



## 透過主動學習強化 — 教育學士課程學員的科學素養

蘇詠梅、鄭美紅

香港教育學院

電郵：[wiso@ied.edu.hk](mailto:wiso@ied.edu.hk) , [maycheng@ied.edu.hk](mailto:maycheng@ied.edu.hk)

收稿日期：二零零一年十月二十六日

---

### 內容

- [摘要](#)
  - [緒論](#)
  - [科學素養](#)
  - [主動學習](#)
  - [研究方法](#)
  - [結果及討論](#)
    - [「預測 - 觀察 - 推論」活動](#)
    - [設計科學探究活動](#)
  - [總結](#)
  - [參考文獻](#)
  - [附件](#)
    - [附件一](#)
    - [附件二](#)
    - [附件三](#)
    - [附件四](#)
- 

### 摘要

本文報告一項有關透過主動學習，強化香港教育學士課程學員科學素養水平的研究。研究旨在探討學員透過積極參與科學學習活動後，其科學知識、技能及態度方面的發展情況，因為這些都是科學素養的重要原素。修讀教育學士課程的學員必須於課程的基礎年修讀科學單元，有關



單元的設計理念在於透過積極參與不同範疇的科學活動，以促進學員主動學習科學。

本研究透過訪問 79 位學員及分析他們的學習日誌，將所需數據收集，從而探討他們在科學知識、技能及態度等各方面的發展。上述學習日誌包括學員就每一項活動所作的預測、觀察記錄及所作的推論；完成活動後所寫下的個人見解及學習心得；完成活動後對每一項所運用過的科學探究技巧的描述以及對其重要性的看法。最後，其中十一位學員按隨機抽樣的方式抽出，接受訪問，以進一步探討學員認為有效推動主動學習科學的方法。

本研究的意義在於探究學員如何透過主動學習，從而提升他們的科學知識、技能及態度等各方面的能力。本文亦提供一些能有效提升學員科學素養的建議，從而協助準教師們面對來自日新月異的科技社會、以及未來教學工作上的種種新挑戰。

## 緒論

科學與科技滲透我們日常生活的每個部份。Laugksch & Spargo (1996) 認為科學化、經濟性、意識形態、學術和美學等是普及了個人注重其科學素養的重要原因。這些觀點對科學教育政策、課程內容及教學方法均有重大的含意，而且更喚起各地教育界人士注意中、小學的科學教育，以培育出有科學素養的新一代。可是，即使在「第三屆數學和科學國際性研究」曾指出香港學生於科學科的表現遠遜予其他國家，但對加強香港科學教育的討論或政策未有認真地關注(Cheng & Cheung, 1999)。因此，香港教師教育應致力提升準教師的科學素養水平，務求培育出具有科學素養的公民。

本文旨在報告一項有關透過主動學習，強化香港教育學士課程學員科學素養水平的研究。研究目的是探討學員透過積極參與科學學習活動後，其科學知識、技能及態度方面的發展情況，因為這些都是科學素養的重要原素。

## 科學素養



雖然"科學素養"這個名詞在科學教育界已經出現多時,不過至今還未有一個統一的定義。有關由科學教育家所提出的科學素養要旨自一九五零年已開始受到考究,且乃源於口號化(Bybee, 1997)。其後,"科學素養"這個意念得到廣泛採納,由口號化發展成為經過細心詮釋的定義,變得更具原則性。一九九五年,美國國家研究協會(The National Research Council)頒佈國家科學教育指標(the National Science Education Standards),詳細說明科學教育的展望是要令廿一世紀全人類對科學都有進一步的認知(National Academy of Sciences, 1996)。在教育指標的大綱中更進一步闡釋科學素養為「在一個充滿科學探究得來的產品的世界中,科學素養就是每個人必須有的。」此外,「科學素養在一些需要嶄新技巧的行業上同樣變得越來越重要,員工需要用心去學習、理解、創意地思考、作判斷、及解決難題。對科學及科學過程的了解都是取得這些技巧的先要條件。」

近年,亞洲地區都對科學素養有明確的訴求。如台灣的王美芬和熊召弟(1995)及魏明通(1997)在討論台灣的國民小學自然科教材教法和科學教育均關注到科學素養這個議題,他們所討論的科學素養主要是環繞美國進步科學學會的《2061 計劃:科學全民化》(American Association for the Advancement of Science, 1990)所提出的國民需要具有科學素養的——教育最重要的功能就是使國民具備生活的能力和責任,由於二十一世紀的生活更需要技術資訊、運用科技,以及人們與社會的關係,學校教育中的科學、數學和科技要能使國民的思考發展出瞭解和習慣,以便面對生活。此外,鄰近香港的廣州市九年義務教育的科學課程討論稿(廣州市教委教學研究室, 2001)中亦有提到科學素養包括必要的、基礎的科學知識、科學方法、科學態度和科學意識。

## 主動學習

魏明通(1997)認為教師為中心的科學教學,可讓學生在較短時間內學習科學,可以總覺得有些不夠,惟在科學方法及科學態度方面得不到很多益處。而近年科學教育以學生的「做中學」的理念抬頭,他期能使學生在科學概念、方法及態度能平均發展。此外,近年在知識快速增加及累積的情況下,教育的意義就不再是「知識的轉移」,更重要的是學生要學會如何去學習(王善芬、熊召弟, 1995)及要透過主動積極參與學習。再者,由於近年建構觀點的影響,認為學習是新知識,新經驗獲得的過



程, 本質上是富涵主動的屬性的(von Glasersfeld, 1991)。所以, 課程設計者和教師們應提供學習者「自主權」(自我作主)的機會及學習情境去實作、思考、參與及討論來建立和發展自己的概念。

## 研究方法

曾經有研究提出教師教育需設計及推行一些特別的課程、策略以及方法, 來培養準教師對科學及科學教學應抱的態度 (Hall, 1992)。爲了迎接科技日新月異的二十一世紀, 就讀教育學士課程的準教師因而需要不斷提升個人的科學素養水平。

香港第一個全日制的教育學士課程中就設計了一個在基礎年推行的基礎科學單元。單元的內容設計採納了「以活動爲主」的方案。Padilla (1991)曾經提出「"活動"一詞多年來已演變成與 "促進科學教育"同義」。基礎科學單元主要是爲學員提供更多機會讓學員接觸科學過程、科學技能及主要的科學概念。單元包括有以下各個範疇: 科學本質、科學探究、細胞與生命、自然世界、物料與環境及能源與科技等。首兩個範疇:「科學本質」、「科學探究」的設計主要是讓學員在學習其他科學概念前先接觸及嘗試科學過程及科學探究。單元設計的理念是讓學員積極投入不同的科學學習活動, 以促進他們主動學習科學, 再而進一步提升其科學素養水平。基礎科學單元的「科學本質」、「科學探究」範疇中包括有兩大類型的學習活動。

第一類是「預測 - 觀察 - 推論」活動, 用以幫助學員們養成對凡事先作預測, 仔細觀察, 再根據觀察作推論的習慣。這些活動需要學員在閱讀多種項目工作的圖片或文字指引後將他們的預測寫下來, 接著學員們便要開始著手進行工作, 記錄觀察所得, 以及按照其觀察, 作出推論。最後, 學員需重新評估及挑戰他們先前所作的預測。

第二類活動是按既定的情況、規限和背景進行探究, 從而使學員培養出探究精神以及解決難題的決心。活動還爲學員提供一些考心思及具擴展性的問題, 以超越學員只憑個人的經驗來擴闊其視野。這些活動都較爲著重思考, 學員須提議探究方法、記錄過程中的觀察所得、引證結果、從而作出總結。學員還要寫下個人對每一個學習活動的想法。當完成所有的學習活動後, 學員須列出所有他們曾經運用過的科學探究技巧及描



述其重要性。

本研究的學習日誌樣本共抽選自三組（共七十九位）修讀教育學士課程一年級基礎科學單元的學員。本研究收集了有關學員的工作紀錄冊、訪問和觀察報告以作分析。當中包括：在觀察預測活動中所作的預測、觀察記錄和分析；完成參與每一項活動後的個人見解；及記錄所採用的科學探究技巧以及其重要性等。十一位學員是以隨機抽樣方式抽出來接受訪問，訪問的目的在於探討他們對主動學習科學的意見。調查內容主要包括主動學習的模式能否協助他們提升其科學素養水平、科學探究技巧和改變他們對科學學習的態度。

## 結果及討論

### 「預測 - 觀察 - 推論」活動

*受固有的理解影響到所作的"預測"、"觀察"及"推論"*

這個以四個項目構成的「預測 - 觀察 - 推論」活動設計有考慮 Harlen(1992) 和 Yager (1991) 所認為的學員能將新的體驗與舊有的觀念作比較，從而利用這方面的資訊來建立新的理解。經過分析學員的習作後，發現有大部份學員（超過三分之二）所作的預測與實驗的觀察有很大差別，而有部份學員更不作出任何預測，原因是他們不能想像將會有甚麼事情發生(見表一)。

表一：事前預測與觀察之分別

	預測與觀察不乎 (學生人數)	預測與觀察相約 (學生人數)	不清楚會有什麼情況發生
工作一	63	11	5
工作二	57	11	11
工作三	52	27	0
工作四	49	30	0



在進行工作一(附件一)時,大部份學員都預計氣球會越變越大,且會在樽口豎起。他們之所以作出這種預測,是因為他們在小學或初中時曾經進行過熱空氣令汽球膨漲的實驗。至於工作二(見附表二),有部份學員預計乒乓球會升起,而有部份則預計乒乓球會在漏斗內跳起。他們作出這等預測同樣是因為他們曾經遇見過由氣流所產生的推動力。在另外其餘兩項工作中也出現類似預測與觀察有差異的情況。從以上的情況來看,不難了解到學員所作的預測都是按照他們以往的經驗而推想出來的。例如:當到與熱有關的活動時,學員很自然會聯想到物件遇熱膨漲;而當有風的時候,學員又會聯想到向上或向外的移動。這證明學員都受到固有的概念所影響而對相類似的情況作出同樣預測。

從接受訪問的學員之回應中就能進一步證明固有觀念的影響。當問及學員如何就有關的科學問題作出預測時,十一位受訪者中有九位表示他們會根據以往的經驗及個人對科學的知識來作預測,而另外兩位則表示會考慮到題目的步驟和程序。在他們十一位當中,有七位承認他們的作為的預測跟實驗的觀察相差甚遠,預測錯誤的主要原因是他們通常沒有細心留意工作的步驟及受到以往的經驗所影響。

學員在為工作一進行推論的時候,雖然他們都驚訝地發現氣球會縮進樽內,在樽內膨漲,而不與他們所作的預測相符。不過在學員所作的推論及解釋中也多只提到氣球內的空氣膨漲。其實工作一已清楚地說明要求,在停止加熱後才把氣球套到樽頸上,只可惜所有學員一看見加熱的儀器便即時聯想到空氣膨漲,而忽略了因實驗程序有所不同而產生的氣壓變化。跟上述情況相若所作的推論及解釋之現象在其他的三個工作中也是相當普遍。

### 作推論時考慮其他因素

透過分析學員的推論和解釋,發現他們每位在第一、二個工作時都只不過舉出了一個解釋。有某部份學員在進行第三、四個工作時已略見進步,開始懂得在推斷時同時考慮其他因素。雖然他們所作的推論及解釋不一定正確,然而卻進步了不少,懂得嘗試多思考其他可能性,而不是單單舉出自己認定的答案。在完成工作一及工作二後,學員都少用了一些較為肯定的語調,從以下的例子可看出他們的懷疑與不肯定,例如"我懷疑這是否..."或"以我個人的推測..."等,而且他們都顯得能夠擺脫以往的經驗和不受相類似的實驗結果所影響。明顯地,這類型活動能夠



給予學員一個機會去認清固有觀念跟實際體驗的分別，這跟 Glynn, Yeany and Britton's (1991) 的說法相約 — 「學習科學是一個建構並重組個人理論及認知的過程。」縱使並不是每位學員都能夠作出正確的解釋及推論，但這些活動均可為學員提供一個反思、重新分析及綜合資料的機會，使他們得到全新的體會。

此外，大部份學員在報告中指出他們經過觀察後所作的解釋其實都是小組討論得出的結論，證明這類科學活動能夠加強他們彼此間的合作，有助他們集體討論各組員的個別疑題、互相分享有關資料和檢討大家的推斷。再者，學員都認為這個「預測 - 觀察 - 推論」活動有助推動科學探究及喚起他們對科學的興趣，而且能以相關的科學理論加強他們的理解。

## 設計科學探究活動

### 將科學融入生活

經過分析學員完成探究活動所發表的意見和回應後，發現學員對這些探究活動的反應都非常正面。大部份學員（84%）都敘述了探究以及他們取得成果的過程；超過八成的學員都認為探究活動所採用的情景（見附件三、四）有趣，且能夠喚起他們對科學探究的興趣。當中某部份學員（36%）提出了改善探究活動的方法，亦有增強學習成果的建議（33%）。其中三成學員更討論到如何將科學融入到日常生活中。此外，在訪問的過程中當學員被問及這種探究活動是否切合日常生活時，他們全都認為這些活動對他們了解日常現象很有幫助。雖然研究結果反映出學員的注意力主要都集中在探究的過程和得出的結論上，但其實學員亦有關注到探究活動所採用的情景並認為它是非常重要的，能夠引發學員對科學學習的興趣。

### 發展科學探究技巧

在探究活動中從學員所採用的方法技巧，就能反映出學員在科學知識水平的發展和增長。在進行探究時，大部份學員都認為"小心翼翼地觀察和記錄"、"選用適當的工具及材料"和"不斷重覆嘗試"在探究中具相當重要的地位。除此之外，學員亦需要"預測結果"、"作出假定"、"解釋現象"、"有系統地編排程序"、"控制易變的因素及準確測試"及"分析以及解



釋原因"。據資料顯示,只有少數學員會採用二手資料、考慮到其他因素和重視時間控制對科學探究的重要性。另外,有證據證明這一類科學活動能促使學員間彼此互相學習,有助他們解決個別的疑難、互相分享有關資料和檢討推論結果。因此,欲探究成功,有效的科學探究技巧實在是不可缺少。

有關上述所提到的科學探究技巧,本研究也就學員的解釋進行分析,結果發現學員都相信"有系統地編排程序"是非常重要的,看來他們都相信在探究過程中任何的出錯和失誤不單會令研究結果有所偏差和不可靠,同時也影響到證據搜集。Gott and Duggan (1995) 亦發現繁複的研究步驟是其中一個影響學員表現的主要因素,並且他們都普遍較為偏重於研究的方法和性質,原因是探究的方法實在有很多種類。Goldsworthy (1998) 提到老師應給予學生足夠的思想空間去自由決定探究程序與提供適當的協助令他們得以探究成功,從中取得平衡。在訪問中,學員都提到他們計劃進行"科學探究"的方法,他們大部份都會首先考慮到現有的資源;有部份會先同其他學員商量,然後安排人手;而有少部份則表示會在計劃探究項目之先界定可變的因素。

於本研究中學員也舉出了記錄對探究活動的重要性,有部份學員指出其重要性在於觀察結果會隨著時間而改變。Goldsworthy (1998) 曾提出過相類似的見解,他認為縱使有周詳的計劃及努力不懈地進行探究,但記錄上的差誤足以令探究結果變得不可靠。

本研究發現當中有部份學員能夠仔細描繪出探究的結果,甚至有部份學員還嘗試解釋得出的結論並把它帶到日常生活上,即使是 Goldsworthy (1998)曾指出大部份學員似乎都只能夠根據以往的經驗作簡單的總結。最後,調查發現能夠詳細引用過往生活例子的學員都較為容易成功地進行探究,而且這一份成功感似乎對探究起了積極的鼓勵作用。

### 發展正確的科學態度

科學探究的技巧固然講究,但其實學員對科學的態度也相當重要。學員提到在進行科學探究時所抱的"認真"態度和進行每一個步驟時的細心專注,是確保有更強的組織能力和更清晰的觀察能力,減少出錯機會。另外,學員亦曾提到"勇於嘗試"的重要性,他們指出如果缺乏不斷嘗試和探究,便無法找到新發現或令人滿意的探究成果。Griffin (1996)



認為科學探究是一個 "出錯及改正的過程"。學員亦認為"小心謹慎"是一個值得學員注意的地方,探究時做足安全措施,便可避免足以影響探究結果的錯誤出現。除此之外,學員也有注意到"客觀處事"、"細心忍耐"和"常存好奇心"這幾方面同樣是科學探究所必需具備的態度。另有相類似的調查(Hall, 1992)指出以活動為中心的課程對培養學員對科學以及對科學教學的正確態度有很大幫助。

科學態度	科學態度對進行科學探究的重要性
態度認真	<ul style="list-style-type: none"><li>- 加強組織</li><li>- 仔細觀察</li><li>- 減低出錯的機會</li></ul>
勇於嘗試	<ul style="list-style-type: none"><li>- 發現新事物</li><li>- 取得理想成果</li></ul>
小心謹慎	<ul style="list-style-type: none"><li>- 做好安全措施</li><li>- 避免探究結果受影響</li></ul>
客觀處事	<ul style="list-style-type: none"><li>- 取得可靠的結果</li></ul>
細心忍耐	<ul style="list-style-type: none"><li>- 得到可信的觀察</li><li>- 等發現之時</li></ul>
常存好奇心	<ul style="list-style-type: none"><li>- 不斷探索</li><li>- 不致在探究的過程中對探究對象失去興趣</li></ul>

### 發展以學生為中心的教學方法

在訪問期間,學員都會被問及他們現在上課時導師所採用的教學方法跟他們以往中學老師所用的是否相似。所有學員都表示在以往的學習過程中,他們都只是一步一步按老師的指示進行科學實驗。就學員的記憶所及,他們在過往的科學實驗活動中都並不需要作出預測,只要按著實驗步驟找出實驗結果便可。這正是以往傳統科學學習的方法,甚少鼓勵學



生主動學習及進行思考。至於就目前的科學活動來說，學員均表示他們有機會自由發揮，親身投入探究過程中。此外，還有助刺激學員對學習教學方法的興趣，使他們認識到教學其實應該著重學習者的參與，以及在設計教學時能盡量把教材融入日常生活中。當中部份學員更認為這些活動給予他們一思考機會，不單只要去證明，還要去深入探究，以找出相關結果。訪問結果反映出 Elementary Science Study (1970)所記載的智理明言：「我聽見...但忘記了；我看見...且我沒有忘記；我做...且我明白」。所有學員都認為這類型的科學活動有助喚起他們的學習興趣，令他們對相關的概念有更清晰了解，且有更大的自由空間去進行探索，推動他們積極尋求真相。最後，大部份學員都認識到這種以學生為中心的教學方法能夠讓他們自己去發掘、吸收、並建立一套他們對教學的獨特理解。他們都一致認為這一種以學生為中心的教學方法對他們策劃未來的教學有很大幫助。

## 總結

「試驗是科學教育的核心部份」(Reiss, 1998). 「探究本身就是一項科學試驗，讓學生親自決定所採用的研究策略和方法、選用合適的儀器、釐定測量的方法及分析結果。」(Millar & Lubben, 1996). 本研究提出了證據以證明透過主動學習科學有助加強科學素養能力。此外，及後發展教師教育課程時，這些透過學生主動學習的活動能夠提高準教師科學素養能力的建議亦應得到適當的考慮。

基於教師教育課程的學員都不一定擁有豐富的科學知識，所以在設計科學活動時著重考慮如何吸引學員對不同類型的探究活動產生興趣，原因是不同類型的活動有助啟發個別學生的獨特潛能。本研究所採用的兩種科學活動指明了兩種學習科學的不同方法，這與 Crossland (1998)在計劃實驗及研究科學時所提出的「學生參與」非常相近。

第一類「預測—觀察—推論」活動有助學員明白到以往的經驗如何影響到他們對新現象的理解，給予他們機會將想像中的情況跟實際的情況作一比較，令他們明白到原先的概念跟實際情況的出入。這些活動除了能夠令學員理解科學概念外，還可以令他們透過討論，讓他們參考其他組員的見解，以得出最佳的分析結論。第二類活動 — 科學探究有助學員將科學融入日常生活當中，喚起學員對科研的興趣。此外，亦可協助學



員發展科學技巧及科學態度，使他們對相關的概念及以學生為中心的教學方法有更深入的了解。

除了協助發展不同技能的各種活動外，一些能夠將科學融入生活及能夠在既定情景下進行探究和測試的活動也同樣非常重要。Feasy (1998) 指出「面對未來，第一大挑戰是整個科學課程，尤其是要進行科學探究。這是一個與日常生活互相融入的過程。」所有研究項目都會列明有關的情況、難題以及背景，目的是要推動學員積極進行探究以解決有關問題。這些科學活動都會依照社會背景來設計，而且都是跟日常生活息息相關的。這為科學探究提出了真正的意義，能夠令學員主動投入活動當中。可見本研究調查實提供了一些能夠幫助學員把科學跟生活拉近的方法建議。

科學教育的主要目的是要找出一套能夠有效幫助學生提高科學知識水平的教學方法。教師教育課程中為基礎年的學員設計的科學學習單元是要透過主動學習，從而幫助他們發展科學技巧，培養出正確的科學態度及取得有關的科學概念，從而提高對科學的認知，應付二十一世紀的新挑戰。而更重要的是在未來的教學過程中應盡力培育香港的下一代，使香港的新一代能夠像世界其他先進國家的公民一樣擁有豐富的科學素養水平。

## 參考文獻

American Association for the Advances of Science (1990). *Science for All American*. New York, Oxford University Press.

Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy, from purposes to practices*. USA: Heinemann.

Cheng, Y. C. & Cheung, W. M. (1999). Lessons from TIMSS in Europe: An observation from Asia. *Educational research and evaluation*, 227-236.

Crossland, J. (1998). Teaching for progression in experimental and investigative science. *Primary Science Review*, 53, 18-20.

Elementary Science Study (1970). *The EES reader*, Newton, MA: Education Development Center.

Feasy, R. (1998). Scientific investigation in context. In R. Sherrington (Eds.), *ASE Guide to Primary Science Education* (pp.71-75). Cheltenham: Stanley Thornes (Publishers) Ltd.



Glynn, R. H. Yeany & B. K. Britton (1991). A Constructive view of learning science. In S. M. Glynn, R. H. Yeany & B. K. Britton (Eds.) *The psychology of learning science* (pp.205-217). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Goldsworthy, A. (1998). Learning to investigate. In R. Sherrington (Eds.), *ASE Guide to Primary Science Education* (pp.63-70). Cheltenham: Stanley Thornes (Publishers) Ltd.

Gott, R. & Duggan, S. (1995). *Developing science and technology education: Investigative work in the science curriculum*. Buckingham: OUP.

Griffin, J. (1996). *Teaching handbook*. Science Teachers' Association of New South Wales Inc.

Hall, D. A. (1992). The influence of an innovative activity-centered biology program on attitudes toward science teaching among preservice elementary teachers. *School Science and Mathematics*, 92(5), 239-242.

Harlen, W. (1992). *Primary Science: Taking the plunge*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Laugksch R.C. & Spargo, P.E. (1996). Development of a Pool of Scientific Literacy Test-Items Based on Selected AAAS Literacy Goals. *Science Education*, 80(2), 121-143.

Millar, R. & Lubben, F. (1996). Knowledge and action: Students' understanding of the procedures of scientific enquiry. In G. Welford, J. Osborne & P. Scott (Eds). *Research in Science Education in Europe: Current Issues and Themes*. Falmer Press.

National Academy of Sciences (1996). *National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.

Padilla, M. J. (1991). *Science activities, process skills and thinking*. In S. M. Glynn, R. H. Yeany & B. K. Britton (Eds.) *The psychology of learning science* (pp.205-217). Hillsdale : Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Reiss, M. J. (1998). Science for All. In R. Sherrington (Eds.). *ASE Guide to Primary Science Education* (pp.63-70). Cheltenham: Stanley Thornes (Publishers) Ltd. von Glasersfeld (1991). Constructivist in education. *The International Encyclopedia of Curriculum*, 32-33, Pergamon, Press.

Yager, R. (1991). The constructivist learning model. *Science Teacher*, 52-57.

王美芬和熊召弟(1995)。國民小學自然科教材教法。台灣，心理出版社。

廣州市教委教學研究室(2001)。科學課程綱要。中國，廣州市教委教學研究室。

魏明通(1997)。科學教育。台灣，五南圖書出版有限公司。



## 附件一

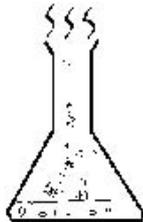
### 「預測—觀察—分析」活動

#### 工作一

將汽球套在熱水瓶口

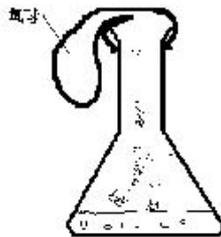
步驟：

1. 將五十毫升清水注入瓶內加熱

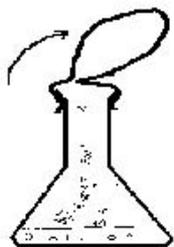


2. 停止加熱

3. 將汽球套在瓶口 (如下圖);



4. 一分鐘後將汽球拉起, 你認為汽球會怎樣?





## 附件二

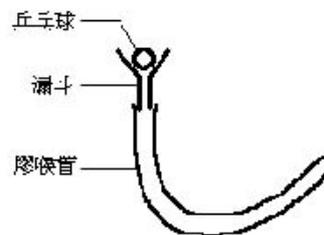
### 「預測—觀察—分析」活動

#### 工作二

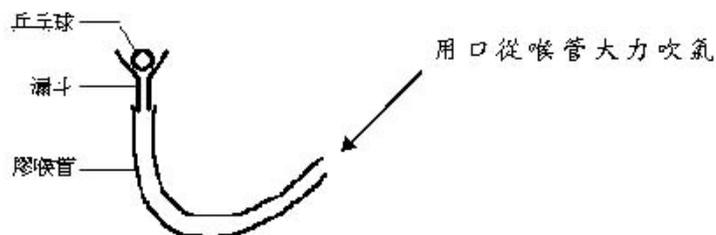
#### 漏斗中的乒乓球

步驟：

1. 按照下圖裝置儀器，



2. 然後用口從喉管大力吹氣，你預測漏斗中的乒乓球會怎樣？





## 附件三

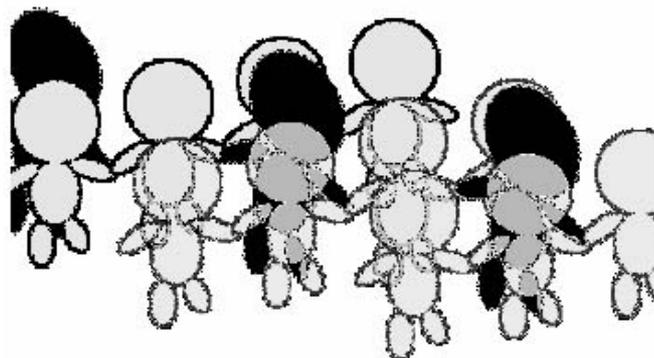
### 設計探究活動一

#### 神奇白膠漿

白膠漿有什麼用途？當然是用來粘貼。  
有參考書指出白膠漿是一種有粘性的聚合物。但是，只要加入少量的水和硼砂於白膠漿中就會加強它的韌性，變成一種可以任意變形的聚合物。



步驟是把水和硼砂慢慢地加入白膠漿中，然後白膠漿便會開始凝固，逐漸形成韌性較強的聚合物。究竟怎樣份量的硼砂和水才能夠製造出韌性較強的聚合物呢？



現在已經為你準備了一些白膠漿、水和硼砂。你只要改變硼砂和水的份量就會令韌性聚合物得到不同的效果。

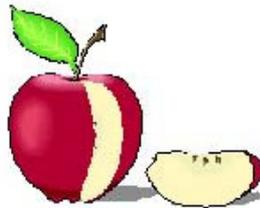


## 附件四

### 設計探究活動二

#### 蘋果不再黃

小明在午飯前已把蘋果切好，打算留待飯後才吃，不過，飯後他發現蘋果已經變黃了。他覺得這現象十分奇怪，於是決定尋找辦法防止蘋果因氧化而變黃。



他曾經聽過一個處理蘋果的方法，就是把蘋果浸在鹽水中浸。究竟浸鹽水是否預防蘋果變黃的最有效方法呢？試利用可在廚房找到的材料，如鹽、水、糖，維他命 C 等，找出一個最有效地預防蘋果變黃的辦法。