

- 1.** 科普閱讀-常見的偽科學
- 2.** 結晶工坊-100%成功製作法
- 3.** 酸鹼中和-滴定檢測大賽
- 4.** 手工馬賽皂
- 5.** 手工液態皂

是科學？還是偽科學？

教育，不只是要教「科學」知識，也要教如何分辨「科學」跟「偽科學」。學習，不單要學「科學」知識，更重要的是學會「科學觀」。

一九五九年，英國劍橋基督學院院士史諾（C.P.Snow），發表了一場震動學界的演講：「兩種文化與科學革命」。史諾想要釐清人文和科學的差異，進而消除「兩種文化」的鴻溝。

史諾發現，人文知識分子喜歡問科學知識分子，「你讀過莎士比亞嗎？」答不出的科學知識分子往往感到汗顏。反過來當科學知識分子問人文知識分子，「你知道熱力學第二定律嗎？」人文知識分子卻會為自己的無知而感到自豪。史諾批判，大部分國家的決策者都是「近乎科學盲」的人文知識分子，「如何做有關科學的決策呢？」（「屈原是科學家 龍應台讀得青天霹靂」聯合報 2009/12/13）

我們生活在一個科學的年代，但許多人相信不科學與偽科學的見解。所謂「偽科學 pseudoscience」指的是「看似科學，實則缺乏足夠支撐證據與可信度的主張」。有人稱之為「垃圾科學 junk science」或「巫毒科學 voodoo science」。究其本質，偽科學力圖偽裝成一種科學的樣貌，但卻缺乏科學的嚴謹。垃圾科學的結論通常是從諸如傳聞證據與個人證言等低品質的資料歸納而得，真正科學的結論則是源於仔細控制的研究。大部分的科學領域都有一種對應版本的偽科學。舉例來說，某些人可能將遠古太空人（ancient astronauts）的調查研究視為考古學，將永動機(perpetual motion machine)巧手修潤成近似物理學；另外，在某些人的心中認為，既然天文學與占星術都涉及星辰與星體研究，兩者必然有所關聯。當然，有心理學這門科學，自然也就有超心理學(parapsychology)這門偽科學了。

偽科學的主張有幾個常見的特徵。第一，這類主張具有爭議，因為雖然人們能夠提出某些支撐證據，但這些證據的品質通常都很可疑。第二，這類主張通常違反了當前廣為眾人接受的科學原則。例如升空漂浮(levitation)這個例子。有人宣稱自己可以不靠外力升空漂浮，而且有些照片顯示他們看似漂浮在半空中。支持者認為這就是證據，但是這項證據的品質相當單薄，尤其是考慮到這項主張的內容有多不可思議。個人證言有可能是錯的，而照片也有可能被人動了手腳。事實上，假設升空漂浮確實行得通，那麼就必須徹底改變我們理解的重力運作。(《別掉入思考的陷阱！Don't Believe Everything You Think: The 6 Basic Mistakes We Make in Thinking》頁 55)

偽科學思考的特徵

- (一) 先入為主地認定該相信什麼。
- (二) 尋找能支持某個先入為主觀念的證據。
- (三) 忽略能證明某個主張或見解毫無根據的證據。
- (四) 漠視某個現象的其他解釋。
- (五) 懷有奇怪的信念。
- (六) 接受不足採信的證據，以及支持某個荒唐的主張。
- (七) 非常仰賴傳聞證據。
- (八) 缺乏嚴謹控制的實驗以驗證某個主張。
- (九) 鮮少抱持懷疑的態度。(《別掉入思考的陷阱！Don't Believe Everything You Think: The 6 Basic Mistakes We Make in Thinking》頁 59)

到底什麼是科學？

科學極度仰賴控制實驗，因為實驗是判定「A 是否會引起 B」的最佳方法。當然，不是所有的科學都能運用控制實驗。比方，許多地質學與天文學的假設無法在實驗室中輕而易舉地檢定。但是在「田野」中就能檢定它們，在那兒，我們可以尋找確認或駁斥某個給定假設的數據。所以什麼是科學呢？科學的印記是嚴謹地檢定假設。正如科學作家肯得里克·傅瑞哲(Kendrick Frazier)評論道：「科學針對自然世界提出解釋，接著運用實驗、觀察，及富有創意與多樣化的其他方法和策略檢定那些假設。」

我最喜愛的科學定義是由麥可·薛默(Michael Shermer)提出：「科學並非證實一套見解，而是一種探究的過程，旨在建立一種可檢定的知識本體，對棄卻或確證始終保持開放的態度。」我喜歡這個定義，因為它強調一個極端重要的觀點——科學從未試圖證明任何特定見解。科學並非始自一套我們該相信些什麼的先入為主觀念，如同某些人類機構的運作方式。相反的，科學不過是我們用來增進自己對所處世界多幾分理解的歷程。事實上，真正的科學家絕不會主張某件事絕對如此。相反的，科學家認為所有知識都必須反覆檢驗，如此我們才能不斷修正和拓展對這世界的認識。這種知識的探索永遠不可能產生絕對的真理，但它仍舊是我們解開生命之謎的最佳手段。

這才是好科學

科學通常始於我們所處世界的一道簡單問題。舉例來說，抽菸是否會引發健康問題呢？其次，我們形成具體處理這道問題的假設。假設是可檢定的陳述，說明兩個或更多變數間的關係。針對前述例子，一個可檢定的假設也許是「抽菸會引發肺癌」。這項陳述指出抽菸與肺癌這兩個可以測量的特定變數，預測這兩個變數間存有因果關係，而且這項陳述是能被否證的。於是科學家進行一項實驗，或運用若干嚴謹的其他檢定方法來確認或駁斥這個假設。完成後，這項研究會提交出版。但在刊行前，這項研究需先經過科學家的同儕審議，以便確保研究的高品質。一旦付印，這項研究便是公開的，得接受整個科學界的評論。

這個審查與評論的過程是科學方法中最為重要的一步，因為它提供了糾錯機制，使科學能步入正軌。事實上，這種自我矯正的機制是科學多年來成功的主要原因。在科學界，每一個想法都是可受公評的。當科學家發表某項研究，他必須完全公開研究的細節，讓其他人也能嘗試複製結果。倘若無法複製這項研究的結果，那麼它們也就沒有多大的價值。正如你看到的，想當個科學家，臉皮得要夠厚——因為你的工作成果會一直受到仔細審視！

同儕審查與評論絕對必要，因為科學家也是人，也可能和一般人一樣犯下相同的決策錯誤。某些科學家可能特別鍾愛某個理論，希望支持它，因而致力尋找支撐證據，卻低估了矛盾、不一致的證據。科學方法的最大優點在於，任何科學家的潛在偏見都會被他的同儕仔細檢查並予以批判。究其本質，科學提供了一套制衡的過程，在那兒，某個科學家的錯誤會被其他科學家徹底根除與糾正。

單獨一項研究無法告訴我們所有的事。即便在正統科學中，不同

研究的品質也高低有別，這是我們有時會得到衝突結果的原因之一。混淆變項(**confounding variables**)可能會影像結果，可能產生統計誤差，甚至數據有可能是偽造的。那就是為什麼在我們篤信任何研究之前，其他人要能夠依樣複製那些研究發現。來自不同研究的證據匯集形成數量優勢後，我們便能對某項發現產生信心。例如關於吸菸的最初研究指出，它可能導致健康問題。儘管如此，要針對這項議題進行真實實驗自有其難處，因為你不能強迫一群隨機抽樣的人吸菸或停止吸菸。結果，研究者只能從分析吸菸者與非吸菸者的疾病發生率著手。但是，某項研究中觀察到的任何差異，卻有可能是某些混淆變項導致的結果。在某項研究中，受試的吸菸者有可能承受較多壓力，而且有可能是這些壓力而非吸菸引發了健康問題。為了排除這個及其他可能解釋，需要先進行一些研究，以確保排除其他諸如壓力、日常飲食、運動、年齡與性別等對立解釋。隨著愈來愈多的研究進行，多數證據指出抽菸會引發肺癌及許多其他重病，因此我們可以對「吸菸會產生不良影響」這個見解很有信心。

想要理解同儕審查、出版與複製在科學探究歷程中的重要性，你只消看看冷融合(**cold-fusion**)事件就大概有譜了。在 1980 年代，美國猶他大學(**University of Utah**)的兩位教授史丹利·龐斯(**Stanley Pons**)與馬丁·佛萊胥曼(**Martin Fleishman**)獲得某些初步結果，似乎暗示著他們已經發展出一套方法，透過這種稱為「冷融合」的程序產生無限多的能量。他們捨棄了向某份有同儕審查制度的期刊投稿這個步驟，轉而直接召開記者會，宣布他們的重大發現。在好科學(**good science**)中，除非某項研究已經通過同儕審查，否則通常不會提供資訊給媒體；事實上，假如某項研究無法通過同儕審查這一關，多半表示它是「壞科學」(**bad science**)，也就是粗製濫造的科學。龐斯與佛萊胥曼選擇召開全國性記者會，擁抱一夕成名，但隨後便付出了代價。在他們驚天動地的宣告後，其他研究者試圖複製他們的實驗結果，卻全都失敗了。從此，冷融合被貶斥歸入偽科學的垃圾堆中。這個結局

告訴我們，科學最強大的力量，就是它自我矯正的能力。隨時可能產生壞科學，但是假以時日，科學探究的歷程必能去蕪存菁。（《別掉入思考的陷阱！Don't Believe Everything You Think: The 6 Basic Mistakes We Make in Thinking》頁 103）

我挑讀科普書的原則也類似，會看作者的學經歷背景，看推薦這本書的人是不是這個領域的專家，喜歡的好書或作者是否有推薦或引用這本書。《請你跟我這樣做：洞悉業務員、廣告、政治人物的六大心理戰術 Influence: Science and Practice (5th Edition)》就是符合這些條件的經典好書。當然，也不是絕對如此。

像科學家般思考的特徵

- （一）保持心胸開放，但對於任何未經證實的主張存疑。
- （二）確保某項主張或想法是可被檢定的。
- （三）評鑑支持某個想法的證據品質（如，評估控制有多嚴謹，不可仰賴傳聞證據）。
- （四）嘗試否證某項主張或想法（如，尋找不支持的證據）。
- （五）考慮替代性解釋。
- （六）在其他條件相等的狀況下，選擇能對現象提出最簡單解釋的主張或想法（如，假定最少的那一個）。
- （七）在其他條件相等的狀況下，選擇與已確立的知識不相抵觸的主張或想法。
- （八）依照支持或駁斥那個想法的證據數量來調節你的想法。（《別掉入思考的陷阱！Don't Believe Everything You Think: The 6 Basic Mistakes We Make in Thinking》頁 118）

結晶工坊-100%成功製作法

用石頭浸泡加熱過的溶液、加入磷酸二氫銨結晶當晶種，但只以燒杯底部做為結晶成長基底。

製作適量磷酸二氫銨飽和溶液，並加入 50mL 燒杯中

Prepaire a 50 mL beaker, add 40mL $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ saturated solutions

再加入磷酸二氫銨適量（距底部約 0.5cm(5g)厚）

Add 2g $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ crystals and one small sand stone into the beaker

放入一顆約指尖大小的石頭（砂岩），當結晶的基石加熱攪拌至完全溶解

Heat to solve completely

移除石頭，靜置溶液並冷卻 40 分鐘

Remove the stone and cool down the solution for 40 minutes

灑入刮勺三分之一小匙的磷酸二氫銨結晶燒杯底部當晶種

Add few crystal seeds (about 20 particles), and cover one table glass
(supersaturated technology)

約六小時候，完成初步的結晶

Wait for 8-12 hours

若要再讓結晶增大，進行蒸發法 2 週即可

Use Evaporation technology to one more week, to make the crystals bigger.

將溶液倒出，並用鑷子將結晶取出，若難以取出，用低溫去離子水潤洗底部

Pour out all the solution

待結晶和底床一起脫離燒杯底部後，移至吸水紙上晾乾

將結晶放入透明塑膠盒中，黏貼底部固定，加蓋即完成

Try to remove the crystals, and use papers to dry them out

We can use cold water to solve some of the crystals to make them easy to remove.

Move the crystals into the transparent plastic box



酸鹼滴定競賽操作流程

1. 先秤取 NaOH ____ 克。
2. 計算莫耳數 = ____ 克 $\div$ 40 (NaOH 分子量)。
3. 先用少量純水溶解，再加入 100mL 定量瓶，再加水至 100mL。
4. 則 NaOH 濃度 = NaOH 莫耳數 $\div$ 0.1L = M_B 。

～此計算過程為評分項目～

5. 將適量 NaOH 溶液裝入滴定管並記錄溶液刻度為 V_1 。
6. 取適量 (大約 100mL) 未知酸備用，未知酸的濃度為 M_A 。
7. 用量筒量取未知酸體積 10mL (V_A)，倒入錐形瓶中。
8. 並在錐形瓶中滴入酚酞指示劑 5 滴。
9. 開始滴定，至恰好變為粉紅色，記錄滴定管的 NaOH 溶液刻度 V_2 。
10. $V_2 - V_1$ 即為使用的 NaOH 溶液體積 V_B 。

利用 $M_A \times V_A = M_B \times V_B$ 。算出未知酸濃度 M_A 。即為所求

(氫離子的毫莫耳數 = 氫氧根離子的毫莫耳數)

～此計算過程為評分項目～

液態皂製作流程

將油、氫氧化鉀、水分別量好



製作鹼水，達70度C將鹼水緩緩倒入油中



維持溫度並攪拌至trace



燉煮3小時，
每30分鐘攪拌一次
(熱製法)

or



加蓋、保溫24小時，
一個月後備用
(冷製法)



最後形成『無色透明』類似鳳梨酥內餡的狀態



以水和皂坨2：1的比例稀釋
加入想要的各式添加物，即完成。