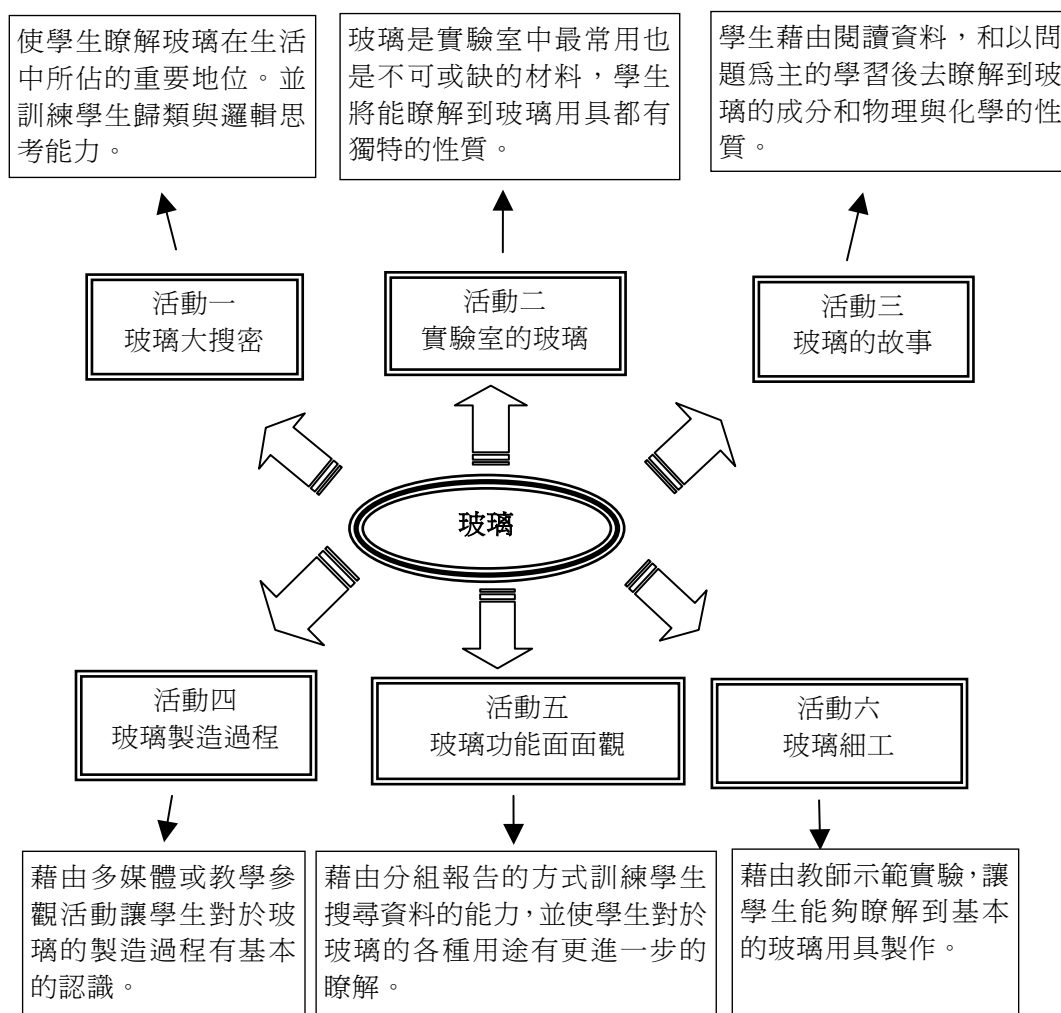
一、前言

【設計理念】

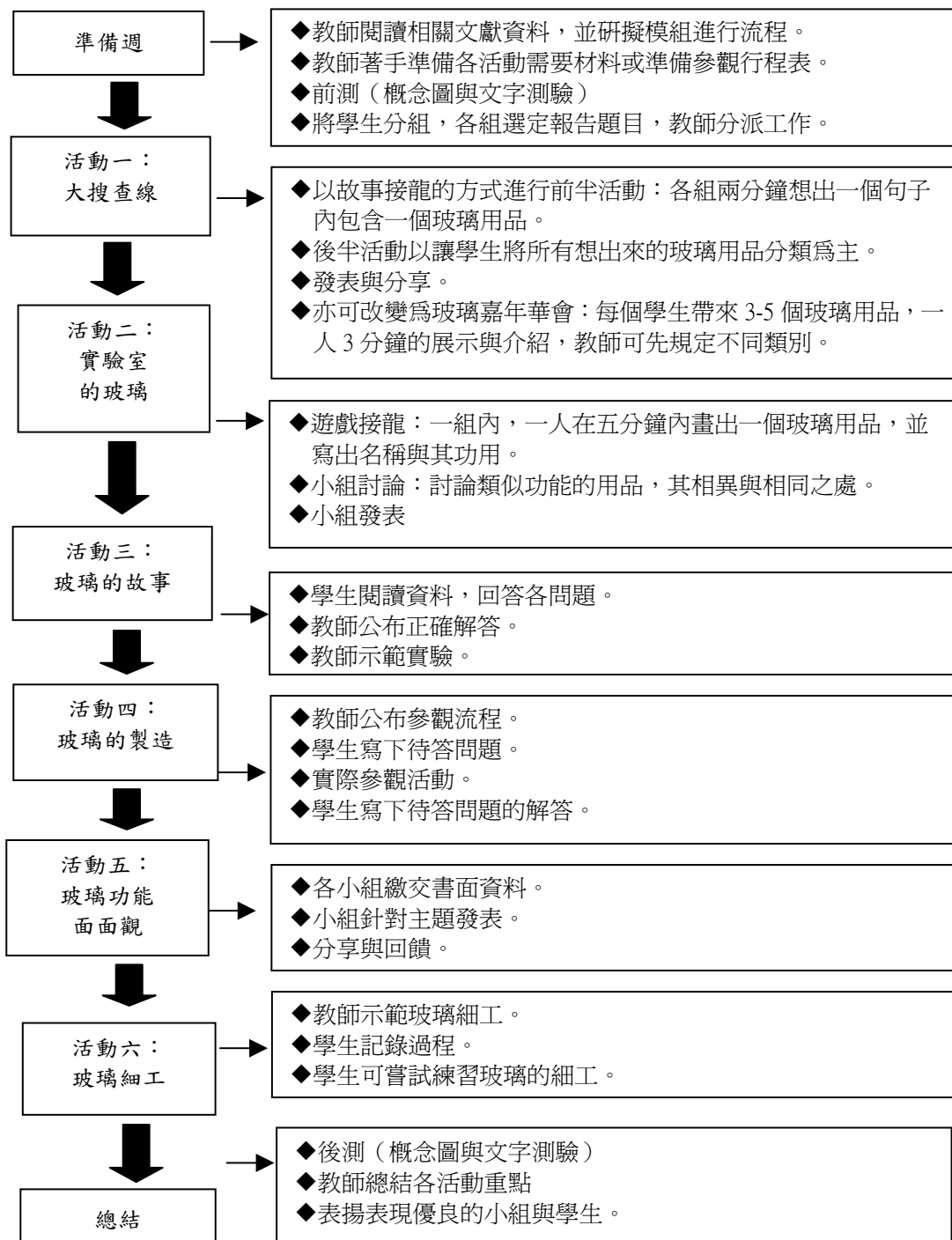
本模組設計，以學習者為中心設計，結合應用廣泛的材料－玻璃為主題，配合

九年一貫精神為設計理念，在探究學習的過程中，使學生建構個人知識理解，習得思考智能與過程技能。

【課程設計架構圖】



【教學活動流程與教學策略】



【適用對象】

國中 7~9 年級

【模組特色】

1.教學活動方式「多元化」

模組設計結合各種多元的教學方式，例如：腦力激盪、故事接龍、分組討論、小組報告、文字閱讀資料、學生動手作實驗、教學參觀、影片教學等活動。除了強調最基本的知識獲得之外，更藉由這些活動的過程中讓學生學得更多元化的思考與能力。

2.以「問題」為中心

模組以研究者設計的鷹架問題為主軸，以問題激發學生學習興趣，使學生主動學習。在探究問題的過程中，學生如何監控與管理自我學習，並養成主動學習的習慣。

3.「學習者中心」設計

不同於過往傳統的「由上而下」的教學。在本模組中，學生是學習活動的主題，鷹架問題與教學活動設計皆以學生為主體，學生生活經驗為重心。教師不再是主要資訊的提供者，而是學生探究過程的指引者。而學生也不再是被動的知識接受者，而為主動探究問題、建構知識的學習者。

4.「合作學習」的方式

任一活動皆由小組合作學習之，由小組中同儕互助，小組成員進行溝通、協調與合作，能有效地進行學習。學生能在這些過程中，培養表達分享意見，促進個體在團隊群體中學會與人溝通交流的能力。

二、教學建議

1.本模組活動選用具有彈性。教師應在嚴加考慮後，選用能夠在實際情況或需求中較

有助益的活動，考慮學生認知發展層次與先備知識是否充足，修正模組中科學內容知識的深度或廣度。模組的教學活動方式，對於不同的學生來說，並未必是各活動的最佳設計，教師亦應視實際狀況予以調整。

2.合作學習的分組，教師應妥當分組，設計者建議可以能力 S 形分組，使各組間差異減到最小。才能在有小組競賽的活動中，產生對學生正面的影響。

3.教學參觀活動，應在事前規劃完畢。包括學校行政支援、擬定參觀路線、參觀內容、解說人員約定。在過程中，不斷提醒學生參觀的過程是有目的性的，不是只有瀏覽，學生應該主動紀錄參觀過程中自己所獲得的知識。教師可藉由學習單或問題的鷹架輔助學生達成。

4.模組之後附上參考資料，教師應在活動進行前，詳細瞭解模組中所相關的科學知識內容。學生在搜尋資料的過程中，教師指引學生搜尋的方向，並該維持隨時監控學生搜尋資訊的策略與搜尋得到的內容。

5.教師應採用多元化的評量方式，包括文字測驗、文字報告、學生表現記錄、活動觀察記錄、概念圖、同儕評量表、個人評量表、技能評定量表、情意問卷。

三、模組活動內容

前言

清晨，陽光照進了窗裡。你看了一下手錶，戴起了眼鏡，正是起床的時間到了。拿著茶杯與牙刷，照著鏡子邊刷牙邊想

著，今天理化課會到實驗室做什麼有趣的實驗呢.....

也許這是你一天生活中的片段。聰明的你，發現了嗎？在我們日常生活裡，有好多好多的器具用品都是玻璃做的。有想過我們為什麼要使用玻璃嗎？玻璃又是怎麼製作的嗎？玻璃跟科學的研究有什麼樣的關係呢？除了我們所熟知的那些，玻璃又可以有什麼樣的功能呢？

這些問題的答案，將在參與一系列與玻璃有關的活動中，透過這些富有知性、有趣的活動裡，我們將會對於這個日常生活裡，重要材料之一的玻璃，有更多的認識與瞭解。

活動一 大搜查線----玻璃的秘密

請你回想在你生活的世界裡，玻璃都藏在哪裡呢？把他們的名字，以十個為一行寫下來。

0-10 個 只有這些嗎？我懷疑你是原始人喔！

10-20 個 還有更多吧！快努力想啊！

20-30 個 嗯，再往更遠的地方想

30-40 個 已經到盡頭了嗎？再加把勁！

40-50 個 想過一些高科技的東西嗎？

50-60 個 嗯，你的表現已經很不錯了！

60-70 個 哇！太讓人佩服了！

70-80 個 太神了，很少人能夠做到的！

發現了嗎？玻璃在生活中其實是隨處可見的，用途更是千百種。請將所寫出來的各種玻璃用品加以分類（提示：你可使用表格或樹狀圖或任何能將他們分類的表示方法都可以，但須說明準則）。

活動二 實驗室裡的玻璃

聰明的你，想必一定會發現，在實驗室裡的玻璃器材多之又多。沒錯，因為玻璃具有某些特性，因此在實驗室中玻璃的用途極大。接下來，請將玻璃製儀器的大致形狀畫出，並寫出名稱、用途。並與組員相互討論，他們的形狀有什麼特殊用途呢？

名稱：_____

用途：_____

名稱：_____

用途：_____

名稱：_____

用途：_____

※備註：表格若不敷使用，可重複影印或在背面繼續書寫。

活動三 玻璃的故事

玻璃的誕生

很久以前，有一艘腓尼基商船常在非洲的海域載運天然鹼。有一天，在海上航行的時候，突然碰上了暴風雨。因為天氣實在是太惡劣了，因此他們決定在靠岸，並紮營休息一個晚上。早已經飢餓無力的他們爲了飽餐一頓，在沙灘上遍尋不著大石頭來圍起爐灶。這個時候，一個水手便把船上成塊的天然鹼，當作石頭一般，在這遍是沙子的海灘上生起了火來，飢餓的水手們終於可以飽餐一頓了！休息了一夜之後，翌日清晨拿起鍋子準備回到船上的時候，水手們卻在餘燼上面發現了幾塊亮晶晶的東西，這些東西在清晨陽光下的照耀之下顯得格外地閃亮，就像寶石一般。今天，這一樣東西並不再如寶石昂貴，但價值卻比寶石更重要。它，就是玻璃！

在玻璃的小故事之後，是否覺得玻璃就像是上天恩賜我們的禮物呢？我們是如此幸運地發現了玻璃的製造方法。

★在這裡要考考你一個小問題，由這個故事我們可以知道玻璃可以由哪些物品製成？

★除了這些成分之外，製造玻璃的過程中還需要什麼樣的環境或條件呢？

玻璃的物理性質

玻璃，乃由二氧化矽、灰石、碳酸鈉以適當比例混合，加以強熱至約 1300°C 熔化呈液態，冷卻後形成透明的堅硬物質。玻璃液體在冷凝的過程中，並不會結晶，且玻璃的熔點範圍很廣，並無一固定的熔點，所以玻璃並不是晶體，可看做一種無定形的過冷溶液。

玻璃的成分是矽酸鈉 ($\text{Na}_2\text{O} \cdot x\text{SiO}_2$) 與矽酸鈣 ($\text{CaO} \cdot x\text{SiO}_2$) 等物質的混合物，式中的 Na_2O 和 CaO 並非真正代表這些氧化物，只是表示這些玻璃成分的分析結果而已，而 x 的數值則隨著玻璃種類不同而有所異。

玻璃性硬，但是一旦表面產生裂痕，遇熱或施加壓力則立即裂開，因此使用玻璃器具時一旦發現有裂痕，即使裂痕再小都應避免繼續使用。

★玻璃加熱至開始熔化時，溫度並不會固定，而是會持續地上升。由此可知玻璃是一種什麼樣的物質？

★ 玻璃具有那幾種物理性質呢？

玻璃的化學性

玻璃的共同性質是不耐鹼而耐酸，所以磨口玻璃不可盛裝鹼性溶液，避免瓶塞黏住而打不開。雖然玻璃耐酸，但氫氟酸和高溫的磷酸會腐蝕玻璃，因此玻璃也不可用來盛裝此兩種液體。

玻璃若只含有純二氧化矽，熔點高達攝氏 1400 度，易受鹼性溶液侵蝕。純原料製成的玻璃為透明無色。

加入硼和鋁的氧化物使之能抗鹼液。若添加硼砂，能製得硼玻璃，熱膨脹係數小，不易因溫度的急遽變化而破裂，可耐高溫。

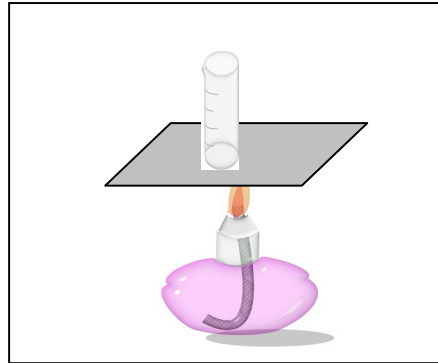
純原料製成的玻璃為透明無色，若在玻璃熔化時加入適當的金屬氧化物或硫化物，則可製得各種有顏色的玻璃。例如：加入亞鐵鹽呈綠色，加三價鉻離子呈深綠色；添加二氧化錳則呈現紫色，添加氧化亞錫則使玻璃呈現不透明狀。

★在實驗室中，玻璃容器應盡量避免用來盛裝哪些溶液？

★我們要如何改變純玻璃的特性呢？試舉例說明。

教師示範實驗

將一個燒杯（或小試管）放置在陶瓷纖維網上加熱一段時間之後取下！冰水沖洗之



★記下玻璃杯（或小試管）會產生的現象。

★請跟你的組員討論之後，寫下你認為可能造成這個現象的原因。

★由這個實驗，你有沒有發現在實驗室中應該要注意的事情呢？

活動四 玻璃的製造過程

知道了玻璃的多樣功能之後，想必你的心中仍是充滿疑問的。例如，玻璃是怎麼被製造出來的嗎？玻璃是由什麼東西做成的嗎？請仔細觀賞影片（或工廠參觀），請自己另外作摘要與記錄。

在觀賞之前，請每個人先寫下你所想要知道的問題。並在觀賞的過程中，尋找解答。在觀賞之後，請寫下對於你的問題

你獲得了多少的瞭解。

★疑問 與 解答

問題一：
解答一：

問題二：
解答二：

問題三：
解答三：

活動五 玻璃功能面面觀

一般來說，玻璃的主要成分為矽酸鈉與矽酸鈣的混合物。並非所有的玻璃用品的成分都完全相同，常在玻璃中添加各種不同的成分或者改變玻璃製造過程，可得與普通玻璃不同的成品。例如：安全玻璃與強化玻璃、耐熱玻璃、毛玻璃、硬玻璃與軟玻璃、變色玻璃與顏色玻璃、玻璃纖維等。各小組須合作尋找資料，並準備上台的報告。

報告的內容，必須包含資料搜集過程的敘述，該項玻璃用品的大略製造過程，科學原理，和日常生活中的應用之處。

1.小組工作表

我是_____小組
選定的題目是：_____
我們的成員有_____

我們蒐集資料的方式有（請勾選，可複選）
網路 圖書館 博物館
老師 雜誌 詢問科學專家
詢問相關行業
其他_____

我們蒐集資料的過程摘要：
(1) 年 月 日

(2) 年 月 日

(3) 年 月 日

教師建議：

教師審核簽名：

2.組別報告評分表

組別	題目	精彩度	詳細度	努力度

※備註，評分分數：5分代表優良，4分代表不錯，3分代表普通，2分代表要加油，1分代表要改進

3.發問問題紀錄表

我所發問的問題	對方組別的答覆
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

活動六 簡單的玻璃細工

玻璃具有許多的特性，可以應用在生活中或在實驗室中。而在實驗室中，爲了特定的實驗目的，我們必須用到許多種不同造型的玻璃。那麼你有想過這些玻璃的形狀是怎麼被塑造出來的呢？

由於玻璃在高溫下會具有可塑性，因此我們常在高溫的情況下製造出各種不同造型的玻璃器具。我們常會用一經過調節的火焰，使玻璃能夠達到軟化而容易塑形以上的溫度，通常需要攝氏 700 度以上的高溫，因此必須藉助本生燈或噴燈達到此目的。

以下是幾種簡易的玻璃加工方法，由老師示範，請各位在仔細觀看之後，將大致的步驟記錄下來（並不限定只用文字）。

(1)截斷玻璃管

(2)滴管的製作

(3)玻璃管的彎曲

以下的兩個問題，是希望各位同學能在課後之餘能動動腦想想看，這些問題是很有趣的。如果你不知道答案，你知道應該怎麼樣去找出答案嗎。（提示：一定要動腦，發揮想像力喔！）

【想想看】

★玻璃除了我們平常所常見的用途之外，你是不是能夠想出一些玻璃的另類用途呢？

★這裡有幾個跟玻璃很相近的名詞，石英、水晶、琉璃，你知道怎麼把玻璃跟它們區別出來嗎？

教師參閱資料

◎活動一

玻璃的分類並無一定標準，設計者參考新竹科學工藝博物館之分類為標準，並將之略微說明：

1. 容器類：食品容器、飲料瓶、耐熱壺、餐具、化妝瓶
2. 理化學類：實驗室用玻璃、多孔質玻璃、石英玻璃、醫療器材
3. 電子類：LCD 薄板、IC 薄片、真空管、映像管、光電效果玻璃、電器絕緣玻璃、離子傳導性玻璃
4. 照明類：燈泡、燈罩、日光燈、霓虹燈管、美術燈水晶玻璃、水銀燈泡、汽車照明
5. 建材類：玻璃棉、磚瓦、馬賽克玻璃、大型結晶版玻璃、防火纖維布、斷熱玻璃、防紫外線玻璃、視野選擇玻璃、瞬間調光玻璃
6. 光學類：眼鏡、光學鏡片、感光玻璃、光纖、導光玻璃、石英玻璃、磁氣光學效果玻璃、反射變化玻璃
7. 平版類：鏡子、透明玻璃、壓花玻璃、刻花玻璃、鋼絲網入玻璃、彩繪玻璃、強化玻璃、霧狀玻璃、家具
8. 其他：一般藝品、道路反光片、電磁爐板、人工骨骼、音箱

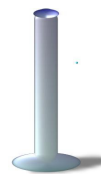
◎活動二

玻璃在普通理化實驗室中，用途極廣。設計者列舉以下數種實驗室常見或常用的玻璃儀器與器材，並介紹其簡單的用途：

1. 名稱：燒杯
用途：盛裝溶液、進行反應



2. 名稱：量筒
用途：量測液體與固體體積、不可在其中配置溶液也不可用來進行反應



3. 名稱：圓底燒瓶
用途：盛裝溶液、方便搖晃、底部放塑膠墊



4. 名稱：酒精燈
用途：裝酒精以利燃燒



5. 名稱：玻璃棒
用途：攪拌、輔助傾倒溶液



6. 名稱：試管
用途：少量試劑反應、方便觀察變化、放在試管架上可同時比較多個反應。



7.

名稱：錐形瓶

用途：盛裝溶液、
觀察顏色與
沈澱變化。



※除以上所列幾種玻璃儀器之外，設計者亦在此列舉其他幾種常見玻璃儀器，李必氏冷凝器、迴流管、定量瓶、滴定管、顯微鏡、各種透鏡、玻璃滴管、錶玻璃等。儀器的構形目的部分，教師則可用各種具有相同功能的儀器作比較，讓學生思考功能上的差異。例如：都可以用來盛裝溶液的三種儀器：燒杯、圓底燒瓶與錐形瓶的差別，在於燒瓶易於搖晃，使均勻混合，方便觀察沈澱。而錐形瓶在底下放置白色紙張，則較易觀察顏色變化。

◎活動三：

活動中三項閱讀資料，為設計者參考文獻而編寫成。若教師認為有應該增進的部分，則教師可參閱所附相關參考文獻。

以下為各問題的參考解答：

1. 砂石和天然鹼
2. 高溫，加熱
3. 混合物
4. 硬度高、透明、易破裂、熔點高，無一定熔點、組成
5. 氫氟酸、鹼性液體、高溫磷酸
6. 見文章

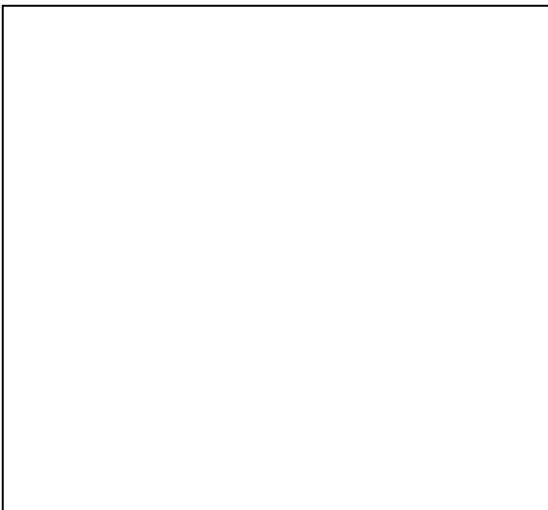
※示範實驗的注意事項：

加熱必須要持續一段時間，如果第一

次不成功可再多加熱一段時間。最後讓玻璃在沖冰水的過程中讓玻璃產生破裂，甚至是碎裂的情況。實驗操作間並請注意安全！

此示範實驗應只由教師操作，目的在讓學生觀察玻璃很容易因為急速地熱漲冷縮而產生破裂的情形，並且較厚的玻璃通常較易因此碎裂。常常在科學實驗室中，特別是一些加熱的實驗結束後清洗器具時，最容易發生玻璃破碎的情況。除了會造成器材浪費的情況之外，更容易因此發生一些割傷等意外事件。因此本活動特別加進這個小小的示範實驗，期望能讓學生瞭解並注重實驗室裡的安全。並讓學生瞭解到這也是玻璃的特性之一。

※玻璃熔化溫度



◎活動四：

本活動目的，在於多媒體的呈現，教師可利用錄影帶或以投影片方式上課。若在交通允許情況之下，強烈建議參觀新竹玻璃工藝館，該處可事先預約專人介紹和示範玻璃工藝燒製過程。並有許多玻璃的

相關資訊。有關訊息，請查詢新竹玻璃工藝館網站：<http://www.hcgm.gov.tw>，該館電話：03-5626091。不論是參觀工廠或是錄影帶觀賞，教師都應先要求學生先寫下問題，並在觀看的過程中，由學生自己做重點整理，此為本活動評分要項。

◎活動五：

在上一個活動結束前，先讓各組決定或選擇在本週次進行的活動中，學生所要報告的主題，至少需讓學生有一個星期的時間充分準備。提醒學生報告的內容至少要包含哪些項目，並至少應該不定時檢視學生搜索資料的過程與進度。

小組自評表的功能是，用來看學生是否用心參與過程。應避免讓學生有互相袒護的情形發生。必須叮嚀各小組盡力保持一致的評分標準，針對報告的內容加以評分，並統計最後成績最佳的小組予以嘉獎鼓勵。最後，並要求學生做一最後統整之書面報告以供教師評分，該報告內容應盡量避免浮濫的網路資料，而是學生整理過和看過再寫出來的部分。評分的重點，必須一再明確地述說，是報告內容的深度與廣度。

◎活動六

本活動乃以一些簡單的玻璃工具的燒製加工為主。教師應先準備空心的玻璃管（盡量以實驗室的玻璃為主，其熔點較低），銼刀，以及能產生高溫的火焰工具，例如噴燈或本生燈。並配戴護目鏡。若有問題可查詢錄影帶或在參觀時可請專人示範。則可將此活動與參觀活動合而為一。

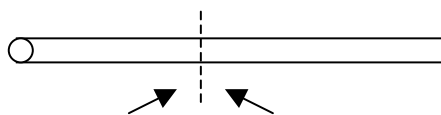
以下是各項示範活動的圖示與解說：

(1)截斷玻璃管

將玻璃管置於桌上，

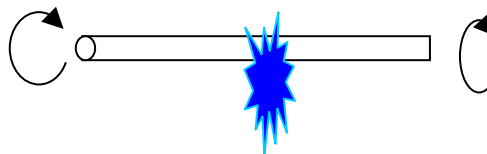


以銼刀在欲切斷處，用力劃上一刀，



兩手拇指分別壓住刀痕兩側，刀痕向外兩手拇指同時向外施力，即可截斷。

(2)滴管的製作

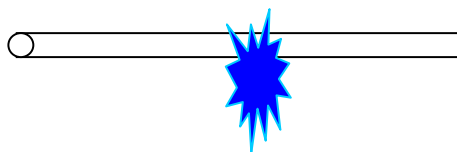


手持玻璃管兩端，打開火源使火焰呈藍色，雙手不停轉動使玻璃棒一處均勻受熱待玻璃棒變軟之後，左右均勻施力往外拉開。



拉開時，受熱變軟之處的管徑會因受力而變小再將口徑變小之處依上一方法截斷再將另一端，裝上塑膠套即成滴管。

(3)玻璃的彎曲



加熱時，使玻璃左右移動並加旋轉，使受熱面積加大待玻璃棒變軟時，施力使玻璃棒彎曲。

四、模組設計參考資料

【書籍與月刊】

1. 幼獅少年百科全書 vol.5, 幼獅文化事業股份有限公司出版, 中華民國 73 年 10 月初版, P200~201。
2. 簡明大英百科全書中文版 vol.8, 臺灣中華書局股份有限公司、美國大英百科全書公司聯合編輯, 臺灣中華書局股份有限公司出版, 中華民國 78 年 6 月出版, P218~219。
3. 科學月刊, 1981 年 7 月份, 玻璃化學
4. 閃亮的日子/新竹地區玻璃工藝發展史, 周平等著, 玻璃工藝博物館。
5. 基礎化學, 楊永華等編著, 三民書局。

6. 推翻世紀的話學故事, 劉宗寅著, 晨曦出版社, 2002 年 2 月。
7. 圖解生活化學世界, 米山正信著, 世茂出版社, 民國 92 年。
8. 解體新書 vol.1, vol.4, 日刊工業社出版, 良辰出版社翻譯。

【網站】

1. 新竹市玻璃工藝博物館
<http://www.hcgm.gov.tw/chinese/>
2. 台北市玻璃工會
<http://www.tgca.org.tw/>