

國小學童物理科學迷思概念研究：大氣壓力部分（6/6）

國科會計畫編號：NSC 94-2511-S-276-002

計畫主持人：美和技術學院 林顯輝教授

E-mail：x0019@meiho.edu.tw

摘要

本計畫根據國科會物理科學概念整合型計畫，前四年有關國小「大氣壓力」迷思概念之研究成果基礎，針對國小自然科教學「氣壓」相關概念之教材進行開發研究，設計開發一套適合我國國情之國小「氣壓」相關概念之自然科教學教材。本教材開發以「大氣壓力」相關概念之科學探究能力所需之教學活動設計、學習模組及有關的評量工具，以兩年為期進行合作式行動研究，依「設計與發展」、「試驗與精緻化」兩階段開發出整套以探究為導向之教師教學與學生學習所需之氣壓教學模組與二階段診斷式評量工具。

第一年已完成大氣壓力研究之探究式教學模組、教學活動設計，內含教學架構、學習活動、流程、教學說明及學習單等。第二年在南部某國小進行精緻化教學研究，其成果可供國小自然科教學教師之參考。

關鍵詞：大氣壓力、科學探究能力、教學模組

一、前言

（一）研究動機

現階段我國中小學科學教育主要目標即在培養國民科學素養，二十一世紀之高科技社會，更需提升全民科學與技術素養，目前九年一貫課程改革理念，即特別強調經由科學性的「探究」活動，培養學生科學探究的能力，進而提升全民的科學素養。因此，本研究小組即根據前四年有關國小「氣壓」迷思概念之成果，針對培養學生科學探究能力所需之「氣壓」相關概念之學習模組、探究式教學活動設計，及有關的評量工具，進行為期兩年之研究，期能提出有效之科學探究導向之「氣壓」教學模組與二階段診斷式評量工具。

（二）研究目的

本研究計畫主要目的如下：

1. 設計與開發有關國小學童「氣壓」相關概念科學探究能力之學生探究式教學活動設計、學習模組及二階段診斷式評量工具。
2. 進行國小學生「氣壓」相關概念探究式教學活動設計、學習模組之試教與評估，以及科學探究能力二階段診斷式評量工具之預試與實測。
3. 依實際教學評估及實測分析結果，修正精緻化並綜合統整出一系列培養國小學童「氣壓」概念之科學探究能力學習材料、教學素材、教學方式與二階段診斷式評量工具，供全國小學自然科教師教學參考之用。

二、文獻探討

本計畫旨在開發出整套以探究為導向之教師教學與學生學習所需之「氣壓」相關概念教學模組與二階段診斷式評量工具，並從尋求適切可行之學生科學探究能力之培育模式，茲針對科學探究能力與教學模組設計等有關文獻加以說明如下：

(一)科學探究能力

科學探究是學生採取主動去發現問題、發掘問題答案的活動 (Fairbrother, Watson & Black, 1993)。Lederman 和 Lederman (2002) 指出科學探究是科學家尋求問題答案之系統取向 (systematic approaches) 科學探究能力包括傳統的科學過程技能，它是各種科學過程技能結合科學知識、科學推理、與批判思考可以發展科學知識的能力。

教育部 (2001) 公布的九年一貫課程「自然與生活科技」領域在分段能力指標中，對科學探究的內涵闡述如下：

經由科學性的「探究活動」，自然科學的學習使學生獲得相關知識與技能。同時，也由於經常依照科學方法從事探討與論證，養成了科學的思考習慣和運用科學知識與技能以解決問題的能力。長期的從事科學性的探討活動，對於經由這種以「探究」方式建立的知識之本質將有所認識，養成提證據和講道理的處事習慣。再面對問題，處理問題時，持以好奇與積極的探討、了解及合理解決的態度，我們統稱以上各種知識、見解、能力與態度為「科學素養」。自然科學的學習，在於提升國民的科學素養。(引自教育部 2001, P.20)

根據上述，科學探究能力應包括觀察、應用時空關係、分類、應用數字、測量、傳達、預測、推理、控制變因、解釋資料、形成假設、下操作型定義、實驗等科學過程技能，並結合科學知識與科學思考智能之總體表現。

(二)探究式教學模式

Esler & Esler (1989) 在 "Teaching Elementary Science" 一書中曾介紹三種探究式教學模式：發現式探究教學 (inquiry by discovery)，推理式探究教學 (rational inquiry)，以及實驗式探究教學 (inquiry by experimentation)，研究者將此三種教學模式之過程加以整理比較如表一：

表一 探究式教學法

教學法	教學步驟
發現式探究教學	(1) 探索階段 (2) 發明階段 (3) 發現階段
推理式探究教學	(1) 教師講述 (2) 師生共同討論 (3) 學生運用推理發展其概念
實驗式探究教學	(1) 發現問題 (2) 指出變因 (3) 形成假設 (4) 控制變因，自行設計實驗 (5) 執行實驗以驗證假設

本計畫擬根據美國國家科學教育標準中所提到之科學探究教學模式 (NRC,

2000) 作為研究小組進行教學活動設計之依據。科學探究教學模式有五個共同階段如表二所示。在教學時先由問題開始，藉此給予學生發表先前知識的機會，使教師與學生間、學生與學生間均有互動(interaction)的機會，接著再給予學生預期結果與事實並不符合，因而產生認知衝突。接著由教師提供情境，讓學生經由動手做(hands on)的探究活動，使學生透過相互討論，思索解決問題。最後，學生進一步擴充他們新的理解和探究能力，並讓學生應用新建構的科學概念於新的學習情境中。

表二 科學探究教學模式五個共同階段(NRC, 2000)

階段一(投入 engage): 使學生接觸問題、事件或現象，連結到他們已經知道的事實，藉機製造他們想法衝突，促使他們學習。
階段二(探索 explore): 學生經由動手做的經驗探究他們的想法，形成假說與測試假說的過程，解決問題，探討所提出的解釋之合理性。
階段三(解釋 explain): 學生分析及詮釋實驗數據，綜合各部份想法，建立模型，與他們的教師或其他科學知識的來源澄清他們的概念和解釋。
階段四(精緻 elaborate): 學生擴充他們的新理解和能力，並應用所學到新的情境。
階段五(評量 evaluate): 學生與他們的教師回顧與評估學到什麼及如何習得。

探究式教學並非科學教學唯一策略，但是以“探究”為中心，進行科學之教學與學習。標準中從問題提到解釋驗證，指出在教室中進行探究有五個必要條件如表三：

表三 教室中進行科學探究的五個必要條件

教師提出科學導向的問題使學習者參與。
事先給予學習者證據，讓他們發展和評鑑他們對科學導向問題的解釋。
學習者從證據形成解釋，以確定科學導向的問題。
學習者評估他們另有解釋，特別反映出那些對於科學的理解。
學習者為他們所提出的解釋作溝通及辯證。

三、研究方法

(一) 研究範圍與研究樣本

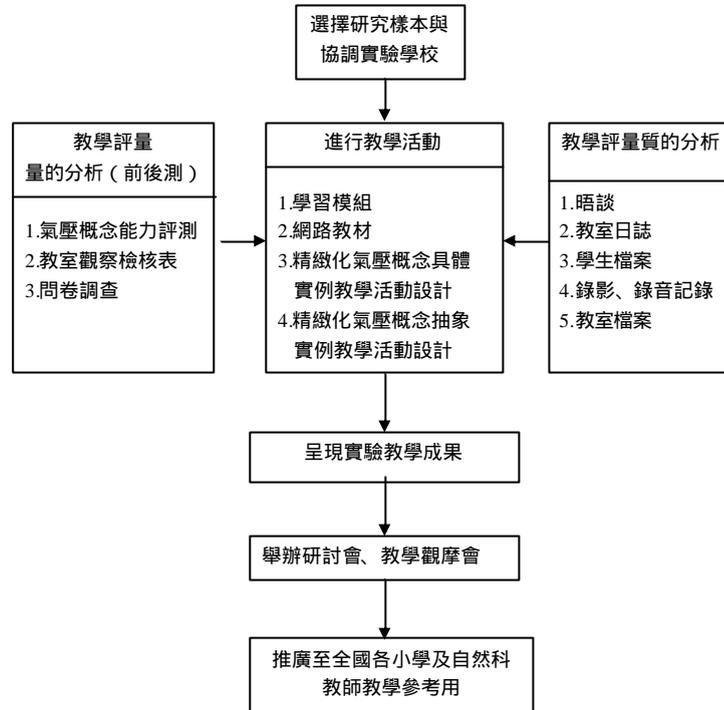
1. 以國小「自然與生活科技」領域之「氣壓」相關概念教材內容為研究範圍，設計有關學生「科學探究能力」探究式教學活動設計，學習模組及二階段診斷式評量工具。
2. 以國小高年級學童為研究對象與實驗教學樣本。

(二) 研究內容

1. 自行開發探究式「氣壓」相關概念之具體與抽象實例教學活動設計。
2. 自行開發「氣壓」相關概念學習模組。
3. 自行開發科學探究能力「氣壓」相關概念之二階段診斷式評量工具。

(三) 研究流程

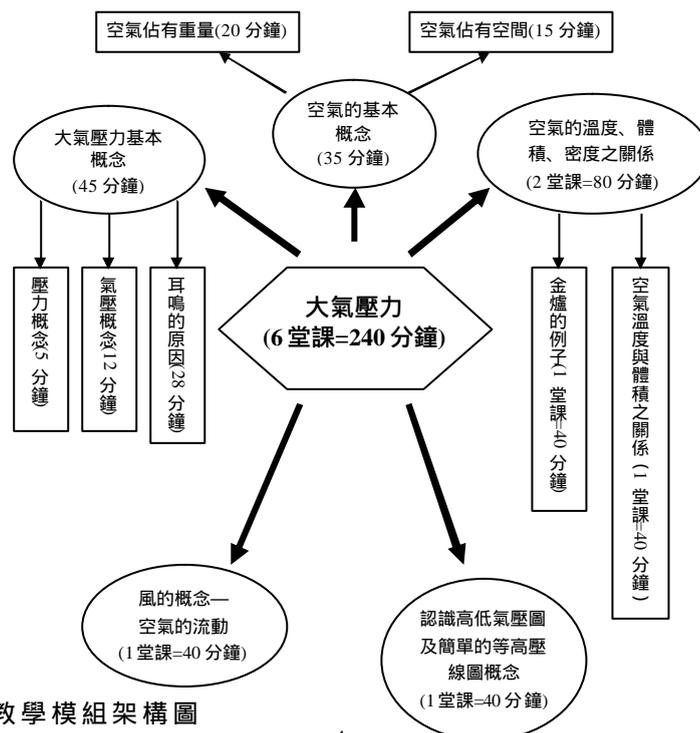
本研究計畫為期兩年，第一年之工作係根據前四年「氣壓」迷思概念之研究成果，著重於設計與開發有關國小「氣壓」相關概念之學童科學探究能力之教學活動設計，學習模組及二階段診斷式評量工具，第二年則進行精緻化教學及舉辦研討會，並將成果推廣至全國各小學，第二年研究流程（94.8-95.10）如下圖。



圖一 第二年研究流程圖

四、結果與討論

(一) 氣壓教學模組架構圖



圖二：氣壓教學模組架構圖

(二) 五 E 學習環教學模式與五 E 評鑑模式

根據「大氣壓力」教學模組架構圖，設計發展出其教學單元內容之後，於九十四學年上學期開始，在研究助理之服務學校進行試驗性之實驗教學，全程錄影，教學結束後，進行教學反省與分析，擬採用五 E (投入 Engage、探究 Explore、解釋 Explain、精緻化 Elaborate、評量 Evaluate) 學習環教學模式，與五 E (同上之五 E) 評鑑模式，以期能修正為更加完善之教學模組與教案。

(三) 國小「氣壓」科學探究式教學模組 (共 34 頁，詳見研究報告，本精簡報告暫略)

(四) 氣壓教學活動之教學成效 (94 年 10 月至 95 年 4 月)

1. 二階段診斷式評量試題方面 (試題見附錄一)

本研究第一年完成氣壓之教學模組及一系列之氣壓教學活動設計，第二年依據前四年所設計之十八題二階段試題，選擇其中具有代表性的十題在高雄縣某國小五、六年級共三個班級 94 位學童作為教學及施測對象，實驗教學之班級採用本研究第一年之氣壓教學活動設計進行教學，並實施紙筆測驗前後測，以了解教學成效。前後測的題目為二階段式測驗，依學童在二階段的回答，將概念類型分為：(1) 概念正確 (在第一階段答題正確，且在第二階段理由亦正確者)，(2) 有迷思概念 (包括：第一階段答題正確，第二階段理由錯誤者；第一階段答題錯誤，第二階段理由正確者；第一階段答題錯誤，第二階段理由錯誤者)。其前後測結果如下：

表一：氣壓教學前後測資料

前測				後測				後前測
題號	概念正確人數	有迷思概念人數	概念正確人數所佔百分比	題號	概念正確人數	有迷思概念人數	概念正確人數所佔百分比	成長百分比
1	64	30	68%	1	82	12	87%	19%
2	39	55	41%	2	37	57	39%	-2%
3	48	46	51%	3	54	40	57%	6%
4	41	53	44%	4	70	24	74%	31%
5	69	25	73%	5	70	24	74%	1%
6	58	36	62%	6	71	23	76%	14%
7	10	84	11%	7	24	70	26%	15%
8	8	86	09%	8	13	81	14%	5%
9	58	36	62%	9	64	30	68%	6%
10	27	67	29%	10	47	47	50%	21%
前測答題正確百分比之平均			45%	後測答題正確百分比之平均			57%	12%

由以上的數據可以發現：除了第二題之外，其餘九題後測的概念正確人數所佔百分比均大於前測的概念正確人數所佔百分比，前測的答題正確百分比之平均 45%，後測的答題正確百分比之平均為 57%，顯示就整份紙筆測驗評量工具而言，實施本教學活動對於學童建立相關氣壓的正確概念是有幫助的，尤其是第四題和第十題進步最多，分別為進步 31% 與 21%。

2. 晤談資料之分析與對教學之建議

- (1) 學童對答案選項字義的敘述因考慮太多而有其另類的想法。
- (2) 實驗能有效幫助學生理解氣壓的概念。

- (3) 學生對氣壓的抽象概念尚無法完全理解，教學時需設法將抽象之氣壓概念以具體實例協助學生理解。
- (4) 學童表示在教學過後，對地心引力涉及氣壓的概念能充分理解，知道因為地心引力的作用，使較多空氣聚集於地表附近，高山上則有較少的空氣，所以地表的氣壓較高，而高山上的氣壓較低。
- (5) 學童表示在教學活動中知道平地與高山氣壓不同，所以能選出正確答案。
- (6) 教師教學時可以由學生日常生活中與氣壓有關之經驗為始，如此可協助學生獲致正確的氣壓概念。

五、參考文獻

- 行政院國家科學委員會(2003)：九十三年度「國科會與科教處目標導向研究計畫」邀請書。
- 姚如芬(2001)：從學校本位教學模組之發展協助小學數學教師專業成長之研究。2001年海峽兩岸小學教育學術研討會論文集，2001,9。國立嘉義大學教育學院主編。
- 侯雅齡(2000)：如何有效運用多元評量結果。測驗與輔導，159期，3339-3341頁。
- 教育部(1999)：國民教育階段九年一貫課程總綱要。
- 教育部(2001)：國民教育九年一貫課程綱要，自然與生活科技學習領域。
- 張玉成(1993)：思考技巧與教學。台北：心理出版社。
- 賴慶三、楊繼正(2001)：國小自然資源教學模組的發展研究。國立台北師範學院學報，14,673-704。
- Lederman, N.G. (2001) . *The many Flavors of scientific inquiry*. Paperpresented at the National Association for Research in Science Teaching National Meeting , St. Louis, MO , March 2001.
- Lederman, N.G. & Lederman, J.S. (2002) . *Scientific Inquiry : How Is It Defined/Used in Curriculum Reform?* 九十一年度南區中學科學課程教材教法及教師知能研習會，教育部。
- NRC.(1996a) . *National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- NRC.(1996b) .*The Role of Scientists in the Professional Development of Science Teachers* . Washington, D.C.: National Academy Press.
- NRC.(2000) . *Inquiry and the National Science Education Standards. A Guide for Teaching and Learning*. Washington, D.C.: National Academy Press. This report is also available online at <http://www.nap.edu>.
- Puckett, M.B., & Black, J.K.(1994) . *Authentic assessment of the young child celebrating development and learning*. New York: Macmillan College Publishing Company.
- Yager, R. E. & McCormack, A. J. (1989). Assessing teaching/ learning successes in multiple domains of science and science education, *Science Education*, 73(1), 45-48.
- Yager, R. E.(1996). *Teaching science in the elementary school*. Boston : little, Brown and company.
- 致謝：本研究承國科會之經費補助(計畫編號：NSC-94-2511-S-276-002)研究方能順利進行，特此致謝。

附錄一

國小學童物理概念研究 - 大氣壓力部份 (兩階段診斷式評量工具)

親愛的同學，你好：

本試題的目的主要在於想瞭解你們對氣壓概念的想法，以作為研究改進教學之參考，並不是在做等第評分，所以請以輕鬆愉快的心情作答，謝謝你的合作！

美和技術學院暨屏東教育大學大氣壓力概念研究團隊敬上

學校：_____ 國小 班級：_____ 座號：___ 姓名：_____

第一題：如下圖，拿一張乾的報紙塞進空的玻璃杯裡，把玻璃杯倒轉過來，直直的壓進水中，再直直的把玻璃杯拿出來。



- () 你認為報紙會是 (1) 乾的 (2) 濕的 (3) 一半乾一半濕
() 理由是：(1) 杯子裡有空氣佔有空間，空氣有壓力，而使水無法進來。
(2) 杯子裡的水會流進去，把空氣排出去。
(3) 不管有無空氣，水只要有空間，就會流過去。
(4) 杯子裡面有空氣也有水蒸氣。
(5) 其他 _____。

第二題：如右圖熱氣球的加熱器對氣球加熱，熱氣球會如何？

- () (1) 緩緩上升 (2) 緩緩下降 (3) 停在固定的高度不動
() 理由是：
(1) 因為加熱，空氣受熱上升，所以氣球內的空氣會變得比較多，推動熱氣球緩緩上升。
(2) 因為加熱，會使氣球內的空氣粒子分布鬆散，而比外圍的空氣較輕，所以熱氣球會緩緩上升。
(3) 因為燃燒會消耗掉空氣，使的氣球內的空氣變得比較少，所以熱氣球會緩緩上升。
(4) 因為加熱，空氣受熱上升，外圍的空氣進來補充，所以氣球內的空氣會變得比較多，推動熱氣球緩緩下降。
(5) 熱氣球的升降和有沒有加熱沒有關係，而是依熱氣球的材質而定，所以會停在原來高度不動。
(6) 其他。

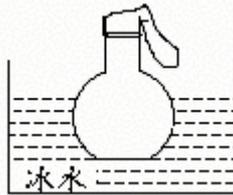


第三題：一個燒瓶在瓶口套上一個氣球（如下圖），把燒瓶放在熱水中。



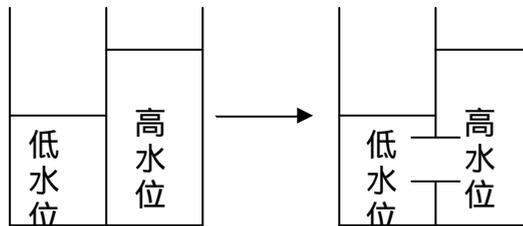
- () 你認為氣球體積會 (1) 膨脹變大 (2) 收縮變小 (3) 沒有改變。
- () 理由是： (1) 因為燒瓶遇熱會膨脹。
(2) 因為燒瓶內的空氣遇熱會膨脹。
(3) 氣球受到空氣的壓迫。
(4) 燒瓶是密閉的，裡面的空氣一直都不變。
(5) 其他_____。

第四題：一個燒瓶在瓶口套上一個氣球（如下圖），把燒瓶放在冰水中。



- () 你認為氣球體積會 (1) 膨脹變大起來 (2) 收縮變小凹陷下去 (3) 維持原來大小不變。
- () 理由是： (1) 因為燒瓶內的空氣遇冷會收縮。
(2) 因為燒瓶遇冷會收縮。
(3) 氣球受到空氣的壓迫。
(4) 燒瓶是密閉的，裡面的空氣一直都不變。
(5) 其他_____。

第五題：如下圖，有容器中中間用隔板分隔，一邊裝的水比較多（高水位），另一邊裝的水比較少（低水位）。

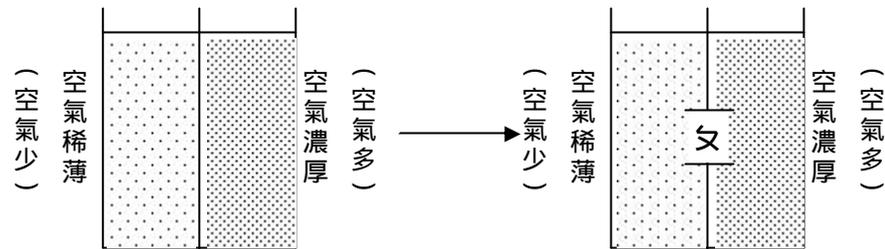


- () 假如將中間隔開處挖一個洞，請問這時水會不會流動？
(1) 會 (2) 不會 (3) 看情況而定。
- () 你推測最後會有什麼情況產生？
(1) 水會從高水位流動到低水位，最後水位仍然會有高低。
(2) 水會從低水位流動到高水位，最後水位仍然會有高低。
(3) 水會從高水位流動到低水位，最後水位會達到平衡。

(4) 水會從低水位流動到高水位，最後水位會達到平衡。

(5) 其他_____。

第六題：如下圖，有密閉容器中中間用隔板分隔，一邊裝的空氣比較濃厚（空氣多），另一邊裝的空氣比較稀薄（空氣少）。



() 假如將中間隔開處挖一個洞ㄨ，請問這時空氣會不會流動？

(1) 會 (2) 不會 (3) 看情況而定。

() 你推測最後會有什麼情況產生？

(1) 空氣會從空氣濃厚的地方流動到空氣稀薄的地方，最後兩邊的空氣會達到平衡，濃度一樣。

(2) 空氣會從空氣稀薄的地方流動到空氣濃厚的地方，最後兩邊的空氣會達到平衡，濃度一樣。

(3) 空氣會從空氣濃厚的地方流動到空氣稀薄的地方，最後兩邊的空氣仍有濃厚與稀薄。

(4) 空氣會從空氣稀薄的地方流動到空氣濃厚的地方，最後兩邊的空氣仍有濃厚與稀薄。

(5) 其他。

第七題：以空氣濃厚和空氣稀薄的地方兩相比較：

() 你認為是：

(1) 空氣濃厚，氣壓高；空氣稀薄，氣壓低。

(2) 空氣濃厚，氣壓低；空氣稀薄，氣壓高。

(3) 氣壓一樣。

() 理由是：

(1) 空氣濃厚的地方，空氣粒子很多，都把空間占得快滿了，所以氣壓無法再進來這空間，所以氣壓小；空氣稀薄的地方，空氣粒子很少，還剩餘很大的空間，讓氣壓進來進駐，所以氣壓大。

(2) 空氣濃厚的地方，空氣粒子很多，會互相擠壓，然後生熱，產生熱氣，使氣壓變大；空氣稀薄的地方，空氣粒子很少，不會互相擠壓而產生熱氣，所以氣壓比較小。

(3) 氣壓只有與海拔高低有關，越高的地方，氣壓越高；越低的地方，氣壓越低。在平地同一個高度，氣壓都是一樣

(4) 空氣濃厚的地方，它地面所承受的空气重量較大，所以氣壓就會比較大；空氣稀薄的地方，它地面所承受的空气重量較小，所以氣壓就會比較小。

(5) 其他_____。

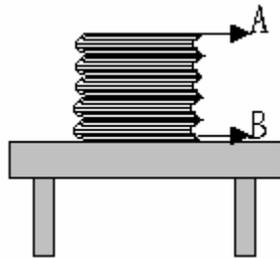
第八題：在墾丁的海邊上同時間兩地相較，甲地：陽光照射下的海濱，氣溫較高；乙地：在海濱的海面上，雖然也接受陽光的照射，但是氣溫較低。試問甲

和乙兩地上空所承受的大氣（空氣）壓力高低如何？



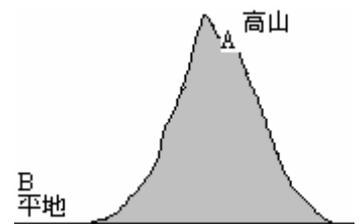
- () (1) 甲地的氣壓比乙地高 (2) 乙地的氣壓比甲地高 (3) 甲乙兩地氣壓都一樣。
- () 理由是：(1) 氣壓和空氣重量有關，氣溫越高，空氣越輕，所以氣壓就越低。
 (2) 氣壓和空氣重量有關，氣溫越高，空氣越重，所以氣壓就越高。
 (3) 氣壓高低是要看海拔高低，而不是氣溫變化。
 (4) 氣壓原本就存在的，不會因為氣溫就改變。
 (5) 其他_____。

第九題：如下圖，在書桌上放五本書，試問 A、B 兩點，哪一個所承受的壓力比較大？



- () (1) A 比較大 (2) B 比較大 (3) 一樣大
- () 理由是：(1) 桌子本身有支撐力，與書本多少無關。
 (2) 它的上面書本比較多的，所承受的壓力比較大。
 (3) 它的下面書本比較多的，所承受的壓力比較大。
 (4) 其他_____。

第十題：在右圖高山中，



- () 高山上 A 處和平地 B 處的氣壓高低如何？
 (1) A 處氣壓比 B 處氣壓高
 (2) A 處氣壓比 B 處氣壓低
 (3) A、B 兩地氣壓一樣高
- () 理由是：(1) 空氣會往上飄，所以地勢高，空氣多，氣壓高；地勢低，空氣少，氣壓低。
 (2) 不論是高山上或平地，空氣都是一樣多，所以氣壓都一樣。
 (3) 高山上樹木比較多，會製造很多空氣，所以氣壓高；平地樹木比較少，空氣少，所以氣壓低。
 (4) 高山上地心引力小，空氣稀薄，重量較輕，所以氣壓低；平地上地心引力大，空氣濃厚，重量較重，所以氣壓高。
 (5) 其他_____