

投稿類別：教育類

篇名：

科學素養具備程度與學校教學關係之探討

作者：

陳思宇。國立臺南一中。高二 17 班

方冠中。國立臺南一中。高二 17 班

陳勤硯。國立臺南一中。高二 17 班

指導老師：

施冠汝老師

陳立偉老師

目錄

壹、前言

- 一、研究流程
- 二、研究方法
- 三、研究範圍與限制
- 四、研究目的

貳、正文

- 一、文獻探討與假設
- 二、問卷設計與研究方法
- 三、研究結果

參、結論

- 一、結論
- 二、建議

肆、引註資料

伍、附錄

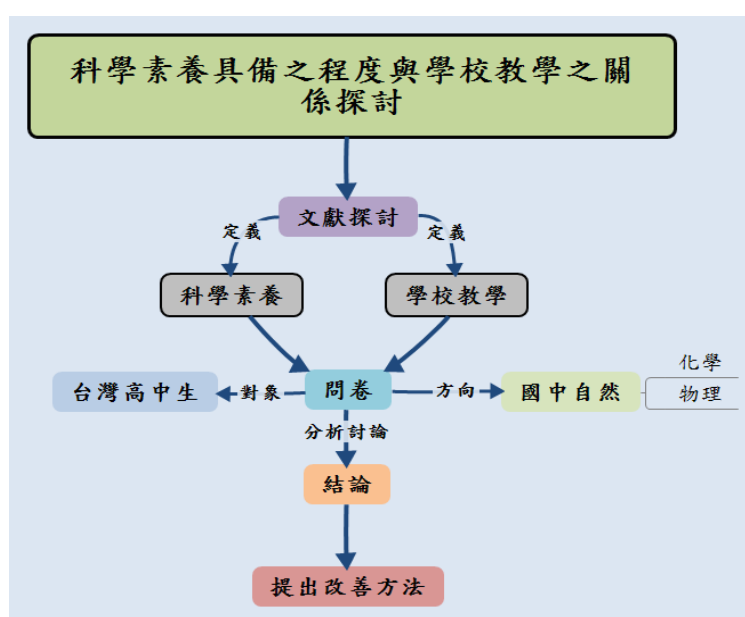
壹、前言

根據科技部與教育部於 2016 年 12 月 6 日公布的 PISA 2015 年各國學生表現結果，台灣學生在「科學素養」的表現大幅進步，從 2015 年的第 13 名躍進為第 4 名。近幾年來，我們常常在媒體報導中聽到「科學素養」這個名詞。事實上，國際學生能力評量計畫（PISA）的目的是瞭解 15 歲學生參與社會所需的關鍵知能。而上述所提及的關鍵知能之一即是科學素養。在生活中有這麼多可能影響科學素養的因素，而與我們最息息相關的學校教學方式，是否會影響科學素養呢？這些問題即是本研究的主要內容。

一、研究動機

自幼我們就接受名為「啟發式」的教育，但是對於自然科學，大部分的我們常常只是解題高手，對於科學的邏輯思辯和現象解釋總是一知半解，在課堂上接受老師所提出的科學問題時，有些人啞口無言，想提出解釋和回答卻欲言又止，當然也有些人能在思考過後就提出自己的見解；又或是在生活中遇見一些科學問題時，明明都是在學校學過的概念，我們卻沒辦法運用這些觀念解決所遇到的困難。更多時候，我們甚至不知道遇到的問題與科學有關，導致許多不必要的困擾，也浪費很多時間與精力在錯誤的方向上尋找解答，但自然還是有些人能靈活運用學習過的科學知識來解決各種疑難雜症。明明都是學過的知識，但每個人對於科學概念的融會貫通卻有所差異。這讓我們非常好奇，為什麼我們的教育會培育出如此相異情況的個體？什麼樣的教育方式才能夠讓我們具備科學素養，便成為我們關注的問題。因此我們決定深入研究，究竟學校的教學方式與我們的科學素養能力存在什麼樣的關係。

二、研究流程



圖一：研究流程圖

三、研究方法

- (一) 文獻資料蒐集。
- (二) 問卷分析。

四、研究範圍與研究限制

(一) 研究範圍

臺灣地區百六級(民國 103 年入學)、百七級(民國 104 年入學)、百八級(民國 105 年入學)高中生。

(二) 研究限制

- 1. 問卷的題目對於測試科學素養仍有不精確處。
- 2. 受測者多為台南地區學生，無法平均地區差異。
- 3. 本次研究所定義之科學素養僅為單一面向，並無法全面代表科學素養。

五、研究目的

- (一) 探討科學素養的意義。
- (二) 分析科學素養具備之程度與學校教育之關聯性。
- (三) 根據上述結論提出提升科學素養之改善方法。

貳、正文

一、文獻探討與假設

(一) 定義

1. 科學素養

「面對科學議題時,能夠使用科學知識發現問題、形成新知、解釋現象、並得到有證據的結論」(李名揚, 2012)。科學素養的定義有許多面向，本次研究主要以上述的定義來進行問卷題目的設計。

2. 學校教學

「教學方法是教材呈現的方式」（鍾一先，1997）。根據此定義並斟酌其他教學現場之狀況與本研究之需要，我們將本研究所探討的學校教學以五個面向定義之，分別列舉如下：

- (1) 老師傳授資訊的方式。例如：講述式教育與討論式教育。
- (2) 課堂中開放學生參與程度。
- (3) 課程活潑程度及課程與生活關聯程度。
- (4) 學校上課時數。
- (5) 受測者對於教學在提升科學素養方面的成效之認同度。

此外，本研究所提及之學校教學皆指國中階段自然領域教學。

(二) 科學素養具備之程度與學校教學之關聯假設及預期結果

在進行實際問卷調查前，我們先行討論了受測者的科學素養具備程度與其在學校所受教育之可能關聯性，並做出以下假設。

1. 科學素養具備程度較高者應符合以下假設：

- (1) 老師上課時會舉生活中的例證，並使課程與生活連結。
- (2) 課堂中開放學生討論，使學生思考課程的應用，並與同學互相琢磨。
- (3) 教學不侷限於文字，老師會多方面引導學生思考，並做實驗驗證假設。
- (4) 老師會推演公式、定律的原理，不強迫學生死背。

2. 科學素養具備程度較低者應符合以下假設：

- (1) 老師使用單方向教學，學生單向聽老師授課，沒有進行討論。
- (2) 教學以填鴨式灌輸，沒有時間空間讓學生對自然科學領域進行思考及延伸。
- (3) 缺乏實作實驗課程，大部分以紙上談兵的方式教課。
- (4) 學校延長上課時數，使學生對學習科學熱忱減少，學習效果打折。

二、問卷設計與研究方法

(一) 問卷設計

本次研究所使用的問卷由三大部分組成，問卷的設計以收集受測者之基本資料、科學素養能力與對於學校教學之看法為目的，分別於以下詳述：

1. 基本資料：作為分析時建檔用。
2. 科學素養能力：有鑑於我們本身也受教於台灣現行教育體制，對於如何設計一份能夠測驗受測者是否具有科學素養的問卷還是有些不明瞭，因此若要運用平常所學的科學知識直接進行命題，不免難以確認問卷是否真正具有考察科學素養的能力。為解決以上問題，題目內容參考 PISA 試題命題概念，由我們自行命題。題目由題幹與問題組成。題幹為一段大約一百字以內的文字，敘述生活中各種科學現象。問題則根據題幹所描述的現象，詢問受測者該現象發生的原因、與生活中其他現象的連結或該現象衍生的議題與討論。題目內容皆以國中階段自然領域教學為基礎，如此不涉及高中範圍中較困難單元，也提高問卷之準確性。且此次探討科學素養的各種面向中主要以探討受測者是否「能夠使用科學知識發現問題形成新知解釋現象得到有證據的結論」，故此問卷許多題目都與生活相關，例如家電(冰箱、冷氣)的原理、小時候的玩具(紙樹開花)、煙火的原理等，也有部分試題融合了圖表，以得到受測者是否能運用圖表資料加以推導。尚有部分的問答題(例如：解釋紙樹開花原理)，欲用以得知受測者是否具有獨立解釋現象的思維能力。
3. 學校教學：本部份皆針對國中階段自然科學領域教學而言。題目內容分為客觀與主觀兩部分。客觀部分共八題，指題目以客觀角度敘述學校教學情況，並要求受測者根據實際情況回答而不涉及其主觀感受。主觀部分共五題，唯第五題為詢問受測者自評認為自己具備科學素養的高低，因此不列入「學校教學」得分計算。其餘四題詢問受測者對於學校教學在科學素養方面的主觀感受。最後綜合主觀及客觀論述，以提高研究的精確度。

(二) 試驗問卷與修正

我們在完成第一版本的問卷後，為確保問卷內觀念的正確與否，曾遍訪各專業領域的老師，數次諮詢請教，以求問卷的完備。另一方面，考量到受測者對於過度冗長的試卷會失去填答的意願並且更進一步影響真實性，除了在不影響題旨的前提去除題幹的贅述，另外也刪除了部分未臻完美題目，以達到題目的簡備精緻。此外，為求問卷的有效性，我們先發放了試驗問卷，作為發放正式問卷前修改的依據。

1. 發放試驗問卷

為了瞭解研究的方向是否和設計的題目有所連結，我們先在班上(臺南一中百七級語文資優班)發放試驗問卷。為了在正式的問卷中保留更多試題，在這次的問卷中總計僅有三組科學素養評量試題，以及 5 個有關學

校教育的評量試題。我們總共發出了 26 份試卷，回收了 16 份，得有效問卷 16 份，回收率為 61.5%。

2. 試驗問卷結果探討

在統整分析了 16 份試驗問卷後，我們意外的發現受測者的科學素養具備程度和學校教育之間的關係竟不顯著，僅一筆資料符合我們所預期，具有正相關性；其餘資料竟呈現負相關性。經過我們與專業老師的討論之後，發現問題可能發生在：

- (1) 有關學校教育的評量試題不夠完善：在試驗問卷中僅提及對學校教學的客觀看法，對於學校教育主觀的看法未加著墨，尚有缺漏。我們為此新增了數個題目有關對學校教學的主觀看法以及自評是否具有科學素養，以更深層的了解學校教育的相關性。
- (2) 研究問卷僅有三題，未能足以完整代表科學素養具備與否。

(三) 正式問卷的發放與回收

本次研究問卷之發放與回收完全採用 Google 表單，並採自由填寫。總計發出 226 份問卷，回收 226 份問卷。經扣除無效問卷共 76 份後，得有效問卷 150 份，回收率為 66.4%。此外，無效問卷的數量偏多，我們推測原因在於問卷題目較為複雜，影響受測者的作答情形。

(四) 正式問卷分析

1. 計分方式

- (1) 問卷的第二部分，即科學素養能力部分有六個題組，共十個小題，分別為六題單一選擇題、二題多重選擇題與二題簡答題。多重選擇題一題有 n 個選項，答錯一選項扣 $2/n$ 分，其餘皆為答錯一題扣二分。十個小題合併計算，並將此分數命名為科學素養得分，滿分為二十分。我們將此分數越高的受測者定義為具有越高的科學素養。
- (2) 問卷的第三部分，即學校教學部分共有十三題，包含八題正向問題、四題負向問題及一題自評科學素養題。選項有：非常同意、同意、無意見、不同意、非常不同意共五項。得分計算方式如表一，數字即為得分。自評科學素養題獨立計算，並將此分數命名為自評科學素養得分，滿分為五分。其餘十二題合併計算，並將此分數命名為學校教學得分，滿分為六十分。我們將學校教學得分分數越高

的受測者定義為學校教學方式越活潑開放，亦即符合貳-一-(二)-1「科學素養具備程度較高者應符合以下假設」之內容。

表一：學校教學得分與自評科學素養得分計算表

問題類型 \ 選項	非常同意	同意	無意見	不同意	非常不同意
正向問題	5	4	3	2	1
負向問題	1	2	3	4	5
自評科學素養題	5	4	3	2	1

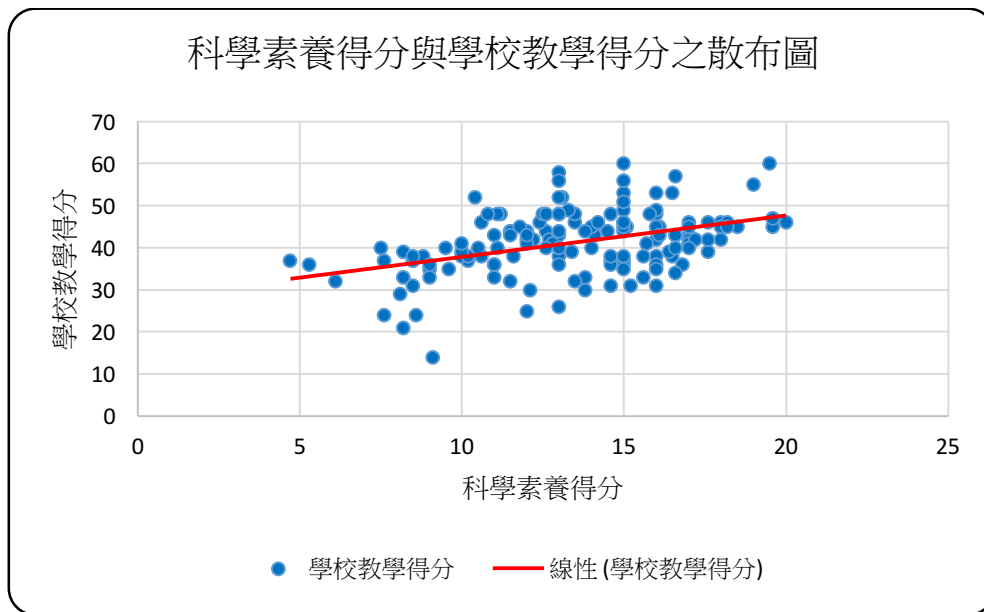
2. 分析方式

- (1) 計算受測者科學素養得分與學校教學得分兩組數據之皮爾森積差相關係數(r_1)，以檢視受測者具備科學素養的程度與其所接受的學校教育之相關性。
- (2) 計算受測者自評科學素養得分與科學素養得分兩組數據之皮爾森積差相關係數(r_2)，以檢視受測者對於自身科學素養的了解程度。

三、研究結果

(一) 科學素養與學校教學

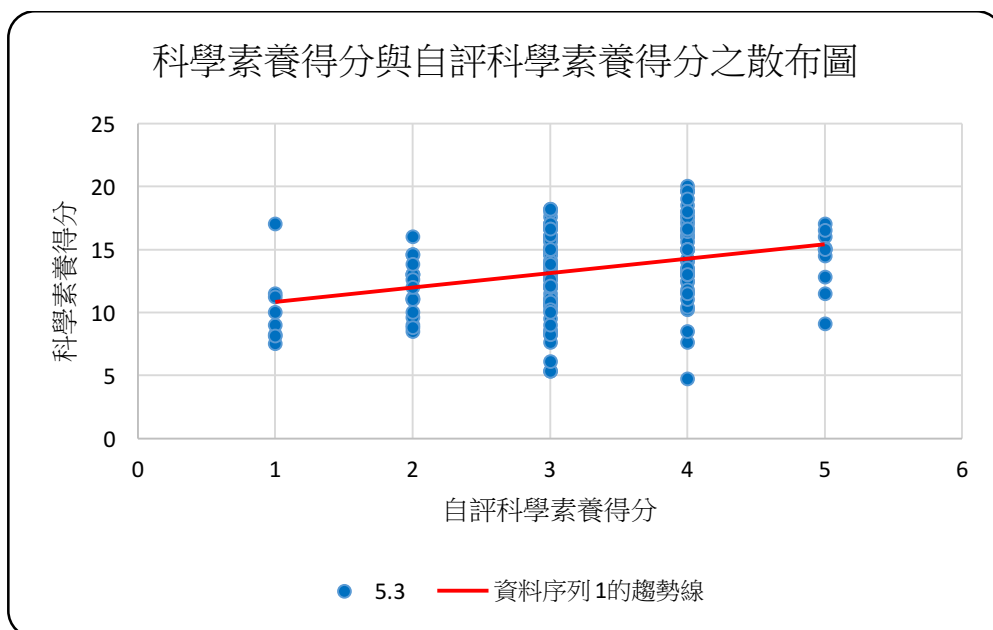
根據資料的統計後，得到科學素養得分與學校教學得分之散布圖，如圖二。依據散布圖顯示科學素養與學校教學之間具備一定程度的相關性，兩者相關係數(r_1)約為 0.4227，屬於中度正相關，顯示當受測者具備越高程度的科學素養，其所受的學校教學也較為雙向且多元，這符合我們當初的假設與預期結果。此結果也顯示，學校教學對於科學素養的影響不容小覷。



圖二：科學素養得分與學校教學得分之散布圖

(二) 科學素養與自評科學素養

根據資料的統計後，得到科學素養得分與自評科學素養得分之散布圖，如圖三。依據散布圖顯示科學素養得分與自評科學素養之間具備一定程度的相關性，兩者相關係數(r_2)約為 0.2921，屬於低度正相關。兩者的相關性稍微偏低但仍有一定程度的正相關性，由此我們推估其原因可能為自評科學素養是較為主觀的向度，所以結果也比較難以預測，但是根據結果能看出高中生對於自己科學素養的認知已有一定的了解。



圖三：科學素養得分與自評科學素養得分之散布圖

(三) 提升科學素養之方法

經過為期一年的研究，除了文獻探討和問卷分析，得到了科學素養具備之程度與學校教學的關係，我們也根據這段時間對科學素養的理解，以及對於問卷得到的資訊，提出了如何提高科學素養的看法。生活在二十一世紀的我們，生活大量充斥著各式各樣的科學資訊，科學素養中重要的資訊分析、獨立思考以及連結能力，絕對是對我們影響重大的一個能力，十二年國教的課綱也將科學素養列為一大重點，其中閱讀能力絕對是不可或缺的面向，現在學生對於自然科學的學習方式不外乎課本、補習班講義，但自然領域之浩瀚絕非課本講義的範疇可以比擬，缺乏了額外的資訊和新知的刺激，便少了許多生活中科學的連結，更不會有機會去探討課本以外的科學，用自己的理解提出科學背後的解釋和論點，當然，對於科學名詞的了解也會十分有限，沒辦法更進一步探討未知的科學領域。然而科學素養的領域也涵蓋了人文方面的面向，如果身為學生的我們，能夠運用時間做科學方面的專題研究甚至是科展等研究，不僅可以更加明白科學在我們生活中的重要性，也可以更有技巧的使用科學去探索科學議題，體會科學是如何形塑我們的世界。但有鑑於不是大多數的學生都有相對資源和設備能去進行科學方面的研究，我們歸納出閱讀能力或許是一個大眾都能接受也都可以實行的方法，當然閱讀能力的範疇也包含了語文能力和科學名詞的理解以及對於現象、圖表的判讀和解釋，或許是一個能再加深探討的主題，本次研究僅就提出改善方法為主。

參、結論

一、結論

在這個國際競爭異常激烈的社會中，每個國家對追求經濟的進步及科技的發展，無不竭盡心力。常說科學為進步之母，科學教育對於提升整體的發展有著不容懷疑的地位。在台灣，國民從國小便接受義務教育的薰陶，其中科學教育占了舉足輕重的分量。從國小到高中，甚至往後的大學，我們所接收的科學知識可說寬廣如汪洋大海，但是我們可曾藉由科學教育培養出分析、批評、判斷、歸納的能力並進而能應用和創意的發想？台灣在科學素養這方面，雖然測驗結果顯示我們的表現頗為突出，然而在現實生活的運用中我們仍有許多不足，這終將影響未來科技的發展。因此如何在不斷補充科學知識的過程中，也要全面提升科學素養，便成了我們努力的方向。

在這篇研究中，我們發現學校教育對於個人科學素養的具備程度有著密不可分的關聯。科學素養成績高的受測者大致上也有著較高的學校教育分數，顯現出教育的雙向化、多元化，而非單向接受知識，對於科學素養的形成更加有利。現在教育現場正在推廣「翻轉教育」，確實收到了部分成效，但在目前仍屬少數。該如何繼續長遠的推展活化教學，讓台灣教育從我們常說的「講述式教學」，轉變成為對於學生真正有益的教育制度，需要社會大眾的關注，唯有投入更多的心

力，經驗的分享傳承能更加的流通，才能高度提升科學素養，以達到科技的蓬勃發展，最終促進全人類的幸福。

二、建議

本次研究，僅針對科學素養的其中一個面向做測試，無法囊括全部的範圍，為較不周全之處。且本次的科學素養題目也僅為我們參考 PISA 試題，自行出題，經過老師建議和修改才發出，是否能夠精確的度量出受測者的科學素養具備程度高低，也是較無法確定的部分。之後如有想進一步的探討，建議可以將科學素養的不同面向加以分類，並逐項進行研究，以免定義不清的問題，也較能測試出精確的結果。如想增加研究的精確性，建議可以面談受測者，以直接詢問的方式或許可以更直接的了解受測者的科學素養具備程度。以上為本次研究後的討論，供將來研究相關題目之方向參考。

肆、引註資料

李名揚(2012)。看看 PISA 怎麼定義科學素養。**科學人雜誌**，130，64。

靳知勤(2002)。效化「基本科學素養」問卷。**科學教育學刊**，10(3)，287-308。

黃麗芸(2016)。PISA 放榜 台灣科學素養排名升至第 4。2017 年 1 月 25 日，取自 <http://www.cna.com.tw/news/firstnews/201612060404-1.aspx>。

陳文典(2004)。科學素養的內涵。教育部暨國立台灣師範大學：**科學素養的內涵與解析**(1-7)。台北市：教育部暨國立台灣師範大學。

維基百科。2017 年 3 月 4 日，取自 <https://goo.gl/ahymHu>。

李松濤(2016)。一輩子的科學課，不是學好科學，而是學會讀科學—《科學研習》。2017 年 3 月 5 日。取自 <http://pansci.asia/archives/108690>。

鍾一先（1997）。問題解決教學策略應用於國民中學生活科技之實驗研究。國立台灣師範大學工業教育研究所：博士論文。

伍、附錄

科學素養具備與否與學校教學之關係問卷

說明信：

您好，我們是 107 級臺南一中語文資優班的學生，我們想針對科學素養與學校教學的關聯進行研究，因此我們想麻煩您填寫這份問卷以協助我們完成研究。問卷內容包括三個部分，分別是：

(一)基本資料的填答：以方便我們建立檔案。所有個人資料皆只做為學術研究，請您不用擔心資料外流的問題

(二)科學素養的題目：題目有填充題及選擇題。填充題請盡量書寫詳細以便我們進行資料分析，選擇題有單選題和多選題，在題目中皆有詳細說明

(三)學習情形的調查：請根據您在國中階段，自然科學領域的學習情形填答，填答方式在各題目皆有說明

非常感謝您的協助。

如有任何問題請聯絡我們。

國立台南第一高級中學 217

指導老師：施冠汝、陳立偉老師

學生：方冠中 410656@gm.tnfsh.tn.edu.tw

陳思宇 410655@gm.tnfsh.tn.edu.tw

陳勤硯 410671@gm.tnfsh.tn.edu.tw

(一) 基本資料

1.姓名：

2.學校：

3.班級：_年_班

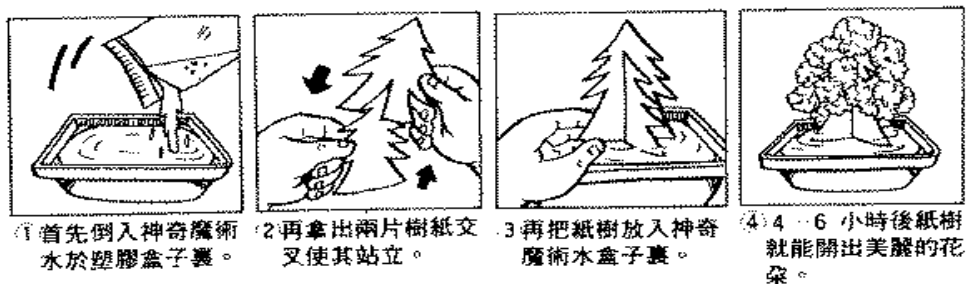
4.性別：☐男 ☐女 ☐其他

5.入學年度：☐104 年度(百七級) ☐105 年度(百八級)

(二)科學素養題目

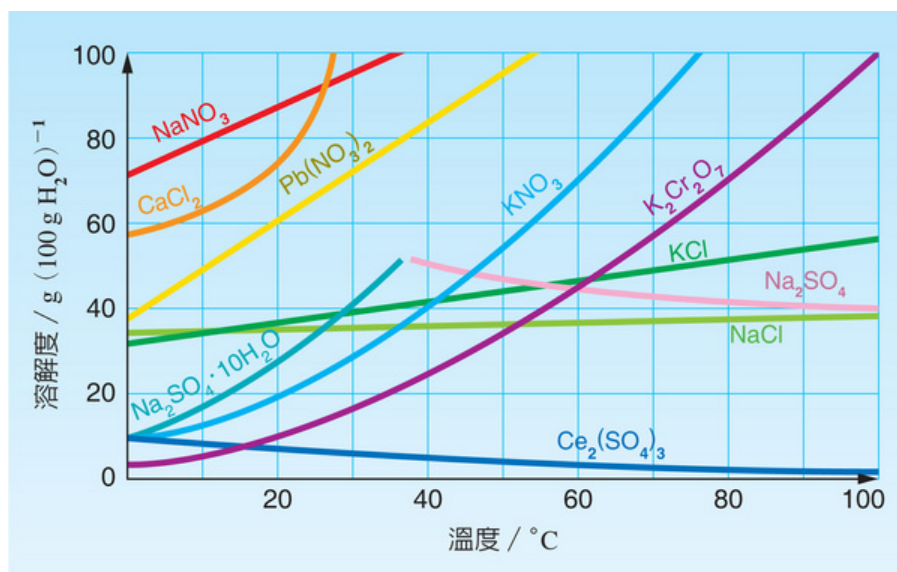
1.紙樹開花

市面上有一種紙樹會開花，而他之所以會開花，是由於當紙樹浸入磷酸鉀水溶液後，水溶液藉在紙樹中快速上升，一個水分子接著一個水分子被往上拉直達全棵樹；且因各樹枝末端水溶液先蒸發，溶在水溶液中的晶體跑不出去，累積在末端，使得末端水溶液濃度越來越高，直到飽和，進而先從末端開花(如圖)。



(1)根據上文所述，紙樹能夠開花是因為水容易藉甚麼原理使水分上升？

根據下列圖表回答問題：



(2)試判斷下列敘述何者正確？

- (A)大部分鹽類溶解度隨溫度上升而下降
- (B)溫度對食鹽的溶解度沒有影響
- (C)大部分鹽類溶於水是吸熱反應
- (D) $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶於水是吸熱反應

2.生蛋?熟蛋?

慣性定律中「靜者恆靜，動者恆動」清楚描述出慣性的真諦，透過慣性，更能夠幫助我們分析各項小事情。例如:如何運用慣性看出生蛋和熟蛋的差別呢？關鍵就在蛋旋轉時的奧妙，即使不用打破蛋也能準確分辨出熟蛋和生蛋。

(1)當我們將蛋平放在桌上，並使蛋進行旋轉，會清楚的看到兩種情形。

【A 情形】轉速明顯較快，只能看見一片白影，轉動的時間也較長

【B 情形】轉動的不太順，即使用手使其停止仍舊緩緩地移動

根據上述描述生蛋和熟蛋分別是哪一種情況呢？

生蛋：

熟蛋：

(2)呈上題，當我們將實驗用另一種方式呈現，把生蛋和熟蛋各用橡皮圈沿它的中線箍緊，各掛在一條同樣的線上（如圖）。把這兩條線各扭轉相同的次數以後，一同放開，試分析生蛋熟蛋會有哪些情形？



(A)熟蛋，扭轉回到原位置後繼續往反方向旋轉，來回數次才停止

(B)熟蛋，回到原位置後若用手使其停止，仍因蛋黃蛋白受慣性使蛋繼續轉動

(C)生蛋，因為蛋黃蛋白受慣性使生蛋轉動回原位置後持續來回轉動很久

(D)生蛋，只來回扭轉幾次，熟蛋還沒停止它就停下來了

3.衣服的保暖性/防熱性

在夏天時，適當的穿著衣服能夠避免太陽輻射熱的直接接觸，保持涼爽！在我們日常生活中處處可見諸如此類，藉由阻止、促進熱能傳送，進而達到保暖、隔熱的應用。請回答以下問題：

(1)下列是各種物品，哪幾項物品運用到了相同原理以達到隔熱、保溫或者是傳遞溫度的效果？

(A)棉製手套 (B)電暖爐 (C)塑膠握把 (D)冷氣 (E)裝冰棒的保麗龍箱

4.冷凍劑原理

我們能在夏天享受冷氣，不能不感謝「冷媒」的鼎力相助！冷媒之所以能夠發揮它這麼大的功用，它的原理是運用其在所需要冷凍的環境下氣化(1)_____，使系統溫度下降，在其他環境則再次凝固(2)_____以供下次使用。

參考選項 (A)吸收熱量 (B)放出熱量

5.電風扇

市面上有些電扇，有一個特殊按鈕，當按下按鈕，電風扇的扇葉就會反向旋轉。我們都知道電扇裡面裝有馬達，通電後馬達轉動帶動扇葉，吹出沁人心脾的夏日清風。

(1)下列哪樣家具的主要運作原理與電風扇的葉片轉動相同？

- (A)電燈
- (B)烤箱的加熱裝置
- (C)電鍋
- (D)洗衣機

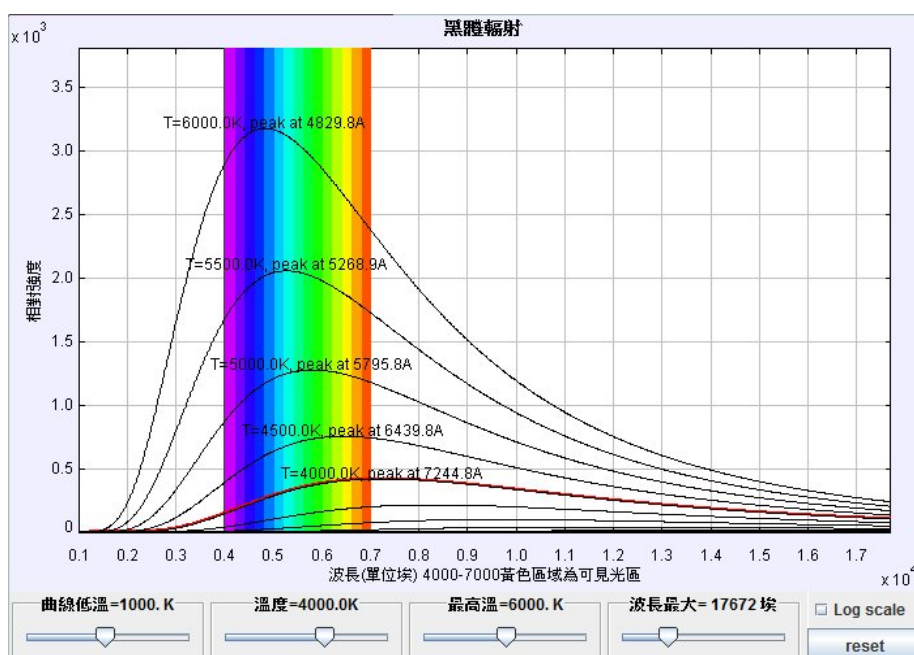
6.煙火

為何煙火能夠有不同的顏色呢？這是因為不同種類的金屬或金屬化合物有不同的特性，各元素都有其個別的光譜。當外在提供能量時，藉由原子內電子的躍遷，會放出不同顏色的光，煙火便是利用金屬的這個特性製成的。這種現象又稱為金屬的焰色反應。

(1)根據上文，導致不同顏色的光是由於其光譜的差異，那根據你先前所學，導致燄色差異的因素是物理變化或化學變化呢？試簡述理由

參考選項(A)物理變化 (B)化學變化

理由:



(2)以上

為太陽光在不同

溫度時，所發出的各種波長分布圖由此圖我們可以得知溫度(T)與最頻繁出現的波長，則根據此表你可以發現以下何項正確？

- (A)溫度越高，所放出的光波長越長，能量越低
- (B)溫度越低，曲線下面積越大，也就是說所放出的能量越低
- (C)物體放出最頻繁的光若是紅光，較所放出最頻繁之光為紫光的物體溫度低
- (D)溫度與所放出的光的能量呈現正比關係

(三)學習情形(國中)

※請根據國中自然科學課程的學習情形進行勾選

科學素養定義：

- 1.面對科學議題時，能夠使用科學知識發現問題、形成新知、解釋現象、並得到有證據的結論
- 2.能夠了解科學是人類經由探究的過程所形成的知識
- 3.能夠察覺科學和科技深深影響我們周遭的環境
- 4.願意以公民身分參與和科學有關的社會議題或科學想法

本次研究的定義方向主要以第一點提及的：「能夠使用科學知識發現問題形成新知解釋現象得到有證據的結論」來進行問卷題目的設計，請您以第一點為主要參考方向進行填寫。

題 目	非常 同意	同意	沒意見	不同意	非常 不同意
1.老師上課時會舉生活中的例證，並使課程與生活連結					
2.課堂中開放學生討論，使學生思考課程的應用，並與同學互相琢磨					
3.教學不侷限於文字，老師會多方面引導學生思考，並做實驗驗證假設					
4.老師會推演公式、定律的原理，不強迫學生死背					
5.老師使用單方向教學，及學生單向聽老師授課，沒有進行討論					
6.教學以填鴨式灌輸，沒有時間空間讓學生對自然科學領域進行思考及延伸					
7.缺乏實作實驗課程，大部分以紙上談兵的方式教課					
8.對你而言，學校上課時數過長，影響你對學習的熱誠					
9.您認為學校老師的教學方式對您的科學素養提升是有幫助的					

10.您認為老師以較生動且結合生活的方式教學，能夠使您更願意關心生活中的科學議題					
11.您認為相較於考試而言，您更樂意接受老師的教學目標是在於提升學生的科學素養					
12.您認為學校的教學方式是影響一個人具備科學素養與否的因素之一					
13.您認為自己具有科學素養					

問卷題目結束，謝謝您的配合