



# 透过主动学习强化 — 教育学士课程学员的科学素养

苏咏梅、郑美红

香港教育学院

电邮: [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

---

## 内容

- [摘要](#)
  - [绪论](#)
  - [科学素养](#)
  - [主动学习](#)
  - [研究方法](#)
  - [结果及讨论](#)
    - [「预测 - 观察 - 推论」活动](#)
    - [设计科学探究活动](#)
  - [总结](#)
  - [参考文献](#)
  - [附件](#)
    - [附件一](#)
    - [附件二](#)
    - [附件三](#)
    - [附件四](#)
- 

## 摘要

本文报告一项有关透过主动学习, 强化香港教育学士课程学员科学素养水平的研究。研究旨在探讨学员透过积极参与科学学习活动后, 其科学知识、技能及态度方面的发展情况, 因为这些都是科学素养的重要原素。修读教育学士课程的学员必须于课程的基础年修读科学单元, 有关单元

---



的设计理念在于透过积极参与不同范畴的科学活动, 以促进学员主动学习科学。

本研究透过访问 79 位学员及分析他们的学习日志, 将所需数据收集, 从而探讨他们在科学知识、技能及态度等各方面的发展。上述学习日志包括学员就每一项活动所作的预测、观察记录及所作的推论; 完成活动后所写下的个人见解及学习心得; 完成活动后对每一项所运用过的科学探究技巧的描述以及对其重要性的看法。最后, 其中十一位学员按随机抽样的方式抽出, 接受访问, 以进一步探讨学员认为有效推动主动学习科学的方法。

本研究的意义在于探究学员如何透过主动学习, 从而提升他们的科学知识、技能及态度等各方面的能力。本文亦提供一些能有效提升学员科学素养的建议, 从而协助准教师们面对来自日新月异的科技社会、以及未来教学工作上的种种新挑战。

## 绪论

科学与科技渗透我们日常生活的每个部份。Laugksch & Spargo (1996) 认为科学化、经济性、意识形态、学术和美学等是普及了个人注重其科学素养的重要原因。这些观点对科学教育政策、课程内容及教学方法均有重大的含意, 而且更唤起各地教育界人士注意中、小学的科学教育, 以培育出有科学素养的新一代。可是, 即使在「第三届数学和科学国际性研究」曾指出香港学生于科学科的表现远逊予其它国家, 但对加强香港科学教育的讨论或政策未有认真地关注(Cheng & Cheung, 1999)。因此, 香港教师教育应致力提升准教师的科学素养水平, 务求培育出具有科学素养的公民。

本文旨在报告一项有关透过主动学习, 强化香港教育学士课程学员科学素养水平的研究。研究目的是探讨学员透过积极参与科学学习活动后, 其科学知识、技能及态度方面的发展情况, 因为这些都是科学素养的重要原素。

## 科学素养



虽然"科学素养"这个名词在科学教育界已经出现多时, 不过至今还未有一个统一的定义。有关由科学教育家所提出的科学素养要旨自一九五零年已开始受到考究, 且乃源于口号化(Bybee, 1997)。其后, "科学素养"这个意念得到广泛采纳, 由口号化发展成为经过细心诠释的定义, 变得更具原则性。一九九五年, 美国国家研究协会(The National Research Council)颁布国家科学教育指针(the National Science Education Standards), 详细说明科学教育的展望是要令廿一世纪全人类对科学都有进一步的认知(National Academy of Sciences, 1996)。在教育指针的大纲中更进一步阐释科学素养为「在一个充满科学探究得来的产品的世界中, 科学素养就是每个人必须有的。」此外, 「科学素养在一些需要崭新技巧的行业上同样变得越来越重要, 员工需要用心去学习、理解、创意地思考、作判断、及解决难题。对科学及科学过程的了解都是取得这些技巧的先要条件。」

近年, 亚洲地区都对科学素养有明确的诉求。如台湾的王美芬和熊召弟(1995)及魏明通(1997)在讨论台湾的国民小学自然科教材教法和科学教育均关注到科学素养这个议题, 他们所讨论的科学素养主要是环绕美国进步科学学会的《2061计划: 科学全民化》(American Association for the Advancement of Science, 1990)所提出的国民需要具有科学素养的——教育最重要的功能就是使国民具备生活的能力和责任, 由于二十一世纪的生活更需要技术信息、运用科技, 以及人们与社会的关系, 学校教育中的科学、数学和科技要能使国民的思考发展出了解和习惯, 以便面对生活。此外, 邻近香港的广州市九年义务教育的科学课程讨论稿(广州市教委教学研究室, 2001)中亦有提到科学素养包括必要的、基础的科学知识、科学方法、科学态度和科学意识。

## 主动学习

魏明通(1997)认为教师为中心的科学研究, 可让学生在较短时间内学习科学, 可以总觉得有些不够, 惟在科学方法及科学态度方面得不到很多益处。而近年科学教育以学生的「做中学」的理念抬头, 他期能使学生在科学概念、方法及态度能平均发展。此外, 近年在知识快速增加及累积的情况下, 教育的意义就不再是「知识的转移」, 更重要的是学生要学会如何去学习(王善芬、熊召弟, 1995)及要透过主动积极参与学习。再者, 由于近年建构观点的影响, 认为学习是新知识, 新经验获得的过程, 本



质上是富涵主动的属性的(von Glasersfeld, 1991)。所以, 课程设计者和教师们应提供学习者「自主权」(自我作主)的机会及学习情境去实作、思考、参与及讨论来建立和发展自己的概念。

## 研究方法

曾经有研究提出教师教育需设计及推行一些特别的课程、策略以及方法, 来培养准教师对科学及科学教学应抱的态度 (Hall, 1992)。为了迎接科技日新月异的二十一世纪, 就读教育学士课程的准教师因而需要不断提升个人的科学素养水平。

香港第一个全日制的教育学士课程中就设计了一个在基础年推行的基础科学单元。单元的内容设计采纳了「以活动为主」的方案。Padilla (1991) 曾经提出「"活动"一词多年来已演变成与 "促进科学教育"同义」。基础科学单元主要是为学员提供更多机会让学员接触科学过程、科学技能及主要的科学概念。单元包括有以下各个范畴: 科学本质、科学探究、细胞与生命、自然世界、物料与环境及能源与科技等。首两个范畴: 「科学本质」、「科学探究」的设计主要是让学员在学习其它科学概念前先接触及尝试科学过程及科学探究。单元设计的理念是让学员积极投入不同的科学学习活动, 以促进他们主动学习科学, 再而进一步提升其科学素养水平。基础科学单元的「科学本质」、「科学探究」范畴中包括有两大类型的学习活动。

第一类是「预测 - 观察 - 推论」活动, 用以帮助学员们养成对凡事先作预测, 仔细观察, 再根据观察作推论的习惯。这些活动需要学员在阅读多种项目工作的图片或文字指引后将他们的预测写下来, 接着学员们便要开始着手进行工作, 记录观察所得, 以及按照其观察, 作出推论。最后, 学员需重新评估及挑战他们先前所作的预测。

第二类活动是按既定的情况、规限和背景进行探究, 从而使学员培养出探究精神以及解决难题的决心。活动还为学员提供一些考心思及具扩展性的问题, 以超越学员只凭个人的经验来扩阔其视野。这些活动都较为着重思考, 学员须提议探究方法、记录过程中的观察所得、引证结果、从而作出总结。学员还要写下个人对每一个学习活动的想法。当完成所有的学习活动后, 学员须列出所有他们曾经运用过的科学探究技巧及描



述其重要性。

本研究的学习日志样本共抽选自三组（共七十九位）修读教育学士课程一年级基础科学单元的学员。本研究收集了有关学员的工作纪录册、访问和观察报告以作分析。当中包括：在观察预测活动中所作的预测、观察记录和分析；完成参与每一项活动后的个人见解；及记录所采用的科学探究技巧以及其重要性等。十一位学员是以随机抽样方式抽出来接受访问，访问的目的在于探讨他们对主动学习科学的意见。调查内容主要包括主动学习的模式能否协助他们提升其科学素养水平、科学探究技巧和改变他们对科学学习的态度。

## 结果及讨论

### 「预测 - 观察 - 推论」活动

*受固有的理解影响到所作的“预测”、“观察”及“推论”*

这个以四个项目构成的「预测 - 观察 - 推论」活动设计有考虑 Harlen(1992) 和 Yager (1991) 所认为的学员能将新的体验与旧有的观念作比较，从而利用这方面的信息来建立新的理解。经过分析学员的习作后，发现有大部份学员（超过三分之二）所作的预测与实验的观察有很大差别，而有部份学员更不作出任何预测，原因是他们不能想象将会有甚么事情发生(见表一)。

表一： 事前预测与观察之分别

	预测与观察不乎 (学生人数)	预测与观察相约 (学生人数)	不清楚会有什 么情况发生
工作一	63	11	5
工作二	57	11	11
工作三	52	27	0
工作四	49	30	0



在进行工作一(附件一)时,大部份学员都预计气球会越变越大,且会在樽口竖起。他们之所以作出这种预测,是因为他们在小学或初中时曾经进行过热空气令气球膨涨的实验。至于工作二(见附表二),有部份学员预计乒乓球会升起,而有部份则预计乒乓球会在漏斗内跳起。他们作出这等预测同样是因为他们曾经遇见过由气流所产生的推动力。在另外其余两项工作中也出现类似预测与观察有差异的情况。从以上的情况来看,不难了解到学员所作的预测都是按照他们以往的经验而推想出来的。例如:当到与热有关的活动时,学员很自然会联想到对象遇热膨涨;而当有风的时候,学员又会联想到向上或向外的移动。这证明学员都受到固有的概念所影响而对相类似的情况作出同样预测。

从接受访问的学员之响应中就更能进一步证明固有观念的影响。当问及学员如何就有关的科学问题作出预测时,十一位受访者中有九位表示他们会根据以往的经验及个人对科学的知识来作预测,而另外两位则表示会考虑到题目的步骤和程序。在他们十一位当中,有七位承认他们的作为的预测跟实验的观察相差甚远,预测错误的主要原因是他们通常没有细心留意工作的步骤及受到以往的经验所影响。

学员在为工作一进行推论的时候,虽然他们都惊讶地发现气球会缩进樽内,在樽内膨涨,而不与他们所作的预测相符。不过在学员所作的推论及解释中也多只提到气球内的空气膨涨。其实工作一已清楚地说明要求,在停止加热后才把气球套到樽颈上,只可惜所有学员一看见加热的仪器便实时联想到空气膨涨,而忽略了因实验程序有所不同而产生的气压变化。跟上述情况相若所作的推论及解释之现象在其它的三个工作中也是相当普遍。

### *作推论时考虑其它因素*

透过分析学员的推论和解释,发现他们每位在第一、二个工作时都只不过举出了一个解释。有某部份学员在进行第三、四个工作时已略见进步,开始懂得在推断时同时考虑其它因素。虽然他们所作的推论及解释不一定正确,然而却进步了不少,懂得尝试多思考其它可能性,而不是单单举出自己认定的答案。在完成工作一及工作二后,学员都少用了一些较为肯定的语调,从以下的例子可看出他们的怀疑与不肯定,例如"我怀疑这是否..."或"以我个人的推测..."等,而且他们都显得能够摆脱以往的经验 and 不受相类似的实验结果所影响。明显地,这类型活动能够给予学员



一个机会去认清固有观念跟实际体验的分别, 这跟 Glynn, Yeany and Britton's (1991) 的说法相约 — 「学习科学是一个建构并重组个人理论及认知的过程。」纵使并不是每位学员都能够作出正确的解释及推论, 但这些活动均可为学员提供一个反思、重新分析及综合资料的机会, 使他们得到全新的体会。

此外, 大部份学员在报告中指出他们经过观察后所作的解释其实都是小组讨论得出的结论, 证明这类科学活动能够加强他们彼此间的合作, 有助他们集体讨论各组员的个别疑题、互相分享有关资料和检讨大家的推断。再者, 学员都认为这个「预测 - 观察 - 推论」活动有助推动科学探究及唤起他们对科学的兴趣, 而且能以相关的科学理论加强他们的理解。

## 设计科学探究活动

### 将科学融入生活

经过分析学员完成探究活动所发表的意见和响应后, 发现学员对这些探究活动的反应都非常正面。大部份学员(84%)都叙述了探究以及他们取得成果的过程; 超过八成的学员都认为探究活动所采用的情景(见附件三、四)有趣, 且能够唤起他们对科学探究的兴趣。当中某部份学员(36%)提出了改善探究活动的方法, 亦有增强学习成果的建议(33%)。其中三成学员更讨论到如何将科学融入到日常生活中。此外, 在访问的过程中当学员被问及这种探究活动是否切合日常生活时, 他们全都认为这些活动对他们了解日常现象很有帮助。虽然研究结果反映出学员的注意力主要都集中在探究的过程和得出的结论上, 但其实学员亦有关注意到探究活动所采用的情景并认为它是非常重要的, 能够引发学员对科学学习的兴趣。

### 发展科学探究技巧

在探究活动中从学员所采用的方法技巧, 就能反映出学员在科学知识水平的发展和增长。在进行探究时, 大部份学员都认为"小心翼翼地观察和记录"、"选用适当的工具及材料"和"不断重复尝试"在探究中具相当重要的地位。除此之外, 学员亦需要"预测结果"、"作出假定"、"解释现象"、"有系统地编排程序"、"控制易变的因素及准确测试"及"分析以及解释原因"。据资料显示, 只有少数学员会采用二手资料、考虑到其它因素和重



视时间控制对科学探究的重要性。另外, 有证据证明这一类科学活动能促使学员间彼此互相学习, 有助他们解决个别的疑难、互相分享有关资料 and 检讨推论结果。因此, 欲探究成功, 有效的科学探究技巧实在是不可缺少。

有关上述所提到的科学探究技巧, 本研究也就学员的解释进行分析, 结果发现学员都相信"有系统地编排程序"是非常重要的, 看来他们都相信在探究过程中任何的出错和失误不单会令研究结果有所偏差和不可靠, 同时也影响到证据搜集。Gott and Duggan (1995) 亦发现繁复的研究步骤是其中一个影响学员表现的主要因素, 并且他们都普遍较为偏重于研究的方法和性质, 原因是探究的方法实在有很多种类。Goldsworthy (1998) 提到老师应给予学生足够的思想空间去自由决定探究程序与提供适当的协助令他们得以探究成功, 从中取得平衡。在访问中, 学员都提到他们计划进行"科学探究"的方法, 他们大部份都会首先考虑到现有的资源; 有部份会先同其它学员商量, 然后安排人手; 而有少部份则表示会在计划探究项目之先界定可变的因素。

于本研究中学员也举出了记录对探究活动的重要性, 有部份学员指出其重要性在于观察结果会随着时间而改变。Goldsworthy (1998) 曾提出过相类似的见解, 他认为纵使有周详的计划及努力不懈地进行探究, 但记录上的差误足以令探究结果变得不可靠。

本研究发现当中有部份学员能够仔细描绘出探究的结果, 甚至有部份学员还尝试解释得出的结论并把它带到日常生活上, 即使是 Goldsworthy (1998)曾指出大部份学员似乎都只能够根据以往的经验作简单的总结。最后, 调查发现能够详细引用过往生活例子的学员都较为容易成功地进行探究, 而且这一份成功感似乎对探究起了积极的鼓励作用。

### 发展正确的科学态度

科学探究的技巧固然讲究, 但其实学员对科学的态度也相当重要。学员提到在进行科学探究时所抱的"认真"态度和进行每一个步骤时的细心专注, 是确保有更强的组织能力和更清晰的观察能力, 减少出错机会。另外, 学员亦曾提到"勇于尝试"的重要性, 他们指出如果缺乏不断尝试和探究, 便无法找到新发现或令人满意的探究成果。Griffin (1996)认为科学探究是一个 "出错及改正的过程"。学员亦认为"小心谨慎"是一个值得



学员注意的地方, 探究时做足安全措施, 便可避免足以影响探究结果的错误出现。除此之外, 学员也有注意到"客观处事"、"细心忍耐"和"常存好奇心"这几方面同样是科学探究所必需具备的态度。另有相类似的调查(Hall, 1992)指出以活动为中心的课程对培养学员对科学以及对科学教学的正确态度有很大帮助。

科学态度	科学态度对进行科学探究的重要性
态度认真	<ul style="list-style-type: none"><li>- 加强组织</li><li>- 仔细观察</li><li>- 减低出错的机会</li></ul>
勇于尝试	<ul style="list-style-type: none"><li>- 发现新事物</li><li>- 取得理想成果</li></ul>
小心谨慎	<ul style="list-style-type: none"><li>- 做好安全措施</li><li>- 避免探究结果受影响</li></ul>
客观处事	<ul style="list-style-type: none"><li>- 取得可靠的结果</li></ul>
细心忍耐	<ul style="list-style-type: none"><li>- 得到可信的观察</li><li>- 等发现之时</li></ul>
常存好奇心	<ul style="list-style-type: none"><li>- 不断探索</li><li>- 不致在探究的过程中对探究对象失去兴趣</li></ul>

### 发展以学生为中心的教学方法

在访问期间, 学员都会被问及他们现在上课时导师所采用的教学方法跟他们以往中学老师所用的是否相似。所有学员都表示在以往的学习过程中, 他们都只是一步一步按老师的指示进行科学实验。就学员的记忆所及, 他们在过往的科学实验活动中都并不需要作出预测, 只要按着实验步骤找出实验结果便可。这正是以往传统科学学习的方法, 甚少鼓励学生主动学习及进行思考。至于就目前的科学活动来说, 学员均表示他们



有机会自由发挥, 亲身投入探究过程中。此外, 还有助刺激学员对学习教学方法的兴趣, 使他们认识到教学其实应该着重学习者的参与, 以及在设计教学时能尽量把教材融入日常生活中。当中部份学员更认为这些活动给予他们一思考机会, 不单只要去证明, 还要去深入探究, 以找出相关结果。访问结果反映出 Elementary Science Study (1970)所记载的智理明言:「我听见...但忘记了; 我看见...且我没有忘记; 我做...且我明白」。所有学员都认为这类型的科学活动有助唤起他们的学习兴趣, 令他们对相关的概念有更清晰了解, 且有更大的自由空间去进行探索, 推动他们积极寻求真相。最后, 大部份学员都认识到这种以学生为中心的教学方法能够让他们自己去发掘、吸收、并建立一套他们对教学的独特理解。他们都一致认为这一种以学生为中心的教学方法对他们策划未来的教学有很大帮助。

## 总结

「试验是科学教育的核心部份」(Reiss, 1998).「探究本身就是一项科学试验, 让学生亲自决定所采用的研究策略和方法、选用合适的仪器、厘定测量的方法及分析结果。」(Millar & Lubben, 1996). 本研究提出了证据以证明透过主动学习科学有助加强科学素养能力。此外, 及后发展教师教育课程时, 这些透过学生主动学习的活动能够提高准教师科学素养能力的建议亦应得到适当的考虑。

基于教师教育课程的学员都不一定拥有丰富的科学知识, 所以在设计科学活动时着重考虑如何吸引学员对不同类型的探究活动产生兴趣, 原因是不同类型的活动有助启发个别学生的独特潜能。本研究所采用的两种科学活动指明了两种学习科学的不同方法, 这与 Crossland (1998)在计划实验及研究科学时所提出的「学生参与」非常相近。

第一类「预测—观察—推论」活动有助学员明白到以往的经验如何影响到他们对新现象的理解, 给予他们机会将想象中的情况跟实际的情况作一比较, 令他们明白到原先的概念跟实际情况的出入。这些活动除了能够令学员理解科学概念外, 还可以令他们透过讨论, 让他们参考其它组员的见解, 以得出最佳的分析结论。第二类活动 — 科学探究有助学员将科学融入日常生活当中, 唤起学员对科研的兴趣。此外, 亦可协助学



员发展科学技巧及科学态度, 使他们对相关的概念及以学生为中心的教学方法有更深入的了解。

除了协助发展不同技能的各种活动外, 一些能够将科学融入生活及能够在既定情景下进行探究和测试的活动也同样非常重要。Feasy (1998) 指出「面对未来, 第一大挑战是整个科学课程, 尤其是要进行科学探究。这是一个与日常生活互相融入的过程。」所有研究项目都会列明有关的情况、难题以及背景, 目的是要推动学员积极进行探究以解决有关问题。这些科学活动都会依照社会背景来设计, 而且都是跟日常生活息息相关的。这为科学探究提出了真正的意义, 能够令学员主动投入活动当中。可见本研究调查实提供了一些能够帮助学员把科学跟生活拉近的方法建议。

科学教育的主要目的是要找出一套能够有效帮助学生提高科学知识水平的教学方法。教师教育课程中为基础年的学员设计的科学学习单元是要透过主动学习, 从而帮助他们发展科学技巧, 培养出正确的科学态度及取得有关的科学概念, 从而提高对科学的认知, 应付二十一世纪的新挑战。而更重要的是在未来的教学过程中应尽力培育香港的下一代, 使香港的新一代能够像世界其它先进国家的公民一样拥有丰富的科学素养水平。

## 参考文献

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)。国民小学自然科教材教法。台湾，心理出版社。

广州市教委教学研究室(2001)。科学课程纲要。中国，广州市教委教学研究室。

魏明通(1997)。科学教育。台湾，五南图书出版有限公司。



## 附件一

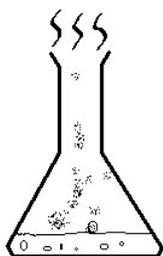
### 「预测—观察—分析」活动

#### 工作一

#### 将汽球套在热水瓶口

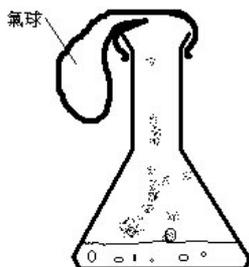
步骤：

1. 将五十毫升清水注入瓶内加热

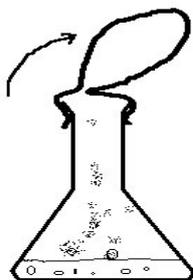


2. 停止加热

3. 将汽球套在瓶口（如下图）；



4. 一分钟后将汽球拉起，你认为汽球会怎样？





## 附件二

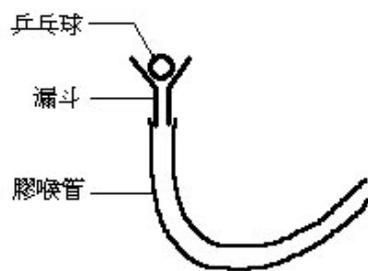
### 「预测—观察—分析」活动

#### 工作二

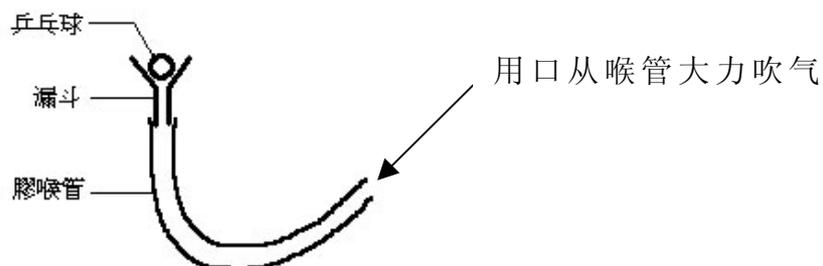
#### 漏斗中的乒乓球

步骤:

1. 按照下图装置仪器,



2. 然后用口从喉管大力吹气, 你预测漏斗中的乒乓球会怎样?





## 附件三

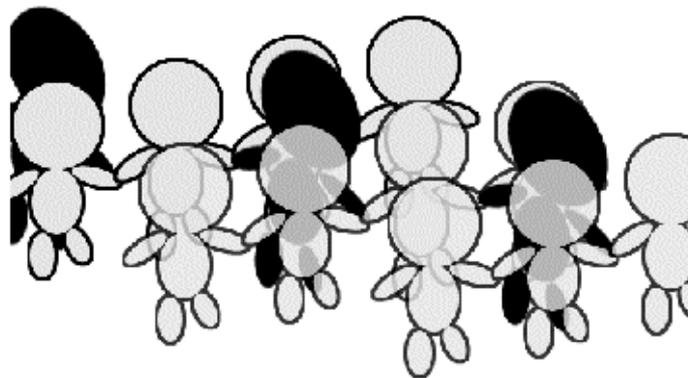
### 設計探究活動一

#### 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。

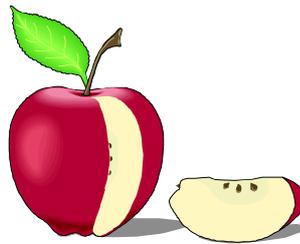


## 附件四

### 设计探究活动二

#### 苹果不再黄

小明在午饭前已把苹果切好, 打算留待饭后才吃, 不过, 饭后他发现苹果已经变黄了。他觉得这现象十分奇怪, 于是决定寻找办法防止苹果因氧化而变黄。



他曾经听过一个处理苹果的方法, 就是把苹果浸在盐水中浸。究竟浸盐水是否预防苹果变黄的最有效方法呢? 试利用可在厨房找到的材料, 如盐、水、糖, 维他命 C 等, 找出一个最有效地预防苹果变黄的办法。