



藉由 POE 教學策略探討師生對影響風向儀指向的迷思概念

陳正治¹、劉嘉茹²

¹國立科學工藝博物館 科技教育組

²國立高雄師範大學 科學教育研究所

¹電郵：nelson@mail.nstm.gov.tw

²電郵：chiaju1105@gmail.com

收稿日期：二零一五年十一月十三日

(於二零一六年六月三十日再修定)

內容

- [摘要](#)
 - [前言](#)
 - [研究動機](#)
 - [研究問題與目的](#)
 - [研究方法與工具](#)
 - [\(一\) 活動前段-臆測:研究者詰問，學生臆測](#)
 - [\(二\) 活動中段-觀察與操作: 研究者示範學生觀察與操作](#)
 - [\(三\) 活動後段-解釋: 研究者解釋後、學生再填答](#)
 - [研究結果](#)
 - [結語](#)
 - [參考文獻](#)
 - [附錄: 半結構開放式活動單](#)
-



摘要

本研究旨在利用風向儀的動手實作，探討一般民眾對影響風向儀轉向的迷思概念。在以參與高雄國立科學工藝博物館的風向儀的研習活動中，從 2014 年 3 月至 8 月期間，計有 125 名國中學生及 25 名國民中小學自然科領域教師參與風向儀的科教活動，為了解一般師生對風產生原因與方向等認知的先備概念及迷思概念，特利用風向儀動手做研習活動進行調查，結果顯示：1. 90% 以上國中學生知道風產生的原因是因為空氣的流動，但有 80% 的學生卻無法精確地解釋為什麼空氣會流動。2. 95% 的老師知道風的產生是氣壓改變，且是由高壓處流向低壓處，因此產生風，但有 60% 的老師無法精確的說出產生氣壓改變的原因是什麼。3. 當利用風向儀判定風向(即風來的方向)時，卻有高達 85% 的學生與 30% 的自然領域科教師誤認為風向儀箭頭指向，就是風離去的方向，而非風來的方向。進一步研究顯示，有 80% 的學生及 60% 的自然科教師，不知道影響風向儀指向的因素是力矩的作用。

本研究藉由 POE 教學策略及半結構開放式活動單研究工具，教導師生動手做風向儀活動，由開放式活動單前測與後測比較，結果顯示利用風向儀可以有效地協助國中生與自然科技教師，進一步觀察並體會風形成的因果關係、風向的判定及力矩作用如何影響風向儀的轉向。

關鍵字：風向儀、力矩、科學博物館、POE、迷思概念

前言

在科學博物館進行風向儀(Anemoscope)的科學教育前，如何激發師生的學習探究動機，使其知其然，亦知其所以然，才是探究式教學要做的重點(毛松霖 & 張菊秀, 1997; 張清濱, 2000; 魏明通, 1987)。因此，有幾個連鎖式的問題需要被提問，始能引導學生產生好奇與討論，被提問的問題例子可以是：

1. 風是怎麼產生的
2. 是誰讓風產生
3. 為何要判別風向
4. 判別風向的方法有哪些
5. 今日如果吹北風，請問風從哪裡來?吹向哪裡去?
6. 當箭頭式風向儀指向南方時，請問此時的風向是?



在教學活動的現場，對於上述的問題，國小學生的答案有的真像天馬行空，有的是不知所云，例如：風是電風扇轉動傳或手搖扇傳來的，當續問，站在屋外高處，缺電風扇，也無手搖扇，但也會有風啊？此時，學生常會會心一笑，偶有會答空氣流動，因此有風，再續問，那是誰讓空氣流動呢，部份對科學較具興趣的學生回答稱氣壓的改變或溫度的改變，當續問，是誰讓氣壓改變或溫度改變，此時會回答者逐漸減少。國中生怕答錯，常故作鎮靜，不喜回答，但對於上述問題，大概不會答非所問，答對率也較高，也知風向儀可以判定風向，但當問到如何判別風向時，約有一半學生表示可以用紙條飄動方向判定風向，如紙條往西飄，表示是東風，當續問，倘陰雨天，不便外出使用紙條，那又要如何判定？僅少數具經驗者說靠風向儀或風袋判斷，至於如何用風向儀判斷，因鮮少有實務的經驗，有 80% 以上學生答錯。

風向儀看似簡單的一個判別風向的儀器，當試著自己做一個風向儀後，卻又往往發現另一個窘境，例如，測試時，風向儀一直轉不停，根本無法判定風向；部份學生的風向儀箭頭指向與其他學生作品相反，倘缺深究其中原因，就無法解析風向儀的作動原理。

研究動機

研究者在非制式科學教育(Informal Science Education)的科學博物館服務，主要的工作是設計、規劃與執行各式科教活動，近期因配合一個與颱風有關的特展，特別設計一個動手做風向儀的科教活動，活動的教學對象是國小至國中的學童，為設計一個寓教於樂的學習場域，國小與國中生所設計的風向儀略有不同，黃燕樺在其一篇科學玩具遊戲對國小學童學習成效研究中(黃燕樺 & 賴慶三, 2009)，曾以國小三年級為例，用風向計教導學生學習空氣的主題活動中，證明科學玩具對學習成效有正向幫助，但缺乏對風向儀作動原理解的解說，亦無探究的過程，因此，國小部份以一個具風車轉動的風向儀科學玩具為主(如圖一)；而國中部份，為避免被誤解是一個組合玩具，其風向指標以箭頭方式呈現(如圖二)，然而，從帶領活動的過程中，發現到學生有許多的概念迷思(Misconception)與概念衝突(Conception Conflict)的情事發生，故引發研究者想要進一步探究產生這種概念迷失或概念衝突的原因是什麼，如何幫助學生解惑及如何釐清其既有先備概念的更新。一般的科學活動，老師引導學生動手做一枚風向儀的學習效果，自然會比單獨老師講授或演示要來得更吸引學生的注意力，對於動手做的學習效能，已有許多研究文獻給予肯定(朱耀明, 2011; 周建和, 2007)



圖一：供國小學生教作之風車型風向儀 圖二：供國中學生教作之箭頭指標型風向儀

在 2014 年 3 月至 8 月期間，研究者曾以 125 名國中生及 25 名參與風向儀的國小自然科教師樣本為例，進行有關「風」的相關科學概念詰問(Interrogation)，調查結果如表一：

表一：師生對「風」科學概念詰問表

課前提問	學生答	自然科教師答	研究者繼續追問	可能的迷思概念點
風是怎麼產生的？	1. 自然界就有風 2. 空氣流動產生 3. 搖扇、電風扇轉動或未關窗開車時	1. 空氣流動 2. 氣壓變化 3. 自然現象	1. 關在房內為何沒風？ 2. 空氣為何會流動？ 3. 倘無人工或外力搖扇時，人站在戶外，何以仍有風的感覺？	比較能無法推論到自然風的產生是因為地表溫度與氣壓的改變會產生空氣流動
是誰讓風產生？	太陽照射地表，有些地方冷，有些地方熱	1. 壓力差 2. 溫度 3. 太陽	太陽照射地表，為何地表溫度會有不同？	無法推論到地軸傾斜所造成的四季變化
為何要判	1. 帆船航	1. 氣象圖	飛機起飛要順風或	不知飛機起飛要順風



別風向	行需靠風力 2. 飛機起 飛需靠風力 3. 風力發 電	2. 航海 3. 航空	逆風?	或逆風
今日如果 吹北風，請 問風從哪 裡來?吹向 哪裡去	1. 60% 北 →南 2. 30% 南 →北 3. 10% 未 答	1. 90% 北→南 2. 10% 未答	為何台灣的冬天常 常吹北風	未知冬季時，位於北半 球的台灣，與位於南半 球的紐西蘭風向有何 不同。

基於表一所列，很明顯地可看出僅有 60%的學生認知風向的意義(The definition of direction of wind)，研究者擬就師生對風產生的原因及測量等之科學概念與應用，設計一套的風向儀教案，讓國中學生具備有完善的風向儀認知與風向儀運作與應用的科學概念，並對自然科領域教師的科普概念有所增能。

研究問題與目的

基於以上的動機簡述，研究者擬訂的研究問題為：
如何藉由 POE 教學策略導正師生對力矩影響風向儀的迷思概念
並期能藉由本研究，能導引師生理解影響風向儀轉向的主要因速為何？

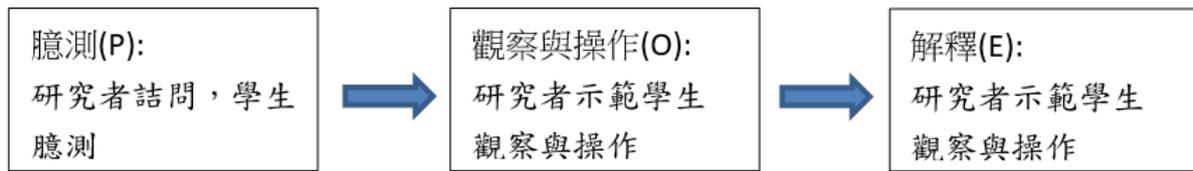
研究方法與工具

研究者於 2014 年 3 月至 8 月期間，以蒞臨台灣高雄國立科學工藝博物館參與活動的國中生與自然科教師為研究對象，設計一套風向儀教學套件，採動手做(Hands-on)實驗與 POE 教學策略，「臆測(Prediction)-觀察或操作(Observation and Operation)-解釋(Explanation)」。POE 教學策略在諸多文獻已有許多討論(李家銘,2001;許良榮、蔣盈姿, 2005; 葉淑華、江新合, 2002; Hsu, L. R., 2004)，簡述如下：

「科學過程技能」是科學教育中相當重要的教學目標之一，根據 Abruscato 的《自然與科技領域教材教法》(莊奇勳譯, 2005)指出「美國的 2061 計畫非常強調將探究過程技能教給學生」(P.61)，該書並說明「基本探究過程技能」包括了觀察、臆測與解釋等八項。POE 是「臆測-觀察-解釋」三者的縮寫，符合了這些過程技能內涵(Kearney, M., Treagust, D. F., Yeo, S., & Zadnik, M. G., 2001; Liew, C. W. &



Treagust, D. F. ,1995; Methembu, Z. 2001)，並用以探索師生的迷思概念。只要妥當設計，利用 POE 具備的預測-觀察-解釋之特徵，可以期望能夠提升學生在科學過程技能之學習(如圖三)。



圖三：應用在風向研習的 POE 教學策略

研究者設計一半結構開放式活動單(Semi-structure Open-ended Working sheet)

茲將本研究的操作流程，分述如下：

(一) 活動前段-臆測:研究者詰問，學生臆測(Teacher' s Interrogation and Student' s Prediction)

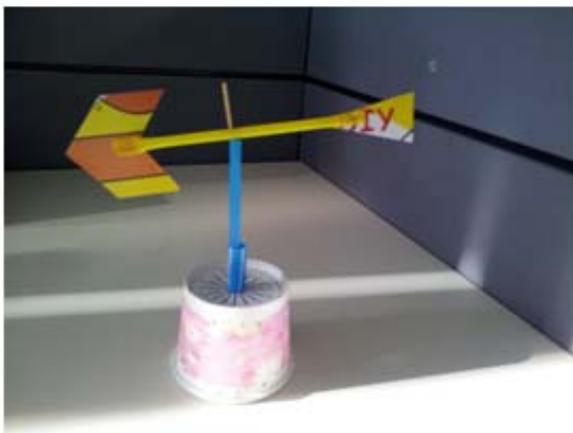
研究者為了激發學生參與本風向儀的活動，特別提問一連串演繹式(Induced)的問題，讓學生進行臆測或回答，研究者可以從中知道學生的既有先備概念。

當研究者進行完一連串的詰問後(如表一)，再講述判別風向的儀器稱為風向儀(Anemoscope)，為了進一步瞭解學生對風向儀的作動原理(Working Theory)，隨即「依序」取出數款的風向儀供學生參看，並利用電風扇創造一個「由北向南吹」的北風，當風向儀尚未擺置在電風扇前，請學生臆測如何從風向儀的指向來判定風向，研究根據師生的臆測結果與其依據，推測其可能的迷思概念，結果如表二：



表二：師生臆測不同型式風向儀指向結果表

風向儀型式	學生臆測風向儀指向結果	教師臆測風向儀指向結果	師生臆測的依據	可能的迷思概念
1 箭頭小 箭尾大(圖二)	1. 5% 回答向北 2. 95% 回答向南 3. 5% 未答	1. 68%回答向北 2. 28%回答向南 3. 4%回答不知道	1. 一般道路箭頭標誌指引方向是指路線前進方向。 2. 感覺怪怪的，老師故意要讓我們猜錯。	將道路標誌箭頭聯想到風向儀的箭頭指標
2 箭頭大 箭尾小(圖四)	1. 65% 回答向南 2. 30% 回答不知道 3. 5% 未答	1. 68%回答南 2. 28%回答向北 3. 4%回答不知道	1. 參考道路箭頭標誌判斷 2. 因與前述一款不同，不敢臆測。	同上
3 箭頭小 箭尾大且指向相反(圖五)	全班哈哈笑 不敢再臆測	(無資料)	因未曾見過類似的風向儀	沒有類似既有概念
4 風車型 (圖一)	1. 70%回答向北 2. 30%回答向南	(無資料)	1. 既有經驗或見過的風車會指向風來的方向轉動。 2. 與箭頭小箭尾大風向儀指向理由相同。	風車與風向儀的經驗聯結混淆



圖四：箭頭大箭尾小的風向儀



圖五：箭頭小箭尾大且指向相反



由表一與表二前測結果可以很明顯看出幾個現象:

1. 90%以上國中學生知道風產生的原因是因為空氣的流動，但有 80%的學生卻無法精確地解釋為什麼空氣會流動。

2. 95%的老師知道風的產生是氣壓改變，且是由高壓處流向低壓處，因此產生風，但有 60%的老師無法精確的說出產生氣壓改變的原因是什麼。

3. 當利用風向儀判定風向(即風來的方向)時，卻有高達 85%的學生與 30%的自然領域科教師誤認為風向儀箭頭指向，就是風離去的方向，而非風來的方向。

國中學生與教師對風向儀的指向是依據其既有概念與舊經驗的組合，尚未具有關於風向儀作動原理與轉向是利用哪種科學概念。

(二) 活動中段-觀察與操作: 研究者示範學生觀察與操作(Teacher' s Demonstration, Student' s Observation and Operation)

研究者利用一個紙箱，前面挖一個直徑約 10 公分的圓洞，當紙箱內充滿煙霧，未擠壓紙箱兩側時，煙霧會從紙箱圓洞缺口緩慢溢出擴散，此即為氣體分子會從濃度高處慢慢往濃度低處飄移。當雙手輕敲紙箱兩側(如圖六)，就會看到一股煙圈(類似中空的甜甜圈)往前往外快速飄動，此可利用波以耳定律(Boyle' s Law)來解釋，紙箱受壓，體積變小，壓力增大，氣體由高壓往相對低壓處移動，紙箱內煙霧離開圓洞缺口，以類似煙圈的形狀快速往外移動，遂可見到空氣流動，當該股煙圈撞擊到前方觀測者頭髮後，頭髮會飄揚起來，觀測者即能深刻體會到風的產生與原因。利用該股煙圈或電風扇吹動風向儀時，會發現

1. 風車型風向儀的風車會指向風來的方向(如圖七)，如北風吹，則風車指向北方。

2. 頭小尾大指標型風向儀，箭頭指標會指向風來的方向，如北風吹，則風向儀箭頭會指向北方(如圖八)。



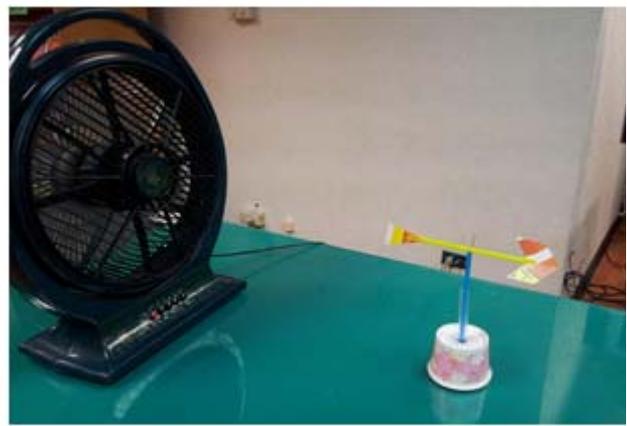
圖六：裝滿煙霧的風箱



圖七：風車型風向儀指向風來的方向



圖八：小箭頭指標型風向儀
指標指向風來的方向

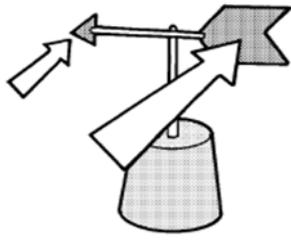


圖九：大箭頭指標型風向儀指標指
向風去的方向

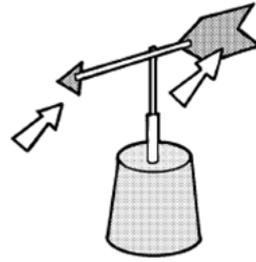
經由上述幾個動手做風向儀實驗，改變了學生既有概念，也對風向儀箭頭指標意涵的迷思概念有了一些改變。接著，研究者即要進行第三階段的解釋。

(三) 活動後段-解釋: 研究者解釋後、學生再填答(Teacher' s Explanation, Student' s Re-answering the question)

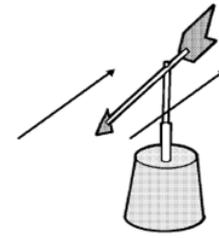
研究者以圖八為例解釋，風向儀頭、尾兩端箭頭指標截面積不同，受風力也就不同，當風向儀指標上支點兩邊的力臂相等時，風向儀後端尾翼因面積比較大，受到的風力也就比較大，以支撐架為支點時，產生比較大的力矩(=風的作用力*力臂)，使風向儀轉動(圖九)，風向儀尾翼因面積大，獲得較大的逆時針轉動力矩，往後運動(圖十)，直到風向儀的方向與風的方向平行時，後端尾翼與前端指標側面上就不再有風的作用力，風向儀即不再轉動，前端指標所指的方向，即是風吹來的方向(圖十一)。



圖十: 尾翼截面積大，
受風力大



圖十一: 面積的尾翼產生
較大轉動力矩



圖十二: 側面不再受力
轉動

當研究者利用風向儀的作動原理是依據力矩大小來決定轉動的方向後，學生據此再與活動前段的臆測結果進行比較，從既有概念、另類概念探索自己的迷思概念或概念衝突，最後到概念改變，以建構出風向儀的正確用途與科學概念。

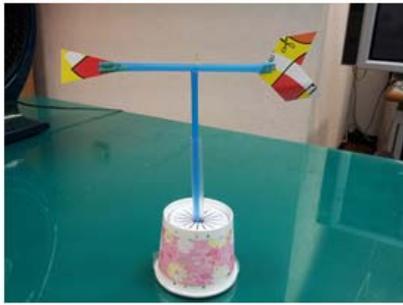
研究結果

本研究顯示下列幾個結果

1. 探究: 看似很平常的風向儀，市售或氣象單位使用的風車型風向儀，因已是成品，鮮少有人去探究其作動原理。
2. 迷思: 在頭小尾大的指標型風向儀中，95%的學生及 28%的教師、誤以為指標方向就是風向。
3. 臆測: 在頭大尾小的指標型風向儀中，65%的學生及 68%的教師、雖可以「猜中」風向，但無確無法正確說出其理論與依據，顯見現職國小自然科教師，對風向儀的概念，仍有許多的迷思與不解。另有 30 以上%學生更不敢臆測。
4. 解惑: 當研究者解釋影響風向儀指向的因素是力矩後，師生始不被指標方向誤導風向。
5. 修正: 藉由 POE 教學策略與半結構開訪式學習單，學員可以不再迷思風向儀的指標方向與風向的關係，反而會依據力矩的作用大小來判斷風向與風向儀指標間的關係。

結語

活動後，授課教師可再提出另三款風向儀(圖十三至十五)，供學生判斷風向儀的轉向，搭配學校自然與生活科技的力矩單元後，學生就比較容易理解科學(如力矩的計算)與科技(如風向儀的製作)連結，並能推論出影響風向儀指向的原因是力矩而不是箭頭，使其知其然，並知其所以然。



圖十三: 頭尾箭頭相向型



圖十四: 頭尾同面積箭頭
同向型



圖十五: 頭尾同面積箭
頭反向型

參考文獻

- 毛松霖, & 張菊秀. (1997). 探究式教學法. 與 [講述式教學法] 對於國中學生地球科學 [氣象] 單元學習成效之比較. *科學教育學刊*, 5(4), 461-497.
- 朱耀明. (2011). 「動手做」的學習意涵分析—杜威的經驗學習觀點. *生活科技教育*, 44(2), 32-43.
- 周建和. (2007). 街頭物理：動手做讓物理動起來. *物理雙月刊*, 29(4), 845-855.
- 張清濱. (2000). 探究教學法. *師友月刊*(395), 45-59.
- 黃熾樺, & 賴慶三. (2009). 科學玩具遊戲教學對國小三年級學童 [空氣] 單元學習的影響. 論文發表於華人地區社會變遷與科學師資培育國際學術研討會. 台北市: 國立台北教育大學.
- 魏明通. (1987). 科學探究教學法. 台北: 大中國圖書公司.
- 李家銘. (2001) : 應用 POE 策略在國中低成就學生補救教學之個案研究。國立高雄師範大學科學教育研究所物理組碩士論文，未出版。
- 許良榮、蔣盈姿. (2005) : 以 POE 策略探究中小學生對物質「可燃性」的另有概念。科學教育研究與發展季刊, 38, 17-30。
- 莊奇勳譯. (2005) : 自然與科技領域教材教法。台北：學富文化事業公司。
- 葉淑華、江新合. (2002) : 應用 POE 策略式晤談探究高三學生迷思概念之個案研究—以鉛直簡諧運動為例。中華民國第十八屆科學教育學術研討會。台北：中華民國科學教育學會。



- Hsu, L. R. (2004). *Using the predict-observe-explain strategy to explore students' alternative conceptions of combustibility*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Vancouver.
- Kearney, M., Treagust, D. F., Yeo, S., & Zadnik, M. G. (2001). Student and teacher perceptions of the use of multimedia supported Predict-Observe-Explain tasks to probe understanding. *Research in Science Education*, 31(4), 589-615.
- Liew, C. W. & Treagust, D. F. (1995). A Predict-Observe-Explain teaching sequence for learning about students' understanding of heat and expansion of liquids. *Austrian Science Teacher Journal*, 41(1), 68-71.
- Methembu, Z. (2001). Using the Predict-Observe-Explain technique to enhance the students' understanding of chemical reactions (Short Report on pilot study). *Paper presented at the Annual Meeting of the Australian Association for Research in Education*.



附錄：半結構開放式活動單

國立科學工藝博物館

風向儀活動單 (Working Sheet of Anemoscope)

步驟 (Step)	活動內容(Contents of Event)	活動紀錄 (Records)
前段(老師詰問, 學生臆測 Teacher' s Interrogation and Student' s Prediction)	1. 風是怎麼產生的 (How is the wind generated)	
	1. 是誰讓風產生(Who makes the wind)	
	1. 為何要判別風向(Why should the wind direction be measured)	
	1. 風向與風速如何判定(How can the wind be measured, including speed and direction)	
	1. 今日如果吹北風, 請問風從哪裡來?吹向哪裡去?(What' s the direction of wind if it comes from northern side)	1. <input type="checkbox"/> 北→南 2. <input type="checkbox"/> 南→北 3. <input type="checkbox"/> 以上皆非
	1. 當指針式風向儀指向西南方時, 請問此時的風向是?(What' s the direction of wind while the pointer anemoscope pointing to the south-west)	1. <input type="checkbox"/> 東南風 2. <input type="checkbox"/> 西北風 2. <input type="checkbox"/> 東北風 4. <input type="checkbox"/> 西南風 5. <input type="checkbox"/> 無固定風向
	1. 當北風吹著不同種類的風向儀時, 風向儀的指向會如何(When there comes the north wind, what does the direction of different anemoscope point to?)	1. 風車型指向 <input type="checkbox"/> 北方 <input type="checkbox"/> 南方 2. 頭小尾大指



		針型指向 <input type="checkbox"/> 北方 <input type="checkbox"/> 南方 3. 頭大尾小指針型指向 <input type="checkbox"/> 北方 <input type="checkbox"/> 南方
中段(老師示範學生觀察與操作 (Teacher's Demonstration, Student's Observation and Operation	1. 裝滿煙霧的空氣箱出風口，煙霧會如何?(What do you observe smog coming out of exit when there is no kicking of air box)	
	1. 當輕敲空氣箱兩側時，煙霧會如何?(What do you observe smog coming out of exit when kicking the side of air box)	
	1. 利用風箱煙霧或轉動的電風扇，由北向南吹到風向儀時，風向儀的指向會如何?(How does the anemoscope move when south-bound wind coming from the air box or fan blowing on the anemoscope?)	1. 風車型風向儀指向 <input type="checkbox"/> 北方 <input type="checkbox"/> 南方 2. 頭小尾大指針型風向儀指向 <input type="checkbox"/> 北方 <input type="checkbox"/> 南方 3. 頭大尾小指針型風向儀指向 <input type="checkbox"/> 北方 <input type="checkbox"/> 南方
	11. 我的 DIY 風車型風向儀是否會成功地運轉?(Does my own hand-made anemoscope work successfully)	1. <input type="checkbox"/> 會 2. <input type="checkbox"/> 不會，原因是:
	12. 指向風來方向，與指向風去方向的不同風向儀，請仔細觀察其結構有何不同處?(Please closely observe what the difference it is among the different kinds of anemoscopes)	
	13. 風是怎麼產生的 (How is the wind generated)	



後段 (老師解釋 學生再填答 Teacher' s Explanation, Student' s Re-filling out the question)	14. 是誰讓風產生(Who makes the wind)	
	15. 為何要判別風向(Why should the wind direction be measured)	
	16. 風向與風速如何判定(How can the wind be measured, including speed and direction)	
	17. 今日如果吹北風，請問風從哪裡來?吹向哪裡去?(What' s the direction of wind if it comes from northern side)	1. <input type="checkbox"/> 北→南 2. <input type="checkbox"/> 南→北 3. <input type="checkbox"/> 以上皆非
	18. 當指針式風向儀指向西南方時，請問此時的風向是?(What' s the direction of wind while the pointer anemoscope pointing to the south-west)	1. <input type="checkbox"/> 東南風 2. <input type="checkbox"/> 西北風 2. <input type="checkbox"/> 東北風 4. <input type="checkbox"/> 西南風 5. <input type="checkbox"/> 無固定風向
19. 當北風吹著不同種類的風向儀時，風向儀的指向會如何(When there comes the north wind, what does the direction of different anemoscope point to?)	1. 風車型指向 <input type="checkbox"/> 北方 <input type="checkbox"/> 南方 2. 頭小尾大指針型指向 <input type="checkbox"/> 北方 <input type="checkbox"/> 南方 3. 頭大尾小指針型指向 <input type="checkbox"/> 北方 <input type="checkbox"/> 南方	
延伸	如果我要設計一個風向儀指標方向與風離開的方向相同，那要如何設計呢?	